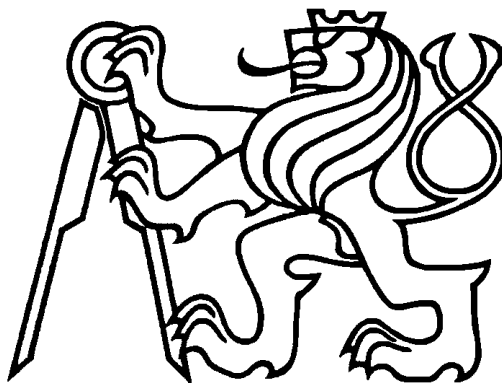


**Katedra mapování a kartografie Fakulty stavební ČVUT v Praze
Kartografická společnost České republiky
Společnost pro fotogrammetrii a dálkový průzkum České republiky
Kartografie PRAHA, a.s.
Geodézie On Line, s.r.o.**

DIGITÁLNÍ TECHNOLOGIE V GEOINFORMATICE, KARTOGRAFII A DÁLKOVÉM PRŮZKUMU ZEMĚ

Sborník referátů



Editoři

- **Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.**
- **Ing. Petr Soukup, Ph.D.**

**Praha 2012-10-23
ISBN 978-80-01-05131-3**

O KONFERENCI

Jednodenní studentská vědecká konference, zaměřená na prezentaci prací studentů magisterského a zejména doktorského studia, z oblasti kartografie, geografie, geoinformatiky, fotogrammetrie, dálkového průzkumu Země a životního prostředí.

Hlavním tématem jsou geoinformační technologie založené na kartografických výstupech.

Konference je pořádána ve spolupráci s Kartografií PRAHA, a.s. a Geodézií On Line, s.r.o. z České Lípy.

Bližší informace jsou na webu <http://gkinfo.fsv.cvut.cz>.

VÝBOR KONFERENCE

- **Doc. Ing. Miroslav Mikšovský, CSc.** – předseda Kartografické společnosti České republiky, Praha
- **Prof. ing. Bohuslav Veverka, DrSc.** – katedra mapování a kartografie FSv ČVUT v Praze
- **Doc. Ing. Lena Halounová, CSc.** – katedra mapování a kartografie FSv ČVUT v Praze
- **Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.** – katedra mapování a kartografie FSv ČVUT v Praze
- **Ing. Růžena Zimová, Ph.D.** – katedra mapování a kartografie FSv ČVUT v Praze
- **Ing. Petr Soukup, Ph.D.** – katedra mapování a kartografie FSv ČVUT v Praze
- **RNDr. Tomáš Grim, Ph.D.** – Ústřední archiv zeměměřictví a katastru, Praha
- **Mgr. Monika Čechurová, Ph.D.** – katedra geografie, Ekonomická fakulta ZČU v Plzni
- **Ing. Milada Svobodová** – ředitelka, Kartografie PRAHA, a.s.
- **Ing. Josef Rančák** – ředitel, Geodézie On Line, s.r.o.
- **Ing. Petr Skála** – nezávislý novinář, Praha
- **Ing. Václav Slaboch, CSc.** – Praha

ORGANIZAČNÍ VÝBOR

- **Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.** – odborný garant konference
- **Ing. Petr Soukup, Ph.D.**
- **Ing. Růžena Zimová, Ph.D.**
- **Bc. Magda Valková**
- **Bc. Ivana Řezníková**
- **Bc. Veronika Myslivečková**

PŘÍSPĚVKY

jméno	název příspěvku	strana
Ambrožová Klára, Ing.	Digitalizace glóbů	5
Brychta Jiří, Bc.	Metody vyhodnocování vodní eroze pomocí GIS	12
Čechurová Kateřina, Bc.	Vizualizace prostorového modelu reálného objektu	22
Gřundělová Tereza, Bc.	Analýza geografické sítě na Le Rougeho mapě Moravy z 18. století	30
Havlíček Jakub, Ing.	Publikování map na internetu v rámci výuky	38
Herman Lukáš, Mgr., Russnák Jan, Mgr.	Vybrané problémy konstrukce historických mapových děl na příkladu zpracování Historického atlasu vybraných území Evropy a Afriky podle Klaudia Ptolemaia	45
Janata Tomáš, Ing.	Možnosti databázového zpracování či údržby podrobné topografické mapy	53
Müller Arnošt, Ing.	Tvorba kartodiagramů v ArcGIS	58
Novák Kamil, Mgr.	Časoprostorová analýza změn reliéfu v okolí Jezera Most	65
Russnák Jan, Mgr.	Využití stavebního pasportu k 3D modelování budov na příkladu areálu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity	72
Řezníková Ivana, Bc.	Polohopisná přesnost map střední Evropy 1:750 000	82
Seemann Pavel, Ing.	Kartografické znázornění hranic v Akademickém atlasu českých dějin	89
Straka Jakub, Ing.	ZB GIS ako podklad na tvorbu štátneho mapového diela	98
Šmíd Marek, Ing., Kouba Zdeněk, doc. Ing.	OnGIS: Metody vyhledávání v geografických datech řízené ontologiemi	107
Šoul Miroslav, Ing.	Prostorová vizualizace a prezentace Přírodního parku Třemšín	117
Štefíková Kateřina, Bc.	Testování polohy sídel a hydrologie na Müllerově mapě Moravy pomocí Helmertovy transformace	127
Valková Magda, Bc.	Přesnost kresby Palackého mapy Čech z roku 1874	135
Vlach Pavel, Bc.	Aplikace tematických map – ATLAS ORP Rokycany se zaměřením na volby	143
Vondráková Alena, RNDr.	Význam a možnosti uplatnění moderních digitálních technologií v oblasti netechnologických aspektů mapové tvorby	149

Digitalizace glóbů

Klára Ambrožová

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
e-mail: klara.ambrozova@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Digitalizace glóbů umožní zpřístupnit glóby široké veřejnosti, poskytne prostor pro jejich studium bez rizika, že by glóby mohly být při manipulaci poškozeny a umožní i obnovu poškozených exemplářů. V následujícím článku bude nastíněn postup technologie umožňující zdigitalizovat glóbus ve své sférické podobě a následně vytvořit jeho virtuální podobu. Tato technologie je představena na politickém glóbu světa Rāth-Duoglobus o průměru 33 cm, který byl vydán v roce 1975.

Klíčová slova: digitalizace glóbu, transformace souřadnic, ekvidistantní válcové zobrazení

Úvod

Výzkum prováděný v rámci doktorského studia je finančně podpořen projektem „Kartografické zdroje jako kulturní dědictví. Výzkum nových metodik a technologií digitalizace, zpřístupnění a využití starých map, plánů, atlasů a glóbů“, který je řešen ve VÚGTK, v.v.i. v rámci Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity NAKI Ministerstva kultury. Cílem výzkumu je vyvinout technologii pro šetrné, bezpečné a přesné digitalizování glóbů. Tato technologie bude testována a ověřena na reprezentativním vzorku glóbů, které budou vybírány např. ze sbírek Historického ústavu Akademie věd ČR nebo Národního technického muzea. V současné době existuje 8 zahraničních projektů, které se zabývají problematikou digitalizace. Nejaktuálnějším a také nejrozsáhlejším projektem v této oblasti je pak Virtuální muzeum glóbů vytvořené na univerzitě v Budapešti.

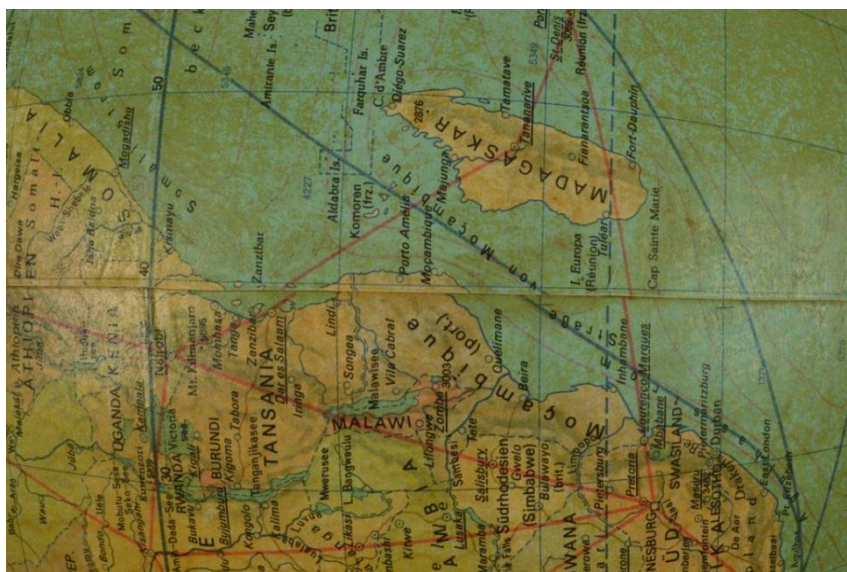
1 Snímkování glóbu

Pro potřeby digitalizace glóbů bylo na základě předložených technických požadavků zhotoveno specializovanou firmou mobilní zařízení (obr. 1), které napomáhá při snímkování glóbů a zajišťuje bezpečné zacházení s glóby, bez rizika jejich poškození. Toto zařízení se skládá z dřevěného stativu, rámu s rolnami přestavitelného pro různé průměry glóbu od 50 mm do 1200 mm, nastavitelného držáku pro fotoaparát, nastavitelného držáku pro zdroj laserového paprsku a stupnic pro nastavení glóbu v ose X a Y. Se zařízením byly dále dodány osvětlovací lampy se stojany pro zajištění stejnoměrného osvětlení snímaného objektu a zatemňovací stan, který vytváří zatemněný prostor o rozměrech cca 3 x 3 x 2,5 m.



Obr. 1: Mobilní zařízení pro snímkování glóbů

Před vlastním snímkováním se nejprve pro daný průměr glóbu vybere vhodná velikost rámu s rolnami a nastaví se rozteč roln cca na polovinu průměru glóbu. Globus se nasadí na rolny tak, že spojnice severního a jižního pólu leží ve vodorovné ose X. Po usazení glóbu se nastaví fotoaparát na střed glóbu kolmo k osám X, Y a dále se nastaví požadovaná vzdálenost fotoaparátu od povrchu glóbu. Fotoaparátem se při otáčení glóbu o konstantní vzdálenost kolem jeho svislé osy pořídí série snímků pokrývající oblast poledníkového pásu. Poté následuje pootočení glóbu o konstantní vzdálenost tentokrát kolem vodorovné osy a pořízení dalšího pásu snímků opět při otáčení glóbu kolem jeho svislé osy. Díky tomuto zařízení bylo možné provést snímkování zkušebního glóbu, jež je jedním z dílčích kroků vyvíjené technologie pro digitalizaci glóbů. Snímkování povrchu glóbu bylo prováděno pro oblasti o velikosti 20° zeměpisné délky x 10° zeměpisné šířky, které byly vymezeny probíhající zeměpisnou sítí.

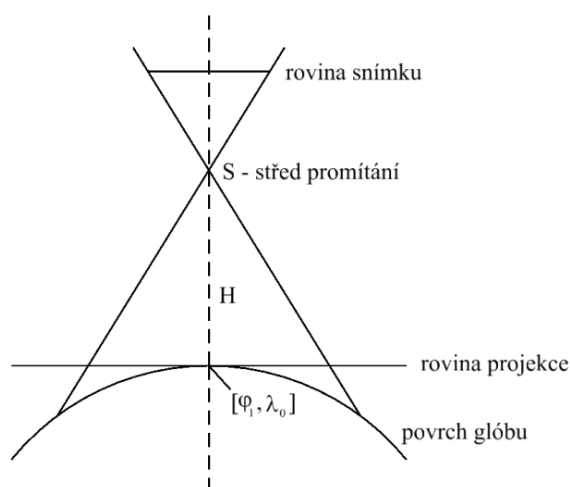


Obr. 2: Originál snímku

2 Transformace snímků

Získaná digitální data byla dále georeferencována. Pro proces georeference bylo důležité definovat přesné zobrazení snímků a určit vřícovací body. Při určování zobrazení snímků bylo na snímkování glóbu fotoaparát pohlíženo jako na snímkování zemského povrchu z vesmíru. Při tomto snímkování, máme-li specifikovanou vzdálenost snímkování a optická osa fotoaparátu prochází středem glóbu, se jedná o zobrazení Vertical Near-Side Perspective, což je azimutální projekce, která je definovaná přímkami konvergujícími v libovolném bodě ležícím na přímce procházející středem glóbu a kolmé k projekční rovině. Definičními parametry jsou výška bodu perspektivy H a geografické souřadnice projekčního centra φ_1, λ_0 . Vřícovací body byly voleny v průsečících zeměpisné sítě.

Po určení zobrazení snímků byla provedena transformace geografických souřadnic vřícovacích bodů na povrchu glóbu na obrazové souřadnice v souřadnicovém systému snímku. Tato transformace se skládala ze dvou kroků:



Obr. 3: Schéma transformace

1. krok: Výpočet pravoúhlých souřadnic vřícovacích bodů x_i, y_i na povrchu glóbu v rovině projekce.

$$x_i = Rk' \cos \varphi_i \sin(\lambda_i - \lambda_0) \quad (1)$$

$$y_i = Rk' [\cos \varphi_1 \sin \varphi_i - \sin \varphi_1 \cos \varphi_i \cos(\lambda_i - \lambda_0)] \quad (2)$$

kde:

$$k' = (P - 1)/(P - \cos c_i) \quad (3)$$

kde:

$$\cos c_i = \sin \varphi_1 \sin \varphi_i + \cos \varphi_1 \cos \varphi_i \cos(\lambda_i - \lambda_0) \quad (4)$$

$$P = H/R + 1 \quad (5)$$

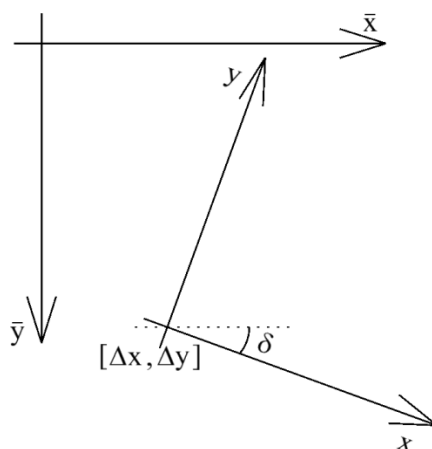
H	...	výška bodu perspektivy (definiční parametr)
φ_1, λ_0	...	geografické souřadnice projekčního centra (definiční parametr)
R	...	poloměr Země
φ_i, λ_i	...	geografické souřadnice vřícovacích bodů

2. krok: Výpočet obrazových souřadnic vřícovacích bodů $\bar{x}_i, \bar{y}_i$ v souřadnicovém systému snímku.

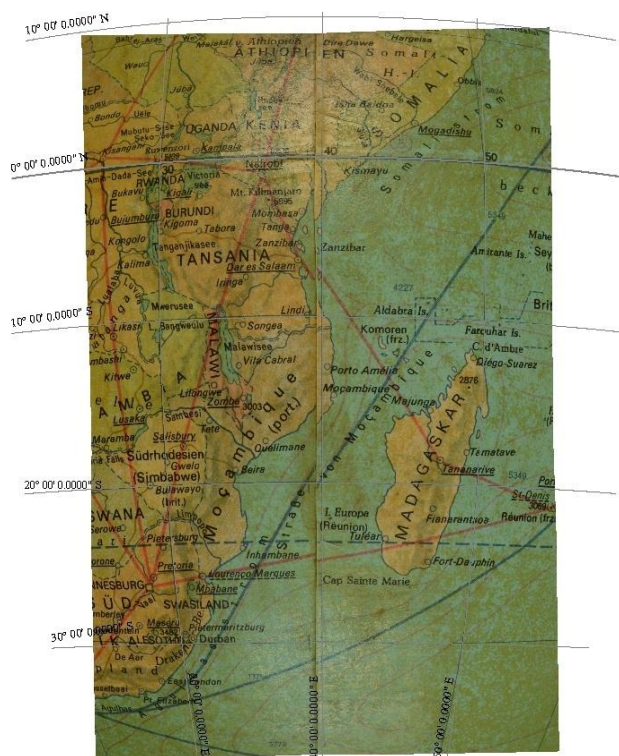
$$\bar{x}_i = M(x_i \cos \delta - y_i \sin \delta) + \Delta x \quad (6)$$

$$\bar{y}_i = -M(x_i \sin \delta + y_i \cos \delta) + \Delta y \quad (7)$$

M	...	měřítko určené v pixel/km
δ	...	úhel pootočení souřadnicového systému projekce
$\Delta x, \Delta y$	...	obrazové souřadnice projekčního centra
x_i, y_i	...	pravoúhlé souřadnice vličovacích bodů



Obr. 4: Vztah mezi souřadnicovým systémem snímku a projekce



Obr. 5: Georeferencovaný snímek

Po transformaci snímků do definovaného zobrazení byla dále provedena transformace všech obrazových bodů snímku do ekvidistantního válcového zobrazení pomocí daných zobrazovacích rovnic.

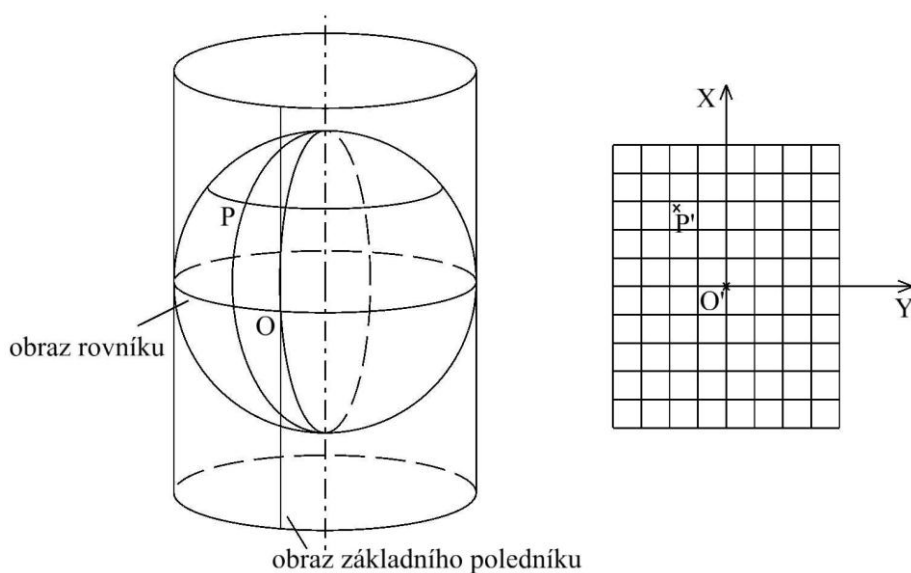
$$X = R \cdot U \quad (8)$$

$$Y = R \cdot V \quad (9)$$

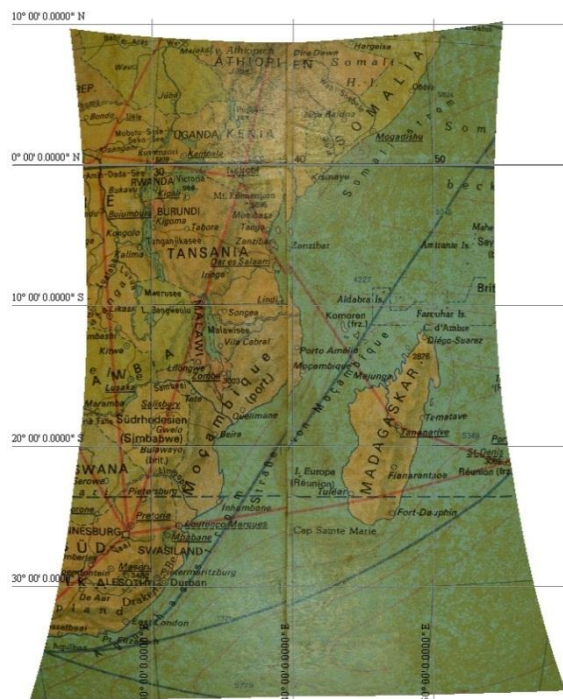
R ... poloměr Země

$U, V \dots$ zeměpisná šířka a délka (v úhlové míře)

U ekvidistantního válcového zobrazení dochází k převedení zobrazení povrchu glóbu na plášť válce, který se poté rozvine do roviny. Jelikož se jedná o zobrazení ekvidistantní, tedy délkojevné, nezkrslují se vzdálenosti podél určitého systému čar. Zobrazovací válec u použitého zobrazení je v normální poloze, což znamená, že osa válce je totožná s osou glóbu. Obrazem zeměpisné sítě je tedy soustava vzájemně ortogonálních přímek, kdy obrazy poledníků a rovnoběžek jsou od sebe stejně vzdálené (obr. 6).

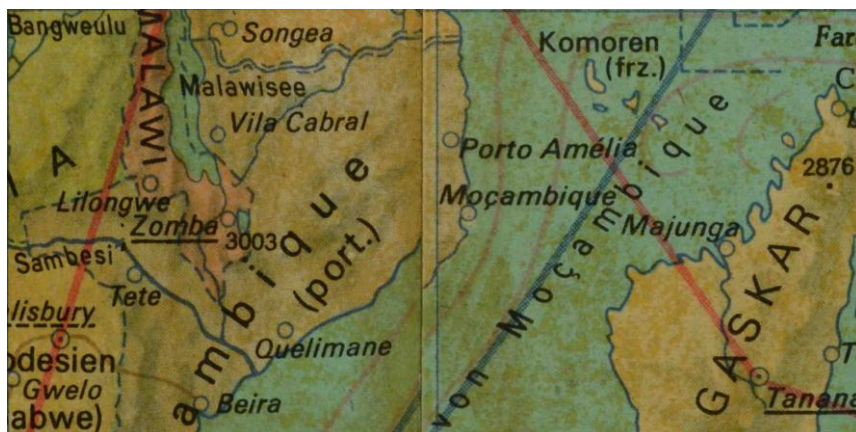


Obr. 6: Ekvidistantní válcové zobrazení v normální poloze

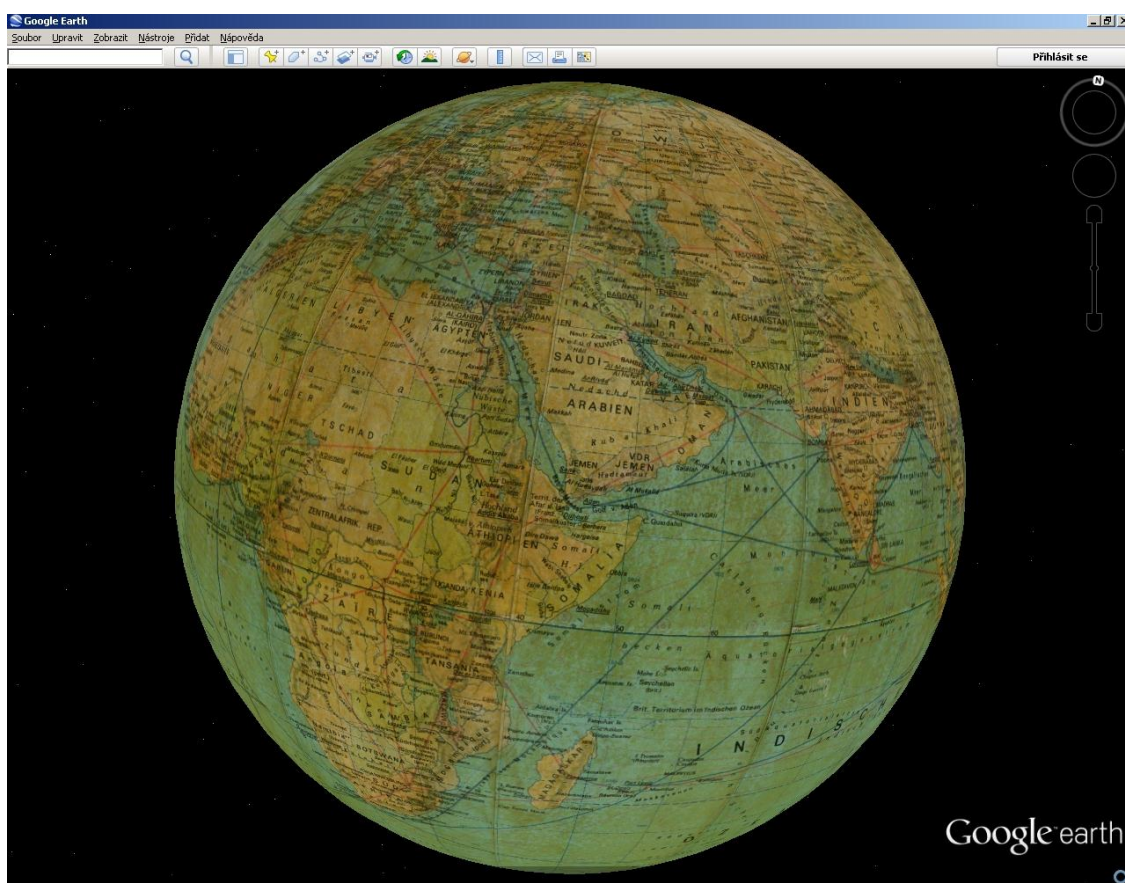


Obr. 7: Výsledný transformovaný snímek

Výsledné transformované snímky byly nakonec v grafickém editoru vhodně ořezány na oblasti o velikosti 20° zeměpisné délky x 10° zeměpisné šířky a pokud to bylo nutné barevně upraveny (obr. 8).



Z takto zpracovaných snímků byla vytvořena vrstva v datovém formátu KML, která byla následně zkomprimována do formátu KMZ. Vytvořená vrstva KMZ pak byla vložena do prostředí programu Google Earth, jež nám vytváří virtuální prezentaci snímaného glóbu (obr. 9).



10

Závěr

Výše nastíněná technologie není definitivním řešením. V průběhu dalšího výzkumu budou hledány způsoby, jak získat co nejkvalitnější digitální data. Bude provedeno zmenšení snímkaných oblastí na velikost 10° zeměpisné délky x 10° zeměpisné šířky a tyto snímky budou porovnány s již pořízenými snímky oblastí o velikosti 20° zeměpisné délky x 10° zeměpisné šířky. Na základě tohoto porovnání bude rozhodnuto o nejvhodnější velikosti snímkaných oblastí. Pro dosažení lepších výsledků dojde dále k záměně podobnostní transformace v transformačním procesu za elastickou konformní transformaci, která je vyvíjena ve VÚGTK Zdiby.

Literatura

- [1] Gede, M.: *Publishing globes on the Internet*. Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica. 2009, vol. 4, no. 1, s. 141-148. ISSN 1217-8977.
- [2] Gede, M.: *The use of the Nelder-Mead Method in estimating projection parameters for globe photographs*. Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica. 2010, vol. 45, no. 1, s. 17-23. ISSN 1217-8977.
- [3] Hruby, F.; Plank, I.; Riedl, A.: *Cartographic heritage as shared experience in virtual space: A digital representation of the Earth globe of Gerard Mercator (1541)*. e-Perimetron [online]. 2006, vol. 1, no. 2 [cit. 2010-03-29], s. 88-98.
- [4] Snyder, J. P.: *Map Projection – A Working Manual*. U. S. Geological Survey, Washington, 1395, s. 173-176.

Abstract. The digitalization of globes will allow accessing the globes to the general public, provides the space to study them without the risk that the globes could be damaged during handling and allows to restore damaged specimens. In this article will outline the technology allowing to digitize the globe in its spherical form and then to create its virtual model. This technology will be introduced on the political world globe Rāth-Duoglobus with diameter 33 cm, which was published in 1975.

Tento příspěvek byl podpořen projektem NAKI „Kartografické zdroje jako kulturní dědictví. Výzkum nových metodik a technologií digitalizace, zpřístupnění a využití starých map, plánů, atlasů a glóbů“ č. DF11P01OVV021.

Metody vyhodnocování vodní eroze pomocí GIS

Jiří Brychta

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně
Fakulta životního prostředí
Králova výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem
brychta.gisservices@email.cz

Abstrakt. Tato práce se zabývá různými přístupy k problematice vyhodnocování potencionálních rizik povrchové vodní eroze. Především problematikou určování faktoru ochranného vlivu vegetace. Metodou USLE a metodou maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace byly vytvořeny mapy erozní ohroženosti pro modelové území obcí Bžany, Žalany a Kostomlaty pod Milešovkou.

Klíčová slova: vodní eroze, GIS, USLE, faktoru ochranného vlivu vegetace

1 Vodní eroze „v kostce“

- Proces: destrukční činnost deště a povrchový odtok → transport půdních částic → následné usazování

- Intenzita vodní eroze závisí na:

- charakteru srážek
- charakteru povrchového odtoku
- půdních poměrech
- morfologii území
- vegetačních poměrech
- způsobu hospodaření

- Kvantifikace vodní eroze – dlouhodobý průměrný smyv půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$] - pomocí tzv. Univerzální rovnice ztráty půdy USLE (Wischmeier, Smith 1978):

$$G = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Kde:

G... průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]

R... faktor erozní účinnosti přívalového deště

K... faktor erodovatelnosti půdy

LS... topografický faktor, neboli faktor délky (L) a sklonu svahu (S)

C... faktor ochranného vlivu vegetace – problém s relevantními podklady pro velká území

P... faktor účinnosti protierozních opatření

2 Vstupní data pro hodnocení vodní eroze v GIS

2.1 Úprava vstupních dat

Pro vyhodnocování erozních procesů v této práci byly použity softwarové produkty společnosti ESRI zejména produktová řada ArcGIS10 a její součásti ArcMap a Catalog. Program ArcMap10 obsahuje rozšíření 3D Analyst a Spatial Analyst, které umožňují tvorbu digitálních modelů na základě interpolačních metod a povrchové analýzy daného modelu a další práci s rastry. Všechna použitá data byla ve vektorovém formátu. Pro úpravu dat byly použity nástroje z Analysis Tools - Extract (Clip), Overlay (Union), Proximity (Buffer). Jednotlivé vrstvy bylo nutné upravit dle řešeného území. Použita byla funkce Clip a Buffer, který byl nastaven na 500m. Data získaná z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy většinou nepokrývají celé území, jsou zejména pro zemědělskou půdu. Oříznutím těchto vrstev získáme mnohdy roztroušené polygony a prázdná místa. Proto pomocí funkce Union spojíme jednotlivé vrstvy se stejným polygonem, podle kterého byly oříznuty, tím docílíme toho, že jednotlivé vrstvy budou mít stejnou velikost.

2.2 Digitální model terénu

Základem modelování erozních procesů je digitální model terénu. V tomhle případě byly jako zdroj výškových dat použity vrstevnice, které jsme převedli na spojitou reprezentaci povrchu - rastrovou reprezentaci. Pro interpolaci použijeme nástroj *Topo to Raster*, kterým lze vytvořit rastrový model přímo z vrstevnic. Tento nástroj byl navržen pro tvorbu hydrologicky korektních DTM.

2.3 Mapa Bonitovaných půdně ekologických jednotek BPEJ

K dalším nezbytným datům patří mapa BPEJ. Tuto mapu lze získat pouze z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy VUMOP, který vede databázi BPEJ a jako odborná organizace pověřená ministerstvem zemědělství ČR provádí její aktualizace. Jedná se o vektorovou vrstvu s pětimístným kódem – 1. číslice udává klimatický region, 2. a 3. číslice určuje hlavní půdní jednotku, 4. číslice svažitost pozemku a expozici ke světovým stranám a 5. číslice udává skeletovitost a hloubku půdního profilu. Z této vrstvy lze také získat hodnoty maximálních přípustných ztrát půdy.

2.4 Mapa Corine Land Cover a veřejný registr půdy LPIS

Pro stanovení faktoru ochranného vlivu vegetace je možné použít mapu Corine Land Cover 2006, kterou poskytuje Česká informační agentura životního prostředí CENIA. Tato vrstva nám umožní rozlišení lesů, nezavlažované orné půdy, zemědělské půdy s přirozenou vegetací, louky a pastviny, urbanizovaná území atd.

3 Vytvoření mapy erozní ohroženosti

Cílem vytvoření mapy erozní ohroženosti v prostředí GIS je přiřadit každému plošnému elementu o zvolené velikosti hodnotu průměrné roční ztráty půdy (t/ha/rok), pomocí USLE. Tyto hodnoty se dále porovnávají dle polygonové vrstvy maximální přípustné ztráty půdy. V této práci se zabýváme globálním hodnocením eroze (území nad 100 km²). Jako řešení problematiky určování C faktoru byla z ULSE odvozena Metoda maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace. Další variantou pro globální měřítko je metoda multikriteriálního hodnocení, jejímž cílem je pouze vymezit erozně ohrožené plochy. Pro tyto metody je nejprve nutné vytvořit rastrové vrstvy jednotlivých faktorů s odpovídajícími hodnotami. Modelové území jsou obce Bžany, Žalany a Kostomlaty pod Milešovkou, které se nachází v Okrese Teplice.

3.1 USLE

faktory pro výpočet	popis zdroje dat
C – faktor ochranného vlivu vegetace	určeno dle : - tříd CLC - klimatických regionů - kombinací obou metod
G_p – maximální přípustná ztráta půdy	určeno na základě hloubky půdy z databáze BPEJ s ohledem na zachování funkcí půdy a její úrodnosti (měřítko 1: 5000) - mělké půdy $G_p = 1 \text{ t.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ - středně hluboké $G_p = 4 \text{ t.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ - hluboké $G_p = 10 \text{ t.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
R - faktor erozní účinnosti přívalového deště	pro výpočet byla použita doporučená hodnota pro ČR $R = 20 \text{ MJ.ha}^{-1} \cdot \text{cm.h}^{-1}$
K - faktor erodovatelnosti půdy	určeno na základě hlavní půdní jednotky (HPJ) z databáze BPEJ (měřítko 1: 5000)
LS - faktor délky a sklonu svahu	vypočteno z DMT dle metody Mitasove
P – faktor účinnosti protierozních opatření	při výpočtu nebyla uvažována žádná aplikována protierozní opatření, a tedy $P = 1$

3.1.1 Faktory K a C

Pro metodu USLE byly nejdříve upraveným vektorovým vrstvám BPEJ a Corine Land Cover 2006 přiřazeny příslušné hodnoty faktoru K a C. Hodnoty K faktoru byly přiřazeny podle příslušné hlavní půdní jednotky dle tab. 1. Hodnoty faktoru C dle tab. 2, která byla sestavena s ohledem na publikované práce ve středočeském regionu, především práci autorů: RNDr. Zdeněk Kliment, CSc. Mgr. Jiří Kadlec (Kliment et al). Pro ornou půdu, sady, chmelnice a zahradní plantáže, směsici polí, luk a trvalých plodin určíme příslušné hodnoty dle klimatických regionů dle VUMOP (tab. 3.). Záměnou hodnoty faktoru C pro pozemky orné půdy za hodnotu pro konkrétní plodinu, je možno získat mapu erozní ohroženosti území pro aktuální typ plodiny. Pak obě vrstvy převedeme pomocí *Conversion Tools* a funkce *Frature to Raster* na požadované rastry. Nastavíme atribut, podle kterého chceme rastr vytvořit a velikost buňky výstupního rastru. Velikost buňky se volí s ohledem na velikost daného území a podkladu s nejmenší přesností. V nabídce Properties, na kartě Symbology je potřeba zvolit roztažení intervalu na škálu barev, použitím volby Stretched a v Color Ramp zvolíme vhodnou barevnou řadu. Výsledné rastry K a C faktoru jsou na obr. 1. a obr. 2.

Tab. 1: Hodnoty K faktoru pro jednotlivé HPJ (Janeček et al, 2007)

HPJ	K - faktor	HPJ	K- faktor
01	0,41	40	0,24
02	0,46	41	0,33
03	0,35	42	0,56
04	0,16	43	0,58

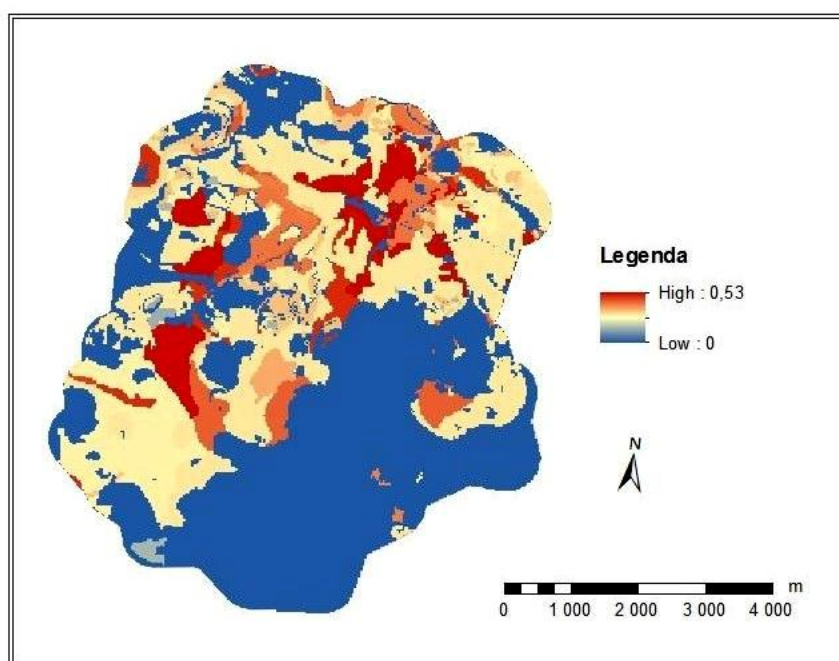
05	0,28	44	0,56
06	0,32	45	0,54
07	0,26	46	0,47
08	0,49	47	0,43
09	0,60	48	0,41
10	0,53	49	0,35
11	0,52	50	0,33
12	0,50	51	0,26
13	0,54	52	0,37
14	0,59	53	0,38
15	0,51	54	0,40
16	0,51	55	0,25
17	0,40	56	0,40
18	0,24	57	0,45
19	0,33	58	0,42
20	0,28	59	0,35
21	0,15	60	0,31
22	0,24	61	0,32
23	0,25	62	0,35
24	0,38	63	0,31
25	0,45	64	0,40
26	0,41	65	nedostatek dat
27	0,34	66	nedostatek dat
28	0,29	67	0,44
29	0,32	68	0,49
30	0,23	69	nedostatek dat
31	0,16	70	0,41
32	0,19	71	0,47
33	0,31	72	0,48
34	0,26	73	0,48
35	0,36	74	nedostatek dat
36	0,26	75	nedostatek dat
37	0,16	76	nedostatek dat
38	0,31	77	nedostatek dat
39	nedostatek dat	78	nedostatek dat

Tab. 2: Hodnoty C faktoru pro vybrané třídy Corine Land Cover

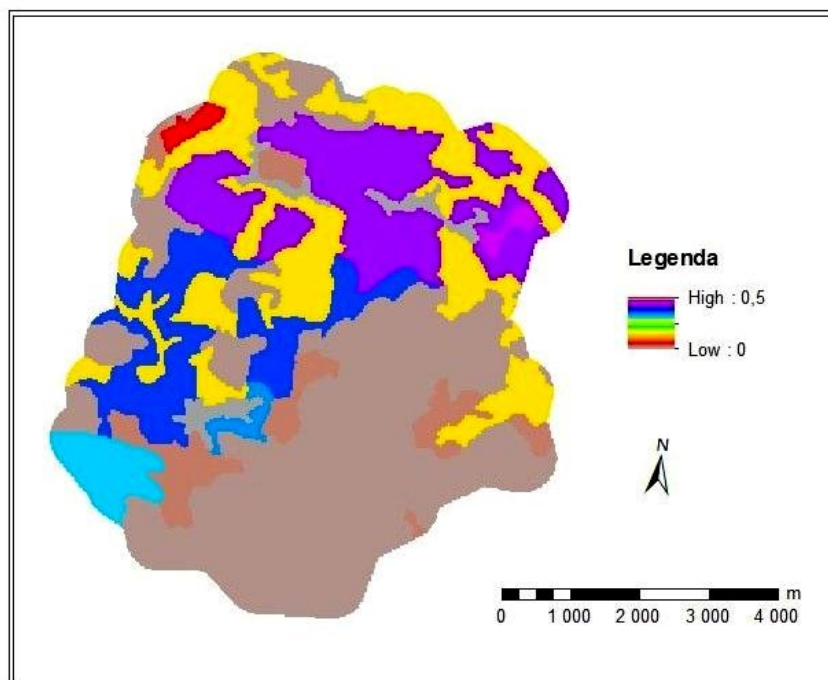
Třída CLC	C	body
Urbanizované území	0	1
Lesy	0,005	2
Louky a pastviny	0,01	2
Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací	0,1	3
Halvy a skládky	0,2	3
Směsice polí, luk a trvalých plodin	0,25	4
Sady, chmelnice a zahradní plantáže	0,3	4
Nezavlažovaná orná půda	0,35	5
Oblasti současné těžby surovin	0,5	6

Tab. 3: Hodnoty C faktoru podle klimatických regionů (GIS SOWAC, 2008)

klimatický region	orná půda	ostatní plochy ZPF
0	0,291	0,307
1	0,278	0,286
2	0,266	0,264
3	0,254	0,243
4	0,241	0,221
5	0,229	0,199
6	0,216	0,178
7	0,204	0,156
8	0,192	0,135
9	0,179	0,113



Obr. 1: Rastr K faktoru (práce autora)



Obr. 2: Rastr C faktoru (práce autora)

V globálním hodnocení eroze se přiřazují jednotlivé hodnoty C faktoru pro každou třídu CLC (viz obr. 1 a obr. 2) nebo je předmětem zkoumání pouze orná půda, který je k vodní erozi nejnáchylnější. Dále se v práci budu zabývat pouze erozí na orné půdě.

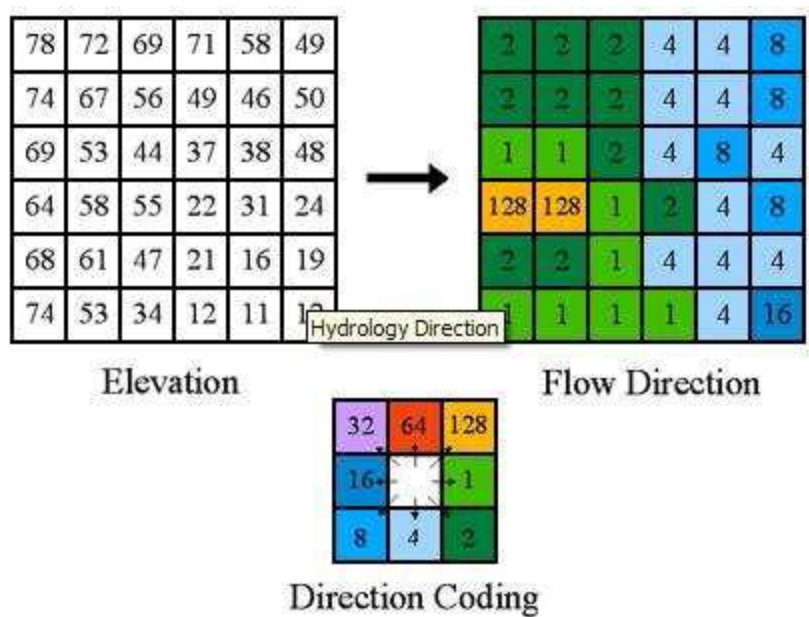
3.1.2 Faktor LS

Pro tvorbu rastru s hodnotami topografického faktoru LS byla použita metoda dle Mitášové. Výhoda této metody spočívá především v nenáročnosti na vstupní data. Jediným vstupem je digitální terénní model, ze kterého se pomocí nástrojů *Hydrology* ve *Spatial Analyst Tools* vytvoří model sklonitosti zemí (*slope*) a model akumulace odtoku (*flowacc*). Tato rovnice zapsaná do *Raster Calculatoru* má tvar: (Mitasová & Mitas, 1999)

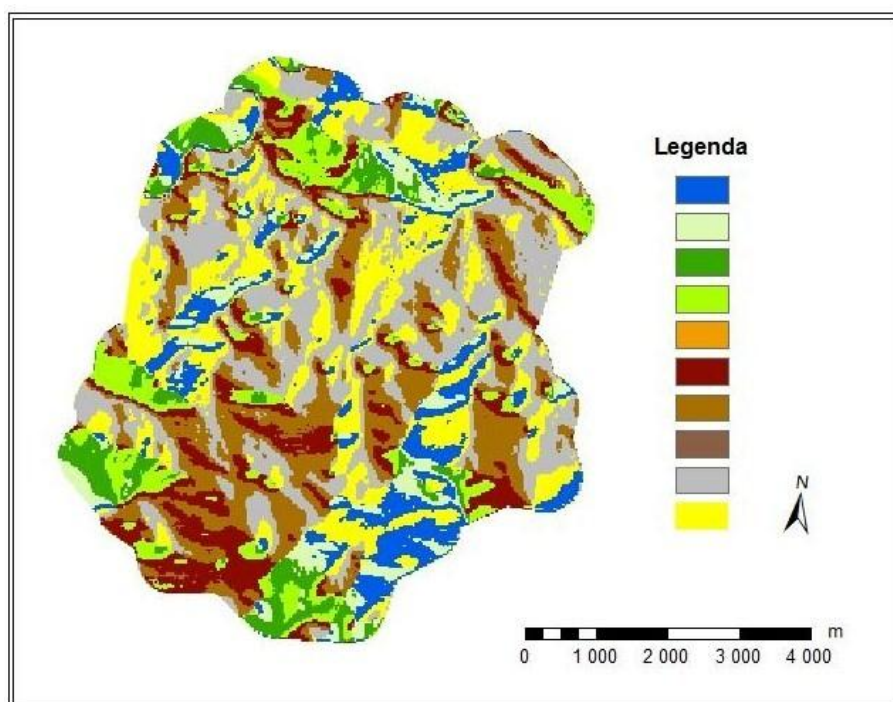
$\text{Power}(\text{"flowacc"} * \text{resolution}/22.1, 0.6) * \text{Power}(\text{Sin}(\text{"slope"} * 0.01745)/0.09, 1.3)$

(resolution = velikost gridu) .

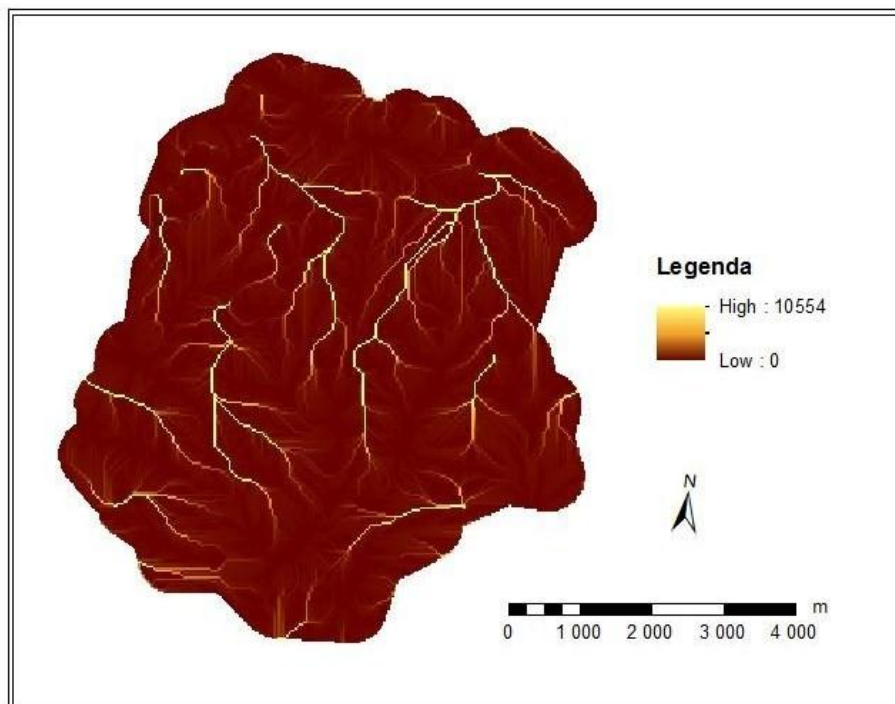
Vytvoříme rastr sklonitosti pomocí funkce *slope*. Dále je nutné vytvořit vrstvu *flowacc* a *flowdirect* (*směr odtoku*). Pro vygenerování směru soustředěného povrchového odtoku byla použita funkce *Flow Direction*. Tato funkce je jedním z klíčových nástrojů pro odvození hydrologických charakteristik. Umožňuje nám určit směr povrchového odtoku z každé buňky rastru. Tok může téci z jedné centrální do osmy přilehlých buněk, to znamená, že existuje osm platných výtokových směrů (viz obr. 3). Směr proudu je určen dle nejstrmějšího svahu nebo maximálního poklesu z každé buňky a výstupní buňky jsou kódovány pomocí hodnot reprezentujících směr toku. Výsledný rastr směru povrchového odtoku *flowdirect* je na obr. 4. Následně byl vytvořen rastr akumulace povrchového odtoku *flowacc* (obr. 5) pomocí funkce *Flow Accumulation*. Tato funkce je založena na postupném načítání rastrových buněk odtékajících do nižší buňky rastru, aktuálně počítaná buňka se do součtu nezahrnuje. Hodnota buňky rastru je tvořena součtem všech buněk, které do ní přitékají. (Houdek, 2009)



Obr. 3: Demonstrace generování směru soustředěného odtoku (Houdek, 2009)



Obr. 4: Rastr flowdirect (práce autora)



Obr. 5: Rastr flowacc (práce autora)

Následně byly příslušné rastry dosazeny do rovnice v *Raster Calculatrou* (Vz.1) a byl vytvořen rastr LS faktoru, který byl následně oříznut dle polygonů nezavlažované orné půdy. Ten byl pak dosazen společně s ostatními faktory do univerzální rovnice USLE a byl vytvořen rastr s hodnotami erozního smyvu. Faktory R a P byly uvažovány jako konstanty $R = 40$ a $P = 1$ (nejsou realizována žádná protierozní opatření). Na závěr je nutné provést kontrolu vypočtených průměrných ročních ztrát půdy. U výpočtu rastru LS faktoru se totiž mohou objevit nereálné hodnoty. Jedná se většinou o údolnice nebo extrémní svahy. Tyto extrémní hodnoty se vyskytují ovšem jen v minimální ploše. Dále dochází ke vzniku extrémních hodnot vlivem způsobu výpočtu, celkové množství takových elementů se však obvykle pohybuje kolem 1 % z celkové plochy zemědělské půdy. Z těchto důvodů je třeba provést vhodnou reklasifikaci získaných hodnot. Především se jedná o hodnoty překračující 20 - 30 t/ha/rok.

Dále byl rastr s hodnotami průměrné roční ztráty půdy porovnán s hodnotami maximální přípustné ztráty půdy a byly tak zjištěny ohrožená místa, kde byly tyto hodnoty překročeny – viz příloha.

3.2 Metoda maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p)

- Rovnici USLE (Wischmeier, Smith 1978) jsme převedli na vztah:

$$C_p = G_p / (R \times K \times L \times S \times P)$$

Kde:

C_p ... maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace

G_p ... maximální přípustná ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]

R ... faktor erozní účinnosti příválového deště

K ... faktor erodovatelnosti půdy

LS ... topografický faktor, neboli faktor délky (L) a sklonu svahu (S)

P ... faktor účinnosti protierozních opatření

Výpočet se provádí obdobným způsobem jako v předchozí metodě. Dosazením rastrů jednotlivých faktorů do rovnice v Rastr Calculatoru byl vytvořen rastr s hodnotami maximálního přípustného faktoru ochranného vlivu vegetace a reklasifikujeme jej dle tabulky hodnot C_p (tab. 4). Efektivně řeší problém určení faktoru ochranného vlivu vegetace. Udává limitní hodnotu faktoru C , kterou je třeba na jednotlivých blocích orné půdy respektovat - velice praktické a snadno využitelné.

Aktuální hodnotu faktoru C lze za předpokladu dostupnosti všech požadovaných informací snadno určit (dle metodiky Janeček et. al 2008) a porovnat s přípustnou hodnotu C_p určenou dle mapy - zjistíme, co je třeba zlepšit v rámci protierozní ochrany.

Tab. 4: Maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace C_p (GISLZE, 2010)

hodnota C_p	kategorie erozní ohroženosti	doporučení
do 0,005	nejohroženější	převést příslušné půdní bloky nebo jejich části mezi trvalé travní porosty
0,005 – 0,02	silně ohrožené	pěstování víceletých píceň např. jetele a vojtěšky
0,02 – 0,05	ohrožené	vyloučení pěstování širokořádkových plodin, úzkořádkové plodiny lze pěstovat pouze s využitím protierozních technologií
0,05 – 0,1		
0,1 – 0,2		
0,2 – 0,3	mírně ohrožené	pěstování úzkořádkových plodin bez omezení, širokořádkové plodiny však pouze s využitím protierozních technologií
0,3 – 0,4	bez ohrožení	žádné omezení
0,4 – 0,6		
0,6 a více		

Závěr

V této práci byly porovnány různé přístupy k hodnocení potencionálního rizika vodní povrchové eroze. Pro modelové území obcí Bžany, Žalany a Kostomlaty pod Milešovkou byly vytvořeny mapy erozní ohroženosti metodou USLE a metodou Maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace. Na přiloženém mapovém výstupu jsou výsledné rastry s hodnotami erozní ohroženosti a průměrné roční ztráty půdy obou metod.

Literatura

- [1] Brychta, J. (2011): *Problematika eroze a její hodnocení pomocí geoinformačních systémů*. Ústí nad Labem: UJEP, FŽP.
- [2] Janeček, M. a kol. (2007): *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: VUMOP.
- [3] GIS SOWAC. (2008): Získáno 2. 4. 2011, z Faktor ochranného vlivu vegetace (C): http://ms.vumop.cz/mapserv/dhtml_eroze/docs/C.html
- [4] GISLZE. (2010). Získáno 29. 3. 2011, z Maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) jako nástroj pro dodržování zásad správné zemědělské praxe: <http://www.gislze.cz/48>

Abstract. This work discusses various approaches to assessing the potential risks of surface water erosion. Especially, the issue of identifying factor of protective influence of vegetation. Using method USLE and method of maximum values of the factor of the protective effect of vegetation were created erosion maps for model field of villages Bžany, Žalany and Kostomlaty pod Milešovkou.

Vizualizace prostorového modelu reálného objektu

Kateřina Čechurová

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 16629 Praha 6
e-mail: katerina.cechurova@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Cílem této práce je vytvořit a prezentovat prostorový model reálného objektu, kterým je Anežský klášter v Praze. Práce je rozdělena na dvě hlavní části. První část pojednává o přípravě, shromažďování dat a tvorbě sférických panoramat. Druhá část je věnována vlastní tvorbě prostorového modelu kláštera v programu Google SketchUp a s tím spojený popis aplikace Google Earth, do které byl model následně exportován. Výsledky práce poslouží jako prezentační prostředky pro poznávání a dokumentaci Anežského kláštera. Pro tyto účely jsou vytvořeny webové stránky, na kterých je možné si prostorový model i sférická panoramata prohlédnout.

Klíčová slova: Sférické panorama, 3D model, Hugin, Google SketchUp, Google Earth, webové stránky

Úvod

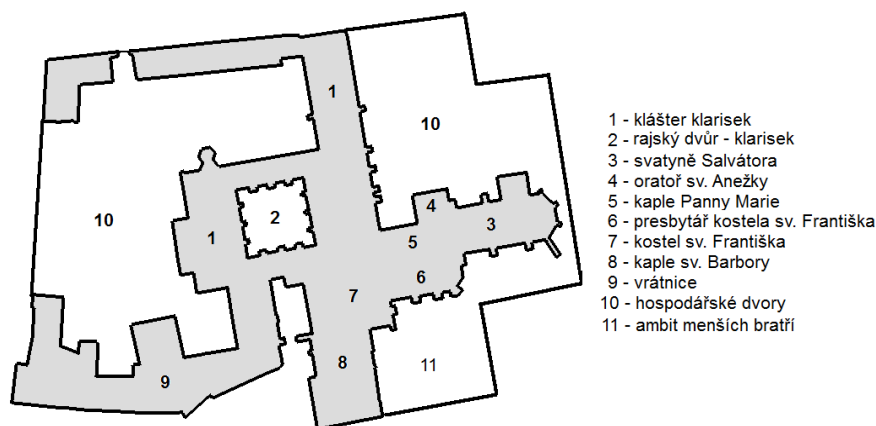
V současné době umožňuje pokročilé technické a programové vybavení osobních počítačů vytvářet a vizualizovat prostorové modely reálných objektů. Výsledky vizualizací se dnes stávají atraktivním doplňkem webových prezentací těchto objektů. Uživatel internetu má možnost díky vizualizačním nástrojům poznat zajímavou lokalitu či památku z pohodlí domova.

Jedním z prezentačních prostředků umožňujících shlédnout svět pohodlně ze svého domova je sférické panorama. Zobrazovaný prostor je velmi podobný tomu, jak ho lidé vnímají ve skutečnosti, a proto se panoramata stala v dnešní době velice oblíbenou prezentační formou. Následující text provází procesem samotné tvorby sférických panoramat od sběru dat, vlastního zpracování až do finální podoby, která by měla být představena širší veřejnosti prostřednictvím internetu. Součástí práce je neméně důležitá praktická tvorba a vizualizace prostorového modelu ve zvoleném prostředí Google SketchUp a následné geografické umístění do aplikace Google Earth. Výsledky prostorového modelování reálného světa jsou dnes žádaným produktem umožňujícím zaujmout veřejnost a obstát tak před konkurencí. Zvláště proto, že trojrozměrný model má víceúčelové využití a lze s ním pracovat v celé řadě odvětví. Hlavním účelem však zůstává zprostředkovat uživateli detailní náhled na daný objekt v nejrůznějších situacích. V závěrečné kapitole jsou popsány prezentační formy, kterými byly dosažené výsledky představeny širší veřejnosti prostřednictvím webových stránek.

1 Klášter sv. Anežky České

Objekt, který byl v rámci této práce zpracováván, je historicky významný klášter sv. Anežky České ležící na okraji Starého Města pražského. Přesné datum založení kláštera není známo, ale podle historiků je datováno na počátku vlády Václava I. přibližně kolem roku 1231. Od založení klášter prošel řadou přestaveb a změn. Nejednou byl na pokraji úplného zrušení či demolice. Celý areál kláštera je nyní vyhlášen národní kulturní památkou, kterou spravuje Národní galerie v Praze [1].

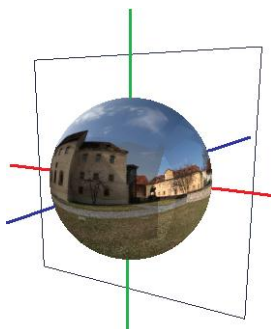
Existující stavební dokumentace pochází z let 1940–1944. Tyto plány jsou již považovány za archiválie, a proto bylo nutné je dohledat v Archivu hl. města Prahy [2]. Po ničivých povodních v roce 2002, které areál zcela zaplavily, se postupně vytvářely podklady nové, již v digitální formě. Řezy Anežského kláštera v měřítku 1 : 100 jsou zatím k dispozici pouze v analogové formě. Bylo nutné navštívit Archiv hl. města Prahy a potřebné archivní výkresy řezů objednat a pořídit kopie. Reprodukce archiválií byla bezplatná a provedla se digitálním fotoaparátem CANON EOS 550D v badatelně archivu. Snímky analogových plánů byly pořízeny ve formátu JPEG a RAW s tímto nastavením: ohnisková vzdálenost 11 mm, ISO 400, clona F5,6, doba expozice 1/100 s.



Obr. 1: Plánek kláštera

2 Tvorba sférických panoramat

Sférické panorama, označované též jako kulové či 360° panorama je snímek, který vznikne slepením několika fotografií s jistým překrytem. Zachycuje celý prostor z jednoho bodu v rozsahu 360° v horizontálním a 180° ve vertikálním směru. Sférické panorama tak uživateli umožňuje kolmý pohled nahoru i dolů. Je vhodné pro prezentaci prostoru a je nedílnou součástí pro tvorbu virtuální 3D prohlídky.



Obr. 2: Sférické panorama

Aby bylo možné sférická panoramata vůbec vytvořit, je nutné pořídit podkladové snímky. Snímky by měly být pořízeny vhodnou fotografickou soustavou (kap. 2.1) a s dostatečným překrytem (cca 20 % - 40%). Sféru je možné fotografovat v řadách či sloupcích. Počet snímků je závislý na předem nastavených parametrech panoramatické hlavy. Před vlastní tvorbou sférického panoramatu je nutné zvolit vhodný program, který zajistí správné slepování snímků s dostatečně přesnými kontrolními body.

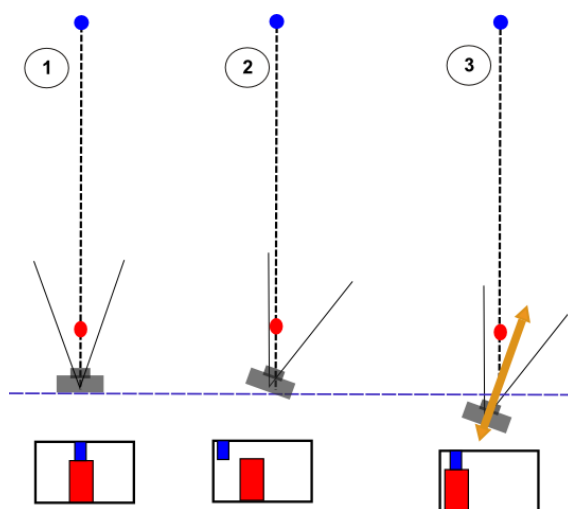
2.1 Fotografická sestava

Pro vyhotovení kvalitní panoramatické fotografie je vhodné použít digitální zrcadlovku, panoramatickou hlavu a pevný stativ.

Panoramatická hlava je soustava vzájemně na sebe kolmých dílů připevněných na otáčivém ložisku. Posunem těchto jednotlivých částí lze docílit toho, že natáčení a náklony kamery ve vertikálním a horizontálním směru, jsou prováděny přesně v tzv. bodě s nulovou paralaxou. Paralaxa je úhel, který svírají dvě přímky vedené z různých míst v prostoru do určitého bodu. Tento úhel způsobuje zdánlivý rozdíl polohy bodu v popředí záběru vzhledem k pozadí při pozorování ze dvou různých míst (obr. 3 - 1,2). Mezi sousedními snímky tak vznikla paralaxa a to při výsledném slepování fotografií je zcela nežádoucí. Je proto nutné nalézt pro daný fotoaparát/objektiv bod, kde je vliv paralaxy nulový.

Chyba paralaxy se nejvíce projeví u fotografování interiérů, kde jsou předměty různě vzdáleny od objektivu. U krajinných panoramatických scén nemá obvykle toto nastavení příliš velký význam.

Nalezení polohy bodu bez paralaxy bylo realizováno při zkušebním měření v učebně C012. Na objektivu byla nastavena ohnisková vzdálenost, která bude použita při fotografování snímků v terénu. Po upevnění fotoaparátu na panoramatickou hlavu a po důsledné horizontaci, bylo zacíleno středem objektivu na blízký svislý předmět, který přesně zakrýval předmět vzdálený. Následně se panoramatická hlava pootočila tak, aby zájmové předměty byly v hledáčku objektivu nalevo. Poloha blízkého předmětu se vůči pozadí změnila. Tento úhlový posun znázorňuje chybu paralaxy, kterou je nutné odstranit. Chybu odstraníme posunem samotného těla fotoaparátu s objektivem na posuvném panelu panoramatické hlavy pohybem v horizontálním směru (obr. 3 - 3). Posun ve vertikálním směru je určen pomocí stejného postupu, ale místo svislých předmětů se využijí blízké a vzdálené vodorovné linie. Po nastavení hodnot posunů na panoramatické hlavici bude zajištěno, že střed otáčení fotoaparátu bude přesně ztotožněn s bodem bez paralaxy. Poloha blízkého bodu vůči pozadí tak zůstane neměnná. Posuny fotoaparátu na panelu panoramatické hlavy byly zaznamenány a využity v terénu při pořizování panoramatických snímků.



Obr. 3: Chyba paralaxy [3]

Pro fotodokumentaci byla využita motorická panoramatická hlava GigaPan EPIC Pro (obr. 4) spolu s digitální zrcadlovkou Canon EOS 550D s širokoúhlým objektivem TOKINA.



Obr. 4: Panoramatická hlava GigaPan EPIC Pro [4]

2.2 Podkladové snímky

Po sestavení fotografické soustavy na zvoleném místě je nezbytně nutné propojit fotoaparát korektním kabelem s motorickou hlavou. Poté je již možno obě zařízení spustit a nastavit potřebné parametry. Na

základě nastavených hodnot parametrů si panoramatická hlavice spočítá počet snímků celého panoramatu a čas potřebný pro snímání v celém rozsahu.

Panorama s nastavenými parametry se tvoří zhruba 6 minut. Fotoaparát začne snímat jednotlivé pohledy s překrytím 40 %, a to vždy 3 krát na stejném místě (podle nastaveného bracketingu). Pohledy se snímají po řadách z nastaveného horního rohu až do nastaveného dolního rohu v plném úhlu 360°. Jedna řada se snímá zhruba 1,5 minuty a tvoří ji sada 7 pohledů (21 fotografií). Sférické panorama se skládá ze 4 řad a 7 sloupců tzn. 28 pohledů (84 fotografií). Na dalším stanovisku již není třeba znovu nastavovat všechny parametry GigaPan má v paměti předchozí nastavení.

Pro následnou tvorbu panoramat, je nutné ještě pořídit snímky spodní a horní části sféry. Tyto pohledy jsou fotografovány z ruky, protože není možné takovéto snímky panoramatickou hlavou pořídit. Aby výsledný model později dostal realistický vzhled, byly pořízeny snímky fasády celého areálu.

2.2.1 HDR technologie

Pro zachycení detailnější scény a lepšího osvětlení snímku byla využita technologie HDR (High Dynamic Range – vysoký dynamický rozsah). Tato technologie umožní kombinovat a vyrovnat světelné poměry snímku tak, jak by je zachytilo lidské oko. Jedná se o techniku tzv. sendvičování. Různě exponované snímky stejného pohledu se překládají přes sebe a tím vznikne nová fotografie, která má vyrovnané kontrastní poměry. Nezbytným vstupním podkladem jsou tedy fotografie (správná expozice, podexponovaná, přexponovaná) nejlépe pořízené ze stativu. Využívá se proto funkce expoziční bracketing. Tato funkce umožňuje pořídit více fotografií stejného záběru s postupně různou dobou expozice.

2.3 Program Hugin

Dnes je dostupná řada programů, které panoramata dokáže vytvořit. Pro práci byl zvolen nekomerční program Hugin verze 2011.4.0 [5]. Tento software je plně postačující pro tvorbu panoramat. Pro méně náročné uživatele umožňuje tento program automatizovanou tvorbu panoramat. Panorama se vytvoří ve třech jednoduchých krocích. V prvním kroku se načtou snímky, ze kterých se má panorama slepit. V další části program začne automaticky zarovnávat snímky. Po zarovnání nabídne náhled výsledného panoramatu, a pokud vše vyhovuje, spustí se slepování snímků. Do několika minut se vygeneruje hotové panorama (obr. 5). Automaticky vytvořené panorama, které nevyhovuje požadavkům uživatele, je možné upravit. Program dovoluje manuálně zasáhnout do procesu vlastní tvorby panoramatu např. formou editace kontrolních bodů.



Obr. 5: Rozvinuté sférické panorama

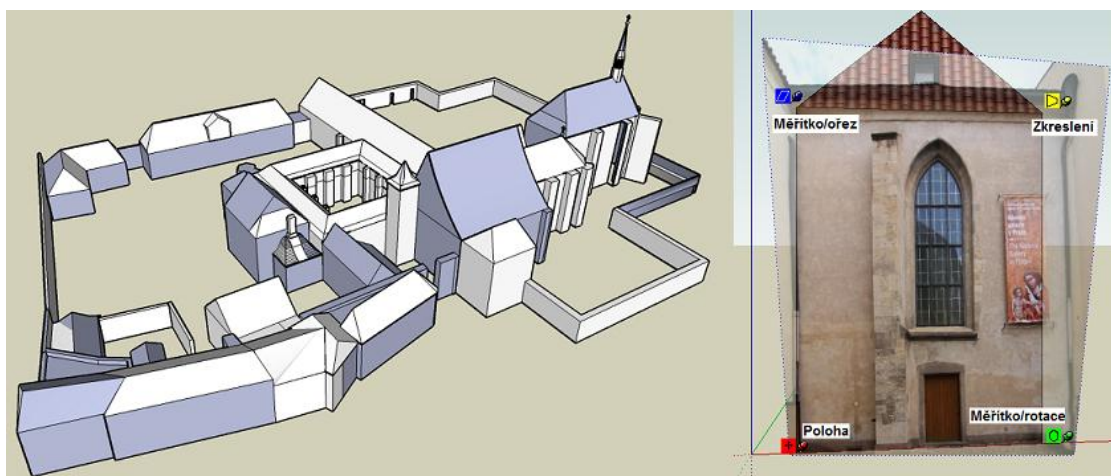
3 Tvorba prostorového modelu

K vytvoření zjednodušeného prostorového modelu objektu byl použit volně dostupný program Google SketchUp [6]. Model, který bude součástí prezentace, je určen především pro získání představy o vzhledu areálu kláštera.

3.1 Google SketchUp

Google SketchUp je kreslicí program pro návrh, tvorbu a vizualizaci 3D modelů vyvíjený společností Google. Software umožňuje uživateli poměrně rychle a snadno vytvořit realistický hmotový model přímo v trojrozměrném prostoru a to od základního návrhu až po nejdetailnější prvky. Výhoda programu Google SketchUp spočívá v propojení s aplikací Google Earth [7]. Vytvořené 3D modely v softwaru SketchUp je možné přímo vkládat do virtuálního glóbu aplikace Google Earth. Nástroj Google Earth umožňuje uživateli zobrazovat a sdílet geografická data kdekoli na Zemi. Další hlavní výhodou programu je poměrně jednoduché uživatelské prostředí s intuitivními funkcemi a nástroji. Pro začátečníky i pokročilé uživatele je na internetu k dispozici množství výukových videí a ukázek jak správně s programem pracovat.

V programu Google SketchUp byl otevřen vektorový výkres půdorysu Anežského kláštera ve formátu dxf. Půdorys byl nahrán do samostatné vrstvy proto, aby byla zabráněna jeho editaci a mohl se kdykoliv skrýt z hlavní plochy. Z důvodu vykreslování ploch je nutné, aby hrany byly mezi sebou co nejvíce rovnoběžné a kolmé. Pravoúhlost modelu je zajištěna barevným vykreslováním linií. Půdorys objektu byl obkreslen linií a zgeneralizován tak, aby nedocházelo v průběhu tvorby ke zbytečným potížím v modelování. Uzavřením všech hran byla vytvořena souvislá plocha. Model byl tvořen po částech podle dostupných digitalizovaných výkresů řezů. Nejprve byl modelovaný objekt „vytáhnut“ do prostoru. Třetí rozměr objektu (výška) byl odečten z plánů. Další úpravy záleží na tvaru a náročnosti jednotlivého objektu. Tím vznikl hrubý model připravený na polepení texturami (obr. 6).



Obr. 6: Prostorový hrubý model kláštera, ukázka lepení textur

Před lepením materiálů je vhodné zkontrolovat rubové a lícové strany pro pozdější export. Dostupné formáty pro export 3D modelů pracují jen s lícovými stranami, a proto textury umístěné na rubu strany by se tak nemusely správně exportovat. Lícové resp. rubové strany SketchUp označuje bílou resp. modrou barvou (obr. 6). Fotografie, které budou nalepeny na model, je vhodné nejprve upravit. Polohu textury lze v programu přizpůsobit tvaru dané plochy (obr. 6).

3.2 Export Google Earth

Program SketchUp přímo spolupracuje s oblíbenou aplikací Google Earth. Po zadání lokalizačních údajů v programu SketchUp, tzn. kde a v jaké oblasti se modelovaný objekt nachází ve skutečnosti, se automaticky na pracovní plochu vloží výřez digitálního modelu terénu zájmového území právě

z aplikace Google Earth. Podle výškových rozdílů se 3D model „napasuje“ na terén a případně se upraví. Nyní je možné uložit model do formátu kmz. Soubor takového formátu lze otevřít v aplikaci Google Earth a lokálně si prohlížet vlastní model s přesnou geografickou polohou. Pokud hotový model (opatřený lokalizačními údaji) nepřekročí maximální velikost 10MB je možné ho prostřednictvím této aplikace celosvětově sdílet. Nejprve je však nutné přihlásit se popř. bezplatně zaregistrovat na účet Google. Po přihlášení lze vlastní model ve formátu skp vložit do celosvětové webové galerie 3D Warehouse. Správce Google Earth pak má možnost tento model využít ve svém virtuálním glóbu ve vrstvě „3D budovy“.



Obr. 7: Model v aplikace Google Earth

4 Prezentace výsledků

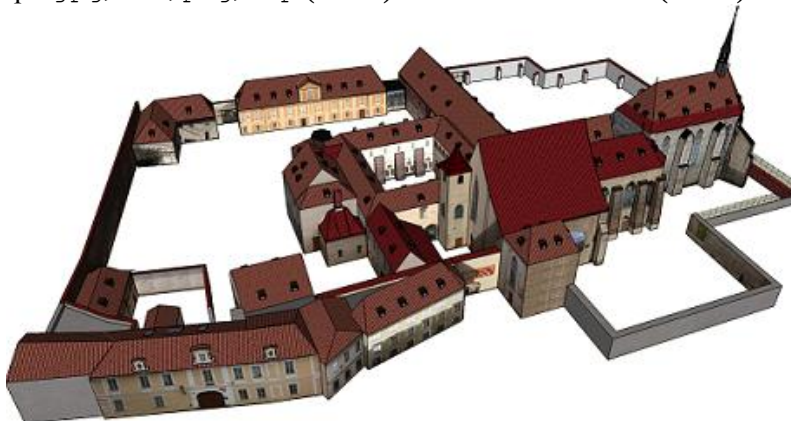
Podstatnou částí jak představit zájmový objekt veřejnosti, je zvolit vhodné formy prezentace dosavadních výsledků.

4.1 Sférická panoramata

Vytvořená panoramata mají podobu rozvinuté sféry. Aby bylo možné si sférická panoramata prohlížet, je nutné mít k dispozici prohlížeč, který tuto technologii podporuje. Jedním z volně šiřitelných prohlížečů je FSPViewer. Tato aplikace je volně dostupná a není třeba ji nikterak instalovat.

4.2 Model

Hotový model s realistickým nádechem, který mu dodaly fotografie fasád, je nyní možné převést z programu SketchUp do vhodných formátů prezentační formy. Export lze provést do grafických 2D formátů jako je např. jpg, tif, png, bmp (obr. 7) a do 3D formátu kmz (obr. 8).



Obr. 8: Výsledný prostorový model

4.2.1 Animace

Program Google SketchUp přímo nabízí nástroj pro vytvoření jednoduché animace. Podle vlastních požadavků na vizualizaci modelu se nastaví jednotlivé pohledy (scény) na model. SketchUp tyto jednotlivé scény spojí a vytvoří animaci v multimediální formátu *avi* (Audio Video Interleave).

4.2.2 Tvorba 3D PDF

Aby bylo možné si výsledný prostorový model interaktivně prohlížet bez instalace náročných softwarů, je nutné jej uložit do vhodného formátu, který lze použít pro prohlížení přímo ve formátu PDF. Formát *u3d* takové možnosti nabízí, a proto byl využit pro vytvoření 3D PDF.

Bezplatná verze Google SketchUp bohužel nenabízí žádné formáty pro export 3D modelů, které by se daly využít k další prezentaci. Jediný formát pro export je *kmz*, který je určen výhradně pro aplikaci Google Earth. Je tedy nutné využít pro export placenou verzi Google SketchUp Pro, která nabízí export 3D modelů např. do formátů *3ds*, *obj*, *vrml*. K převodu do formátu *u3d* byl využit formát *3ds*, který je možné otevřít v komerčním softwaru MicroStation. Výsledný soubor ve formátu *u3d* lze pak jednoduše získat exportem tohoto souboru. V komerční verzi programu SketchUp byl navíc vytvořen i soubor formátu *vrml*, který je vhodný pro prohlížení trojrozměrných scén na internetu. K vytvoření interaktivního 3D PDF byl využit systém LATEX. Pro správnou tvorbu bylo nutné stáhnout si balíček *movie15.sty* dostupný volně na internetu. Po vložení souboru ve formátu *u3d* do zdrojového kódu LATEX [8], se vygenerovala příslušná stránka PDF s interaktivním 3D modelem.

4.3 Webová prezentace

Pro představení Anežského kláštera širší veřejnosti byly vyhotoveny jednoduché webové stránky, které dostatečně prezentují exteriér objektu. V obsahu stránek lze nalézt všechny formy prezentačních prostředků, které byly vytvořeny v rámci bakalářské práce.

Výsledné webové stránky jsou dostupné na adrese: <http://geo3.fsv.cvut.cz/bp/cechurova/index.html>.

Závěr

Cílem práce bylo pomocí vizualizačních nástrojů přiblížit Anežský klášter široké veřejnosti prostřednictvím webových stránek. Areál této významné historické památky leží u vltavského břehu již tři čtvrtě tisíciletí. Není proto divu, že prošel množstvím přístaveb a změn.

Existující stavební plány pochází z let 1940–1944, a proto je bylo nutné dohledat v Archivu hl. města Prahy. Po ničivých povodních v roce 2002, které areál zcela zaplavily, se postupně vytvářely podklady nové, již v digitální formě. Na těchto získaných podkladech byl vytvořen zjednodušený prostorový model celého areálu v programu Google SketchUp. Model byl vyhotoven především pro získání představy o vzhledu a prostorovém uspořádání Anežského kláštera. I přes určitou míru zjednodušení není možné model Anežského kláštera celosvětově prezentovat v prostředí Google Earth. Vzhledem k použití textur a rozsáhlosti areálu nebyl dodržen stanovený limit velikosti souboru (10MB) pro vložení modelu do aplikace Google Earth. Model si však lze v oblíbené aplikaci lokálně prohlédnout pomocí vytvořeného souboru ve formátu *kmz*. Kromě tohoto specifického formátu byl v komerční verzi programu Google SketchUp vybrán export modelu do 3D formátů *3ds* a *vrml*, ze kterých byl vytvořen interaktivní model ve formátu 3D PDF. Celkový pohled na areál kláštera z ptačí perspektivy nabízí vytvořená animace, která je k dispozici ve formátu *avi*.

Na vybraných atraktivních místech areálu kláštera byly (v rámci dvou celodenních měření) pořízeny panoramatické scény pro tvorbu sférických panoramat. Toto věrné podání reality umožňuje pozorovateli prohlížet si prezentovaný prostor jako ve skutečnosti. S využitím moderních přístrojů byla tato panoramata vyhotovena a použita pro vizualizaci daného objektu. Celkem bylo vytvořeno 9 sférických panoramat.

Veškeré výsledky vizualizace Anežského kláštera lze nalézt na webových stránkách, které byly pro tyto účely vytvořeny.

Literatura

- [1] Soukupová, H.: *Anežský klášter v Praze*. 2. vyd. Praha: Vyšehrad, 2011.
ISBN 978-80-7429-012-1.
- [2] Archiv hlavního města Prahy. [online]. [cit. 2012-03-16]. Dostupné z URL:
<<http://www.ahmp.cz/>>.
- [3] Bernd Margotte Photography: *Digital Panorama Photography*. [online]. [cit. 2012-05-05].
Dostupné z URL: <http://www.berndmargotte.com/technical/panoramafotografie_en.html>.
- [4] GigaPan. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z URL: <<http://gigapan.com/>>.
- [5] Hugin - Panorama photo stitcher. [online]. Dostupné z URL: <<http://hugin.sourceforge.net/>>.
- [6] Google SketchUp. [online]. [cit. 2012-04-16]. Dostupné z URL: <<http://sketchup.google.com/>>.
- [7] Google Earth. [online]. [cit. 2012-04-16]. Dostupné z URL:
<<http://www.google.com/intl/cs/earth/index.html>>.
- [8] TEX - archive [online]. Dostupné z URL: <<http://ftp.cvut.cz/tex-archive/macros/latex/contrib/movie15/>>.

Abstract. The aim of this thesis is to create and introduce a spatial model of a real object, which is the St Agnes Convent in Prague. The work is divided into two parts. The first part deals with the preparation, data collection and creation of the spheric panoramas. The second part deals with the creation of the spatial model of the convent in the program Google SketchUp and the description of an application Google Earth in which the model was subsequently exported. The results of this work will serve to provide more information and documentation about the St Agnes Convent. For this purpose the web pages were prepared where it is possible to look through the model and spheric panoramas.

Tento příspěvek byl podpořen projektem FRVŠ 766/2012.

Analýza geografické sítě na Le Rougeho mapě Moravy z 18. století

Tereza Gřundělová

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
e-mail: terezagrundelova@seznam.cz

Abstrakt. Cílem tohoto článku je analýza geografické sítě na mapě Moravy z 18. Století a to na mapě od George Luise Le Rougeho z roku 1742. Po vytvoření vhodného transformačního klíče byla provedena transformace odměřených rysek a vypočítán rozdíl mezi hodnotou uvedenou v mapě a vypočtenou hodnotou od Greenwichského poledníku.

Klíčová slova: stará mapa Moravy, geografická síť, kartometrická analýza, výpočetní software MATKART

Úvod

Příspěvek je zaměřen na analýzu geografické sítě na mapě Moravy z 18. Století. Jedná se o mapu Moravy od George Luise Le Rougeho vydanou roku 1742. Pro posouzení přesnosti zákresu geografických sítí byly použity jako vstupní souřadnice rastrové, které byly naměřeny z digitálního obrazu mapy. Po sestavení vhodného transformačního klíče byla provedena transformace souřadnic odměřených rysek geografické sítě na rámu mapy a určeny rozdíly mezi hodnotami poledníků a rovnoběžek z mapy a hodnotami vůči Greenwichskému poledníku. Pro zjištění natočení geografické sítě byly vypočítány směrníky krajních rysek, které si vzájemně odpovídají.

1 Le Rougeho mapa Moravy

1.1 Le Rouge

Georg Luis Le Rouge byl významný kartografický nakladatel 18. století, kartograf, architekt, rytec a zeměpisec krále Ludvíka XV, autor atlasů, map schémat bitev a opevnění. Narodil se v roce 1707 v Hannoveru. Byl pravděpodobně syn francouzského architekta Louise Rémyho de la Fosse. Po jeho smrti pokračoval v jeho práci na velké mapě Darmstadtu. Vytvořil mapu Alsaska v pěti velkých listech, určenou k vojenským účelům. Za války o polské následnictví pracoval na vojenských mapách. [2]. Od roku 1736 žil v Paříži. Zde se v roce 1741 oženil se svou druhou ženou. Roku 1738 mu byl pravděpodobně udělen titul poručík ve službách Maurice Saska, který byl šlechtic, vojevůdce a majitel žoldnéřské armády. V roce 1744 publikoval mapu Holandska o 21 listech. Od roku 1747 ve spolupráci s poručíkem Johnem Rocquem překládal anglické mapy. Mezi mnoha jinými vytvořil také "Atlas Německa" o sto listech, který obsahuje také psaný popis, který byl vydán v roce 1759. [2]

Po roce 1773 začal z finanční tísně kromě kartografických děl vydávat také návrhy zahrad. V roce 1775 vydal svazek se 492 rytinami zahrad, i s detaily obsahuje svazek více než 1500 kreseb a měl poskytnout detailní přehled nového stylu zahradní architektury. Byl inspirován anglickými zahradami, pro něž používal po vzoru anglického spisovatele Horace Walpola pojem anglo-čínské. Protože jeho klientelu tvořila převážně francouzská šlechta, byl velkou francouzskou revolucí zcela zničen. Po revoluci jeho stopy mizí, zemřel asi v roce 1790. [2]

1.2 Popis mapy

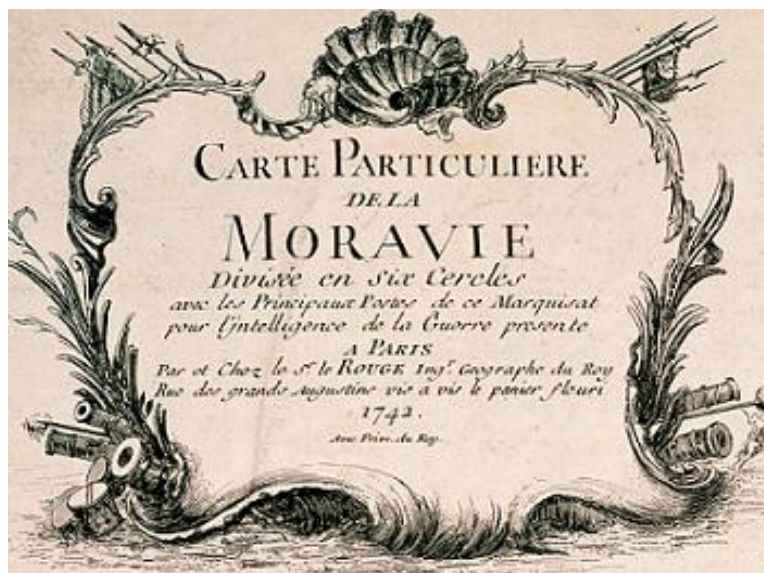
Přehledná mapa Moravy George Luise Le Rouge z roku 1742 vznikla jako derivát Müllerovy mapy Moravy z roku 1716. [5] Mapa nesla název *Carte particuliere de la Moravie divisée en six cercles avec les principaux postes de ce Marquisat pour l'intelligence de la guerre presente a Paris par et Cheb le S^r le Rouge Ing^r. geographe de roy.* [1]

Na mapě jsou zobrazeny sídla, hlavní cesty, vodní toky a plochy. Výškopis je vyznačen pomocí „kopečkové“ metody (obr. 1). Mapa byla tištěna z mědirytiny a následně kolorovaná v měřítku cca 1 : 93 000 o rozměrech 502 x 638 mm. [1]



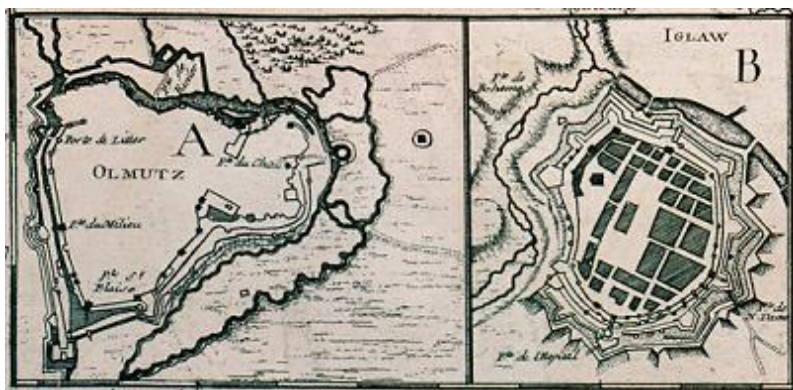
Obr. 1: Výřez Le Rougeho mapy Moravy

V horním levém rohu je vyobrazena názvová kartuš (obr. 2).

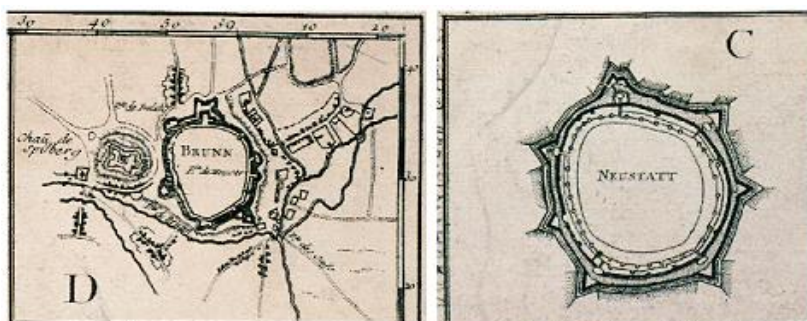


Obr. 2: Názvová kartuš Le Rougeho mapy Moravy

V levém dolním rohu jsou umístěny výřezy s plány Olomouce a Jihlavy (obr. 3). V pravém horním rohu je umístěn výřez s plánem města Brna (obr. 4). V pravém dolním rohu je výřez s plánem města Uničova (obr. 4).

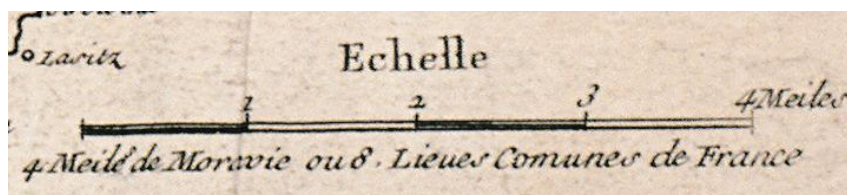


Obr. 3: Plány měst Olomouce a Jihlavy na Le Rougeho mapě Moravy



Obr. 4: Plány měst Brna a Uničova na Le Rougeho mapě Moravy

V pravém dolním rohu nad výřezem s plánem města Uničova je umístěno grafické měřítko (obr. 5) s jednotkami, které jsou uvedeny v mílech.



Obr. 5: Grafické měřítko na Le Rougeho mapě Moravy

2 Analýza mapy

2.1 Volba a výpočet transformačního klíče pomocí vybraných sídel

Při měření na této mapě bylo pracováno s úvahou, že mapa není vyhotovena v žádném zobrazení. Pro účel analýzy přesnosti rysek geografické sítě byla zvolena transformace do Křovákova zobrazení v systému S-JTSK s přepočtem na zeměpisné souřadnice ϕ a λ . Toto zobrazení je dvojité, konformní kuželové v obecné poloze.

Nejdříve bylo na mapě vybráno 40 měst, která do dnes nezanikla a existují. Mapa byla otevřena v programu *KOKEŠ* a byly 3x odečteny grafické souřadnice zvolených měst v jednotkách rastru. Aby bylo možné vytvořit transformační klíč, byly potřeba ještě souřadnice vybraných měst v systému S-JTSK. Tyto souřadnice byly zjištěny online trojím odměřením z Národního *geoportálu* www.geoportal.gov.cz. Souřadnice byly brány vždy na historický střed sídla a v případě kruhové signatury na její střed. Z každého trojiho měření souřadnic byl vypočten aritmetický průměr, se kterým se dále pracovalo a počítalo.

Tyto hodnoty byly použity jako identické body pro Helmertovu transformaci. Její výhodou je konformita, výpočet transformačních koeficientů metodou MNC (metoda nejmenších čtverců). Jedná se o tradiční transformaci používanou v geodézii pro přepočty mezi mírně nehomogenními souřadnicovými systémy.

V použitém programu *MATKART VB035 Helmert a rysky* (autoři Veverka – Čechurová) byl spočten transformační klíč. Pro lepší výsledky byly brány různé kombinace identických bodů, jejichž počet byl výsledně zredukován na dvacet. Při výběru bodů se přihlíželo k velikosti zbytkové chyby. Pokud tato chyba přesáhla trojnásobek velikosti polohové chyby transformačního klíče, byl bod z dalšího zpracování vypuštěn. [3]

The screenshot shows the 'HELMERTOVA TRANSFORMACE' window. It contains a title bar, a header with authors 'Bohuslav Veverka - Monika Čechurová' and program name 'MATKART program VB035 (verze 2012-04)'. Below this is a section for 'Rysky geografické sítě na rámech starých map' with instructions. The main area has input fields for 'název souboru' (20leRougeKLIC), 'Le Rougeva MAPA MORAVY', and 'vstup rastr z kokeše výstup s-JTSK'. It also displays calculated values for 'odchylky' (Mx, My, M) and 'Transformační koeficienty' (A, B, Cx, Cy, X0, Y0). There are buttons for 'START KLÍČ' and 'START RYSKY'. A status bar at the bottom shows the date and time '11.5.2012 16:50:47' and buttons for 'Tisk', 'Guma', and 'STOP'.

Transformační koeficienty	
A	58,3986143234657
B	1,79579360301184
Cx	1126479,45
Cy	581365,6
X0	2085,15
Y0	2811,15

Obr. 6: Prostředí programu MATKART VB035 Helmert a rysky

Po určení klíče byly jako podrobné body brány rysky geografických sítí, tj. místo jejich průniku s obrazem mapového rámu. Těmto bodům byly odečteny třikrát jejich grafické souřadnice v programu *KOKEŠ* a z nich opět vypočítán aritmetický průměr. Na Le Rougeho mapě se jedná o 102 bodů. Rysky jsou vykresleny po 10 zeměpisných minutách pro poledníky i pro rovnoběžky. [3]

2.2 Volba a výpočet transformačního klíče pomocí vybraných sídel

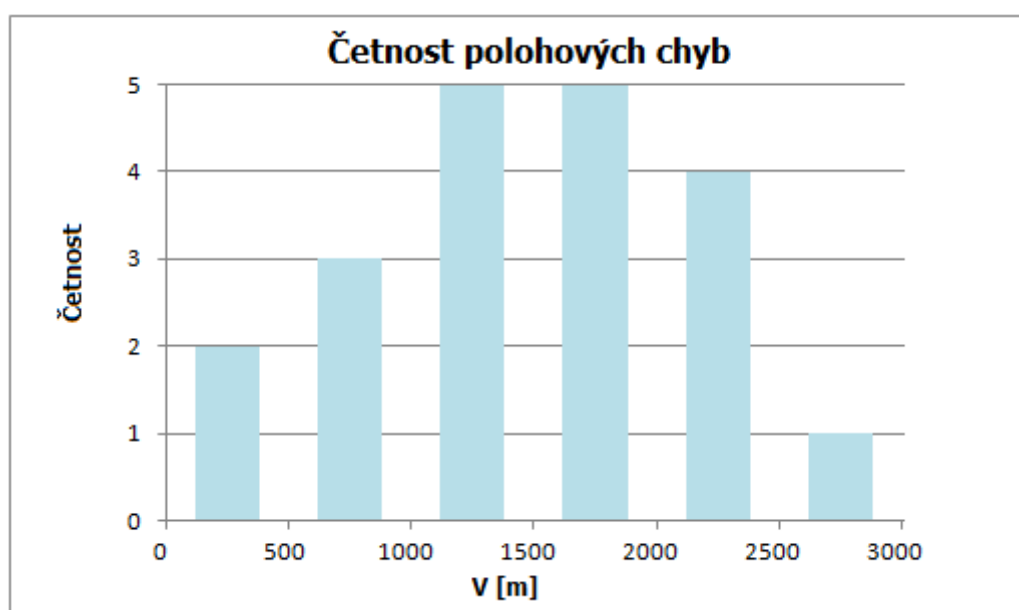
Grafické souřadnice podrobných bodů byly pomocí Helmertovy transformace přepočítány do S-JTSK a následně na zeměpisné souřadnice φ a λ v software *MAKART programu VB035 Helmert a rysky*. Aby bylo možné vypočítat tuto transformaci, musely být nejprve vytvořeny textové soubory transformačních klíčů z vybraných sídel, ve kterých byla uvedena čísla bodů, grafické souřadnice, souřadnice v S-JTSK a popis. Pro Le Rougeho mapu jeden textový soubor transformačního klíče. Dále byly vytvořeny textové soubory podrobných bodů, do kterých byla uvedena čísla podrobných bodů, grafické souřadnice a popis a čtyři textové soubory podrobných bodů a to vždy pro severní, východní, jižní a západní rysky mapového rámu. Software *MAKART* vypočetl hodnoty transformačního klíče, souřadnicové odchylky, transformované souřadnice podrobných bodů a ty pak převedl na zeměpisné souřadnice (poledníky od Greenwiche) a vypočítal rozdíly mezi naměřenými hodnotami a hodnotami uvedenými na mapě. [3]

Tab. 1: Souřadnice vybraných sídel (část tabulky)

LE ROUGEHO MAPA MORAVY					
ČB	Název města	S-JTSK		KOKEŠ	
		Y [m]	X [m]	X[dpi]	Y [dpi]
1	Hlinsko	641 355	1 092 569	3769	1542
2	Přibyslav	655 991	1 111 516	4078	1817
3	Lanškroun	589 381	1 081 730	2908	1346
4	Nové Město na Moravě	631 626	1 115 718	3654	1895
5	Bystřice nad Perštejnem	619 208	1 122 589	3417	1965
6	Boskovice	591 173	1 128 691	2919	2076
7	Letohrad	595 398	1 067 158	2869	1158
...	...	...	...	...	...
34	Veselí nad Moravou	544 455	1 193 754	2079	3136
35	Luhačovice	515 694	1 179 588	1624	2884
36	Vsetín	496 023	1 155 820	1307	2498
37	Rožnov pod Radhoštěm	484 586	1 141 823	1138	2262
38	Kojetín	546 034	1 148 352	2135	2392
39	Napajedla	533 872	1 170 071	1916	2765
40	Valašské Klobouky	497 217	1 176 899	1317	2856

Tab. 2: Hodnoty polohových odchylek

ČB	Název	MĚŘENÉ			MAPA		
		VX [m]	VY [m]	V [m]	VX [mm]	VY [mm]	V [mm]
1	Hlinsko	-2013	1259	2374	-4,1	2,6	4,8
4	Nové Město na Moravě	-38	-2273	2274	-0,1	-4,6	4,6
5	Bystřice pod Pernštejnem	2249	-740	2368	4,6	-1,5	4,8
6	Boskovice	864	607	1055	1,8	1,2	2,1
8	Březová nad Svitavou	1011	617	1184	2,0	1,3	2,4
10	Dačice	590	-900	1076	1,2	-1,8	2,2
11	Vranov nad Dyjí	118	1072	1079	0,2	2,2	2,2
12	Lednice	1866	1374	2317	3,8	2,8	4,7
16	Stonařov	1120	-1135	1595	2,3	-2,3	3,2
17	Jaroměřice nad Rokytnou	-1273	-889	1553	-2,6	-1,8	3,2
18	Králiky	817	-249	854	1,7	-0,5	1,7
19	Staré Město pod Sněžníkem	-346	-679	762	-0,7	-1,4	1,5
20	Jeseník	-1107	-1508	1871	-2,2	-3,1	3,8
23	Náměšť na Hané	-1101	-1491	1853	-2,2	-3,0	3,8
29	Rapotín	-2338	1705	2894	-4,7	3,5	5,9
32	Bystřice pod Hostýnem	-409	1432	1489	-0,8	2,9	3,0
36	Vsetín	32	449	450	0,1	0,9	0,9
37	Rožnov pod Radhoštěm	-251	-526	582	-0,5	-1,1	1,2
38	Kojetín	347	1469	1509	0,7	3,0	3,1
40	Valašské Klobouky	-136	406	429	-0,3	0,8	0,9



Obr. 7: Graf četnosti polohových odchylek bodů transformačního klíče

Tab. 3: Hodnoty severních rysek (část tabulky)

SEVERNÍ RYSKY												
Bod	φ			λ Greenwich			λ mapa			λ odchylka		
	°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''
1	50	24	35	14	43	15	33	50	0	-19	6	45
2	50	25	10	14	50	22	34	0	0	-19	9	38
3	50	25	42	14	57	42	34	10	0	-19	12	18
4	50	26	15	15	4	52	34	20	0	-19	15	8
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
30	50	35	42	18	16	21	38	40	0	-20	23	39
31	50	35	56	18	23	48	38	50	0	-20	26	12
32	50	36	7	18	31	5	39	0	0	-20	28	55
33	50	36	16	18	38	32	39	10	0	-20	31	28
34	50	36	24	18	45	47	39	20	0	-20	34	13

Stejné měření a výpočty byly provedeny i pro jižní rysky.

Tab. 4: Hodnoty východních rysek (část tabulky)

VÝCHODNÍ RYSKY												
Bod	φ mapa			φ			φ odchylka			λ Greenwich		
	°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''
35	50	40	0	50	34	31	0	5	29	18	48	21
36	50	30	0	50	27	3	0	2	57	18	48	49
37	50	20	0	50	19	47	0	0	13	18	49	16
38	50	10	0	50	12	22	0	2	22	18	49	49
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
47	48	40	0	49	6	50	0	26	50	18	54	26
48	48	30	0	48	59	39	0	29	39	18	54	45
49	48	20	0	48	52	36	0	32	36	18	55	13
50	48	10	0	48	45	25	0	35	25	18	55	40
51	48	0	0	48	38	25	0	38	25	18	56	10

Stejné měření a výpočty byly provedeny i pro západní rysky.

Tab. 5: Hodnoty směrnic mapového rámu

Le Rougeho mapa						
Body		Ryska		Směrník		
		°	'	°	'	''
1-	84	33	50	358	5	14
33-	52	39	10	359	18	33
35-	102	50	40	90	5	28
51-	86	48	0	89	51	2

Závěr

Cílem příspěvku byla analýza geografické sítě na mapě Moravy od George Luise Le Rougeho z roku 1742. Kde výsledkem měly být dané a zjištěné hodnoty rysek zeměpisných šířek a délek vůči Ferrskému poledníku a na Besselově elipsoidu. Pro zkoumanou mapu byl z 20 vybraných měst vytvořen a spočten transformační klíč. Při jeho výpočtu vyšli střední chyby transformace $M_x = 1154,62$ m, $M_y = 1156,52$ m a $M = 1634,22$ m. V měřítku mapy pak $M_x = 2,34$ mm, $M_y = 2,35$ mm a $M = 3,31$ mm.

Při přepočtu odměřených souřadnic geografických rysek na souřadnice zeměpisné ϕ a λ bylo uvažováno, že geografická síť je vztažena k Ferrskému poledníku. Během samotného zpracování bylo zjištěno, že geografická síť každé ze tří zkoumaných map není vztažena k Ferrskému ani k žádnému jinému známému východnímu poledníku. Je tedy umístěna volně, kde hodnoty rysek pro rovnoběžky zhruba odpovídají skutečnosti, ale volba základního, tj. nultého poledníku je zde zcela náhodná v porovnání s běžně používanými na starých mapách (viz Ferro, Greenwich, Paříž).

Na Le Rougeho mapě je posun v zeměpisné délce o cca $19^{\circ}40'$ na východ od Greenwichského poledníku. Posun v zeměpisné šířce pro východní rysky cca $17'$ na jih a pro západní rysky cca $11'$ také na jih podle natočení celé sítě. Natočení geografické sítě je pro severní rysky je cca $23'$, pro jižní cca $26'$, pro východní cca $10'$ a pro západní cca $6'$.

Z uvedených výsledků je zřejmé, že odpovídající rysky geografické sítě jsou natočené, tj. mapa není orientována mapovým rámem ve směru poledníků a rovnoběžek, ale je stočená. Navíc z rozdílných hodnot stočení se dá uvažovat, že každá strana mapového rámu s vyznačením geografických rysek, byla zakreslena zvlášť. Základním poznatkem je vyslovení hypotézy, že v porovnání se současnými moderními mapami je obraz geografické sítě na starých mapách spíše pouhý orientační údaj, o jehož přesnosti dané nějakým místním poledníkem a jeho orientací k severu, se musí pracovat velmi obezřetně. [3]

Literatura

- [1] Semotánová, Eva. *Mapy Čech, Moravy a Slezska v zrcadle staletí*. Praha: Nakladatelství LIBRI, 2001. ISBN 80-727-078-0.
- [2] *Wikipedie - otevřená encyklopedie* [online]. 2012 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: WWW:<http://fr.wikipedia.org/wiki/Georges-Louis_Le_Rouge>.
- [3] Gřundělová, T. (2012). *Analýza geografických sítí na starých mapách Moravy z 18. století*. Bakalářská práce. ČVUT Praha, stavební fakulta, katedra mapování a kartografie. Vedoucí práce Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.

Abstract. Purpose of this article is an analysis of geographical grid which was drawn on the old map of Moravia from 18th century created by George Luis Le Rouge in the year 1742. After creating of a suitable transformation key was used transformation of the measuring guidelines and then calculated difference between value used on the map and the calculated value of Greenwich meridian.

Tento příspěvek byl podpořen projektem SGS ČVUT číslo SGS12/050/0HK1/1T/11, 161-820500A, Vývoj postupů a metod výzkumu matematických prvků souborů starých map.

Publikování map na internetu v rámci výuky

Jakub Havlíček

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
e-mail: jakub.havlicek@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Příspěvek se zabývá současnými možnostmi publikace map na internetu. Uvádí všechny moderní metody publikace od nejprimitivnějších (vystavení obrázku na internetu) až po publikaci vektorových dat pomocí komerčních a open source programů. Dále je v příspěvku úvaha, jak tyto nové technologie zimplementovat do výuky předmětů na Katedře mapování a kartografie. Pouze absolventi, kteří budou vzděláni a pochopí moderní trendy kartografie, budou moci najít uplatnění na trhu práce.

Klíčová slova: mapy, internet, WMS, WFS, WMTS, statické a klikací mapy

Úvod

Publikování map na internetu se v posledních letech stává neodmyslitelnou součástí kartografického umu. V případě, že chceme, aby absolventi studijního oboru geodézie a kartografie byly na trhu práce konkurenci schopni, je nutno tomuto výstupu moderní kartografie věnovat značnou pozornost.

Samozřejmě i v současné době mají klasické papírové mapy a atlasy v naší společnosti neodmyslitelnou důležitost. Domnívám se, že tomu tak bude i nadále, neboť i vedle nejmodernější technologií (GNSS, mapové aplikace na internetu, atd.) je klasická papírová mapa něčím jiným. Ne vždy lze důvěřovat nejmodernějším technologiím a výsledky zobrazené specializovanými softwary, by měl být člověk, který racionálně uvažuje, schopný podle papírové mapy zkontrolovat, popřípadě upravit.

V současné době se kartografii na katedře mapování a kartografie věnuje mnoho předmětů. Jedná se například o „Topografická a tematická kartografie“, „Geografické informační systémy 1 a 2“, „Kartografická polygrafie a reprografie“, „Projekt digitální mapy“ a „Interaktivní kartografie“. Ve všech vyjmenovaných předmětech se mapy vytváří podle různých návodů a v různých komerčních i nekomerčních programech. V rámci možností předmětů bývají výsledky kartografické tvorby publikovány na internetu.

Smyslem tohoto příspěvku je ukázat možnosti publikace geografických dat na internetu a pokusit se navrhnout aplikaci těchto možností do praxe.

1 Novodobý rozvoj kartografie

Jak již bylo uvedeno, kartografie a její výstupy zaznamenaly v posledních letech nebývalý rozvoj. S příchodem moderní počítačové doby bylo vytvořeno mnoho komerčních i nekomerčních programů, které pomáhají kartografům při tvorbě map. Rychlý a progresivní vývoj počítačové techniky posouvá i možnosti výsledného obrazu mapy a její následné distribuce.

Jen za posledních deset let se parametry IT techniky posunuly o několik řádů. Již není takový problém s uložením velkého množství dat, procesory a operační paměť umožňují při tvorbě map použít nejmodernější postupy, které se ještě nedávno zdály být spíše sci-fi než běžnou realitou.

V nedávné historii si asi nikdo nedokázal představit vliv internetu na současnou společnost. První zavedení internetové sítě v tehdejší Československu proběhlo právě na Českém vysokém učení technickém v Praze. Nejednalo se však o klasický internet jak ho známe dnes, ale pouze o počítačovou síť mezi jednotlivými univerzitami, popřípadě vybranými státními úřady. Přes internet bylo možné poslat pouze jednoduché zprávy a velmi malá data. Na internetu v té době nebyly žádné informace, natož pak mapy. Rozvoj, který mezinárodní počítačová síť zaznamenala, je z pohledu vědy a techniky

až neuvěřitelný. Každý obor, který chtěl zůstat perspektivní, musel být připraven na velký vliv internetu zareagovat.

V současné době jsou mapové služby nejnavštěvovanější internetové stránky na světě. O tom, kde se co nachází, kam se potřebujeme dostat atd., byl, je a bude vždy velký zájem. Téměř všechny stránky mají odkaz na nějaký kontakt s adresou, která je zobrazena pomocí mapové aplikace. Právě o poskytování map svádějí největší souboj dva největší internetoví hráči Google s Apple. Nové 3D vizualizace měst, Streetview, GoogleEarth a další novinky v mapové produkci na internetu tvoří z našeho oboru jeden z nejprogresivnějších. Odborník, který porozumí všem doposud známým principům a bude schopný dále posunout vývoj mapových služeb na internetu, bude jistě na trhu práce velmi ceněným odborníkem.

2 Možnosti publikace map na internetu

Mapy na internetu lze publikovat jako jednoduchý statický obrázek na internetových stránkách. Nebo lze vytvořit takzvané klikací mapy také přímo na internetových stránkách. Lze také použít nejrůznější programy, které uživateli usnadní prezentaci map na internetu spolu s nejvýznamnějšími mapovými aplikacemi na internetu.

Dále lze pomocí moderních mapových služeb sdílet mapy pomocí mapových serverů. Mezi nejčastější mapové služby patří Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Map Tile Service (WMTS), Web Coverage Service (WCS).

2.1 Formáty publikovaných map

Při tvorbě a publikaci mapy na internetu si kartograf musí uvědomit, v jakém typu dat bude mapu publikovat. V současnosti existují dva typy dat – vektorová a rastrová.

Vektorová data jsou pro publikaci dat nejvhodnější, neboť zde nehrozí problém s přiblížením. Jednotlivé vektory totiž nemají danou pixelovou šířku na rozdíl od rastru, kde je vždy rozhodující rozlišení mapy v pixelech. Nevýhodou pořízení rastrových dat je jejich cena. Tvorba datového vektorového modelu je časově náročnější a autoři chrání svá autorská práva, proto není poskytování vektorových dat v současné době tak časté.

Hlavní nevýhodou rastrových dat je v jejich konečném rozlišení. V případě, že je zvoleno velké rozlišení, je objem dat značný a doba načtení mapy se prodlužuje. V případě, že je rozlišení příliš malé, je mapa rozmazaná, popřípadě se na ní ztrácí detaily. Další velmi důležitým faktorem je formát dat. Každý kartograf by měl mít základní informace vztahující se k jednotlivým formátům rastru. Mezi nejčastěji používané formáty patří formát JPEG, který je však pro mapy nevhodný, neboť obsahuje ztrátovou kompresi dat a navíc se tento formát snaží vyhladit styk jednotlivých pixelů (pozdolný přechod barev) - mapy by měly mít ostré přechody mezi barvami. Formát TIFF je na rozdíl od JPEG bezztrátový formát. Jeho nevýhodou je velikost dat, která někdy způsobuje delší načtení rastru. Asi nejvhodnější formát pro publikaci map na internetu v podobě obrázku je formát PNG, který zachovává ostré přechody mezi pixely a svoji kompresí dat vytváří soubor, který není tak velký.

2.2 Statické obrázky

Jedná se o nejjednodušší způsob zobrazení mapy na internetu. Mapa ve formátu rastru je umístěna na internetu pouze jako obrázek. S takto publikovanou mapou nelze nic dělat. V případě, že bychom ji chtěli přiblížit, či oddálit, museli bychom ji uložit a následně v libovolném obrázkovém prohlížeči upravit.

Rastr (obrázek) mapy se na internet vloží ve zdrojovém kódu HTML nepárovým tagem IMG, který má jeden povinný a mnoho nepovinných parametrů. Tím povinným je **src**, totiž umístění obrázku: ``.

V případě, že se obrázek nevyskytuje ve stejné složce jako zdrojový kód, musí mu být definována přístupová cesta. Např. ``.

Kromě povinného parametru **src** lze definovat několik dalších nepovinných. Jedná se například o parametry **alt**, kterým definujeme popis mapy, **align**, kterým se definuje zarovnání, **width** a **height**, kterým se definuje výška a šířka rastru a **border**, kterým se definuje rámeček kolem mapy.

2.3 Klikací mapy

Klikací mapy jsou také zobrazeny ve formě rastru. Výhodou oproti statickým obrázkům je to, že je na mapě pomocí souřadnic pixelů definována plocha, na kterou když se klikne levým tlačítkem myši, zobrazí se další mapa, většinou přesnější. Tato výhoda se nejčastěji používá u základních map České republiky. Základní mapa v měřítku 1 : 200 000 se dělí na čtyři základní mapy v měřítku 1 : 100 000, která se následně dělí na další čtyři základní mapy v měřítku 1 : 50 000. Tato mapa se dále dělí na čtyři základní mapy v měřítku 1 : 25 000, nebo na dvacet pět map v měřítku 1 : 10 000.

Souřadnice pixelů lomových bodů lze odečíst téměř ve všech grafických programech. V případě, že je mapa již uložena v souřadnicovém systému je nezbytné počítat s tím, že rastr mapy obsahuje i prázdné (bílé) plochy v rozích.

Na názorném příkladě je ukázána klikací mapa 1 : 50 000, ze které vznikají další čtyři mapy v měřítku 1 : 25 000.

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN">
<html>
  <head>
    <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=windows-1250">
    <meta name="generator" content="PSPad editor, www.pspad.com">
    <title>Základní mapa 1:50 000 (22-21)</title>
  </head>
  <body>
    <h2>Základní mapa 1:50 000 (22-21)</h2>
    <p>
      <map name="mapa50">
        <area href="zm22-211_html.html" alt="ZM 1:25 000 (22-211)" shape="poly" coords="308,0,
1715,195, 1561,1304, 154,1109, 308,0">
      </map>
      <map name="mapa50">
        <area href="zm22-212_html.html" alt="ZM 1:25 000 (22-212)" shape="poly" coords="1715,195,
3122,390, 2968,1499, 1561,1304, 1715,195">
      </map>
      <map name="mapa50">
        <area href="zm22-213_html.html" alt="ZM 1:25 000 (22-213)" shape="poly" coords="154,1109,
1561,1304, 1407,2413, 0,2218, 154,1109">
      </map>
      <map name="mapa50">
        <area href="zm22-214_html.html" alt="ZM 1:25 000 (22-214)" shape="poly" coords="1561,1304,
2968,1499, 2814,2608, 1407,2413, 1561,1304">
      </map>
      
    </p>
  </body>
</html>
```

Ve zdrojovém kódu je patrné, že odkaz na novou stránku je proveden příkazem **area href="nazev.html"**, oblast je definována pomocí příkazu **shape="poly" coords="X1,Y1, X2,Y2, ..., X1,Y1"**. Polygon musí být vždy uzavřen stejnými souřadnicemi v pixlech. Rastr má souřadnice levého horního rohu 0,0 a kladná osa x směřuje doprava a kladná osa y směřuje dolů.

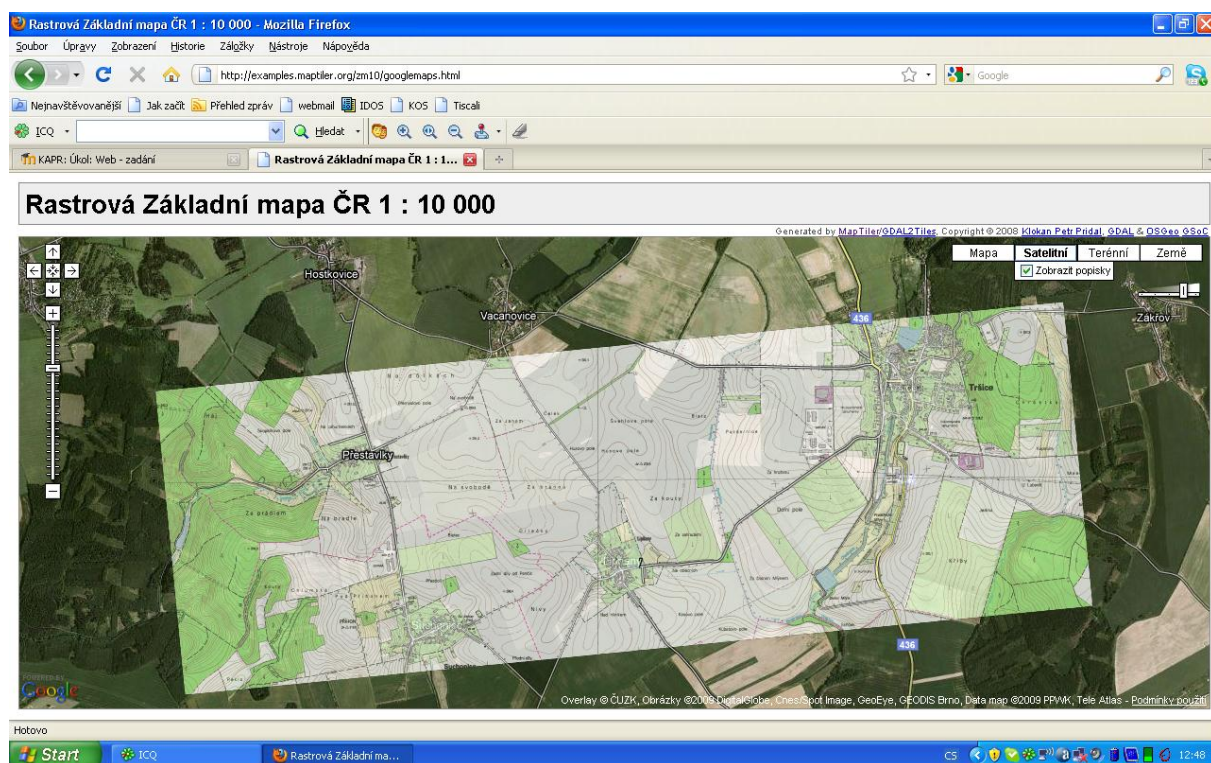
2.4 Programy pracující s mapovými aplikacemi - MapTiler

Existuje několik aplikací, které umožní kartografovi publikovat jeho mapu na internetu. Jednou z nejlepších open source aplikací je program MapTiler, který vytvořil student oboru Geodézie a kartografie Petr Přidal, přezdívaný Klokán.

Program umožňuje publikovat vlastní mapu na internetu. Pro mapu jsou vytvořeny dlaždice pro jednotlivé zoomy, které jsou předem definovány pro mapové aplikace. Mapa pak může být průhledná a její podklad a okolí jsou tvořeny souvislými mapami (google mapy, yahoo mapy, openstreet mapy,

...). Google a Yahoo, největší poskytovatelé celosvětových map, chtějí mít kontrolu nad publikovanými daty, a proto je potřeba při tvorbě mapového výstupu zadat do programu unikátní vygenerovaný kód, který má jednotlivý uživatel těchto stránek po přihlášení k dispozici.

Mapa musí být připojena v souřadnicovém systému. K mapě ve formě rastru je vytvořen soubor Word file, ve kterém jsou definovány informace o rastru, jako je velikost pixelu, stočení, posun jednotlivých os. Soubor musí mít stejný název pouze koncovka je trochu odlišná a vždy končí na "w", například rastr ve formátu "png" má Word soubor s koncovkou "pgw". Tento soubor se automaticky nahraje s rastrem a je potřeba dodefinovat kartografické zobrazení. Uživatel si vybere jednotlivé zoomy, aby zobrazovaná mapa odpovídala ploše. Výsledek lze složit z jednotlivých map do jednoho celku. Vznikne tak jedna internetová stránka, která je propojena přes jednotlivé složky pro jednotlivé zoomy. Výsledek může vypadat jako obrázek číslo 1.



Obr. 1: Výsledek z programu MapTiler

2.5 Web Map Tile Service

Web Map Tile Service (WMTS) je standardizovaná OGC specifikace, která slouží k rychlým přístupům k podkladovým mapám. Data jsou nabízena na komunikační bázi klient-server. Největší výhodou použití WMTS je krátká odezva na požadavek klienta nebo velké zatížení serveru, z důvodu vysokého počtu klientů.

WMTS funguje na principu zobrazování předem vygenerovaných dlaždic (Tile matrix set), které jsou klientovi posílány ze severu podle aktuální potřeby výřezu a měřítka. Tento princip využívají i u nás nejpoužívanější webové mapové portály Google Maps a Mapy.cz. Tato služba vznikla z důvodu rychlosti a výkonnosti zobrazování map, a proto jsou jednotlivé dlaždice dopředu vygenerovány a uloženy jako jednotlivé obrázky. Služba již pouze zobrazuje dané dlaždice dle potřeby uživatele. Z toho vyplývá, že mapy nabízené touto službou nejsou dynamické a nelze je již dále upravovat (vypínání a zapínání jednotlivých vrstev) ze strany klienta. WMTS se vyplatí použít pouze u dlouho neměnných map – podkladové topografické mapy, letecké nebo družicové snímky. Při aktualizaci podkladových map je potřeba znovu vygenerovat všechny dlaždice ve všech měřítcích a znovu je umístit na server.

Největší výhodou WMTS je fakt, že služba funguje i na obyčejném webovém serveru, protože nepotřebuje žádný geoprocessing ani imageprocessing. Proto je její distribuce jednodušší než ostatní mapové služby. S touto službou pracuje i zmíněný program MapTiler.

2.6 Web Map Service

Web Map Service je nejrozšířenější metodou zpřístupnění map na internetu pomocí webových mapových serverů. Služba zpřístupňuje uživateli internetu mapovou kresbu v podobě rastrů. Tato služba je pro řadu poskytovatelů velmi výhodná. Výslednou kresbu nelze přímo převzít. Uživatel nemá k dispozici geometrii prvku a ani žádné atributy prvku. V zobrazené mapě však lze vypínat a zapínat jednotlivé vrstvy (originálně vektorové i rastrové).

Webová služba je na internetu obsluhována pomocí základních dotazů:

Prvním z nich je GetMap - tento typ dotazu lze považovat za hlavní (primární), a to z toho důvodu, že klientovi zpřístupní mapu ve formě obrazových dat v určitém formátu.

Dotaz: ***http://XXX?service=wms&request=GetMap,***
kde XXX je adresa mapového serveru

Druhým z nich je GetCapabilities – tento typ dotazu zobrazuje uživateli metadata a vlastnosti spravovaných dat. Pomocí nich může uživatel nalézt vhodné parametry pro dotaz GetMap.

Dotaz: ***http://XXX?service=wms&request=GetCapabilities,***
kde XXX je adresa mapového serveru.

Třetím z nich je GetFeatureInfo - tento typ dotazu vrácí klientovi XML soubor s atributy daného prvku na mapě o určitých souřadnicích.

Dotaz: ***http://XXX?service=wms&request=GetFeatureInfo,***
kde XXX je adresa mapového serveru.

Rastrová data nejčastěji obsahují metadata, která uživateli umožňují získat kompletní informace o poskytovaných datech. Rastrová mapa je nejčastěji v určitém souřadnicovém referenčním připojení, které je definováno pomocí kódu EPSG. Nejčastěji používané EPSG pro naše území je S-JTSK Krovak East North (EPSG: 102067).

2.7 Web Feature Service 2.0

Web Feature Service (WFS) představuje změnu ve způsobu tvorby, editace a sdílení geografických informací na internetu. Na rozdíl od sdílení geografických informací na úrovni souboru, Web Feature Service nabízí přímý přístup.

WFS umožňuje klientům načíst, nebo editovat údaje aniž by museli soubor stahovat. Vektorová data lze použít pro nejrůznější účely. Služba je definována standardem ISO 19119. Podle ní WFS služba umožňuje přístup pouze k vektorovým datům s atributy ve formátu GML. Tento formát obsahuje informaci o konverzi souřadnicových systémů a formátu dat. Tato služba umožňuje přístup ke geografickým vrstvám nezávisle na jejich uložení.

ISO norma dále zpřesňuje operace služby, které jsou discovery operations (umožní službě, na kterou je kladen dotaz, aby určila své schopnosti a aplikační schéma, které definuje datové typy, jež služba podporuje), query operations (umožní službě získat vrstvy, či jejich atributy z úložiště při omezení definované klientem), locking operations (umožní službě exkluzivní přístup k vrstvám pro účely změny, nebo zrušení), transaction operations (umožní službě vytvoření, změnu, přesunutí, nebo smazání z datového úložiště) a stored query operations (umožní pomocí služby klientům vytvořit, vymazat, vypsát a popsat dotazy, které jsou uloženy na serveru a lze je opakovaně využít pomocí různých parametrů).

Webová služba je obsluhována podle základních dotazů:

Prvním z nich je GetFeature - tento typ dotazu lze považovat za hlavní (primární), a to z toho důvodu, že klientovi zpřístupní prvek (bod, linii, polygon) ve formě vektoru.

Dotaz: ***http://XXX?service=wfs&request=GetFeature,***

kde XXX je adresa mapového serveru

Druhým z nich je GetCapabilities – tento typ dotazu zobrazuje uživateli metadata a vlastnosti spravovaných dat. Pomocí nich uživatel může nalézt vhodné parametry pro dotaz GetFeature.

Dotaz: ***http://XXX?service=wfs&request=GetCapabilities,***

kde XXX je adresa mapového serveru.

Třetím z nich je DescribeFeatureType - tento typ dotazu vrací klientovi atributy k jednotlivým prvkům.

Dotaz: ***http://XXX?service=wfs&request=DescribeFeatureType,***

kde XXX je adresa mapového serveru.

2.7 Možnosti publikace map pomocí WMS a WFS

Pro obě dvě nejčastěji používané služby pro publikaci map na internetu existuje celá řada komerčních i nekomerčních programů, pomocí kterých se danou mapu, či mapy na internetu pomocí Web Map Service nebo Web Feature Service publikují. Pro názorný příklad je uveden nejrozšířenější komerční program pro geografické informační systémy od společnosti ESRI – ArcGIS Server. Z nekomerčních programů je pravděpodobně nejčastěji používán UMN Map Server.

2.7.1 ArcGIS Server

Pro publikaci je vhodné výslednou geodatabázi rozdělit na jednotlivé shapefiley. V desktop programu ArcGIS se vytvoří ArcMap dokument, ve kterém jsou popsány všechny vzhledové parametry jednotlivých prvků v daných shapefilech (v jaké barvě, tloušťce a v jakém měřítku se mají jednotlivé prvky zobrazovat).

Výsledný ArcMap dokument se nahraje do publikační složky spolu se všemi rastry a shapefiley. ArcMap dokument se nahraje do aplikace na ArcGIS Serveru. Vyberou se požadované služby. Vyplní se jednotlivá metadata a doplňující informace. Na závěr se vygenerují výsledné adresy jednotlivých služeb.

2.7.2 UMN Map Server

Pro publikaci je vhodné výslednou geodatabázi rozdělit na jednotlivé shapefiley. Na mapový server se nahrají jednotlivé rastry map a shapefiley všech vektorizovaných prvků. V open source knihovně GDAL se vytvoří k jednotlivým shapefilem a rastrům soubory urychlující práci webových služeb (indexy a pyramidy). Pomocí dokumentace z internetových stránek projektu UMN MapServer se vytvoří soubor s koncovkou *.map, který je tvořen zdrojovými kódy pro obě služby Web Map Service i Web Feature Service s potřebnými informacemi a metadaty.

Závěr

V příspěvku jsou popsány nejrozličnější metody zpřístupnění map na internetu. V rámci grantových projektů - Fond pro rozvoj vysokých škol a Studentských grantových soutěží je umožněno čerpat finance na zkvalitnění výuky. Nákupem moderních technologií jako je server nebo komerční programy, je studentům umožněno využít nejmodernější trendy při publikaci kartografického díla na internetu.

Studenti si mohou v rámci výuky vyzkoušet pro ně dosud nepoznané úkony, mohou porovnat výhody a nevýhody mezi komerčními a open source programy. Trend serverů a uživatelů, pouze jako tenkých klientů, kteří pomocí internetu ovládají různé aplikace, prohlížejí si data a dále s nimi operují, je stále obvyklejší součástí moderních technologií. Absolventi potřebují kvalitní přípravu a je na učitelích, aby pro své studenty připravili v rámci výuky nejnovější trendy a odpovídající technologie, se kterými se následně na trhu práce uplatní.

Na katedře mapování a kartografie do letošního roku existovaly pouze dva oficiální servery, na kterých bylo možné publikovat mapy na internetu. V rámci ochrany dalších dat nemohly být tyto servery zpřístupněné studentům. Od letošního roku jsou pro studenty připraveny dva servery, které byly financovány z Fondu pro rozvoj vysokých škol a ze Studentské grantové soutěže. Již od tohoto semestru (zimní roku 2012) mohou studenti kartografických předmětů publikovat svá díla na internetu s použitím moderních technologií a nejlepších a nejpoužívanějších programů.

Literatura

- [1] OGC® *Standards and Supporting Documents*. N.p., 2012. Web. 29-08-2012. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/standards>>.
- [2] Přidal, P.: *MapTiler - Map Tile Cutter Map Overlay Generator for Google Maps and Google Earth* N.p., 2012. Web. 30-08-2012. Dostupné z URL: <<http://www.maptiler.org/>>.
- [3] Havlíček, J. Cajthaml, J.: *Juniorstav 2012: 14. odborná konference doktorského studia: sborník anotací: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební = 14th Professional Conference of Postgraduate Students : [collection of abstracts] : Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering – Výzkum a zpřístupnění Müllerových map: 26. 1. 2012. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2012, 440 s. ISBN 978-80-214-4393-8. N.p., 2012. Web. 30-08-2012. Dostupné z URL: <<http://www.maptiler.org/>>.*

Abstract. This scientific contribution deals with current map options for publication on the Internet. It shows all the modern methods of publications from the most primitive (get the image on the internet) to publication of vector data using commercial and open source programs. Further, the contribution of reflection to implement these new technologies in teaching courses in the Department of Mapping and Cartography. Only graduates who are educated and understand the trends of modern cartography will be able to find employment in the labor market.

Tento příspěvek byl podpořen projekty:

FRVŠ 766/2012 - *Inovace předmětu Kartografická polygrafie a reprografie*

FRVŠ 2308/2012 - *Implementace aplikačního mapového serveru pro podporu výuky*

SGS SGS12/049/OHK1/1T/11 - *Moderní metody zpřístupnění geodat pomocí serverového GIS*

Vybrané problémy konstrukce historických mapových děl na příkladu zpracování Historického atlasu vybraných území Evropy a Afriky podle Klaudia Ptolemaia

Lukáš Herman¹, Jan Russnák²

^{1,2} Masarykova univerzita
Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav
Kotlářská 2, 611 37 Brno
e-mail: ¹herman.lu@mail.muni.cz, ²russnak@mail.muni.cz

Abstrakt. Příspěvek je věnován tvorbě Historického atlasu vybraných území Evropy a Afriky podle Klaudia Ptolemaia. Cílem tohoto projektu bylo na základě tabulek souřadnic a popisu geografických prvků zrekonstruovat část mapy světa známého přibližně okolo roku 150 našeho letopočtu. Z tabulek souřadnic byla vytvořena vektorová databáze. Dále byla navržena a vytvořena symbologie evokující styl historického mapového díla. Při rozčleňování jednotlivých mapových listů bylo zachováno Ptolemaiovo rozdělení Evropy a Afriky do dílčích knih. V tomto příspěvku jsou, kromě metod využitých při zpracování atlasu, diskutovány také alternativní postupy. Rovněž je zmíněn význam zpracování atlasu z hlediska výuky historie kartografie.

Klíčová slova: Afrika, Evropa, Geographike Hyphegesis, historický atlas, historie kartografie, Klaudios Ptolemaios

Úvod

Ptolemaiova kartografická díla patřila ve své době k nejlepším a sám autor tak bývá považován za zakladatele tzv. obecné geografie. A to i přesto, že přesnost zobrazení v jeho mapách byla později mnoha kartografy vyvrácena. Právě na základě geografických a kartografických znalostí Klaudia Ptolemaia byla sestaven Historický atlas vybraných území Evropy a Afriky podle Klaudia Ptolemaia.

Práce na atlase probíhaly v rámci výuky předmětu Historie Kartografie 2, vyučovaného na Geografickém ústavu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně. Atlas je tak mimo jiné určen k propagaci tohoto pracoviště. Hlavní motivací k jeho vzniku však byla snaha o propojení teoretických znalostí z historie kartografie a zkušeností s prací v GIS a grafických programech. V neposlední řadě bylo zpracování atlasu motivováno snahou pokusit se studenty, navyklé na práci na jednotlivých samostatných cvičeních, zapojit do dlouhodobějšího projektu.

1 Klaudios Ptolemaios a jeho dílo

Klaudios Ptolemaios (latinsky *Claudius Ptolemaeus*) byl matematik, astronom, astrolog, geograf a básník řeckého původu žijící pravděpodobně mezi lety 85 až 165 našeho letopočtu. Přímě o jeho životě se dochovalo jen málo informací. Jeho jméno je směsicí řeckého „Ptolemy“ a egyptsko-římského „Claudius“. Lze tedy usuzovat, že pocházel z řecké rodiny žijící v Egyptě, přitom byl však právoplatným občanem Říma. Tento titul nesl jako dědictví po některém z předků, který jej získal za zásluhy od samotného císaře [3].

Claudius Ptolemaios působil jako knihovník v Alexandrii v Egyptě a zde také mezi lety 127 až 141 našeho letopočtu prováděl astronomická měření. Za celý život sepsal řadu vědeckých spisů, tím nejstarším a pravděpodobně i nejznámějším je dílo s názvem *Megale Syntaxis* (Velká soustava), které bylo v 8. století přeloženo do arabštiny jako *Almagest*. Jedná se o astronomický spis pojednávající o pohybu Slunce, Měsíce a planet sluneční soustavy, jež sestavil na základě vlastních pozorování a matematických teorií. Poskytl tak světu důkazy o specifickém pohybu vesmírných těles, které byly nahrazeny heliocentrickou teorií Mikuláše Koperníka až v 16. století. Dalším dílem je astrologický spis známý pod řeckým názvem *Tetrabiblos* (někdy nazývaný též *Apotelesmatika*; latinsky pak *Quadripartitum*). V těchto „Čtyřech knihách o astrologii“ se Ptolemaios snaží přizpůsobit horoskop helénskému pojetí přírodní filozofie své doby [6] [2].

Ptolemaios je považován za tvůrce celkem tří kartografických zobrazení, významné je zejména zobrazení lichoběžníkové a zobrazení kuželové s nezakreslenými rovnoběžkami. Dále zavedl kopečkový způsob vyjádření reliéfu, stanovil ferrský poledník jako západní hranici známého světa, rozdělil stupně na minuty a vteřiny a je také označován jako autor slov geografie a topografie [7] [2].

1.1 Geographike Hyphegesis

Ptolemaiův zájem o geografii se odrazil v díle *Geographike Hyphegesis*. Celý spis je rozdělen do 8 knih. V první a na začátku druhé knihy se nachází kritika nedochovaného spisu jeho předchůdce *Marina* z Tyru, úvod do konstrukce mapových sítí a použití souřadnicových tabulek, podle kterých lze do sítě vynést všechny prvky uvedené v dalších knihách. Souřadnicové tabulky začínají v druhé knize a pokračují až do sedmé knihy. Celkem popisují kolem osmi tisíc jednotlivých míst. V osmé knize jsou zařazeny mapy a zde jsou také uvedena vybraná sídla, ústí řek, počátky a konce pohoří spolu s časovou vzdáleností od Alexandrie. Jednotlivých map je v celém souboru 26, jako 27. bývá zařazena mapa celé Oikumeny (tehdejší známý svět) v kuželovém zobrazení. *Geographike Hyphegesis* představuje souhrn znalostí tehdejšího světa. Jelikož se tehdejší evropská civilizace rozvíjela především ve Středomoří, je pro tento spis příznačné, že největší intenzita znalostí je lokalizována právě zde [2].

2 Tvorba atlasu

2.1 Použitá data

Podkladová data, nutná pro tvorbu výsledného díla, byla získána z webových stránek *University of Chicago* [6]. Jejich samotnému zpracování předcházela výběr těch území, která budou posléze zobrazena na jednotlivých mapových listech. Cílem bylo získat obraz dobře popsaného a souvislého území. Tyto podmínky splnila většina Evropy a území na severu Afriky.

Τῆς Γερμανίας τὴν μὲν δυσμικὴν πλευρὰν ἀφορίζει ὁ Ῥῆνος ποταμὸς, τὴν δὲ ἀρκτικὴν ὁ Γερμανικὸς Ὠκεανὸς, ἧς ἡ περιγραφὴ ἔχει οὕτως. Μετὰ τὰς τοῦ Ῥήνου ποταμοῦ ἐκβολὰς			Germaniae latus occidentale Rhenus fluvius terminat, septentrionale vero Germanicus Oceanus, cuius lateris descriptio haec est. Post Rheni fluvii ostia	The western boundary of Germany is the river Rhine, and its northern boundary is the Germanic Ocean, of the shore of which the following is a description. After the mouths of the Rhine river:		
Οὐίδρου ποταμοῦ ἐκβολαί	κζ´λ´	νδ´λ´ δ´´	Vidri fluvii ostia	The mouths of the Vidrus river	27°30´	54°45´
Μαρναμανίς λιμὴν	κη´	νδ´δ´´	Marnamanis portus	Marnamanis, a port	28°00´	54°15´
Ἀμισίου ποταμοῦ ἐκβολαί	κθ´	νε´	Amisiae fluvii ostia	The mouths of the Amisia river	29°00´	55°00´
αἱ πηγαὶ τοῦ ποταμοῦ	λβ´	νγ´	fontes fluvii	The sources of the river	32°00´	53°00´
Οὐισούργιος ποταμοῦ ἐκβολαί	λα´	νε´	Visurgis fluvii ostia	The mouths of the Visurgis river	31°00´	55°00´
αἱ πηγαὶ τοῦ ποταμοῦ	λδ´	νβ´λ´	fontes fluvii	the sources of the river	34°00´	52°30´
Ἄλβιος ποταμοῦ ἐκβολαί	λα´	να´δ´´	Albis fluvii ostia	The mouths of the Albis river	31°00´	56°15´
αἱ πηγαὶ τοῦ ποταμοῦ	λθ´	ν´	fontes fluvii	the sources of the river	39°00´	50°00´

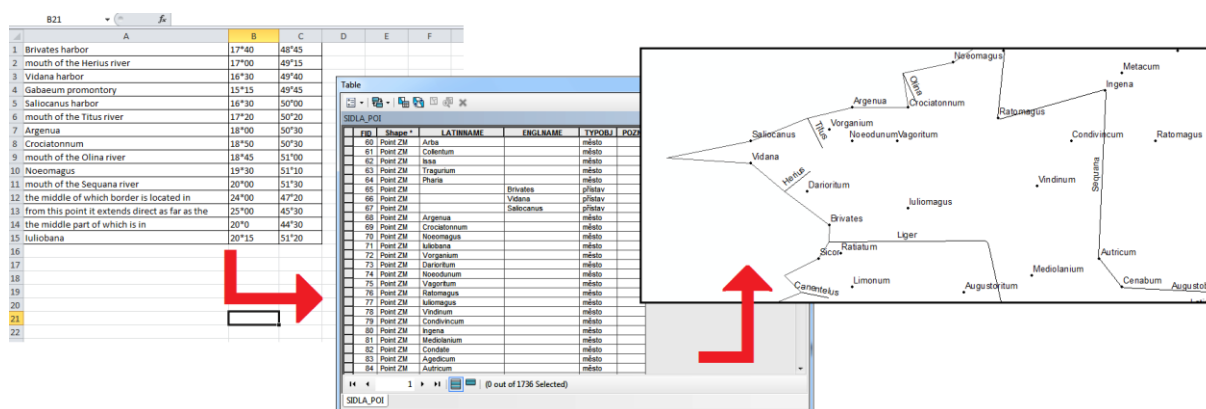
Obr. 1: Ukázka zdrojové tabulky (převzato z [6])

Data jsou lokalizována pomocí specifického souřadnicového systému. Ptolemaios zobrazil tehdy známý svět (oikumenu) do 180° délkových a 80° šířkových. Zeměpisná délka je vztažena k Blaženým (dnes Kanárským) ostrovům, zeměpisná délka k rovníku. Oikumena byla značně prodloužena ve

směru rovnoběžek, z důvodu převzetí chybného (nebo chybně interpretovaného) údaje o rozměru Země od *Poseidonia z Apameie*. Toto prodloužení se zřetelně projevilo zejména na rozměrech Středozemního moře, jehož délka je určena na 62° místo 42° ve skutečnosti [2].

2.2 Zpracování vstupních dat

Z podkladových dat byly pro další práci vytvořeny tabulky obsahující údaje o latinském a anglickém názvu, souřadnicích daného místa a typu objektu. Souřadnice uvedené v tabulkách byly zapsány na rozdíl od podkladových dat pomocí desetinných míst. Vymezeny byly následující typy objektů: město, přístav, vesnice, kolonie, tábor, chrám, hrad, věž, opevnění, jezero, pramen řeky, ohyb řeky, ústí řeky, katarakt, záliv, pobřeží, útes, mys, poloostrov, ostrov, souostroví, hora, pohoří, území kmene a hranice. Tyto druhy objektů byly seskupeny do jednotlivých tematických vrstev. Tak vznikla skupina prvků vytvořených člověkem (město, přístav, vesnice, kolonie, tábor, chrám, hrad, věž, opevnění) a skupina fyzicko-geografických prvků (záliv, pobřeží, mys, poloostrov, hora, pohoří). Samostatnou vrstvu utvořily bodové prvky vodstva (pramen a katarakt).



Obr. 2: Postup zpracování vstupních dat (z tabulek souřadnic přes jedinou bodovou vrstvu až po finální bodové, liniové a plošné datové vrstvy)

Plošné prvky (jezero, území kmene a ostrov) byly ve většině případů zaznačeny pouze jedním bodem. Tento bod představoval nejčastěji přibližný střed objektů. Jako nejvhodnější řešení bylo v tomto případě zvoleno vytvoření obalové zóny (*buffer*) o daném průměru kolem známého bodu. U vodních ploch byla jako průměr zvolena hodnota 10', pro území kmene 30' a pro ostrov 15'. Jedinou výjimkou, která je vyjádřena pomocí většího poloměru, je ostrov Malta (v atlase *Melita*). Důvodem byla potřeba správně topologicky (na souši) umístit další objekty vyskytující se na tomto ostrově. Při realizaci byly diskutovány i další alternativy jak plošné objekty zadané jedním bodem znázorňovat. Například by bylo možné použít proměnlivé hodnoty poloměru nebo se pokusit přenést tvar z jiných mapových zdrojů (ať již ze současných databází nebo starých map). Nakonec byla zvolena výše popsaná metoda, protože je to konzistentní přístup a nesměšuje údaje z Ptolemaiovy Geografie s jinými daty.

Ostrovy, které byly zaznačeny dvěma body, byly vytvořeny pomocí obalové zóny kolem přímé spojnice těchto dvou bodů. Pokud bylo známo více bodů tvořících ostrov, došlo k jejich spojení, právě největší ostrovy byly zadány více body, například *Sicilia* (Sicílie), *Corsica* (Korsika) nebo *Thule* (dodnes ne zcela jasně identifikované území; možná mylně za ostrov považovaný Skandinávský poloostrov, možná Island, Grónsko, Orkneje, Shetlandy či Faerské ostrovy). Pobřeží bylo vytvořeno jako spojení bodů, jež ho primárně určovaly, a prvků, které se na pobřeží logicky nacházejí (mysy, ústí řek, přístavy, poloostrovy a útesy). Takto vzniklé lomené linie pobřeží byly kontrolovány, aby byly dodrženy logické topologické relace, např. aby se všechna města nacházela na pevnině.

Průběh hranic mezi jednotlivými územími je v Ptolemaiově díle zaznamenán pouze slovním popisem. Při jejich tvorbě tedy došlo ke spojení jednotlivých hraničních objektů. Pokud došlo po vytvoření hranice k topologické chybě, byla hranice upravena tak, aby jednotlivé prvky náležely územím,

v nichž měly být umístěny. Přibližný tvar nezpracovávaného území byl vytvořen na základě dostupných dat mimo zájmové oblasti a s pomocí dalších známých vydání díla Claudia Ptolemaia.

Vodní toky vznikly spojením pramenů, ohybů a ústí. Příkladem takto podrobně popsane řeky by Nil (v atlase *Nile*), u kterého byly zaznamenány i ostrovy na toku a jednotlivá ramena v deltě. Když byl tok zadán pouze svým ústím, byl jeho směr odhadnut na základě dnešních znalostí. Nejčastěji však byl vodní tok zadán dvěma body – ústím a pramenem. V tom případě byl vytvořen jako přímá spojnice těchto bodů. I u vodních toků mohla být zvolena jiná metoda porovnání geometrie. Kupříkladu mohl být vodní tok upraven podle jiných datových zdrojů. Ale, jak již bylo zmíněno výše, převážila snaha o mapové zobrazení z hlediska geometrie, co nejbližší datům z Ptolemaiovy Geografie.

2.3 Mapový styl

Při definování mapového stylu atlasu se uplatnila snaha o přiblížení se stylu antických map, respektive stylu jejich pozdějších rekonstrukcí, protože se jejich původní originály nedochovaly. V úloze stylotvorných prostředků se uplatnila čárová kresba břehových čar, znaky sídel, hor i celkové barevné ladění založené na světle hnědé barvě pevniny [4].

2.4 Symbologie

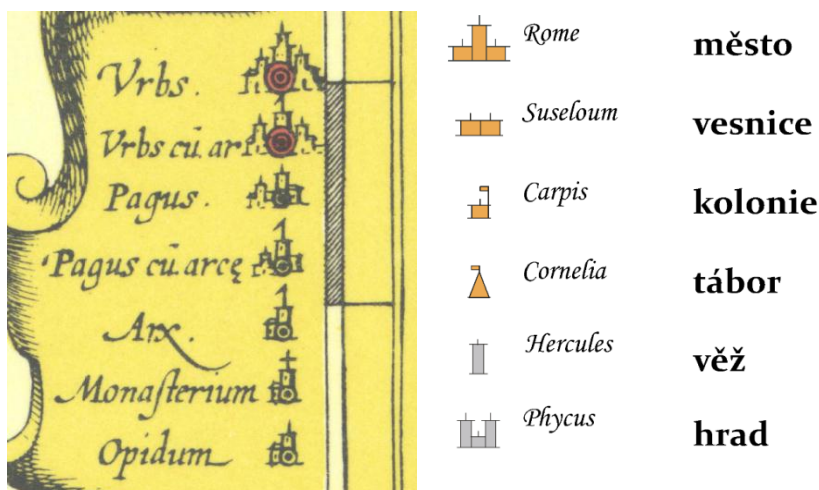
Pro většinu bodových objektů bylo nutné vytvořit mapový znak, ostatním byl přiřazen jen popis. Při návrhu znakové sady byl kladen důraz na dodržení všech kartografických pravidel. Vzhled bodových symbolů, použitých pro sídla, vznikl na základě analýzy symbolů použitých na starých mapách. Při tvorbě znaků sídel se vycházelo ze znaku města, který byl postupně graficky a barevně modifikován tak, aby vznikla kompletní znaková sada z jednotného stylu a zároveň vyjadřujících hierarchii objektů v rámci různých sídel. Obrázky 3, 4 a 5 ilustrují analýzu mapových znaků v různých starých mapách ve srovnání s dílčími částmi vytvořeného atlasu.



Obr. 3: Čarová kresba břehových čar na mapě J. B. Homanna z roku 1733 a ve vzniklém historickém atlase (upraveno podle [5] a [3])



Obr. 4: Pohoří na Komenského mapě Moravy z roku 1624 a pohoří ve vzniklém historickém atlase (upraveno podle [1] a [3])



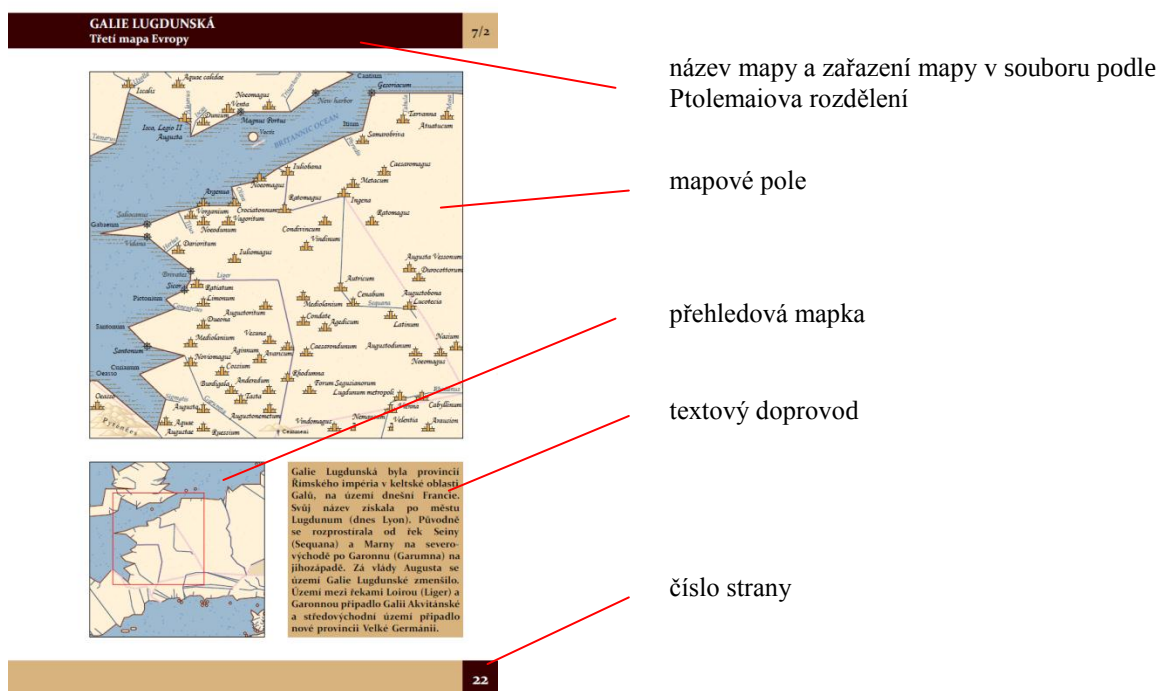
Obr. 5: Jednotný styl různých typů sídel na Kaeriově mapě Moravy z roku 1620 a vzniklém historickém atlase (upraveno podle [1] a [3])

V případě zobrazení vodstva je použita zažitá symbolika známá i v současnosti. Reliéf, jak ukazuje obrázek č. 4, je zobrazen pomocí kopečkové metody s osvětlením od severozápadu. Jelikož jsou velká pohoří v původním díle Claudia Ptolemaia zaznačena pouze svými krajními body, byla při vizualizaci tato pohoří zahuštěna dalšími body tak, aby výsledný vzhled působil kompaktním dojmem.

Důležitým prvkem na výsledných mapách je popis objektů. Zde byla snaha o minimalizaci počtu použitých fontů. Pro popis tak byly použity následující písma: *Monotype Corsiva* pro stavby, *BookAntiqua* pro veškeré vodstvo, *Garamond* pro fyzicko-geografické prvky a *Brazil* pro ostrovy. Barva písma je černá v případě latinských názvů. Pokud byl dostupný název anglický, je použit světlejší šedý odstín. U vodních toků je popis řešen modrou barvou, pro anglické názvy je pak použit světlejší odstín modré.

2.5 Mapové zrcadlo

V průběhu rozhodování o výsledném vzhledu celých mapových listů bylo nutné vzít do úvahy několik základních bodů. Klíčovým faktorem byla zvolená velikost strany. Na list formátu A4 byla kromě samotného mapového pole umístěna také přehledová mapka a textový doprovod vztahující k danému území. Tyto tři základní prvky jsou na stránce doplněny dvěma výraznými barevnými pruhy. Jeden nese informaci o názvu mapy a zároveň o jejím čísle (dle Ptolemaiova popisu). Druhý obsahuje číslo strany a slouží také jako grafický doplněk. Barevné ladění pruhů bylo zvoleno s ohledem na zachování jednotného stylu atlasu.



Obr. 6: Zrcadlo mapy – ukázka mapového listu (upraveno podle [3])

2.6 Struktura atlasu

Celý atlas je rozčleněn do tří částí. Úvodní část obsahuje seznam autorů, obsah, informace o Klaudiu Ptolemaiovi a jeho díle a legendu. Prostřední část je tvořena mapovými listy. Závěrečná část obsahuje rejstřík, seznam zdrojů a informace o Geografickém ústavu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. Mapové listy byly seřazeny podle uspořádání v jednotlivých knihách. Zpracováno bylo území podle tří knih (druhá, třetí a čtvrtá). Na úvod každé knihy je zařazena přehledová mapa s redukovaným obsahem. Mapy některých rozsáhlejších území (např. *Hispánie Taragonská* nebo *Mauritánie císařská*), zobrazených původně do jednoho mapového pole, musely být rozděleny na více listů, aby nedošlo k přehuštění mapy a její nečitelnosti. Rejstřík byl vygenerován z atributových tabulek jednotlivých vrstev datové sady.

2.7 Průběh prací

Prvním krokem při zpracování atlasu bylo vypracování závazné metodiky pro pořizování dat a rozdělení zpracovávaných území mezi členy třinácti členného řešitelského týmu. Jednotliví zpracovatelé (13 osob), vytvořili nejprve tabulky souřadnic v tabulkovém procesoru (např. MS Excel). Tyto tabulky poté transformovali do podoby *Shapefile* (SHP) souborů s názvy atributů podle dané metodiky. Liniové a plošné objekty bylo nutné v této fázi ručně editovat (v prostředí ArcGIS), aby získaly odpovídající geometrii. Takto vzniklé objekty byly uspořádány do jednotlivých vrstev.

Vrstvy získané od jednotlivých zpracovatelů byly dále spojovány, tak aby vznikla bezešvá vektorová databáze. Ke spojování byly použity nástroje ArcGIS a FME. Zároveň byla kontrolována konzistence atributových údajů, správnost a návaznost geometrické složky i topologické vztahy jednotlivých objektů. Chyby vznikaly nejen v rámci předchozí editační fáze, ale některé byly obsaženy i přímo ve zdrojových datech. Takovou chybou mohla být například odlišná hodnota zeměpisné šířky, díky čemuž se město nacházelo v nelogické lokaci (ve Středozemním moři).

Paralelně se zpracováním datové báze probíhalo definování mapového stylu a tvorba samotné symbologie. Symboly pro bodově lokalizované objekty byly vytvářeny ve volně dostupném programu Inkscape a ukládány do formátu EMF (*Enhanced Metafile*). Zároveň byla také vypracována metodika obsahující definici vzhledu liniových a plošných objektů, zásady pro umísťování bodových symbolů a popisu i pravidla pro obsah doprovodných textů a dalších textových marginálií. V návaznosti na tuto

metodiky byly vypracovány dvě varianty šablony (pro sudé a liché stránky) pro mapová zrcadla (ve formátu MXD). Také byly vytvořeny šablony pro textové strany v úvodu a závěru atlasu. Před samotnou tvorbou jednotlivých map podle podkladových materiálů byly jednotlivé listy rozděleny mezi všechny členy řešitelského týmu.

Zpracované mapy byly exportovány do formátu PDF při dodržení zadaných parametrů (např. rozlišení v dpi). Spojení jednotlivých stran do jednoho souboru probíhalo pomocí volně dostupného softwarového nástroje PDFCreator. Obálka byla vytvořena jako samostatný soubor v programu Adobe Photoshop a uložena do formátu PDF.

Tab. 1 Bodové znaky

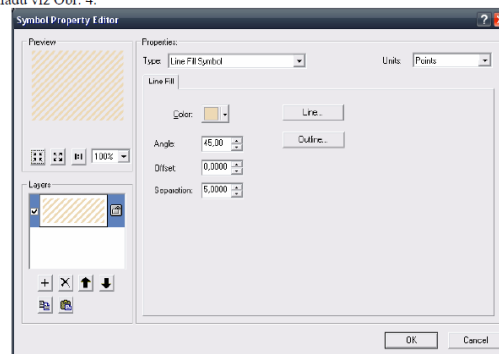
	vztahový bod	font	barva popisu (CMYK)	poznámka
město	střed základny	Monotype Corsiva	0-0-0-100	1
vesnice	střed základny	Monotype Corsiva	0-0-0-100	1
kolonie	střed základny	Monotype Corsiva	0-0-0-100	1
tábor	střed základny	Monotype Corsiva	0-0-0-100	1
opevnění	střed základny	Monotype Corsiva	0-0-0-100	1
věž	střed základny	Monotype Corsiva	0-0-0-100	1
hrad	střed základny	Monotype Corsiva	0-0-0-100	1
chrám	střed základny	Monotype Corsiva	0-0-0-100	1
přístav	střed znaku	Monotype Corsiva	0-0-0-100	1
pramen	střed kolečka	Book Antiqua - kurziva	73-60-46-5	
útes	střed základny	Garamond	0-0-0-100	
pohoří	střed základny	Garamond	0-0-0-100	2
hora	střed základny	Garamond	0-0-0-100	
mezník	střed znaku	není		3
katarakt	střed znaku	není		3, 4

Poznámka

1. znaky jsou přiloženy ve složce „znakyFinal“. Dodržujte poměry velikostí uvedených v Tab. 1!
2. v případě pohoří definovaného více body je znak umístěn na všechny body. Aby byla zajištěna kontinuita pohoří, je nutné přidat body tak, aby ve výsledku vznikl dojem jednolitosti horského systému. Jednoduše, pokud máte dva body, tak nějak rozumně

Území kmene

Jednoduchá šrafura, bez outline. Barva 7-15-29-0. Sklonění 45°, šířka šrafury 2px, bez podkladu viz Obr. 4.



Obr. 4 území kmene

Obr. 7: Ukázky z metodiky pro tvorbu symbologie (vlevo zásady pro umístování a popis bodových znaků, vpravo definice vzhledu plošného znaku – území kmene)

Jako klíčový prvek se při zpracování ukázalo zařazení kontrolních mechanismů. I přes vypracování podrobných metodik bylo nutné data i celé mapové listy kontrolovat, někdy i dvakrát nezávisle na sobě. V datech bylo nutné eliminovat jak chyby vzniklé při zpracování, tak přímo obsažené ve vstupních datech. Kontrola mapových listů fungovala na principu srovnávání daného listu s metodickými pokyny.

Závěr

Na atlas a jeho tvorbu lze pohlížet v několika rovinách. Geografický ústav jej má k dispozici k vlastní propagaci a popularizaci kartografie. Jednotliví členové zpracovatelského týmu (studenti) měli možnost rozšířit své znalosti o historii kartografie. Obdobně měli možnost uplatnit v praxi své zkušenosti z oblasti digitální kartografie jak ve formě jednotlivých činností v procesu transformace vstupních dat do vektorové databáze, tak návrhu vlastní znakové sady. Právě tvorba vlastní znakové sady vyžadovala značnou dávku kreativity, která není vyžadována při používání symbolů obsažených v knihovných distribuovaných jako součást GIS programů.

Velký přínos pro členy řešitelského týmu, především pro hlavní autory, představují poznatky o organizaci práce a nezbytnosti uplatnění kontrolních mechanismů (vzniklých ad-hoc). Zkušenosti s prací ve větším týmu jsou užitečné z hlediska uplatnění budoucích absolventů v kartografické a GIS praxi. Proto lze jednoznačně doporučit zařazení projektové výuky do studijních plánů oborů jako je kartografie nebo geoinformatika.

Literatura

- [1] Antoš, F.: *Historické mapy zemí Koruny české* [on-line]. 2006 [cit. 26. 9. 2012]. Dostupné z: <http://www.staremapy.cz/antos/>

- [2] Drápela, M. V., Podhrázský, Z., Stachoň, Z., Tajovská, K.: *Dějiny kartografie - multimediální učebnice* [on-line]. 2006 [cit. 12. 9. 2012]. Dostupné z: <http://oldgeogr.muni.cz/ucebnice/dejiny/>
- [3] Herman, L., Russnák, J., Stachoň, Z., Vrbík, D. a kolektiv: *Historický atlas vybraných území Evropy a Afriky podle Klaudia Ptolemaia*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011. 56 s. ISBN 978-80-210-5625-1.
- [4] Kaňok, J.: *Tematická kartografie*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 1999. 318 s. ISBN 80-7042-781-7.
- [5] Moravská zemská knihovna v Brně: *Mollova mapová sbírka* [on-line]. 2012 [cit. 25. 9. 2012]. Dostupné z: <http://mapy.mzk.cz/>
- [6] Thayer, B.: *LacusCurtis, Ptolemy's Geography* [on-line]. 2010 [cit. 6. 9. 2012]. Dostupné z: http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Gazetteer/Periods/Roman/_Texts/Ptolemy/home.html
- [7] Veverka, B.: *Topografická a tematická kartografie 10*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 220 s. ISBN 8001023818.

Abstract. This paper describes making of Historical atlas of selected countries of Europe and Africa based on Claudios Ptolemaios. Main goal of this project was to reconstruct part of world map known about AD 150 on a base of coordinates and geographical objects description. Vector database has been made from tables of coordinates. Symbology, which is evoking old map style, has been proposed and created, too. During dividing processed territory into individual map pages has been maintained Ptolemy's division of Europe and Africa. In this paper are, except methods really used during processing, described alternative techniques. Relevance of treatment atlas from teaching history of cartography point of view is also mentioned.

Tento příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu „Projevy globální environmentální změny v krajině sfěře Země“ (PROGLEZ), který je financovaný Masarykovou univerzitou (MUNI/A/0966/2009).

Možnosti databázového zpracování a údržby podrobné topografické mapy

Tomáš Janata

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
e-mail: tomas.janata@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Článek přináší přehled možností vytvoření středně- nebo velkoměřítkové topografické mapy v jednotném klíči a struktuře užitím nástrojů geografických informačních systémů, především databází. Ukazuje výhody sběru atributových informací o prvcích nejen co se týče jejich kvality nebo klasifikace, ale také vazeb na okolní prvky a vztahů k jiným prvkům či datovým sadám. Ukazuje příklady datových modelů pro vybrané typy prvků a vztah topologického rozšíření datového modelu k tvorbě znakového klíče.

Klíčová slova: geodatabáze, datový model, znakový klíč, atribut, topologie

Úvod

V souvislosti s postupným přerodem kartografie v digitální kartografii je výhodné zohlednit nové možnosti oboru také ve specializované činnosti, kterou je tvorba velkoměřítkové či středněměřítkové topografické, případně tematické mapy.

Autor tohoto článku tvoří pro své potřeby podrobnou tematickou mapu coby turisticko-vlastivědnou nadstavbu nad mapovým základem – topografickou mapou. Taková mapa by se proto dala nazvat mapou turistickou. Turistické mapy jsou takto běžně komerčně označovány a v rozličných podobách, měřítcích, podrobnosti a kladu pokrývajícím celou republiku nebo její část jsou nabízeny jako tištěný nebo digitální produkt digitální kartografie.

Ne vždy však vydavatelství vydávající takové mapy jsou odbornými kartografickými pracovišti a kvalita mapových produktů proto kolísá. Ve snaze ušetřit prostředky a čas se někdy vydavatelé uchylují k drobným nebo i zásadním porušením kartografických zásad, týkajících se podobných děl. Přitom snazšímu a efektivnějšímu zpracování a následně údržbě topografické mapy může napomoci precizně a promyšleně zpracovaný databázový model, použitý pro generování celé mapy nebo jejích částí.

1 Databáze jako úložiště prvků mapy

Prakticky všechny v současnosti vydávané podrobné mapy (záměrně zmiňováno topografické – tedy nikoli plány měst nebo jiné speciální velkoměřítkové mapy a plány) vznikají jako produkt vizualizace dat uložených v databázi. Ovšem struktura a forma tohoto uložení se zásadním způsobem podílejí na vizuální preciznosti výsledné mapy a v neposlední řadě na čase potřebném k jejímu vytvoření a dalšímu udržování v aktuálnosti.

Zde je třeba poněkud vyčlenit mapy pro orientační běh, které jsou sice také případem velmi detailní topografické mapy, ovšem zde způsob jejich vzniku a používání a především prakticky nulová možnost jakékoli kartografické generalizace je předurčují k jinému způsobu tvorby a udržování.

Základem pro vytvoření vhodného datového modelu pro uložení prvků mapy je definice přesné a konečné množiny zobrazovaných jevů a informací o nich. Zde dochází mnohdy také k nešvarům, kdy mapy zobrazují objekty jenom určitých parametrů (aniž to zmiňuje legenda), zobrazují neúplný výčet prvků, které nepodléhají generalizaci (např. jsou v mapě zakresleny kostely a kaple, ale některé z nich

v mapě chybějí) apod. a tak matou uživatele, kteří pochopitelně onu úplnost pokrytí intuitivně očekávají¹. To však není předmětem tohoto článku.

Jistým limitujícím faktorem tvorby databázového modelu mapy může být struktura dat použitých jako podklad (pokud se nejedná o mapu vzniklou vlastním šetřením v terénu, přestože i v takovém případě by se pravděpodobně jednalo pouze o šetření v rámci části rozsahu prvků) případně vzájemný nesoulad několika použitých podkladových datových sad. Vhodné je všechny prvky všech datových sad utřídit a všimnout si vztahů mezi nimi a jejich vzájemného ovlivnění.

2 Tvorba databázového modelu

2.1 Úloha GIS při tvorbě databáze

Prakticky samozřejmostí je, že GIS aplikace, případně celé GIS softwarové balíky, dokáží připravit data a tiskové výstupy pro tvorbu mapy. Stupeň úrovně a kvality map vytvořených různými softwarovými prostředky je různý, ovšem obecně platí, že drahé a rozsáhlé softwarové balíky nabízejí prakticky neomezenou formu vizualizace dat a limitujícím faktorem celkové grafické úrovně výsledné mapy zde není ani tak použitý software, ale data samotná, jejich kvalita.

Nejen pomocí GIS software mapy vznikají a druhou významnou kategorií jsou programy na pomezí CAD a GIS přístupu, případně zcela typu CAD. Zde již není na rozdíl od první kategorie natolik automatická schopnost (dobře) pracovat s databázemi a především mohou chybět některé analytické funkce.

Velmi vhodné je ještě před započítím tvorby mapy zautomatizovat co nejvíce práce, která by později mohla během tvorby mapy vzniknout, a užitím GIS analýz připravit data, i ta v ne úplně ideálním stavu, do takového databázového modelu, pomocí něhož bude možné co možná nejsnadnější generování vizuálně precizní mapy vyžadující jen málo zásahů kartografa.

Zde jsou opačným extrémním případem mapy, které vznikají bezduchým nagenarováním prvků z databáze – v jisté rámcové vizualizaci a jen s opravdovým minimem zásahů odborníka – kartografa nebo ještě hůře zcela bez nich. Takových map jsou plně navigační přístroje, schematické mapy v letáčích a brožurách apod., ale mnohdy i mapy v médiích nebo dostupné na renomovaných zdrojích na internetu. Výsledným dojmem zhruba odpovídající této kategorii jsou mapy vytvořené programy, které jsou prakticky pouze grafické a pro kartografickou tvorbu nemají žádné speciální nástroje.

GIS analýzy však mohou pomoci vyřešit neduhy, které podkladová data mohou obsahovat, a posunout tak mapu poměrně snadno na kvalitativně vyšší úroveň. Zároveň se pomocí GIS analýz dají kombinovat různé datové sady a tak je zpřesňovat nebo z nich vytvářet zcela nové datové vrstvy. Příkladem zde může být vrstva komunikací, zakoupená u silniční databanky, a vrstva liniové vegetace, získaná z naprosto jiného zdroje (viz obr. 1). Již na první pohled jsou patrné problémy, které mohou při souběžném zobrazení obou vrstev vzniknout: tam, kde má liniová vegetace komunikaci sledovat, se s ní na mnoha místech kříží, linie se vzájemně přibližují a vzdalují apod.

Řešení tohoto stavu je více. Jedním z nich je omezování počtu datových vrstev v modelu a jejich nahrazování atributy vrstev jiných. V zásadě lze prostorovou analýzou oddělit vegetaci, která tvoří stromořadí kolem komunikací, od ostatní liniové vegetace (např. definováním prahové vzájemné vzdálenosti linií obou vrstev) a přeměnit je na atribut příslušného úseku komunikace, který udává, zda je stromořadí na levé straně komunikace, na pravé, na obou anebo zde není.

Analogickým způsobem lze definovat atributové informace o celé řadě dalších skutečností, a to nejen u komunikací, ale např. u vodních toků, energetických tras apod. a ve vhodných případech také u plošných nebo bodových objektů. Tyto informace zpravidla nevyjadřují kvalitativní vztahy jako většina ostatních atributů prvků (např. objekt vodní plocha – s atributy *jezero* / *rybník* / *odkaliště* /

¹Jiným případem jsou objekty generalizaci podléhající (lesy až od 1000 m², budovy pouze s číslem popisným apod.) nebo jiné objekty výběrového charakteru, kde je tato skutečnost zřejmá nebo je v legendě mapy zmíněna (vybrané obchody, vybrané zajímavé přírodní lokality apod.).

usazovací nádrž / nespecifikováno), ale vztahy topologické nebo jiné vztahy potřebné pro konkrétní typ mapy, které z topologických vycházejí.



Obr. 1: Nesoulad liniiových vrstev, které jsou ve vzájemné topologické vazbě

Databázově orientované vedení mapy má pomoci ve dvou aspektech:

- udržet řád v datových sadách a umožnit méně pracné a snazší udržování mapy včetně případného odvozování jejích zvětšenin nebo tematicky obměněných forem, provádění rozsáhlejších změn apod.;
- dodržet nepsané kartografické zásady tvorby středně- nebo velkoměřítkové mapy, přinejmenším alespoň ty, které vycházejí z topologie.

Navíc, časový atribut evidovaný u prvků mapy (v zásadě stačí pouze u vybraných) může posléze posloužit jako snadný způsob tvorby např. časových řad map nebo dokumentace vývoje zástavby / dopravy / využití území atd. v dané lokalitě. V praxi se ukazuje, že zcela postačuje evidovat počátek a konec existence jednotlivého mapového prvku.

2.2 Vybrané již užívané databázové modely

Některé vlastnosti databázových mapových modelů a odlišné přístupy lze ukázat na základních bázích geografických dat, které v České republice používá civilní resp. vojenský sektor, tj. na databázích ZABAGED resp. DMÚ25. Obě využívají hojně atributových informací a obě se do jisté míry překrývají, co se týče obsahové náplně a evidovaných datových sad.

Databáze ZABAGED je zaměřena silně na samotný mapový výstup, tzn. převážná většina dat, evidovaných pro jednotlivé prvky, má vztah k jejich záznamu v mapě. Ovšem atributy zde slouží pouze k možnosti odlišení jednotlivých dílčích typů objektů anebo evidence popisů, topologické vztahy zde nejsou na jejich úrovni vůbec řešeny. Dokonce lze říci (a pramení to částečně i ze způsobu, kterým databáze ZABAGED vznikala), že zde platí topologicky opačný přístup – totiž že data jsou již v databázi geometricky uložena tak, aby splňovala potřeby konkrétního mapového výstupu a naplnění zásad kartografické vizualizace. U datové sady GeoNames doprovázející data ZABAGED, jsou atributově (coby souřadnice X, Y S-JTSK) uloženy rohy bounding-boxu pro snazší vykreslení názvů v mapách.

Databáze DMÚ25, ze které vznikají vojenské topografické mapy, je orientována podobně. Je zde patrná snaha o přesnější geometrické zanesení prvků bez ohledu na pozdější kartografickou vizualizaci (zde ovšem limitována daleko nižší celkovou přesností datových sad), která ovšem přináší problémy

při samotné tvorbě topografických map, které splňují nepsaná kartografická pravidla jen s výhradami. Jejich tvorba navíc jistě vyžaduje daleko více zásah a prostorových operací skrytých na pozadí. Tato databáze oproti ZABAGED eviduje daleko více atributů, které pro mapový výstup nejsou nijak potřebné a slouží pro vojenské účely. Na druhou stranu stupeň jejich naplnění je daleko nižší než u předchozí databáze. Objevují se zde mírné tendence uložit vybrané topologicky orientované informace do atributů prvků, např. u komunikací je evidován počet jízdních pruhů, což umožňuje rychlé zobrazení např. dálnic jedinou linií oproti ZABAGED, kde jsou víceproudé komunikace evidovány jako samostatné jízdní pruhy, atributově provázané a tvořící jedinou výslednou komunikaci.

Obdobně existuje např. hydroekologický informační systém ČR, datové modely pro své potřeby mají např. Lesy ČR a většina ostatních institucí produkujících geoprostorová data.

Jiným případem jsou komerční mapy a jejich databázové pozadí. Tyto modely zpravidla nejsou veřejně přístupné, nicméně mnoho informací o nich lze vyčíst z kvality výsledných map, případně z dostupných částí znakových klíčů apod. Takto např. většina datových modelů webových map pokrývajících celou planetu (mapy Google, Bing, Yahoo apod.) vůbec v potaz topologické vztahy nebere. Ty se dají nahradit prací kartografa, ovšem snahou zde je, aby byly mapy především levné a snadno aktualizovatelné, proto je jejich grafická stránka poměrně špatná až nedostatečná.

Naproti tomu lokální vydavatelé, kteří tvoří topografické mapy na omezeném území (v Čechách např. T-Mapy, společnost Mapy.cz a další), zpravidla věnují vedle kvalitativních charakteristik velkou pozornost také topologickým vztahům mezi prvky již na úrovni databázových dat daleko větší míře než státem spravované báze dat.

3 Aplikace databázového modelu – znakový klíč mapy

Celý význam databázově vedených topologických atributů spočívá ve vyčištění mapy od topologických chyb zmíněných výše a usnadnění vygenerování některých složitějších případů vizualizace prvků, které by musely jinak být řešeny např. pomocí výjimek kartografických reprezentací nebo i ručně zcela individuálně na jednotlivých místech jejich výskytu, což samozřejmě prodlužuje tvorbu mapy a prodražuje ji.

Jaké situace mohou být takovým rozšířením datového modelu řešeny? Zejména sousednosti prvků ne zcela souvisejících datových sad, překrývání prvků přes sebe, ale i umístování popisů a další.

Nejvíce tyto atributy pomáhají při skládání složitějších liniových prvků nebo jejich provázání s dalšími jevy. Typickým příkladem jsou komunikace. Vedle běžně evidovaných atributů jako je číslo komunikace, typ, počet pruhů, případně šířka, povrch apod. lze evidovat také vztah k okolním jevům, mezi které lze zařadit násep/zářez, stromořadí, násep/val podél komunikace, sledující další linie (např. různá značení, hranice apod.), zdi/ploty a další dle potřeby.

Pro tyto doprovodné jevy je třeba vytvořit sadu atributů, které vyjadřují, zda je doprovodný jev nalevo, napravo nebo na obou stranách od linie, případně ještě další kvalitativní charakteristiky těchto doprovodných jevů, např. zda je stromořadí běžné nebo je tvoří památné stromy. Tímto sice nabývá geodatabáze na velikosti, nicméně ubývá tříd prvků, které je třeba zobrazit, tudíž nedochází celkově ke zbytečnému navýšení datového objemu.

Složitější situace nastává u definice znakového klíče. Pokud jsou zmiňované doprovodné jevy evidovány jako samostatné vrstvy bez vazby na další prvky, mívají vlastní značku nebo sadu několika značek dle typu. V reálné mapě mohou nastat situace, kdy se u jednoho úseku linie kombinuje několik doprovodných jevů a tuto situaci nedovede již původní znakový klíč korektně postihnout – je třeba definovat kombinace vizualizací těchto jevů, přičemž lze velmi dobře vyhovět pravidlům kartografické vizualizace, případně specifickým účelům konkrétní mapy.

Obdobným způsobem lze ve znakovém klíči postihovat za pomoci databázového rozšíření další situace. Mezi takové patří např.:

- chování symbolu umístovaného na lomové body linie v situaci, kdy dojde ke křížení takových linií;

- vyplnění dutého symbolu barvou dle barev podkladových vrstev;
- křivkové anebo lomené vykreslování linie v závislosti na prvku mapy;
- vazba textů na linie pro křivkové texty apod.

Výhodou vyvažující toto rozšiřování znakového klíče je čistá mapová kresba bez křížení a překrývání prvků, které by bylo nutno jinak řešit dalšími procedurami.

Závěr

Databáze geoprostorových dat jako prostředek tvorby a údržby mapy velkého nebo středního měřítka do značné míry přispívá k usnadnění celého procesu a k udržení větší kontroly nad čistotou, správností, aktuálností a korektní vizualizací prvků ve výsledné mapě. Z toho důvodu prakticky již všechny vydávané mapy ukládají v databázi alespoň kvalitativní znaky zobrazovaných prvků a na základě definovaného datového modelu pak mají sestaven znakový klíč.

Jen některé však berou při tvorbě a aplikaci datového modelu pro výslednou vizualizaci ohled také na topologické vztahy prvků. Přitom právě jejich zahrnutí vede k vizuálně dokonalejším mapám. Naopak jejich zanedbání spolu se situací, kdy kartografičtí tvůrci omezují z časových a finančních důvodů etapu korektur výsledné vygenerované mapy kartografem, produkuje zbytečné nesoulady, chyby a nepřesnosti, kterých se lze vhodným rozšířením a přizpůsobením datového modelu mapy vyvarovat.

Literatura

- [1] Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad Dobruška. *Katalog topografických objektů*. Verze 5. Dobruška, 2006.
- [2] Zeměměřický úřad. *Katalog objektů ZABAGED®*. Aktualizované vydání. Praha, 2010. Dostupné online <http://www.cuzk.cz/GenerujSoubor.ashx?nazev=30-ZU_ZAB_KAT>.

Abstract. The article presents an overview of the possibilities of creation of detailed topographic maps with a unified sign map and structure using tools of geographic information systems, particularly databases. It shows the advantages of collecting attribute information about the features, not only in terms of their quality or classification, but also linkages to surrounding elements and relations to other elements or data sets. The article shows examples of data models for selected types of features and the relationship between such data model extension to the formation of the sign map.

Tento příspěvek byl podpořen projektem SGS ČVUT číslo OHK1-018/12.

Tvorba kartodiagramů v ArcGIS

Arnošt Müller

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
e-mail: arnost.muller@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Článek se zabývá tvorbou kartodiagramů v systému ArcGIS a dále pojednává o problematice jejich tisku.

Klíčová slova: kartodiagram, kartogram, ArcGIS, CMYK, RGB

Úvod

Grafy (diagramy) umožňují v mapách jednoduše prezentovat informace o mapových prvcích a jejich vzájemných vztazích. Zpravidla podávají informace dodatečné, které nejsou prostorové, ale mohou i nahlížet na informace již obsažené v mapě jiným způsobem. Grafy umožňují v mapách srozumitelně zobrazit statistické informace, které by jinak byly obecně sumarizovány v číslech v tabulkách mimo mapu.

Článek se zabývá tvorbou kartodiagramů v systému ArcGIS Desktop, konkrétně ArcMAP v10.

1 Kartogramy v kartodiagramech

Kartodiagram je tematickou mapou s dílčími územními celky, ve které jsou statistická data znázorněna graficky pomocí diagramů. Kartodiagramy vyjadřují absolutní hodnoty jevu. Lze je výhodně kombinovat s kartogramy, které vyjadřují naopak hodnoty relativní.

Zdrojem dat byly údaje o zaměstnanosti ze sčítání lidu za uplynulých 100 let. Konkrétně absolutní a relativní přírůstek (úbytek) osob ekonomicky aktivních ve třech sektorech hospodářství: primárním (zemědělství, lesnictví a rybářství), sekundárním (průmysl a výrobní řemesla, stavebnictví) a terciárním (služby = ostatní odvětví).

1.1 Kartogramy

Kartogram je jednoduchá tematická mapa s dílčími územními celky, do kterých jsou plošným způsobem znázorněny relativní hodnoty. Kvantita je vyjádřena zpravidla barevnou stupnicí. Jsou-li hodnoty vztaženy k ploše území, hovoří se o kartogramech pravých. V případě zaměstnanosti se však označují kartogramy jako nepravé, protože nemají prostorový základ.

Zobrazovaným jevem v případě kartogramů je tzv. index vývoje zaměstnanosti, který je počítán pro každý okres jako

$$\text{Koncový rok/počáteční rok období} \times 100 \quad (1)$$

kdy hodnoty pod 100 znamenají pokles, hodnoty okolo indexu 100 stagnaci a indexy nad 100 rozvoj v daném sektoru. Počáteční rok je považován za základní (=100%).

Ke každému ze tří hospodářských sektorů bylo vytvořeno barevné schéma. Volba barev podkladových kartogramů nebyla jednoduchá, vzhledem k tomu, že mapové výstupy jsou součástí připravované tištěné publikace – Akademického atlasu dějin Čech [4], dále jen atlasu. Bylo tedy třeba uvažovat barvy v barvovém systému CMYK (tisk), nikoliv v systému RGB (monitor). Více o této problematice pojednává kap. 2.

Dalším úskalím pro výběr barev byla doporučená paleta barev pro atlas tak, aby výsledné dílo působilo jednotně a mapy jednotlivých autorů „nevyčnívaly z řady“. Pro mapy priméru (zemědělství a lesnictví) byly přirozenou volbou odstíny zelené a hnědé. Pro zbylé dva sektory, sekundér a terciér, se již volba přirozených barev tolik nenabízela, proto bylo na barvy nahlíženo jako na záporné – studené

(úbytek s hodnotami indexu pod 95) a kladné – teplé (přírůstek s hodnotami indexu nad 105). Odtud pak volba barevné škály modrá – červená pro sekundér a modrá – fialová pro terciér. Ukázka barevných škál kartogramů 3 sektorů hospodářství je na obr.8 a 9.

Kartogramy lze snadno interpretovat vývoj zaměstnanosti na celém území Čech dle převládající barvy podkladu (viz. obr.10).

Kartogramy mohou tvořit, a v případě tohoto článku také tvoří, mapový podklad kartodiagramů.

1.2 Kartodiagramy

Pojem diagram definuje Vozenílek jako „významný vyjadřovací prostředek se schopností sdělit více kvantitativních i kvalitativních informací vztažených k bodu, linii nebo ploše...Je to geometrický obrazec se snadno měřitelným parametrem (parametry), jehož velikost umožňuje pomocí stupnice určit hodnotu vlastnosti znázorňovaného jevu. Na rozdíl od grafu není diagram vázán na souřadnicové osy a neznázorňuje závislost mezi dvěma nebo více proměnnými.“ [3]

Často používaným typem diagramu v mapách je kruhový diagram, který je vhodný pro porovnání dílčích částí k celku. Podle Veverky platí, že „zobrazování kvantity do plochy diagramu je z kartografického hlediska nejpřirozenější. Mapa je především plošný rovinný model a intenzitu vjemu určují plochy diagramů.“ [2]

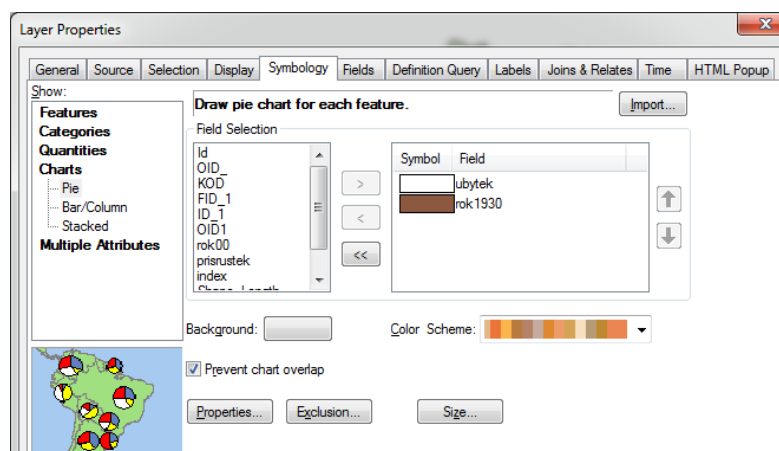
Kartodiagramy pojednáváné v tomto článku jsou příkladem strukturních plošných kartodiagramů. Obsahují kruhové diagramy s vnitřním dělením, na kterých lze odečíst procentuální podíl strukturních elementů. [3] Obsah celého kruhu diagramu je roven hodnotě 100%, zatímco jednotlivé složky (výseče diagramu) zaujímají dané podíly – ukazují strukturu. „Plošný“ znamená, že kvantitativní jev je vztažen k ploše (územní jednotce).

Sledovaným jevem v kartodiagramech je absolutní přírůstek (úbytek) osob ekonomicky aktivních v jednom ze 3 sektorů hospodářství. Barva kruhové výseče udává, zda počet zaměstnaných v daném okrese za dané období klesal či rostl. Velikost kruhové výseče pak ukazuje podíl na celkovém počtu zaměstnaných v rámci územní jednotky.

Postup tvorby kartodiagramu v programu ArcMAP je následující:

- Pravým kliknutím na vrstvu územních celků vybrat „Properties“
- V záložce „Symbology“ vybrat v „Charts“ typ grafu „Pie“ (kruhový diagram)
- Vybrat pole obsahující číselné atributy – jednotlivé výseče kruhových diagramů.

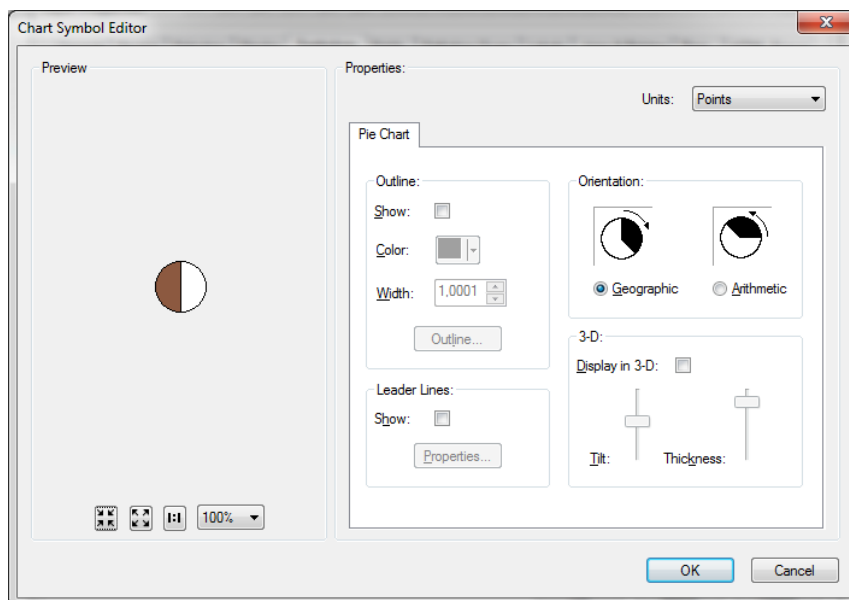
Kliknutím na obdélník s barvou lze upravit symbologii výsečí (barvu výplně, barvu obvodu a také tloušťku linie obvodu).



Obr. 1: Tvorba kartodiagramu v ArcMAP

Stisknutím tlačítka „Background“ lze definovat barvu podkladu. V případě, kdy pod kruhovými diagramy chceme vidět kartogram, vybereme bez výplně – „Hollow“.

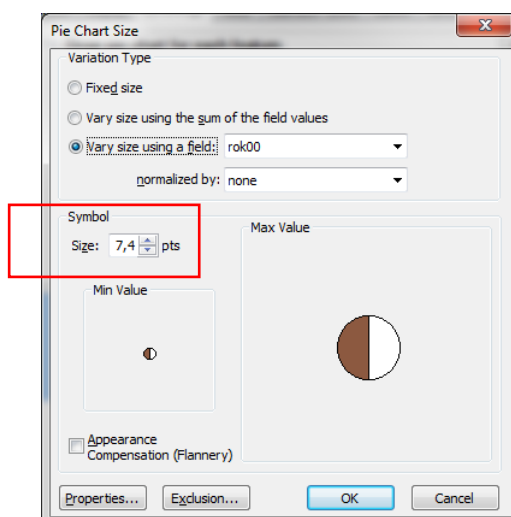
1. Po stisknutí tlačítka „Properties“ lze definovat další vlastnosti a vzhled kruhových diagramů. Orientace výsečí byla zvolena geografická (po směru hodinových ručiček s „nulou“ nahoře), neboť je dle autorova názoru přirozenější než aritmetická, viz obr. 2.



Obr. 2: Nastavení kruhových diagramů ArcMAP

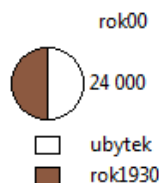
V použitém SW ArcMAP lze diagramy generovat také v zobrazení 3D. 3D diagramy (tzv. diagramy v pseudoprostorovém prostředí) nejsou vhodným typem grafu, protože četné vědecké studie prokázaly, že čtenáři mapy vnímají strukturu zkresleně, zpravidla ve prospěch převažující strukturní entity. [3]

2. Po stisknutí tlačítka „Size“ lze nastavit atribut („Vary size using a Field“), který určuje velikost (obsah) kruhového diagramu.



Obr. 3: Nastavení klíčového atributu „Symbol Size“

Dále pak úpravou velikosti symbolu (viz. červený obdélník v obr.3) se mění diagramové měřítko, které se zobrazuje v tabulce vrstev, potažmo v legendě (obr.4). Tato hodnota je stěžejní, neboť udává velikost kruhových diagramů v mapě, a tím pádem jak moc a zda vůbec se budou překrývat.



Obr. 4: Ukázka kruhového diagramu v tabulce vrstev nebo v legendě

V obr. 4 text nad kruhovým diagramem ukazuje atribut, který určuje velikost kruhových diagramů. Číslo vedle kruhového diagramu je de facto diagramové měřítko. Je to suma hodnot jednotlivých strukturních entit (výšečí) a odpovídá obsahu právě zobrazenému kruhovému diagramu. Bohužel toto číslo a odpovídající kruhový diagram lze v ArcMAP vygenerovat pouze jedno, více v kap. 1.2.1.

Mapované časové období 100 let bylo rozděleno do 4 intervalů, tedy 4 map. Každá z map zachycuje bilanci mezi počátečním a koncovým rokem (1900-1930, 1930-1950, 1961-1991 a 1991-2001). Bylo nutné, aby diagramové měřítko bylo napříč obdobími (4 mapami) stejné.

Nejprve bylo vhodné nastavit diagramové měřítko u mapy s největšími hodnotami tak, aby se kruhové diagramy jen minimálně překrývaly. Tím bylo zaručeno, že diagramy v ostatních mapách se překrývat nebudou. U zbylých 3 map pak byla metodou „pokus omyl“ nastavena hodnota velikosti symbolu (viz obr. 3) tak, aby si čísla v legendě vedle kruhového diagramu odpovídala (např. vždy 24 000, viz obr. 4).

1.2.1 Diagramové měřítko

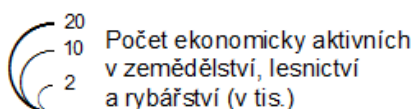
Diagramové měřítko (též nazývané stupnice kartodiagramu) je velikostní grafické měřítko znaků (kruhových diagramů). Velikost poloměru kruhu odpovídá v určitém poměru počtu zaměstnaných. Poměr se nastavuje v bodu 5 popsání postupu v předchozí kapitole 1.2.

Použitý SW ArcMAP v10 pokročilou tvorbu diagramového měřítka (jako tomu je např. u „Proportional Symbols“, viz obr. 5) v případě kartodiagramů neumožňuje, vygeneruje jen jeden kruh a odpovídající číselnou hodnotu.



Obr. 5: Ukázka diagramového měřítka v případě „Proportional Symbols“

Proto bylo diagramové měřítko zkonstruováno manuálně pomocí grafických nástrojů použitého SW ArcMAP, viz. obr.6.

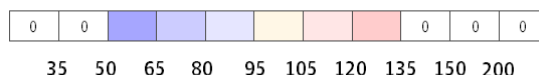


Obr. 6: Ukázka diagramového měřítka

1.2.2 Kompozice mapy

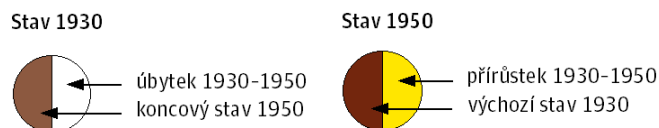
Kartodiagramy v měřítku 1:2mil jsou orámovány jednoduchou černou linií tloušťky 1pt. Grafické měřítko s intervalem 20km je umístěno standardně vpravo dole uvnitř mapového rámu. Nadpis mapy je uváděn schválně mimo rám mapy dle požadavků na připravovaný atlas. [4] V kartodiagramech nebylo nutné zobrazovat směr k severu, neboť se jedná o tištěné dílo, kde všechny mapy budou orientovány shodně k severu.

Legendy jsou de facto dvě, jedna barevná stupnice umístěná vlevo nahoře se týká kartogramu a reflektuje skutečné hodnoty indexu zaměstnanosti v mapě. Pokud daný interval není v mapě obsažen, je namísto barvy uvedena 0, viz obr. 7.



Obr. 7: Ukázka legendy kartogramu

Druhá legenda umístěná při spodní hranici mapového rámu se týká kartodiagramu. Ukazuje jednak význam barevné rozlišení výšečí kruhových diagramů (viz obr. 8) a jednak obsahuje i diagramové měřítko (viz obr. 7).



Obr. 8: Ukázka legendy kartodiagramu

2 Exporty

Každý reprodukční systém (např. monitor, barevný televizor, čtyřbarvotisk) je vytvořen na základě určitých základních barev a podle toho je schopen znázornit jen ty barvy, které leží uvnitř tzv. barevného tělesa (gamutu), více v [1]. Pokud chceme např. simulovat výsledek barevného tisku na obrazovce, je potřeba použít takový systém, který zahrnuje všechny barvy jak obrazovky, tak i tisku.

Nejčastěji používanými barvovými systémy jsou RGB, který používají LCD monitory a CMYK, který používají tiskárny. Oba barevné systémy se navzájem nekryjí svým rozsahem ani svým umístěním v barvovém prostoru, z čehož vyplývá, že některé barvy systému RGB nelze v systému CMYK zobrazit (vytisknout) a naopak. [1]

2.1 Barvový systém CMYK

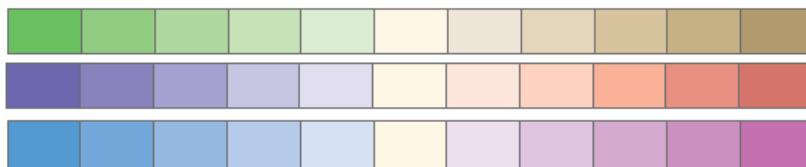
Finální mapové kompozice byly ze SW ArcMAP exportovány do formátu PDF s nastavením 1200DPI v barevném systému CMYK. Vysoké rozlišení 1200DPI v případě vektorových PDF dokumentů velikost souboru nijak nenavýšuje, velikost výsledného souboru je cca 900KB.

Volba barevného systému CMYK je klíčová pro následný digitální tisk, pokud má být výsledné dílo prezentováno v tištěné podobě. Systém CMYK je tvořen subtraktivními barvami doplňkovými (C – cyan, M – magenta, Y – yellow, K – key), jejichž mísením vznikají zpětně barvy základní (R – red, G – green a B – modrá).

Formát PDF byl odvozen z jazyka PostScript a mezi jeho významné vlastnosti patří zejména: přenositelnost (je nezávislý na aplikačních programech i operačním systému), univerzálnost (může obsahovat texty včetně fontů písem, rastrovou i vektorovou grafiku), malá velikost (komprimovaný soubor) a podpora správy barev (možnost volby barvového systému).

Kartodiagramy ve formátu PDF jsou vektorové, tím pádem je lze načíst do grafického editoru (např. Adobe Illustrator) a pracovat s nimi jako s vektory, lze přemísťovat a dále upravovat legendu, editovat anotace apod.

PDF výstupy v systému CMYK se však na LCD monitorech zobrazují různě, často navíc značně zkresleně, neboť každé zařízení má jiný gamut. Nejmarkantnější rozdíl vyvstal v případě zelené barvy, jak je patrné na obr. X a X+1.



Obr. 9: Ukázka barevných škál kartogramů v CMYK (odshora: primér, sekundér, terciér)



Obr. 10: Ukázka barevných škál kartogramů v RGB (odshora: primér, sekundér, terciér)

2.2 Barvový systém RGB

Systém RGB využívá aditivního mísení 3 základních barev (červené, zelené a modré). Exporty kartodiagramů v barevném systému RGB byly využity právě pro náhledy výsledných map na PC monitorech, zejména pak pro korektury map jejich autory.

Mapy byly ze SW ArcMAP exportovány do formátu PNG s rozlišením 175DPI (cca 1900 x 1300px). Formát PNG (Portable Network Graphics) byl navržen konsorciem W3C jako volně dostupná náhrada patentově chráněného formátu GIF. U formátu PNG lze volit barevnou (bitovou) hloubku až do 24bitů v systému RGB. Barvový systém CMYK formát PNG neumožňuje. Formát PNG komprimuje bezeztrátovou metodou deflate, velikost náhledových souborů kartodiagramů se tak pohybuje kolem 150KB.

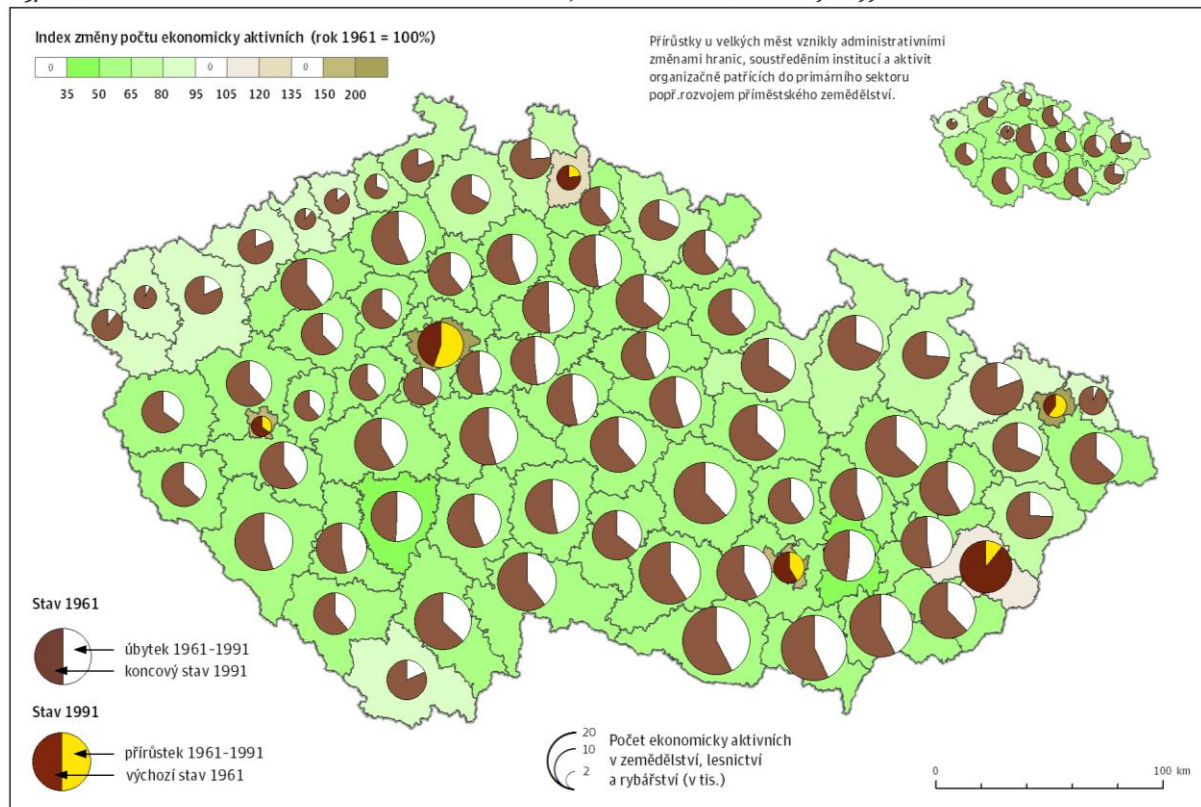
Závěr

Článek pojednává o tvorbě kartodiagramů v systému ArcGIS Desktop (ArcMAP v10). Největšími překážkami automatické tvorby v uvedeném SW bylo nastavení velikosti diagramů a následná tvorba diagramového měřítka v legendě.

Dalším úskalím byla volba barev. Při tvorbě kartodiagramů bylo nutné volit „vyzkoušené“ barvy na základě předem definovaných a tiskem vyzkoušených barvových palet, protože výsledné mapy budou prezentovány zejména v tištěné podobě.

Kartogramy tvoří mapový podklad kartodiagramů. Lze je snadno využít při interpretaci vývoje zaměstnanosti na celém území dnešní České republiky. Kruhové diagramy pak podávají podrobnější informaci o vývoji zaměstnanosti v jednotlivých okresech. Na obr. 11 je ukázka jednoho z výsledných kartodiagramů.

V37c OBYVATELSTVO EKONOMICKY AKTIVNÍ V ZEMĚDĚLSTVÍ, LESNICTVÍ A RYBÁŘSTVÍ 1961-1991



Obr. 11: Ukázka výsledného kartodiagramu

Literatura

- [1] Mikšovský, M., Soukup, P.: *Kartografická polygrafie a reprografie*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 150 s. ISBN 978-80-01-04354-7.
- [2] Veverka, B., Zimová, R.: *Topografická a tematická kartografie*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2008, 198 s. ISBN 978-80-01-04157-4.
- [3] Voženílek, V., Kaňok, J.: *Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky, 2011, 216 s. ISBN 978-80-244-2790-4.
- [4] Akademický atlas českých dějin, autorský kolektiv, texty, vyobrazení a historický obsah map Eva Semotanová a kol., kartografie Jiří Cajthaml a kol., Praha, Academia 2013, ve zpracování.

Abstract. This paper explains creating of cartodiagrams in ArcGIS Desktop system and furthermore focuses on printing issues.

Tento příspěvek byl podpořen projektem FRVŠ číslo 766/2012.

Časoprostorová analýza změn reliéfu v okolí Jezera Most

Kamil Novák

Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Fakulta životního prostředí, katedra informatiky a geoinformatiky
Králova výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem
e-mail: wellbloud@centrum.cz

Abstrakt. Cílem této práce bylo prostřednictvím fotogrammetrického zpracování leteckých snímků a GIS zpracování dostupných mapových zdrojů realizovat časoprostorovou analýzu změn reliéfu v oblasti dnešního Jezera Most a jeho okolí. Reliéf se v oblasti v průběhu 20. století výrazně měnil v důsledku rozsáhlé povrchové těžby hnědého uhlí, které muselo ustoupit i královské město Most. V analýze bylo využito leteckých snímků z let 1953 a 2008, map III. vojenského mapování reambulovaného v roce 1938 a Státních map - odvozených 1 : 5000 z let 1953, 1972 a 1982. Pro vizualizaci a kvantifikaci změn byly vytvořeny digitální modely terénu (DMT) a digitální modely povrchu (DMP) historických podob zdejšího reliéfu. S použitím vytvořených DMT a DMP bylo možné provést doplňující odvozené profilové, rozdílové a objemové analýzy. V rámci zpracování leteckých snímků vznikla ortofota, která změny reliéfu dokreslila. Velký důraz byl kladen na 3D interpretaci výsledných modelů.

Klíčová slova: Změna reliéfu, povrchová těžba uhlí, Jezero Most, město Most, digitální model terénu, digitální model povrchu, III. vojenské mapování, Státní mapa - odvozená 1:5000, letecké snímky, rekonstrukce

Úvod

Předložená projekt se zabývá fotogrammetrickými a GIS vizualizacemi změn reliéfu v oblasti dnešního Jezera Most a jeho okolí v průběhu 20. století. V tomto období zde probíhala intenzivní povrchová těžba a původní královské město Most a přilehlé obce musely ustoupit hnědouhelným lomům a na ně navazujícím výsypkám. V současnosti zbytkové jámy a vnější výsypky nahrazují hydričké, lesnické a jiné rekultivace a o změnách reliéfu, resp. krajiny jako takové, se dočítáme pouze v literárních textech. Hlavním projektem tedy bylo vytvořit digitální modely terénu (DMT) a digitální modely povrchu (DMP) a jejich prostřednictvím vizualizovat historické podoby zdejšího reliéfu, jejich vzájemným porovnáním ukázat k jak velkým změnám v oblasti docházelo a oživit tak existující textové, tabulkové a obrazové zdroje informací o zdejší báňské a jiné antropogenní činnosti. Dalšími cíli projektu s použitím vytvořených DMT a DMP byly: provedení doplňujících odvozených profilových, rozdílových a objemových analýz změn reliéfu a tvorba ortofot. Výsledná ortofota by měla práci rozšířit o informace o změnách na povrchu analyzovaného reliéfu. Velký důraz byl kladen na 3D interpretaci výsledných modelů, která by měla být novým přínosem daného tématu.

1. Postup zpracování a použité metody

Výchozími prostředky pro hodnocení změn reliéfu v zájmové oblasti byly digitální modely terénu (dále DMT) a digitální modely povrchu (dále DMP) z jednotlivých časových období, tedy z let 1938, 1953, 1972, 1982 a 2008.

1.1 Tvorba DMT

DMT vznikaly naskenováním mapových listů SMO-5 (mapy III. vojenského mapování vstupovaly do projektu již naskenované a georeferencované), které bylo nutné usadit do souřadnicového systému JTSK a pro účely následné vektorizace z nich vytvořit mapový celek (mozaiku) nepřerušovaný mimorámovými údaji. Georeference SMO-5 proběhla pomocí nástroje Georeferencing softwaru ArcMap 10. Rohy mapových rámců byly georeferencovány na rohy zvektorizovaných polygonů jednotlivých kladů SMO-5. Spojení mapových listů SMO-5 rovněž proběhlo v ArcMap 10 naplněním

databáze „Mosaic Dataset“ georeferencovanými mapovými listy a vrstvou polygonů jednotlivých kladů. K oříznutí mimorámových údajů byla použita funkce „Import Mosaic Dataset Geometry“.

Následně byly SMO-5 a vrstevnice III. vojenského mapování reambulovaného manuálně vektorizovány pomocí nástroje Editor v softwaru ArcMap 10. Vektorizovaným vrstevnicím byly přiřazovány odpovídající výškové hodnoty. Takto zpracované vrstevnice byly podkladem pro tvorbu DMT.

Pro samotnou tvorbu DMT ze vstupních vrstevnic bylo nejprve nutné najít vhodný typ interpolace. Výběr interpolační metody proběhl na základě vizuálního posouzení dvaceti DMT, které byly experimentálně vytvořené v dostupných softwarech ArcMap 10 a GRASS 6.4.2 RC2. U jednotlivých typů interpolačních metod byly experimentálně voleny interpolační parametry. Všechny výsledné modely byly vizualizovány shodně v softwaru Surfer 10 (32-bit), aby bylo porovnání korektní. Testování probíhalo z důvodu velké výpočetní náročnosti na vrstevnicích SMO-5 z roku 1982 nad reprezentativním výřezem zájmové oblasti, který zahrnoval část lomu a část těžbou neovlivňovaného prostoru.

Testování ukázalo, že nejideálnější a nejpřirozenější interpolační metoda pro tvorbu všech DMT ze vstupních vrstevnic je Topo to Raster dostupná v ArcMap 10. Modely vytvořené uvedenou interpolační metodou nejlépe vystihovaly realitu a neobsahovaly viditelné chyby.

1.2 Tvorba DMP

Zpracování leteckých snímků do formy DMP proběhlo v modulu LPS softwaru ERDAS Imagine 2011, kde po triangulaci sérií snímků bylo možné přistoupit k samotné tvorbě DMP. K tomuto nabízí modul LPS softwaru ERDAS Imagine nástroj Classic ATE, který provede automatickou pixelovou korelaci triangulovaných snímků, jejíž výsledkem jsou právě DMP.

Tab. 1: Přehled vstupních dat

Typ vstupních dat	Letecký snímek / mapový list
III. vojenské mapování, reambulované v roce 1938	3751-4; 3751-3
SMO-5 z roku 1953	Most 7-4; Most 6-4; Most 5-4; Most 4-4; Most 7-3; Most 6-3; Most 5-3; Most 4-3; Most 7-2; Most 6-2; Most 5-2; Most 4-2
SMO-5 z roku 1972	Most 7-4; Most 6-4; Most 5-4; Most 4-4; Most 7-3; Most 6-3; Most 5-3; Most 4-3; Most 7-2; Most 6-2; Most 5-2; Most 4-2
SMO-5 z roku 1982	Most 7-4; Most 6-4; Most 5-4; Most 4-4; Most 7-3; Most 6-3; Most 5-3; Most 7-2; Most 6-2; Most 5-2; Most 4-2
Letecké snímky z roku 1953	2336; 2337; 2339; 2340; 2341; 2342; 2343; 2344; 2345; 2371; 2372; 2373; 2374; 2375; 2376; 2377
Letecké snímky z roku 2008	1161; 1162; 1163; 1164; 1165; 1166

2 Tvorba ortofot

Pro mozaikování snímků (tvorbu ortofot) byl použit modul MosaicPro softwaru ERDAS Imagine. Do procesu tvorby mozaiky nevstupovaly všechny dostupné snímky. K pokrytí zájmové oblasti (na rozdíl od tvorby DMP) postačuje 20 % překryt vstupních snímků. Tím se odbourává definování hranic (tzv. Cutlines) mezi nadbytečnými snímky a s tím spojená vyšší nevyrovnanost výsledného ortofota. Jednotlivé snímky byly propojovány manuálně v oblastech s největší barevnou nevyrovnaností. V místech, kde toto nebylo nutné, byla ponechána nástrojem „Most Nadir Seamline“ automaticky vygenerovaná hranice. Manuálně definovaná hranice spojení snímků byla nejčastěji vedena podél silnic, popř. hranic jiných prvků. Barevné vyrovnání pro vlastní proces generování mozaiky bylo zvoleno podle histogramu.

3 Konstrukce odvozených analýz

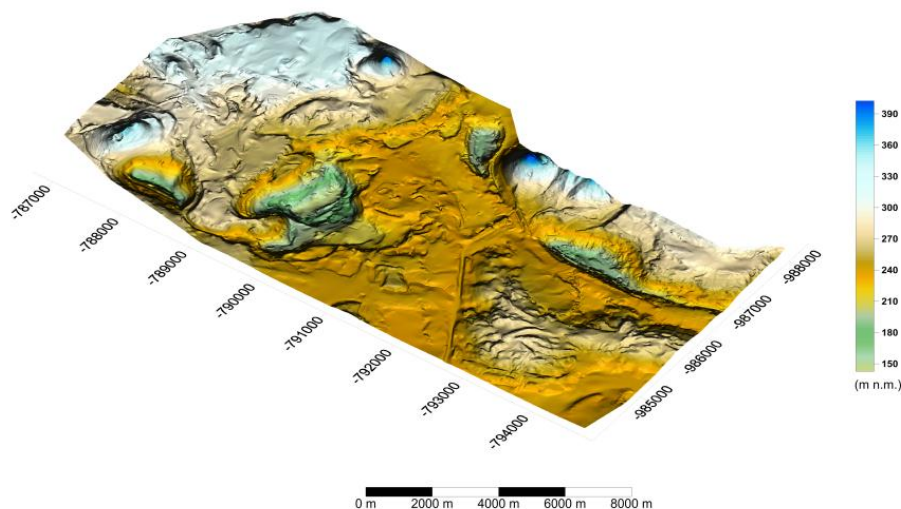
Dalším krokem byla tvorba odvozených analýz. Základním prostředkem pro konstrukci odvozených analýz byly vytvořené DMT a DMP. Pro zvýraznění jejich (DMT, DMP) struktury ve 2D zobrazení byly v ArcMap 10 vygenerovány stínované reliéfy. Tyto byly také použity k 3D a 2D zobrazení map SMO-5 a III. vojenského mapování, jako dalšího výstupu této práce.

Rozdílové analýzy byly konstruovány v softwaru Surfer 10 (32-bit) pomocí nástroje Grid Math. Výsledkem jsou rastry znázorňující výškové rozdíly mezi dvěma modely terénu.

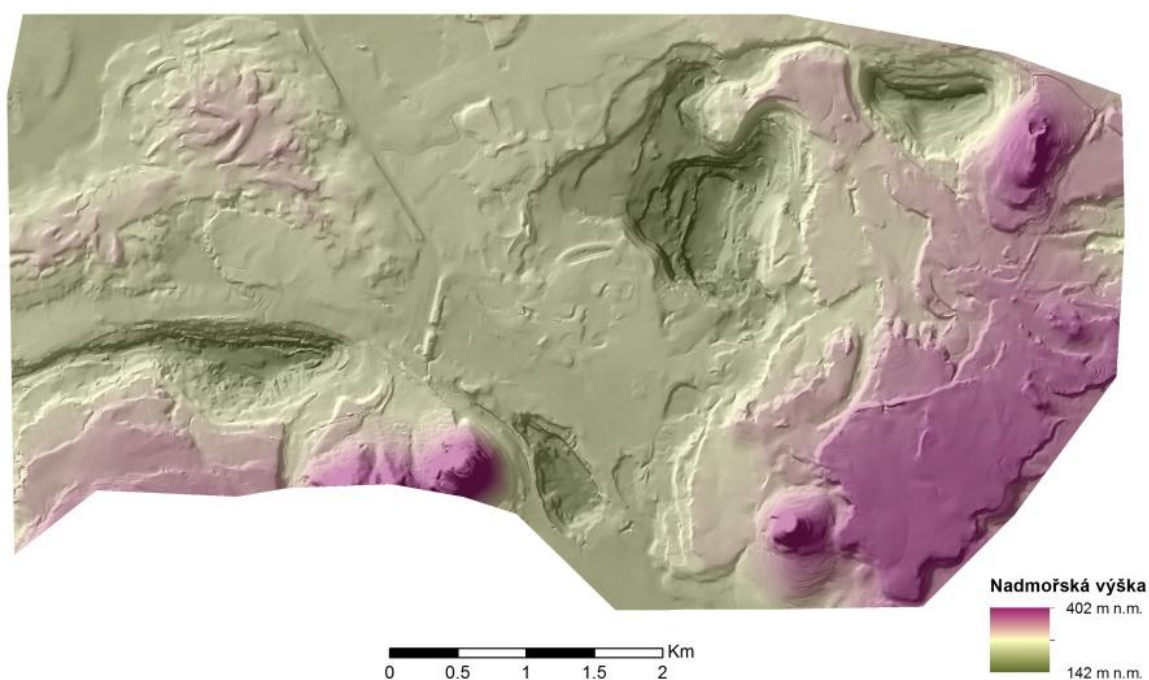
Volumetrické analýzy byly konstruovány rovněž v softwaru Surfer 10 (32-bit). Pro výpočet objemů digitálních modelů a jejich rozdílů byl použit nástroj Grid Volume. Výsledkem byly tzv. GridVolumeReport, které mimo jiné údaje poskytovaly potřebné informace o záporných změnách objemu reliéfu (vlivem poklesu nadmořských výšek, Negative Volume - Fill), kladných změnách objemu reliéfu (vlivem vzrůstu nadmořských výšek, Positive Volume - Cut) a celkových objemových změnách reliéfu zájmové oblasti (Net Volume - Cut-Fill).

4 Výstupy projektu

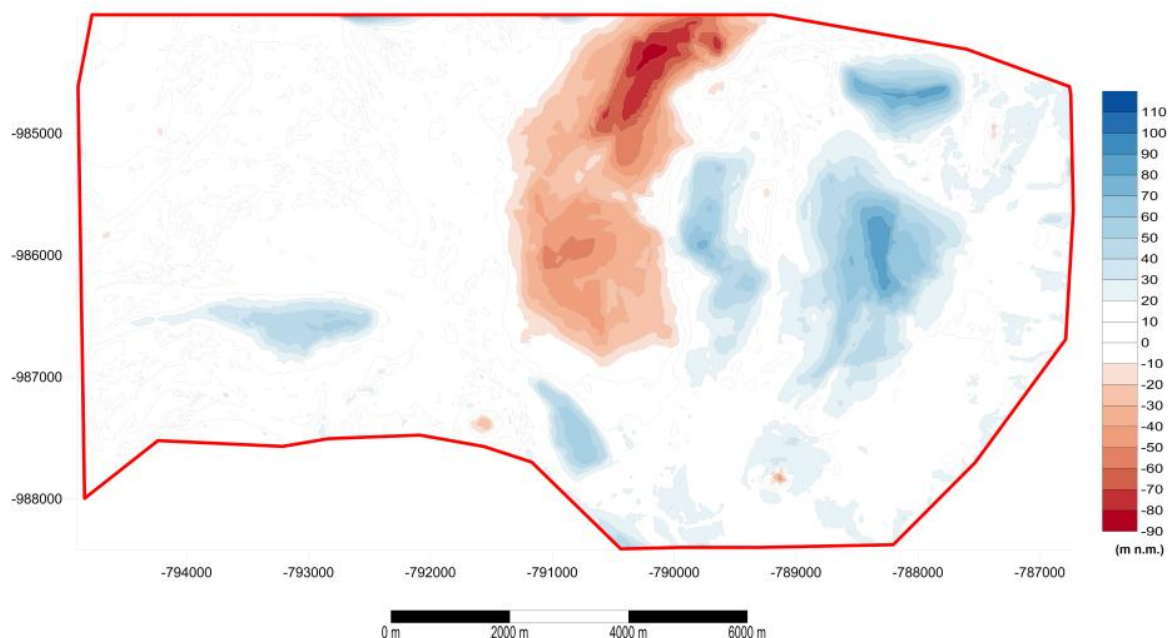
Výsledkem projektu je série DMT a DMT (příklad na obrázku 1 a 2) ze zpracovávaných let, jejichž vzájemným porovnáním lze sledovat vývoj reliéfu v zájmové oblasti (publikováno i jako mapová aplikace). Změny lze sledovat také prostřednictvím grafů rozdílových analýz (příklad na obrázku 3) a profilů (příklad na obrázku 4). Vzniklá ortofota pak doplnila a ucelila představu o rozsahu krajinných změn na analyzovaném reliéfu v zájmovém území. Zajímavým prostředkem pro sledování změn reliéfu jsou realizované videosoubory se simulovanými průlety nad oblastí s prolínáním jednotlivých časových období nebo videosoubory s překryty vzniklých ortofot.



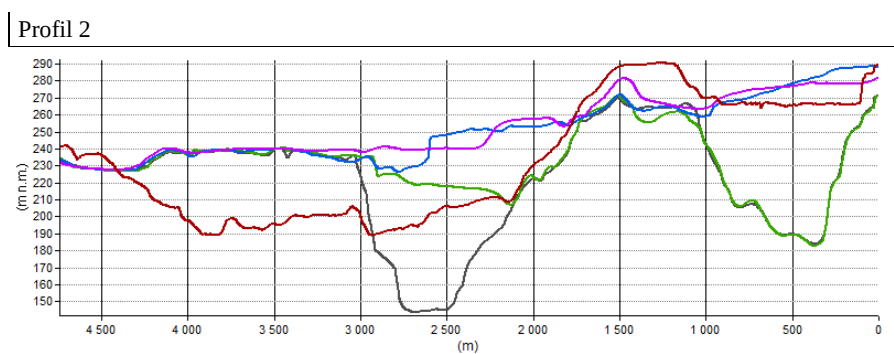
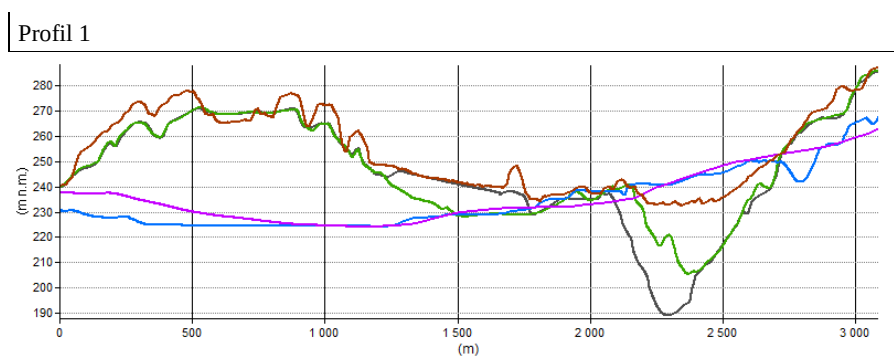
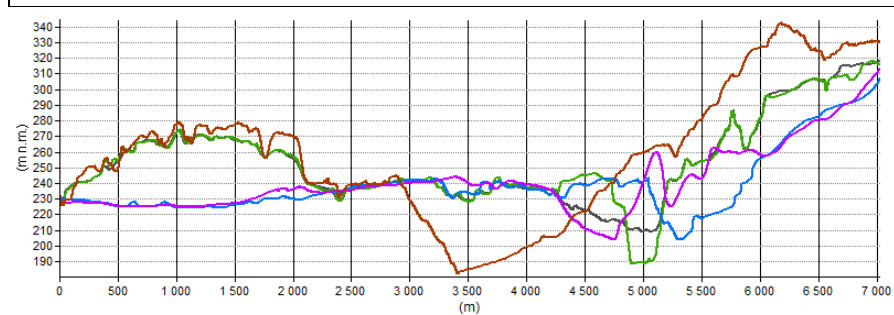
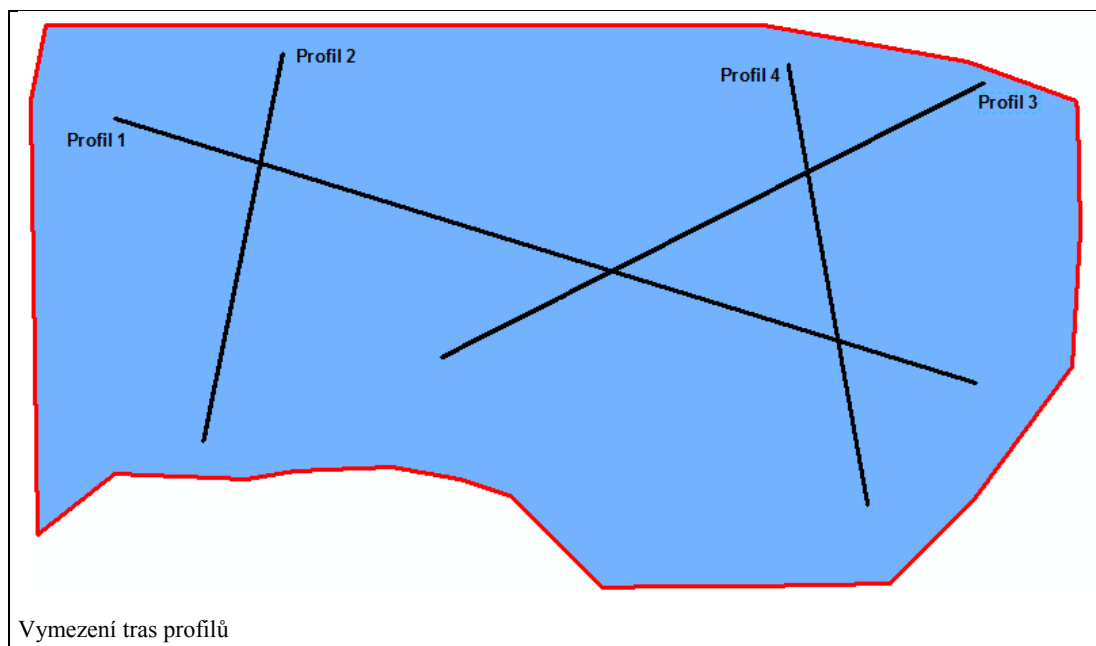
Obr. 1: Digitální model terénu zájmové oblasti z roku 1982 v 3D zobrazení

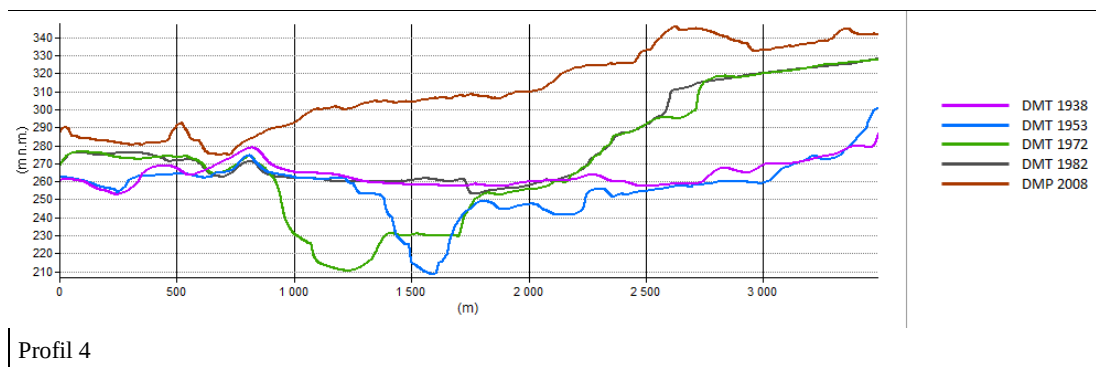


Obr. 2: Stínovaný digitální model terénu zájmové oblasti z roku 1982 v 2D zobrazení



Obr. 3: Změny reliéfu v zájmové oblasti mezi lety 1982 a 2008: modrá místa (hodnoty) –
– transportovaný materiál; červená místa (hodnoty) – odtěžený materiál; bílá místa –
– nezměněný reliéf





Obr. 4: Vývoj profilů v zájmové oblasti mezi lety 1938 a 2008

Závěr

Krajina a její reliéf v zájmovém území prošly v důsledku povrchové těžby v průběhu 20. století výraznými a nevratnými změnami. Historii změn reliéfu na Mostecku, historii těžby a její environmentální dopady v literárních textech popisuje mnoho autorů, vzniklé DMT, DMP, 3D vizualizace, stínované reliéfy, profily a fotogrammetrické zpracování leteckých snímků jsou velmi silným nástrojem, jak tyto texty doplnit, jak je oživit, jak vizualizovat popisované změny a jak o nich shromáždit, digitalizovat a uchovat informace pro příští generace.

Určitý prostor k rozšíření tématu je jeho doplnění o další vstupní data, např. mapové zdroje (pokud existují) nebo letecké snímky. Na základě toho by pak bylo možné (v závislosti na rozsahu uvedeného rozšíření) získat další údaje, např. o intenzitách těžby nebo konkrétních materiálových pohybech v oblasti.

V rámci zpracování leteckých snímků vznikla také ortofota z let 1953 a 2008. Jejich vzájemné vizuální porovnání doplnilo představu o rozsahu krajinných změn na analyzovaném reliéfu v zájmovém území. Vzniklá ortofota mají ale také velký potenciál k dalšímu využití pro kvantifikaci změn krajinné struktury.

Literatura

- [1] El-Sheimy, N.: *Digital terrain modeling: acquisition, manipulation, and applications*. Boston: Artech House, 2005, 257 s. ISBN 15-805-3921-1.
- [2] Kloš, J.: *Historie lomu Ležáky - Most, Jezero Most*. Ústí nad Labem: Palivový kombinát Ústí, státní podnik, 2009, 106 s.
- [3] Prchalová, J.: *Použití metod GIS pro analýzu vývoje krajiny - využití archivních leteckých snímků*. Děčín, 2006. 104 s. Doktorská disertační práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Hornicko - geologická fakulta, Institut geoinformatiky.
- [3] Oršulák, T., Pacina, J.: *3D modelování* [online]. Ústí nad Labem, 2010 [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: http://gis.fzp.ujep.cz/DTM/3D_modelovani_FZP.pdf

Abstract. The main aim of this diploma thesis is to perform a time-spatial georelief analysis of the Lake Most and its surroundings using historical aerial photographs and old maps processed in GIS. In consequence with open-cast mining activity has the georelief changed a lot during the 20th century and even the royal town Most was destroyed. Aerial photographs from the year 1953 and 2008 have been used for the analysis and as well the maps of the 3rd Military Survey (reambulated in 1938) and the State map 1:5000, derived (years 1953, 1972 and 1982). Several digital terrain models (DTM) and digital surface models (DSM) were derived for visualization and the global change quantification.

Other analysis like profile, differential and volumetric were processed using the created DTM's and DSM's. The orthophotos were derived from processed aerial photographs and were used for better results visualization. The 3D interpretation of the final results has a high priority in this work.

Využití stavebního pasportu k 3D modelování budov na příkladu areálu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity

Jan Russnák

Masarykova univerzita
Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav
Kotlářská 2, 611 37 Brno
e-mail: russnak@mail.muni.cz

Abstrakt. Tato práce se zabývá využitím dat stavebního pasportu k 3D modelování budov na příkladu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně na Kotlářské ulici. V úvodu je nejprve charakterizován stavební pasport Masarykovy univerzity a popsána podkladová data použitá pro 3D model Přírodovědecké fakulty. Dále je detailně popsán průběh modelování jednotlivých pavilonů fakulty a sběr fotografií pro mapování textur. Jednotlivé budovy jsou pak umísťovány do detailního modelu terénu obklopujícího celý komplex. Pro jeho vyplnění jsou použity 3D bodové symboly z knihovny ArcScene, 3D Warehouse a zároveň je testována metody tvorby vlastních 3D symbolů. V závěru jsou diskutována možná využití modelu a jeho možnosti prezentace širšímu spektru uživatelů bez speciálních GIS.

Klíčová slova: stavební pasport, 3D modelování, 3D vizualizace, mapování textur, ArcScene, Přírodovědecká fakulta

Úvod

Oddělení pasportizace budov Ústavu výpočetní techniky Masarykovy univerzity (dále jen OPB ÚVT MU), spravuje digitální grafická prostorová data nemovitého majetku Masarykovy univerzity. Ve spolupráci OPB ÚVT MU a Geografického ústavu byla vypsána i diplomová práce na téma 3D model areálu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, pro jejíž potřeby OPB poskytlo i většinu podkladových dat a zároveň s ním byly také konzultovány požadavky na obsah, přesnost a formu výsledného modelu.

1 Stavební pasport

Stavební pasport budov a místností v majetku Masarykovy univerzity byl pořízen externí firmou v roce 2004. K základním požadavkům pro pořízení Stavebního pasportu budov a místností MU patřily zejména existence aktuální stavební dokumentace, poskytování aktuální dokumentace na požádání a optimalizace využití budov a místností za účelem snížení nákladů na provoz. Výsledkem pak byly popisná (atributová) a grafická část pasportu. Grafická část obsahuje DWG výkresy jednotlivých podlaží budov zahrnující půdorysy místností, stavební konstrukce (nosné stěny, schodiště), okna, dveře i zařízení budov. Dále obsahuje boční pohledy a řezy budovami. Jelikož data ve formátu DWG nejsou vhodná např. pro prezentaci na webu, byla data přetransformována do formátu vhodného pro GIS. Popisná část pak obsahuje textové údaje o jednotlivých budovách a dále informace o místnostech a budovách uložené v XLS souborech. Jsou jimi adresa, počet podlaží, údaje o konstrukci, technologické informace o vytápění a klimatizaci, plocha, výška, plocha krytiny apod. V dnešní době Masarykova univerzita eviduje majetek ve více než 250 budovách s více než 20 000 místnostmi, přičemž k přibližně 130 budovám eviduje vlastnické právo. Ačkoliv stavební pasport slouží jako plán budov a místností, podle Kroutil (2009) nachází hlavní využití v oblastech, kde pomáhá zařadit informace s prostorovou složkou do kontextu, jako je tomu například v těchto oblastech: IS BAPS (Informační systém Brněnské akademické počítačové sítě) - umístění zařízení Brněnské akademické počítačové sítě; správa studoven MU - informace o zónách zastřežení; technologický pasport MU - skutečná poloha zařízení technologií v budovách MU; správa klíčů - zobrazení návazností klíčů a odemykaných dveří v plánu budovy; využití pro tvorbu evakuačních plánů a dokumentace zdolávání požáru; návrh dispozičního řešení interiérů budov. Tato data jsou tak dnes využívána jak jednotlivými fakultami, tak i celouniverzitními organizacemi. Jedním z uplatnění

i pro širší veřejnost mimo MU je pak mapový portál maps.muni.cz. Na podkladě dat stavebního pasportu již bylo vypracováno několik bakalářských či diplomových prací a to nejen na Geografickém ústavu PřF. Ačkoliv se stavební pasport MU nepožíval s myšlenkou využití ve 3D modelování, je to jedna z dalších možností jeho využití. (GLOS, P. 2005; KROUTIL, P. 2009; KROUTIL, P., VYTRHLÍK, M. 2010).

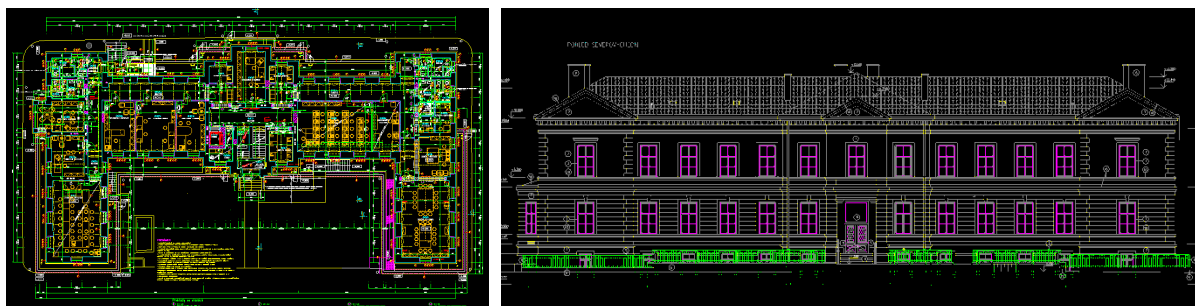
2 Podkladová data

Ústav výpočetní techniky poskytl data stavebního pasportu ve formě geodatabáze ve formátu MDB, technické stavební výkresy jednotlivých budov ve formátu DWG a rovněž v DWG plán celého areálu Přírodovědecké fakulty včetně přilehlé botanické zahrady z doby před rekonstrukcí z let 2004 až 2008. Právě v důsledku rozsáhlé renovace všech budov i vnějších prostor celého areálu nebyla tato data použitelná pro celé modelované území. Část vnějších prostor především kvůli výškové informaci pro tvorbu podkladového modelu terénu musela být nově změřena totální stanicí.

1.1 Stavební výkresy a geodatabáze stavebního pasportu

Stavební výkresy skutečného provedení budov obsahovaly pro každou hladinu (patro příp. i mezipatro) půdorysný plán se stavebními prvky, bočními pohledy a řezy budovami. Z velmi obsáhlých výkresů zahrnujících i interiér a zařízení místností však byla pro práci podstatná jen menší část obsahu. Jelikož byly budovy modelovány pouze z vnějšku, byly stěžejními plány 1.PP (podzemní podlaží) a 1.NP (nadzemní podlaží) pro tvorbu přilehlých vnějších prostor, jako jsou anglické dvorky, zídky okolo nich, venkovní schodiště či zábradlí. Plány podkroví pak byly použity pro vytvoření vrstev komínů a rovněž poskytl informace pro modelaci střech. Boční pohledy skutečného provedení poskytl informaci o výšce budov, komínů, hloubce anglických dvorků či velikosti oken a vstupních dveří. Jedinými budovami, jejichž výška musela být změřena, jsou skleníky v botanické zahradě a přízemní trafostanice s objektem údržbářské dílny.

Z technického výkresu celého areálu byly převzaty především výšky a topologické informace o poloze vnějších prostor jako hranic mezi chodníkem a vozovkou, vymezení zatravněných ploch, zídky, schody a další stavební prvky. Tento výkres celého areálu z roku 2006 zachycuje situaci z období před rekonstrukcí areálu fakulty nebo z jejího průběhu. Proto bylo potřeba některé části nově doměřit. To se týkalo především okolí budov 12 a 4, v nichž sídlí knihovna s aulou, resp. knihkupectví a bufet, které doznaly při renovaci největších změn. Jelikož během úpravy areálu došlo i k vybudování nového venkovního osvětlení nebo vysazení nové zeleně, bylo potřeba změřit i tyto objekty.



Obr. 1: Ukázka podkladových dat - stavební technický výkres skutečného provedení a boční pohled

Poskytnuté geodatabáze ve formátu MDB obsahovaly pro každé patro všech budov sadu vrstev ve formátu SHP. Byly jimi vnější obvodové i vnitřní nosné stěny, venkovní i vnitřní schodiště, okna, dveře a prostory pro otevírání dveří.

1.2 Měření totální stanicí

V důsledku nedostatečného rozsahu a aktuálnosti vstupních dat musely být objekty vybraných částí areálu doměřeny. Jednalo se především o terén, resp. místa jeho výrazné změny, venkovní mobiliář (lavičky, lampy apod.) a zeleň. Tyto bodové objekty byly zaměřeny pomocí totální stanice a

odrazného hranolu. V případě hustého porostu, který znemožňuje průchod světelného paprsku totální stanice k hranolu a zpět, bylo použito měření pásmem a zákresu do polního náčrtu.

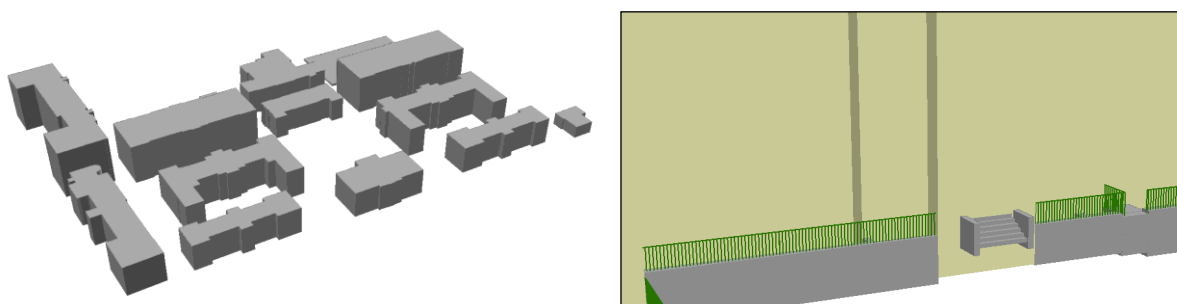
Jelikož všechna poskytnutá podkladová data byla v souřadnicovém systému S-JTSK, bylo snahou neměřit v místním souřadnicovém a výškovém systému, nýbrž „napojit“ měřené body na polohové bodové pole a výškové bodové pole, jež tvoří geodetické základy na území České republiky v souřadném systému S-JTSK. Polygonový pořad byl tedy veden od bodů podrobného polohového bodového pole a základního výškového bodového pole z Konečného náměstí do areálu Přírodovědecké fakulty. Na jejím území pak vznikl uzavřený polygonový pořad stanovisek, z nichž byly zaměřovány jednotlivé objekty v areálu.



Obr. 2: Měřický náčrt stanovisek a použitá totální stanice před budovou Geografického ústavu

2 Modelování budov

Primárním modelovacím nástrojem byla vizualizační aplikace ArcScene platformy ArcGIS. Ta pro modelování budov nabízí funkci Extrusion, která půdorys „vytáhne“ do požadované výšky. Tyto informace byly získány z bočních pohledových výkresů. Z podkladů byly zároveň čerpány informace o přilehlých objektech budov, jako jsou schodiště nebo anglické dvorky. Pro podrobnější tvarování budov však bylo potřeba využít další nástroj, který bude umožňovat spolupráci s ArcScene.



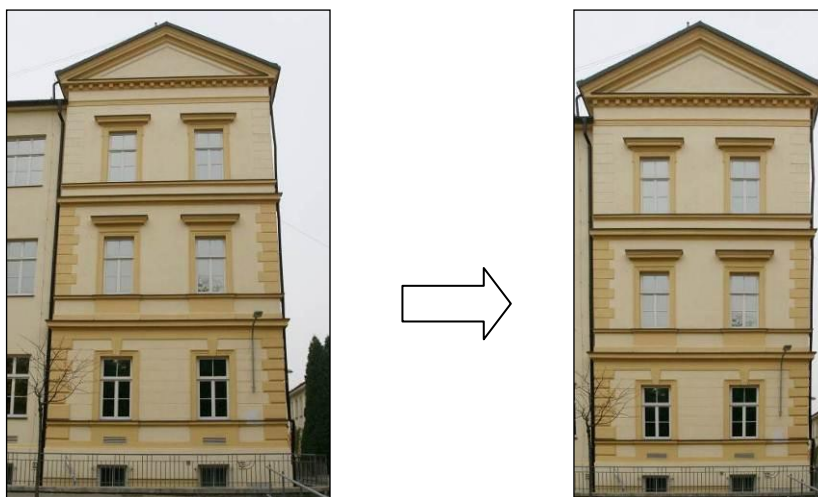
Obr. 3: Vyextrudované půdorysy budov do požadované výšky a vizualizace přilehlých vnějších prostor (zidky, schody, zábradlí) budovy z podkladových dat

Takovým nástrojem se ukázal být SketchUp, jehož verze 8 poměrně dobře spolupracuje s verzí ArcGIS 10. Spolupráce funguje s využitím formátů Multipatch a COLLADA. V prostředí ArcScene je polygon půdorysu extrudován do požadované výšky a následně pomocí extenze 3D Analyst exportován do formátu Multipatch. V tomto formátu se nejedná o „vytažený“ 2D polygon, nýbrž o reálné těleso se souřadnicemi všech vrcholů. Tento formát je pak konvertován do formátu COLLADA, který je naimportován do volně dostupné verze SketchUp 8. Zde pak lze model jakkoliv upravovat a

vylepšovat. V případě budov v areálu fakulty se jednalo především o domodelování sedlových střech, vikýřů a kulaté střechy skleníků v botanické zahradě. Po všech úpravách je model opět exportován do formátu COLLADA (*.dae). V prostředí ArcScene je pak při zapnuté editaci původní Multipatch nahrazen vylepšeným modelem COLLADA. (ESRI, 2011).

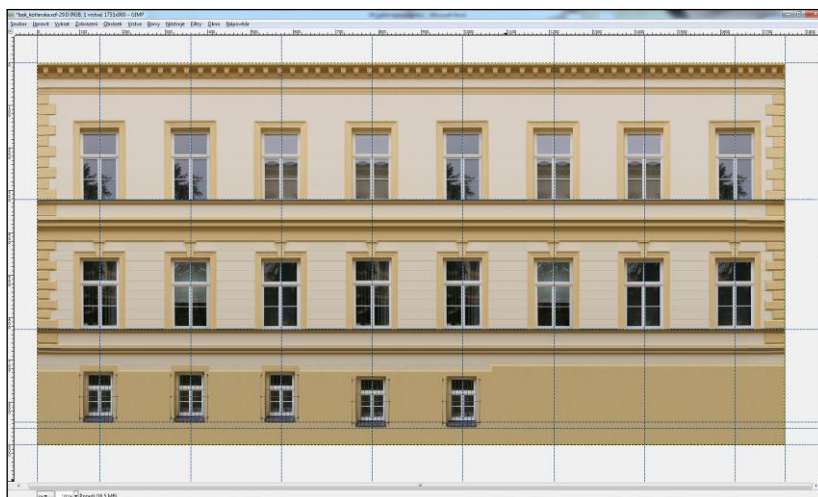
2.1 Tvorba fotorealistických textur

Jedním z požadavků na modelované budovy bylo zároveň potažení jejich stěn vlastními fotorealistickými texturami. Tato funkce je rovněž velice dobře podporovaná nástrojem SketchUp. Vyfotografovat stěnu domu tak, aby byla přímo použitelná jako její textura, je však takřka nemožné. A to především díky zkreslené perspektivě a nedostatku prostoru. Perspektivní zkreslení vzniká v případě, že rovina snímáče digitálního fotoaparátu nebo kinofilmové okénko nejsou rovnoběžné s rovinou fotografovaného prostoru. To je nejvýraznější především u snímků architektury. Nejedná se však o zkreslený snímek, nýbrž o obraz reality. I při pohledu v reálu je dům nahoře užší, okna menší, pravé úhly zkosené, vertikály nejsou vertikální ale sbíhavé. Nicméně na fotografii je tento efekt výraznější. Tento efekt lze do jisté míry eliminovat odstoupením od fotografovaného objektu, což však není většinou v důsledku nedostatečného prostoru možné. Úzké uličky, relativně vysoké budovy zakryté navíc často zelení a rovněž hluboké anglické dvorky tak neumožnily vyfotografovat jednotlivé stěny budov tak, aby byly přímo použitelné jako textury stěn. (KYLAR, M. 2004).



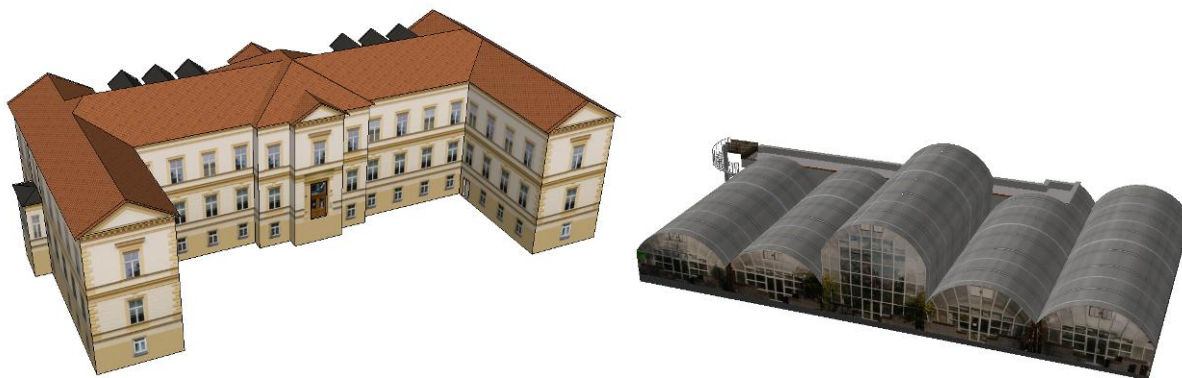
Obr. 4: Oprava zkreslené perspektivy

Každá větší i menší stěna všech budov tak musela být vytvořena samostatně jako mozaika podkladové barvy, konkrétních oken a dveří, říms, příslušných cedulí a jiných prvků na stěnách budov. Speciální pečlivý přístup pak vyžadovala ozdobná štuková omítka historických staveb, aby byla zajištěna návaznost mezi stěnami na rozích budov. Pro každou ze staveb tak vznikl obrazový materiál všech typů oken, dveří a dalších prvků typických pro danou budovu.



Obr. 5: Ukázka z tvorby fotorealistické textury

Jak již bylo uvedeno, možnost editovat původní model z ArcScene v prostředí SketchUp nabízí tvorbu velmi komplexních objektů. Jednak usnadnil tvorbu sedlových střech, umožnil potažení stěn vlastními texturami, ale také nabídl funkce pro vymodelování skleníku botanické zahrady, jehož tvaru by nebylo v ArcScene možno dosáhnout. Na základě podkladových dat tak bylo vymodelováno všech patnáct budov v areálu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity včetně jim přilehlých objektů, jako jsou anglické dvorky nebo schodiště. Všechny tyto objekty však bylo potřeba umístit do kontextu celého areálu, a tak musel být vymodelován ještě okolní terén.

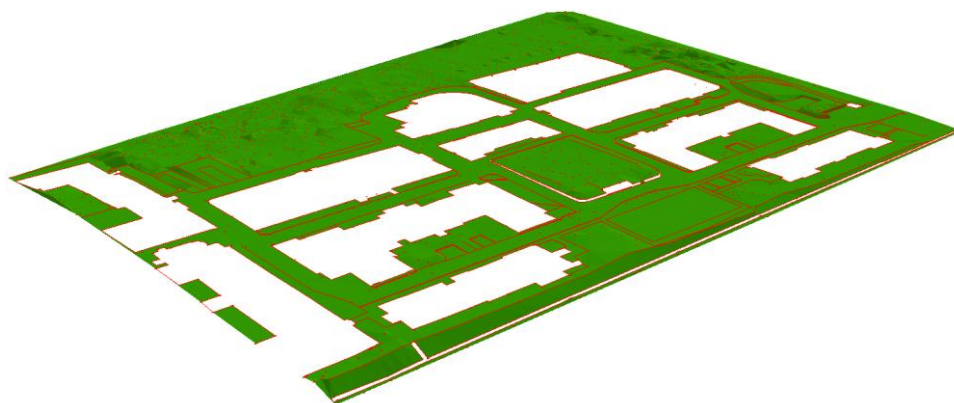


Obr. 6: Hotový otexturovaný model jednoho z pavilonů fakulty a model skleníku botanické zahrady

3 Digitální model terénu

Výškové informace použitelné pro tvorbu digitálního modelu byly čerpány částečně z podkladových dat a částečně byly zjištěny měřením totální stanicí. Máme-li k dispozici bodové pole s naměřenými nebo získanými výškovými hodnotami, je cílem vytvořit takový model terénu, který bude těmito body procházet. Jedná se tedy o metodu exaktní interpolace, která ve výsledném povrchu zachová hodnoty v bodech měření. Pro tvorbu modelu terénu bylo využito metody konstrukce sítě nepravidelných trojúhelníků TIN, v níž jsou body měření spojeny liniemi a vzniká tak síť nepravidelných trojúhelníků. Princip tvorby TINu spočívá v propojení známých bodů na počátku a konci linie a k interpolaci bodů mezi nimi je tak použito jednoduché lineární závislosti. To v praxi znamená, že máme-li např. terén rozdělený svislou zídou a interpolujeme z bodů nad a pod ní, spojením těchto bodů dojde k vytvoření svahu, který v reálu neexistuje a je právě nahrazen zídou. Proto, chceme-li ve výsledném modelu dosáhnout např. rovné vozovky nebo chodníku, je třeba vstupní bodové pole doplnit terénními hranami, které mají být zachovány. Tyto hrany jsou podle Emgård, L., Zlatanova, S. (2008)

označovány jako *Terrain Intersection Curve* (TIC). Jedná se o křivky na povrchu modelu vzniklé průnikem vertikálních rovin s povrchem nebo jsou představovány objekty na povrchu umístěnými.. Výsledný model terénu tak vznikl z bodového pole výšek doplněného výškovými liniemi TIC. (DOBROVOLNÝ, P. 2010).



Obr. 7: Digitální model terénu TIN se znázorněnými vstupními body a liniemi

3.1 Tvorba bezešvých textur a texturování TINu

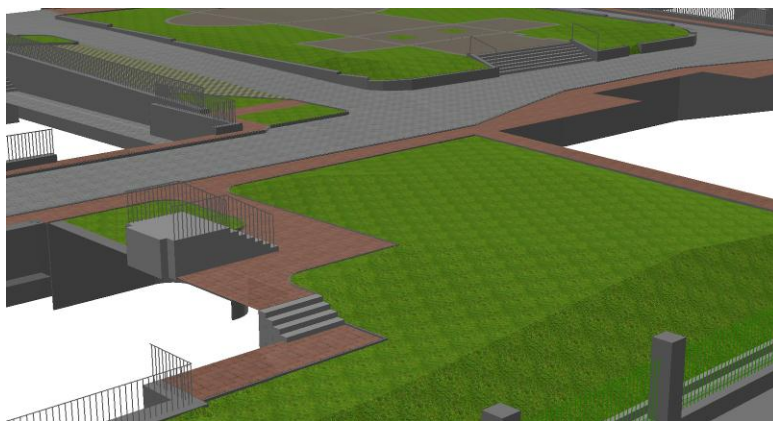
Vytvořený TIN je pro reálný vzhled potřeba pomocí polygonů jednotlivých povrchů (různé druhy dlažeb, zatravněné plochy) obarvit do skutečné podoby. Jednoduché obarvení je přitom pro vyšší stupeň detailu vhodné nahradit realistickou texturou. Ty se používají buď na pokrytí celé plochy jedním obrazem, nebo se skládají po jednotlivých dlaždicích. Pro texturování jednotlivých typů dlažeb nebo i travních ploch je vhodnější využít dlaždic, které na sebe bezešvě navazují, tzn., že mezi nimi není patrná hranice.

Dlaždice textur mohou být obdélníkové nebo čtvercové. Ná vaznost jednotlivých dlaždic se vytváří tak, že vstupní dlaždice se rozdělí do čtyř kvadrantů a ty se přeskupí tak, jakoby vedle sebe ležely čtyři vstupní dlaždice. Křížný středový spoj je poté grafickými úpravami retušován tak, aby prakticky zcela zmizel a nebyl ve výsledném obraze rozeznatelný. Tento postup od vstupní fotografie přes přeskupení po aplikaci několika dlaždic do mozaiky nastiňuje obrázek 8. Z fotografií jednotlivých typů dlažeb tak vznikly na sebe navazující díly všech povrchů v areálu. Byly vytvořeny tři typy zámkové dlažby, mozaika žulových kostek, kamenná dlažba a zatravnovací dlaždice parkovacích míst.



Obr. 8: Postup tvorby bezešvých textur

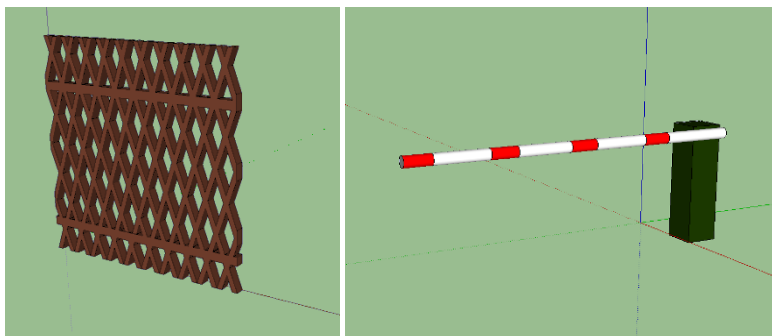
Původním záměrem jak barevně vizualizovat vytvořený TIN bylo potáhnout jej jednotlivými dílčími plochami a těm pak přidělit příslušnou texturu. Vhodnějším způsobem se však ukázalo vytvořený TIN rozřezat podle polygonů jednotlivých povrchů a těm vždy přidělit vzhled podle daného povrchu. Kompletní model terénu areálu je tak tvořen dohromady patnácti dílčími terény. Vizualizované TINy pak byly doplněny schody a zídkami v areálu, které byly modelovány na základě podkladových a naměřených dat.



Obr. 9: Obarvený model terénu doplněný o zídky, schody a ploty

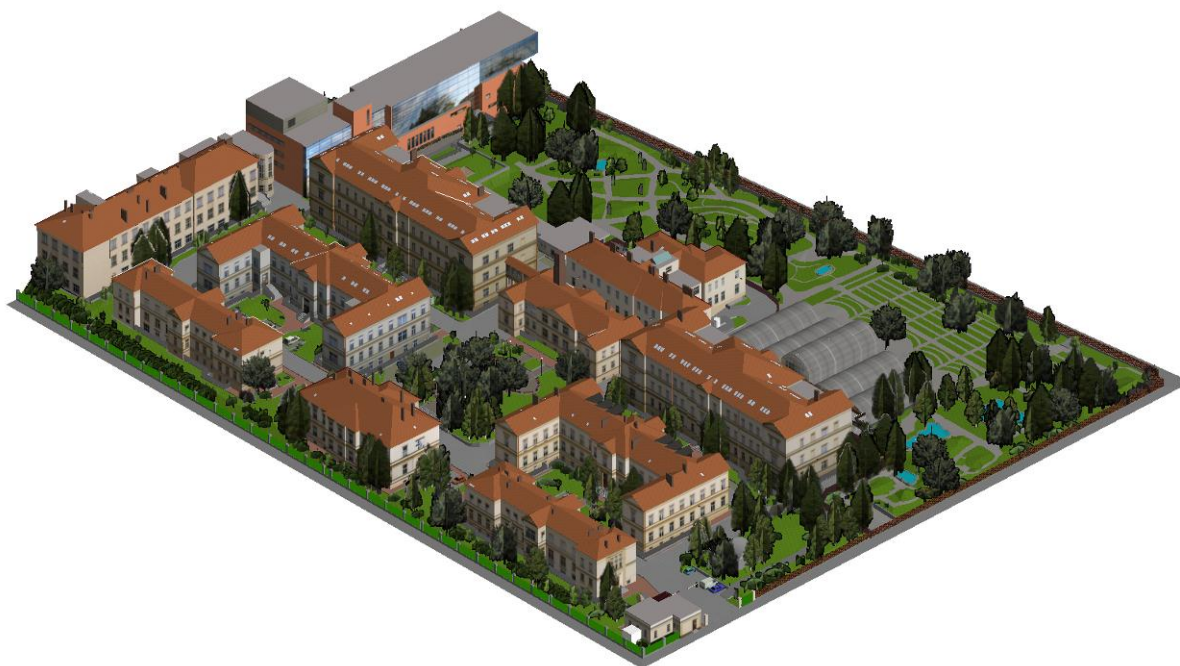
3.3 3D bodové symboly

Digitální model terénu představující prostor mezi jednotlivými budovami je žádoucí vyplnit objekty, které se zde nachází, jako jsou zeleň, venkovní mobiliář nebo automobily. Většina modelovacích prostředí disponuje knihovnou bodových 3D symbolů. Jinak tomu není ani v případě použitého nástroje ArcScene. Tato knihovna však nemůže nabízet takové symboly, které by zcela odpovídaly reálným objektům v terénu. Je tak třeba využít nejpodobnější objekt, nebo si vytvořit vlastní 3D symbol. V rámci této práce byly využity 3D symboly z knihovny ArcScene, z veřejně dostupné databáze 3D modelů 3D Warehouse a nebo byly vytvořeny v prostředí SketchUp a pomocí formátu COLLADA poté použity jako bodové prostorové znaky v ArcScene. Bodové symboly byly prostorově lokalizovány s využitím výšek podkladového TINu. U osově nesouměrných objektů je pak ještě důležité správné nastavení orientace. To se týkalo např. laviček rozmístěných do kruhu nebo lamp pouličního osvětlení. K tomuto bývá zpravidla v atributové tabulce sloupec s azimutem, pomocí něhož se objekty správně orientují.



Obr. 10: Ukázky vlastních 3D bodových symbolů vytvářených v prostředí SketchUp

Kombinací 3D modelů jednotlivých budov s přilehlými stavebními prvky a digitálního modelu terénu doplněného o všechny bodové symboly a rovněž stavební tak vznikl výsledný 3D model areálu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, jež byl vytvořen na podkladě dat stavebního pasportu doplněného o vlastní měření.

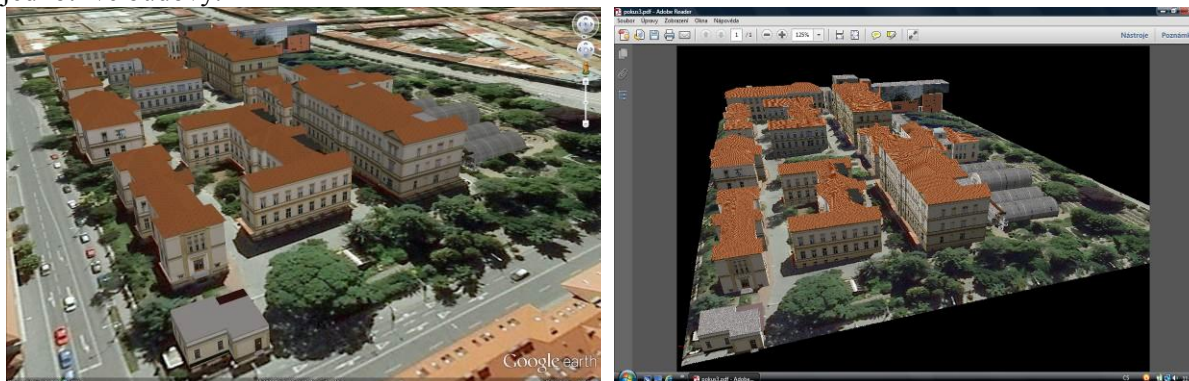


Obr. 11: 3D model areálu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity

4 Výsledky

3D model vytvářený v ArcScene je primárně uložen v nativním souboru ESRI ArcScene Document (*.sxd) a je tedy otevíratelným a editovatelným pouze tímto nástrojem. Jediným možným formátem, do něhož lze 3D scénu v prostředí ArcScene exportovat je formát VRML. Tento formát umožňuje prezentaci 3D modelu na webu pomocí zásuvných modulů do internetových prohlížečů, jako jsou *Cortona3D Viewer* nebo *Cosmo Player*, nicméně export texturovaných povrchů a budov neprobíhá korektně. V důsledku dostupnosti ArcScene a tudíž i možnosti prohlížení modelu v nativním souboru běžným uživatelem je poměrně komplikované. Bylo tedy snahou uložit vytvořený model byť ve zjednodušené podobě v některém dostupnějším formátu. Jako hlavní technologie, jak prezentovat vytvořený model širšímu spektru uživatelů, tak byly zvoleny formát 3D PDF a transformace modelu do prostředí Google Earth.

Výsledkem tak je soubor ve formátu KMZ obsahující všechny modely budov ve formátu COLLADA včetně jejich lokalizace v prostředí Google Earth. Model ve formátu 3D PDF vznikl pomocí nástroje FME. Nejprve byl vytvořen na základě bodové a liniové vrstvy model terénu ve formátu TIN. Ten byl následně texturován ortofotosnímkiem areálu fakulty. Do tohoto prostředí byly pak postupně umístěny jednotlivé budovy.



Obr. 12: Zjednodušený výsledný 3D model Google Earth a formátu 3D PDF

Závěr

Na výsledky této práce lze nahlížet dvěma způsoby. Svůj význam mají 2D data jednotlivých ploch a objektů, která musela být před prostorovou vizualizací připravena, a rovněž má své možné využití a uplatnění i samotný 3D model.

Podkladová data v kombinaci s vytvořenými vrstvami vnějších prostor celého areálu včetně botanické zahrady již posloužila pro vytvoření plánu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, který je využit na webových stránkách fakulty a rovněž se využívá k propagačním účelům. Vzniklá 2D data byla poskytnuta dalším studentům Geografického ústavu k vytvoření jejich závěrečných prací (PETERA, L. 2012, SENDLEROVÁ, I. 2012). Mapované vnější prostory areálu fakulty byly rovněž dodány jako podklad pro portál ArcGIS Online, kde v rámci podkladové mapy České republiky mohou přispívat i organizace disponující vlastními prostorovými daty. Vrstvy jednotlivých vnějších ploch mohou sloužit pro jejich evidenci jako podklad pro údržbu a správu v letním i zimním období. V rámci bodových vrstev venkovního mobiliáře (lavičky, odpadkové koše, pouliční osvětlení) lze dobře evidovat majetek fakulty v areálu. Podobně lze pro evidenci, správu a údržbu využít i vrstvu zeleně. Především pro cizokrajné rostliny a dřeviny botanické zahrady si lze nad bodovou vrstvou představit i nějakou interaktivní aplikaci s českými a latinskými názvy, oblastí výskytu doplněnou např. i fotografií. Všechny tyto polygonové i bodové vrstvy lze pak snadno editovat a upravit při plánování nebo návrzích úprav a změn v rámci exteriéru areálu.

3D model libovolné budovy či celého komplexu lze snadno využít pro jejich propagaci. Buď ve formě jednoduchých 2D náhledů nebo zjednodušených variant celého 3D modelu např. ve formátu KMZ pro zobrazení v prostředí Google Earth. Modelu lze využít i pro virtuální prohlídky areálem nebo pro navigaci po jeho území. Jelikož lze pro modelování budov poměrně snadno využít data stavebního pasportu, lze model areálu vytvořený s důrazem na vzhled jednotlivých staveb využít jako „obal“ pro komplexnější model obsahující i vnitřní prostory (podlaží, schodiště, místnosti). Na stavební pasport je velmi úzce navázán digitální technologický pasport sloužící k podpoře správy a údržby technologií budov. Jelikož jsou evidovány i relativní výšky, jsou vytvářeny 3D modely technologií v budovách. Atributová data pak popisují vlastnosti prvků technologií a vazby mezi nimi. Z vazeb se vizualizují teplovodní větve, elektronické kontroly vstupu (identifikační karty) nebo elektronické zabezpečovací systémy (čidla pohybu, detektory rozbití oken). Pro vizualizaci všech těchto technologií je potřeba disponovat nejprve modelem dané budovy. Pro Přírodovědeckou fakultu pak lze dobře použít vytvořený model.

V neposlední řadě lze práci využít jako návod pro 3D modelování budov v prostředí ArcGIS s cílem použití fotorealistických textur, neboť doposud žádná z verzí ArcGIS tuto funkcionalitu primárně nepodporuje. Je proto potřeba využít jiného nástroje. Dále je v práci popsán i postup tvorby bezešvých textur a vytvoření vlastního 3D symbolu, popř. využití veřejně dostupné knihovny modelovaných objektů.

Literatura

- [1] Dobrovolný, P.: *Geostatistika*, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, Brno, 2010.
- [2] Emgård, K. L., Zlatanova, S.: *Design of an integrated 3D information model* [on-line]. 2008. [cit. 5. prosince 2011]. Dostupný na WWW: <http://www.gdmc.nl/publications/2008/Design_integrated_3D_information_model.pdf>.
- [3] ESRI: *ArcGIS Resources Center* [on-line]. ESRI, 2011. [cit. 26. listopadu 2011]. Dostupný na WWW: <<http://resources.arcgis.com/>>.
- [4] Glos, P.: *Pasportizace budov a místností MU*. Zpravodaj ÚVT MU [on-line], 2005, roč. XV, č. 4, s. 9-11. [cit. 29. listopadu 2011]. Dostupný na WWW: <<http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/328.html>>. ISSN 1212-0901.

- [5] Kroutil, P.: *Stavební pasport MU v současnosti*. Zpravodaj ÚVT MU [on-line], 2009, roč. XIX, č. 5, s. 6-7. [cit. 29. listopadu 2011]. Dostupný na WWW:
< <http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/619.html>>. ISSN 1212-0901.
- [6] Kroutil, P., Vytrhlík, M.: *Stavební pasport MU, import a export grafických dat a automatické generování kót*. Zpravodaj ÚVT MU [on-line], 2010, roč. XXI, č. 2, s. 11-14. [cit. 29. listopadu 2011]. Dostupný na WWW:
< <http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/658.html>>. ISSN 1212-0901.
- [7] Kylar, M.: *Padají na vás na fotografiích domy? Srovnajte si perspektivu* [on-line]. MAFRA a.s. 2005 [cit. 10. prosince 2011]. Dostupný na WWW: <http://technet.idnes.cz/padaji-na-vas-na-fotografiich-domy-srovnajte-siperspektivu-pld-tec_foto.aspx?c=A050711_194909_digital_vse>.

Abstract. This thesis deals with using building passport data for 3D building modelling by an example of the Faculty of Science at the Masaryk University in Brno on Kotlářská Street. In the introduction, there is at first characterized the building passport of the Masaryk university and description of the supporting data used for the 3D model of the Faculty of Science. After that is in detail described the course of all buildings modelling and taking pictures for texture mapping. Separate buildings are then placed into the detailed terrain model of surrounding complex, which is refilled with 3D point symbols from the ArcScene and 3D Warehouse library and simultaneously is tested the method of the own 3D symbols creation. At the end, there are discussed possible applications of the model and the possibility of the model presentation to the wide range of users without special GIS.

Polohopisná přesnost map střední Evropy 1 : 750 000

Ivana Řezníková

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
e-mail: ivana.reznikova@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Cílem příspěvku je studie a hodnocení souboru map střední Evropy v měřítku 1:750 000, vzniklých při třetím vojenském mapování. Práce se zaměřuje na deset vybraných mapových listů, rozkládajících se zejména na území současné České Republiky, Německa, Polska, Slovenska, Maďarska, Slovinska a Chorvatska. Na zapůjčeném souboru historických map je hodnocena polohová přesnost identifikovaných sídel a soutoků, dále je zkoumána vzájemná návaznost jednotlivých mapových listů a samotný geometrický tvar listu.

Klíčová slova: III. vojenské mapování, Přehledná mapa střední Evropy, Helmertova transformace, Polohová přesnost, Klad mapových listů, SW MATKART

Úvod

Přehledné mapy střední Evropy vznikly v rámci III. vojenského mapování v letech 1870–1883. Toto mapování dalo za vznik topografickým mapám v dekadickém měřítku 1:25 000, z nichž pak byly odvozeny mapy měřítek menších. Mezi nimi také přehledná mapa střední Evropy 1 : 750 000. Cílem příspěvku je studie těchto historických map.

Pro každý, z deseti vybraných mapových listů, byla zkoumána polohová přesnost jednoznačně identifikovaných sídel a vodních soutoků. Dále byl mapový soubor studován z komplexního hlediska. Byla zjišťována návaznost jednotlivých mapových listů porovnáním souřadnic sousedících rohů v jednotném souřadnicovém systému a byl zkoumán také geometrický tvar mapového listu.

Z digitalizovaných podkladů byly pomocí programu Kokeš odečítány souřadnice jednotlivých prvků mapy v místním souřadnicovém systému, z kterého byly následně převáděny do systému S-JTSK a to pomocí software MATKART, autorů Veverka-Čechurová [4] Pro převody byla použita Helmertova transformace. Pro porovnání byly souřadnice odečítány z webového portálu mapy.cz.

1 Mapy III. vojenského mapování

Po válečných zkušenostech z prusko-rakouské války roku 1866 a se stále se zdokonalující vojenskou technikou, tedy především dělostřeleckou, začaly narůstat nároky na přesnost map. Armáda začala požadovat jistou technickou spolehlivost a již se nechtěla spokojit s pouhým informativním účelem dosavadních map. Zároveň se začaly zvyšovat nároky také v civilní oblasti s rychle rostoucí industrializací a zejména pak při budování komunikací.

Mapování proběhlo v letech 1870–1883 pod správou Vojenského zeměpisného úřadu ve Vídni. Bylo zvoleno měřítko v dekadické soustavě 1:25 000. Byl použit Besselův elipsoid. Číselným popisným základem byly trigonometrické body, v Čechách v soustavě gusterbergské, na Moravě a ve Slezsku v soustavě svatoštěpánské. Výškový systém byl použit jadranský.

Třetím vojenským mapováním měla být vyhotovena především topografická mapa velkého měřítka a poté několik map odvozených v menších měřítkách

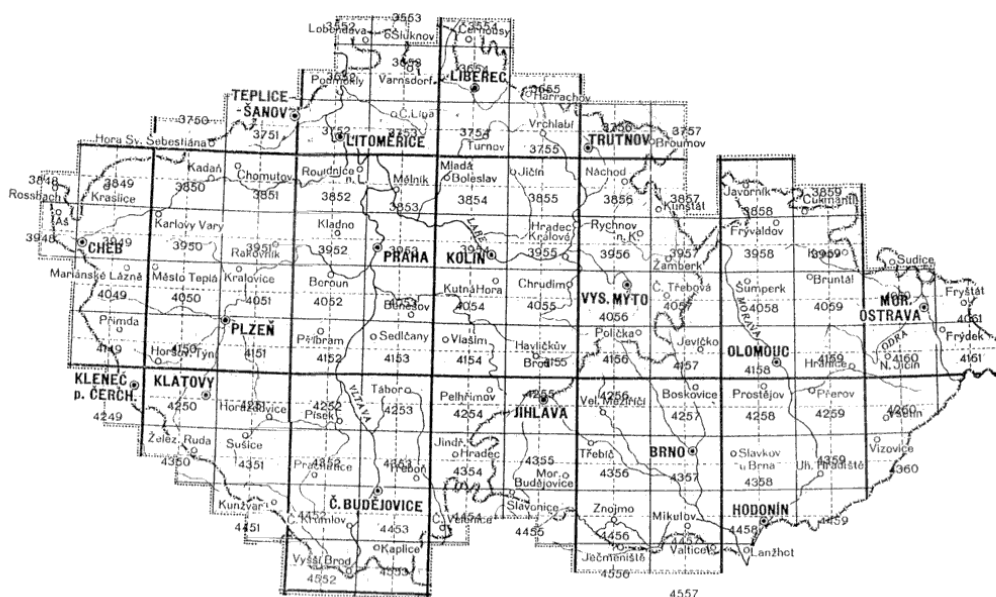
1.1 Mapová díla III. vojenského mapování:

Topografická mapa 1:25 000

Speciální mapa 1:75 000

Generální mapa 1:200 000

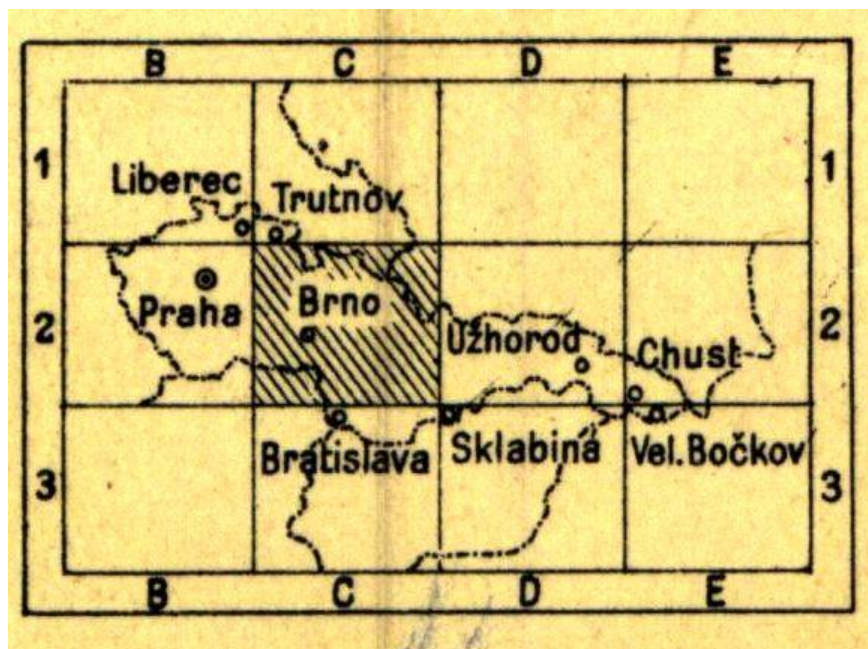
Přehledná mapa střední Evropy 1:750 000



Obr. 1: Přehled listů map 1:200 000, 1:75 000, 1:25 000

1.1.1 Přehledná mapa střední Evropy 1:750 000

V roce 1887 ministerstvo války pověřilo Vojenský zeměpisný ústav vyhotovením zkušebních listů nové přehledné mapy v měřítkách 1 : 750 000 a 1 : 1 000 000. Originální kresby byly skončeny v r. 1878 a byly provedeny na čtyřech kartografických originálech. Originál písma a komunikací – černý tisk, originál vodstva s popisem – modrý tisk, originál šrafovaného terénu – hnědý tisk a originál pro barevný tisk vrstev od 0 – 150 m, pak do 500, 1000, 2000 a 2500 m.



Obr. 2: Klad ML přehledné mapy střední Evropy 1:750 000, výřez mapového listu C 2

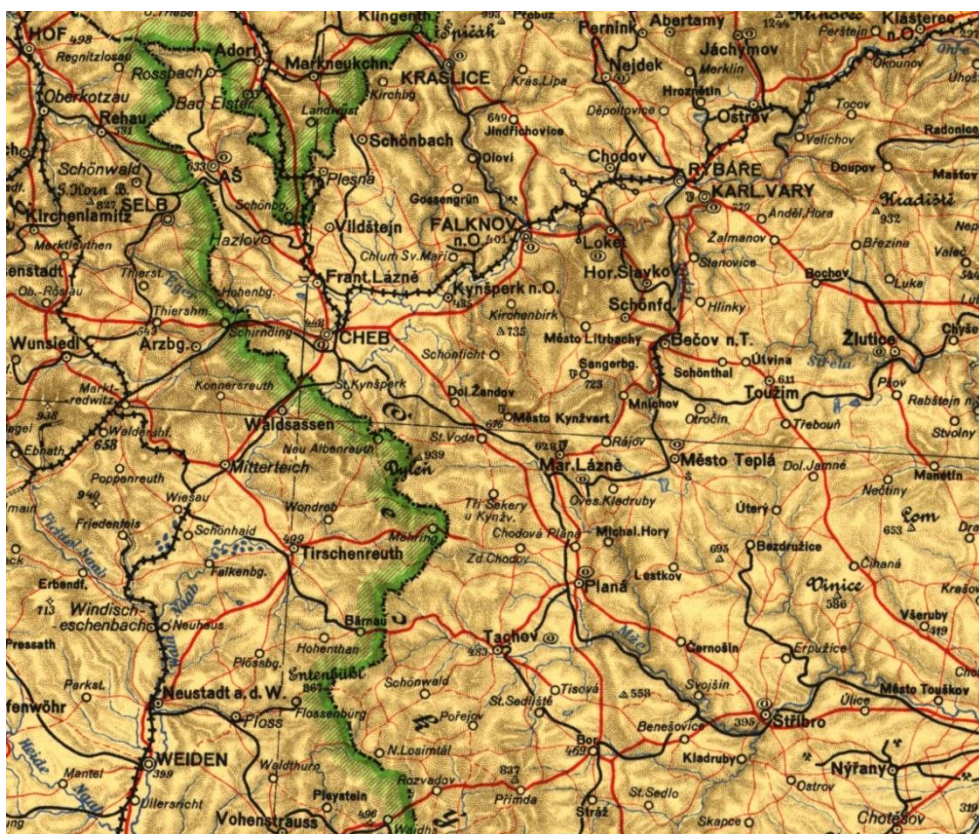
Na podkladě poznatků ze zkušebních listů bylo poté nařízeno vypracování dalších zkoušek jen v trojbarevném provedení, s vynecháním originálu pro barevný tisk. Po konečném zhodnocení nových ukázek byly stanoveny výsledné zásady pro vyhotovení přehledné mapy.

Zásady vypadaly následovně:

Mapa bude vytvořena ve stejnoplochem nepravém kuželovém Bonneově zobrazení, v měřítku 1 : 750 000. Rozměry mapových listů budou činit 39 x 33 cm a budou dělené v souřadnicové síti Bonneova zobrazení s počátkem v průsečíku 35° zeměpisné délky východně od Ferra a 48° severní šířky. Klad listů bude vypadat následovně – sloupce budou označeny velkými písmeny a vrstvy arabskými čísly, jednotlivé listy jsou tedy určeny dvěma značkami. Mapa bude vyhotovena heliografickou cestou a litografií v pětibarevném provedení:

- Písmo, železnice, vyznačené spojovací cesty – černě
- Silnice – červeně
- Vodstvo – modře
- Lemovka podél státních hranic – zeleným rastrem
- Šrafovaný terén - hnědě

Podle těchto zásad byla v roce 1881 zahájena práce na přehledné mapě střední Evropy v měřítku 1 : 750 000. Čechy jsou znázorněny na listech B 1, B 2, C 1, C 2, Morava a Slezsko na listě C 2. Mapový rám byl rozdělen po pěti minutách zeměpisné délky a šířky. V listech jsou zakresleny poledníky a rovnoběžky celých stupňů.



Obr. 3: Ukázka zákresu objektů na přehledné mapě střední Evropy, výřez mapového listu B 2



Obr. 4: Ukázka zákresu objektů na přehledné mapě střední Evropy, včetně mapového rámu, výřez mapového listu B 1

3 Zpracování, měření, výpočty

3.1 Polohová přesnost podrobných bodů

V programu Kokeš byly odečteny souřadnice v místním souřadnicovém systému a to pro deset nalezených sídel a pět soutoků, pro každý mapový list. Celkem tak bylo odečteno sto měst a padesát soutoků. Z místního systému byly souřadnice převedeny do S-JTSK pomocí Helmertovy transformace. Jako transformační klíč byly použity průsečíky zobrazené geografické sítě. Po odečtení z mapy byly tyto průsečíky převedeny do S-JTSK pomocí software MATKART -program VB070[4], jejich hodnoty byly odečteny také v místním systému programu Kokeš. Na základě získaných hodnot transformačního klíče, v S-JTSK i místním systému, byla provedena Helmertova transformace. Software MATKART - program VB034 [4] dále vypočetl souřadnicové odchylky, hodnoty transformačního klíče a transformované souřadnice podrobných bodů.

Pro porovnání byly souřadnice vybraných měst a soutoků odečteny také na webovém portálu www.mapy.cz v systému WGS84 a pomocí softwaru MATKART - program VB105 [4] byly převedeny do S-JTSK.

HELMERTOVA TRANSFORMACE [Xin,Yin] -> [Xout,Yout]

Bohuslav Veverka - Monika Čechurová
MATKART program VB034 (verze 2011-03)
HELMERTOVA TRANSFORMACE [Xin,Yin] -> [Xout,Yout]

Body klíče - vložit název souboru s body transformačního klíče, první dva řádky souboru tvoří libovolnou hlavičku, pro každý bod klíče se uvádí číslo bodu a souřadnice Xin,Yin,Xout,Yout, závěrem se uvede řádek -1 0 0 0 0

Podrobné body - vložit název souboru s body pro transformaci, první dva řádky souboru tvoří hlavičku, každý jednotlivý bod je zadán svým číselným kódem, dvojití souřadnic Xin,Yin a popisnou textovou informací

Výstup - vložit název souboru kam se запиše vypočtený klíč, parametry přesnosti výpočtu a jednotlivé transformované body. Přípona ".txt" se neuvádí. Tlačítko STOP uzavře všechny soubory a ukončí činnost programu.

KLÍČ název souboru **liberecklic** **START KLÍČ**

B 1 Liberec

klíč - soubor liberecklic.txt

klíč vypočten ze 8 bodu **odchytky** **Mx** 150,52 **My** 155,72 **M** 216,58

Transformační koeficienty **A** 46,314654597465 **B** -4,57737116992444 **Cx** 825105,375 **Cy** 867178,875 **X0** 5362,875 **Y0** 3494,625

PODROBNÉ BODY ZE SOUBORU vyplň název souboru (přípona ".txt" se neuvádí) a stiskni **START SOUBOR**

název souboru **liberecdata** **START SOUBOR**

Města

mapa - B 1 Liberec, podrobné body: liberecdata.txt, transformacni kluc: liberecklic.txt

RUČNĚ pro každý bod vyplň číslo bodu, Xin, Yin, popis bodu a stiskni **START RUČNĚ**, výsledky se zapisují do souboru **VÝSTUP**

číslo bodu **Xin** **Yin** **popis bodu** **START RUČNĚ**

Xout **Yout**

VÝSTUP **název souboru** **Tisk** **Guma** **STOP**

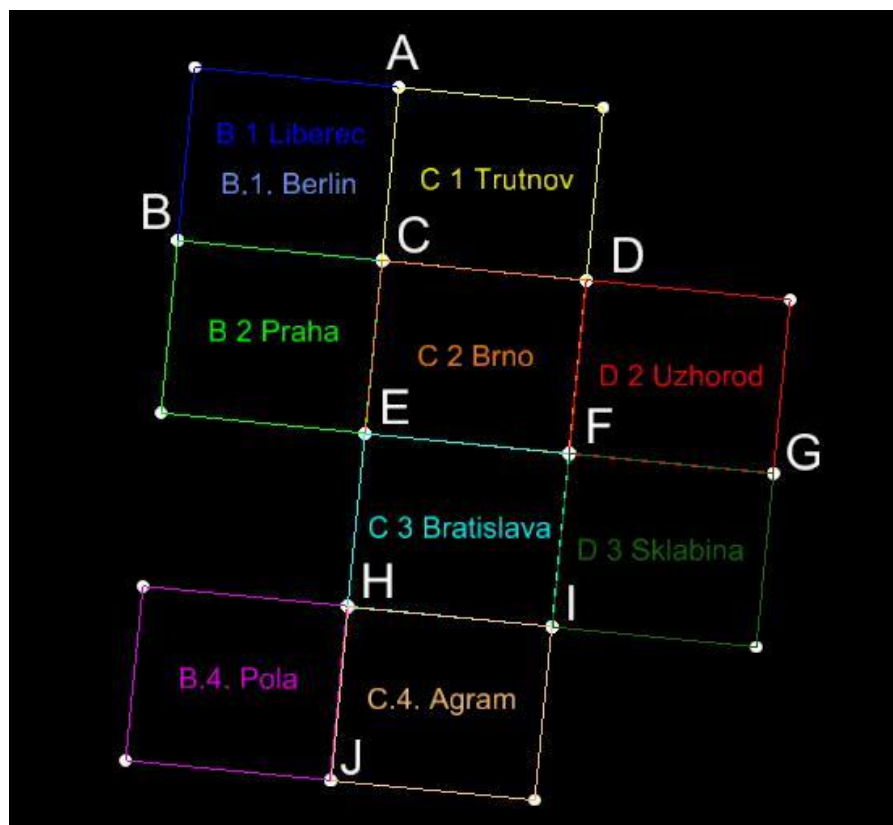
Obr. 5: Uživatelské rozhraní programu MATKART, Helmertova transformace

3.2 Návaznost mapových listů

Při studii návaznosti jednotlivých mapových listů, byly odečítány souřadnice rohů mapového rámu. To probíhalo po jednotlivých listech opět v programu Kokeš, kde bylo odečítáno v místním souřadnicovém systému. Stejně jako u podrobných bodů pak byly tyto souřadnice přepočteny do S-JTSK Helmertovou transformací v programu MATKART, stejným způsobem (byl použit stejný transformační klíč). Tím byly získány souřadnice každého rohu tolikrát, kolik se přímo v tomto bodě stýká mapových listů. Tyto hodnoty pak byly mezi sebou porovnávány.

3.3 Tvar mapových listů

Nakonec byl zkoumán geometrický tvar jednotlivých listů. Byly tedy zjišťovány délky jednotlivých stran listu a jejich jižníky a to opět softwarem MATKART - program VB032, délka a jižník strany v S-JTSK [4]. Jako vstupní hodnoty zde byly zadávány souřadnice jednotlivých rohů mapového listu v S-JTSK a byly počítány hodnoty stran jak ve směru svislém, tak podélném.



Obr. 6: Přehled vybraných mapových listů a jednotlivých porovnávaných bodů styku

Závěr

Při průzkumu polohové přesnosti sídel a soutoků došlo k porovnávání souřadnic odečtených z rastu mapy se souřadnicemi odečtenými z portálu mapy.cz. V obou případech byly souřadnice převedeny výše uvedenými metodami do systému S-JTSK a mohly tak být porovnány. Pro jednotlivá města i soutoky byly z takto získaných souřadnic vypočteny souřadnicové rozdíly, pro obě osy.

Tyto souřadnicové rozdíly se pohybují u sídel v řádu stovek metrů, až do tří kilometrů. Největší souřadnicový rozdíl pro osu Y je u města Zara (B.4. Pola), kde činí 2288 m, což se v mapě projeví jako 3,1 mm. Pro osu X je pak největší hodnota rozdílu odečtených souřadnic u města Rudolswerth (B.4. Pola), kde nabývá velikosti 1353 m, což v mapě činí 1,8 mm. Celkový největší posun, tedy vypočtená vzdálenost ze souřadnicových rozdílů, se tak nachází opět u města Zara, kde je celková délka 2294 m, což se na mapovém listu B.4. Pola projeví jako 3,1 mm.

Souřadnicové rozdíly soutoků se také pohybují v řádu stovek metrů, až dvou kilometrů. Jediný rozdíl je u soutoku řek Kupa a Odra v Chorvatsku, na mapovém listu C.4. Agram. Zde hodnota rozdílu souřadnic v ose Y dosahuje 2530 m, což by se projevilo v mapě jako 3,4 mm. Rozdílem v ose X je pak 2836 m, tedy 3,8 mm v mapě. Celkový posun tohoto soutoku potom činí 3801 m, resp. 5,1 mm v měřítku mapy.

Z rozdílů souřadnic byly vytvořeny grafy četností v rámci celého mapového souboru. Histogramy jsou pouze informativního charakteru, avšak můžeme prohlásit, že se grafy četností podobají normálnímu rozdělení. Je patrná kumulace rozdílů kolem průměrných hodnot.

Při hodnocení návaznosti mapových listů byly porovnávány rohy rámců sousedních listů na dotkových bodech. Všechny rohy rámců byly odečteny programem Kokeš a převedeny, výše uvedeným způsobem, do S-JTSK.

Při styku dvou map byly mezi sebou porovnávány přímo vypočtené souřadnicové rozdíly. Při styku tří a čtyř mapových listů, byl ze souřadnicových rozdílů vypočten nejprve aritmetický průměr a poté

příslušné opravy k jednotlivým rohům map. Všechny takto získané a porovnávané hodnoty se pohybují v řádech stovek metrů. V měřítku mapy se tento rozdíl pohybuje v rozmezí milimetrů až do jednoho centimetru. Jediný rozdíl je u souřadnic na bodě J, při porovnávání styku mapových listů B.4. Pola a C.4. Agram, kde posun vypočtený ze souřadnicových rozdílů dosahuje ve skutečnosti hodnoty 2084 m, což se v mapě projeví jako 2,8 mm.

Na závěr bylo provedeno hodnocení geometrického tvaru mapového listu. Délky příslušných stran se mezi jednotlivými mapovými listy liší v řádu milimetrů, směrníky pak v řádu minut. Dále byly vybrány od každého mapového listu dvě sousední strany a byl porovnáván rozdíl jejich směrníků (resp jižníků) od kladné osy +X. Tyto hodnoty pohybují v rozmezí $89^{\circ} 53' 1,8''$ až $90^{\circ} 5' 5,8''$, tedy kolem devadesáti stupňů v rozmezí řádu minut. Tvar mapových listů tedy můžeme považovat za obdélníkový.

Literatura

- [1] Řezníková, I.: *Studie a hodnocení souboru historických map 1 : 750 000*. ČVUT fakulta stavební, bakalářská práce na katedře Mapování a kartografie, vedoucí prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.
- [2] Veverka, B., Zimová, R.: *Topografická a tematická kartografie*, skripta ČVUT, 2008.
- [3] Boguszak, F., Císař, J.: *Vývoj mapového zobrazení území Československé socialistické republiky, III. díl – Mapování a měření českých zemí od poloviny 18. století do počátku 20. století*. Praha 1961, s. 27.
- [4] Veverka, B., Čechurová, M.: *MATKART 2012- Educational version. [Uživatelská příručka a dokumentace programů na CD ROM]*, katedra mapování a kartografie Fakulty stavební ČVUT v Praze. Praha 2012.

Abstract. Goal of my work was to study and evaluate a set of the old maps of Central Europe at scale 1:750 000, that were created during the Third Military Survey. The work is focused on ten selected maps covering mainly the region of the current Czech Republic, Germany, Poland, Slovakia, Hungary, Slovenia and Croatia. The study evaluates positional accuracy - by locating of ten selected towns and five river junctions on each map sheet. In addition matching of contacts between map sheets were examined by comparing coordinates of adjacent corners and shape of map sheets. Results of these comparisons and evaluation of acquired data.

Tento příspěvek byl podpořen projektem SGS ČVUT číslo SGS12/050/0HK1/1T/11, 161-820500A, Vývoj postupů a metod výzkumu matematických prvků souborů starých map.

Kartografické znázornění hranic v Akademickém atlase českých dějin

Ing. Pavel Seemann

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
e-mail: pavel.seemann@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Popis řešení kartografického znázornění hranic v atlase s historickou tematikou. Varianty symbologie historických administrativních hranic pro mapy s různou tematikou. Kartografické problémy při práci s hranicemi.

Klíčová slova: hranice, historické hranice, administrativních hranice, kartografické znázornění hranic, Akademický atlas českých dějin

Úvod

Akademický atlas českých dějin [1] je nově vznikající publikace, která shrnuje poznatky české historické vědy po roce 1989. Hlavním těžištěm atlasu jsou, jak napovídá název, české a československé dějiny a jejich vazby na středoevropský a evropský prostor. Atlas se člení na pět časových oddílů, pravěk, středověk, raný novověk, novověk a moderní dějiny. Nově získané vědomosti zpřístupňuje zejména pomocí map a kartografických vyobrazení. Mapovou část doplňují grafy, fotografie, dobové dokumenty a ilustrace, a texty objasňující studovaná témata.

Celý projekt atlasu vzniká pod vedením prof. PhDr. Evy Semotanové, DrSc. Zaštiťuje jej Historický ústav Akademie věd České republiky. Vlastním zpracováním map byli pověřeni zaměstnanci a studenti Katedry mapování a kartografie FSv ČVUT v Praze, zejména pak Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D., Ing. Tomáš Janata, Ing. Růžena Zimová, Ph.D. a autor tohoto článku.

Kartografických problémů, které bylo nutné při tvorbě atlasu vyřešit, byla řada. Tento příspěvek se zabývá metodami znázornění hranic (nejčastěji administrativních) v různých druzích historických map atlasu.

1 Znázornění hranic v běžných mapách malých měřítek

Před popisem řešení nastíněného problému je dobré připomenout si, jaké způsoby zobrazení hranic používají školní atlasy či atlasy pro širokou veřejnost. V těchto publikacích lze nalézt v zásadě dva druhy map s hranicemi – politické a obecně zeměpisné.

U politických map, jak je vidět na obr. 1, se pro hranice nejčastěji používá pouze tenká, tmavá linie s různou strukturou. Například u státních hranic je zvykem používat čerchovanou linii. Není většinou nutné používat lemovky. Dostatečný kontrast mezi areály (státy) zajišťují odlišné barvy sousedících ploch. Všimněme si také, že tam, kde hranici tvoří řeky, je značka hranice zcela vynechána. Zbytečně by totiž duplikovala linii hraničního vodního toku. Pro znázornění rozhraní vedoucí vodní plochou se pak užívá stejné značky jako u rozhraní na souši.

V obecně zeměpisných mapách je důležitým kartografickým prvkem znázornění terénního reliéfu. Ten mnohdy ilustruje barevná hypsometrie, často doplněná o stínování, které navozuje plastičnost mapy. V takovémto podkladě musí být hranice více zřetelné a nestačí tak pouze obyčejná linie. Značka se proto doplňuje o lemovku, což je opět liniová značka, tentokrát ale silnější a světlejšího odstínu, nebo se strukturou šrafu – obr. 2. Kombinace hlavní linie a lemovky se pak používá pro souš. U vodních toků se, podobně jako u politických map, vynechává duplicitní hlavní linie a použije se pouze lemovka, která je vykreslena pod hraniční řekou. Lemovku nelze pominout, protože okolní plochy nepředstavují administrativní areály ale výškové stupně. Pakliže hranice probíhá vodní plochou, vynechává se naopak lemovka. Vodní plochy nenesou na sobě většinou žádné další jevy a jsou znázorňovány spojitými modrými odstíny. Tenké linie hranic jsou tedy na nich dostatečně zřetelné.



Obr. 1: Hranice v politické mapě [2]
(výřez)



Obr. 2: Hranice v obecně zeměpisné mapě [2]
(výřez)

2 Požadavky na hranice v Akademickém atlase českých dějin

Asi není třeba se pozastavovat nad přáním autorů-historiků, aby v historických mapách byly znázorněny dobové hranice. V zadání map se však velmi často objevoval i požadavek na hranice současné, což je logické, protože se tak čtenáři nabídne možnost srovnání minulosti a současnosti. Rozvinutím těchto dvou bodů vyvstaly dva základní problémy k řešení.

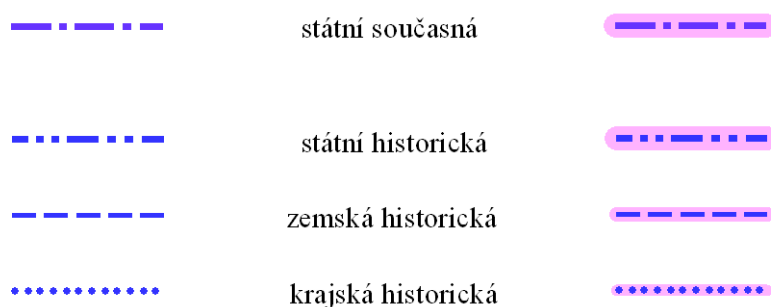
- Dobové a současné hranice se často prolínají či překrývají. V každé mapě musí tedy být zřetelně rozlišitelné. A to jak v rámci hierarchie dobových hranic (státní, zemské, krajské,...), tak i navzájem s těmi současnými.
- Všechny druhy hranic musí mít jasný průběh v různých typech map (mapy s barevnou hypsometrií, politické, částečně politické (viz dále), speciální). Liniová značka musí také odpovídat povrchu, kterým hranice prochází (souš, vodní tok, vodní plocha).

3 Vyhotovení značkového klíče pro hranice

Po úvodním studiu autorských pokynů ke všem mapám v atlase vykrystalizovaly čtyři základní druhy hranic, které se objevovaly nejčastěji. Jednak tři druhy historických hranic: *státní* – například hranice habsburské monarchie, *zemské* – hranice mezi Čechami a Moravou a *krajské*. Čtvrtým typem jsou *současné státní hranice*. Současné hranice nižší administrativní úrovně se v atlase nevyskytují.

Jak je vidět na obr. 3 bylo použito pro rozlišitelnost současných a historických hranic jiného barevného odstínu (fialová × modrá) základní linie. Státní hranice se ještě navíc liší strukturou linie. Současné jsou čerchované, historické pak čerchované dvěma tečkami. Tato odlišnost byla zvolena na základě zkoumání dřívějších historických atlasů [3]. Zde autoři používají pro oba typy státních hranic čerchovanou linii, která se liší pouze tloušťkou a poměrem délek čar a teček v linii. V případech, kdy se současné a dobové hranice složitěji kříží, či když čtenář nezná potřebné historické souvislosti, je snadné oba druhy hranic zaměnit.

Pro nižší stupně administrativních historických hranic je použita čárkovaná respektive tečkovaná linie a spolu s klesající tloušťkou (obr. 3).



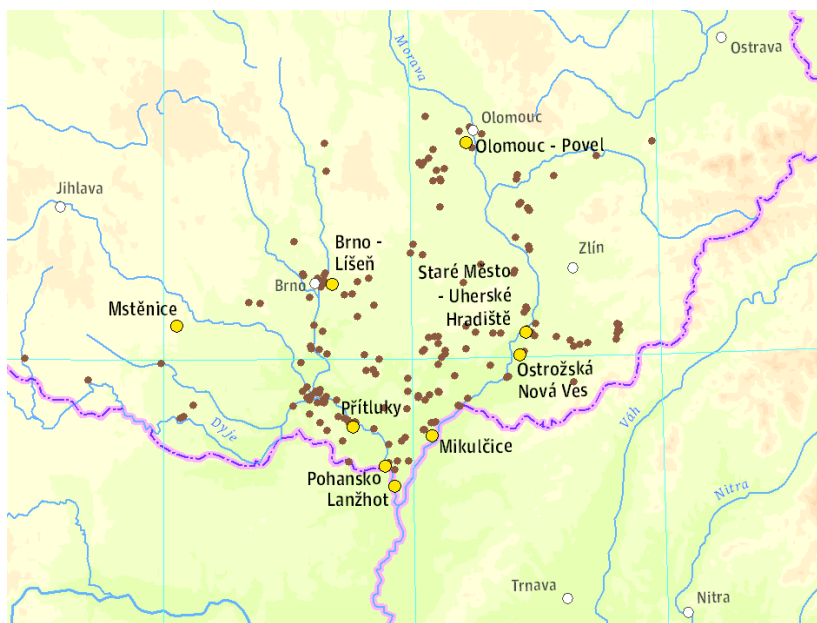
Obr. 3: Základní typy hranic – vlevo pro politické mapy, vpravo pro mapy s barevnou hypsometrií (zvětšeno)

Pro případy, kdy je průběh současné státní a historické hranice (jakéhokoliv administrativního stupně) shodný, doplňuje takto nastavenou symbologii ještě důležité pravidlo o přednosti historické hranice. Čili současná hranice se v těchto případech neznázorňuje. Dodejme také, že státní hranice má přednost před zemskou a ta před krajskou.

3.1 Hranice v mapách bez dobových hranic

Znázorňovat dobové hranice samozřejmě nemá smysl u map, které spadají svým tématem do pravěku a částečně ani u map středověkých. U map s barevnou hypsometrií jsou tedy pouze současné hranice, které slouží k orientaci čtenáře. Jejich pojetí je obdobné tomu, které popisuje první kapitola příspěvku – obr. 4.

Politické mapy pro období středověku, ale i jiné, mají plochy „státních“ útvarů vymezeny vágně. Proto i v těchto případech nemají dobové hranice a vystačí si s vlastní barevnou plochou. Použití či nepoužití lemů potom záleželo na úsudku autora-kartografa s ohledem k tématu mapy – obr. 5.



Obr. 4: Hranice v mapě s barevnou hypsometrií – současné hranice společně s archeologickými nalezišti (výřez)



Obr. 5: Hranice ve „vágně“ politické mapě (výřez)

3.2 Dobové a současné hranice v mapách s barevnou hypsometrií

V mapách s barevnou hypsometrií, jak bylo uvedeno, je zvykem používat ke zvýraznění lemovku. Avšak použití lemovky u obou časových typů hranic není žádoucí. Současné hranice slouží pouze pro čtenářovi orientaci. Hlavním tématem mapy bývá něco jiného a lemovka současných hranic může od znázorněného jevu odvádět pozornost. Proto v tomto typu map mají lemovku jen dobové hranice dle zásad z první části.

Nicméně odstraněním lemovky u současných hranic, může dojít ke „zmizení“ značky vedoucí vodním tokem, kde byla pouze lemovka. Pro tyto případy se použije čerchovaná linie, která se odsune od toku a vede souběžně vedle něj – obr. 6.

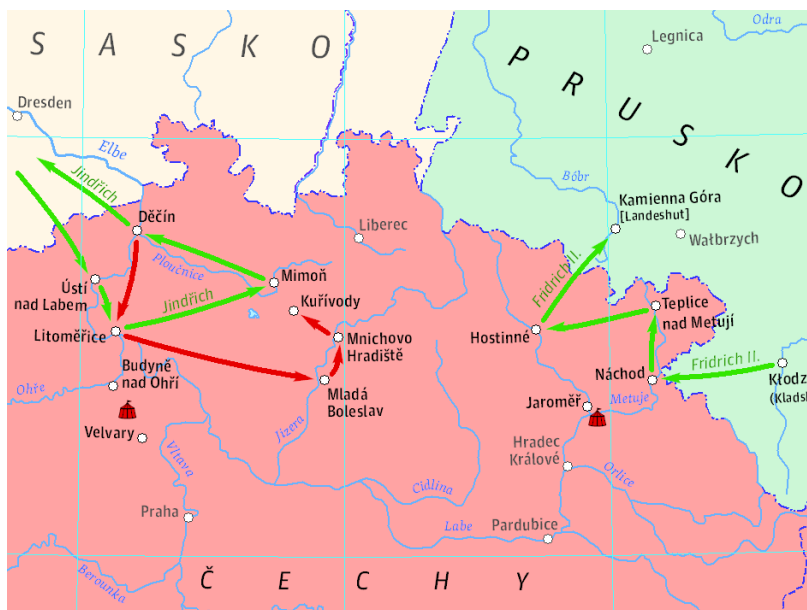


Obr. 6: Hranice v mapě s barevnou hypsometrií – současné hranice Vitorazsko, Valticko; odsun současné hranice od řek na Dyji u soutoku s Moravou a na Lužnici; historické hranice s lemovkou (výřez)

3.3 Dobové a současné hranice v mapách politických

V historické politické mapě, která se od té současné liší pouze v datu, k němuž je vztažena, se pro dobové hranice aplikují stejné poučky. Tj. nepoužívá se lemovka, hraniční linie se vynechává pokud vede vodním tokem.

Současné hranice pro souš a vodní plochy se také znázorňují jako obvykle. Problematická je pouze hranice vedoucí vodním tokem. Protože okolní plochy zachycují dobový vztah, je nalevo i napravo od současné hranice stejně barevná plocha. Není zde kontrastní rozhraní. Z tohoto důvodu se značka musí opět od řeky odsunout a vést podél ní – obr. 7.



Obr. 7: Hranice v politické mapě – vynechání hraniční linie na Jizeře a Divoké Orlici; současná hranice mezi Německem a Polskem odsunuta od toku Lužické Nisy (výřez)

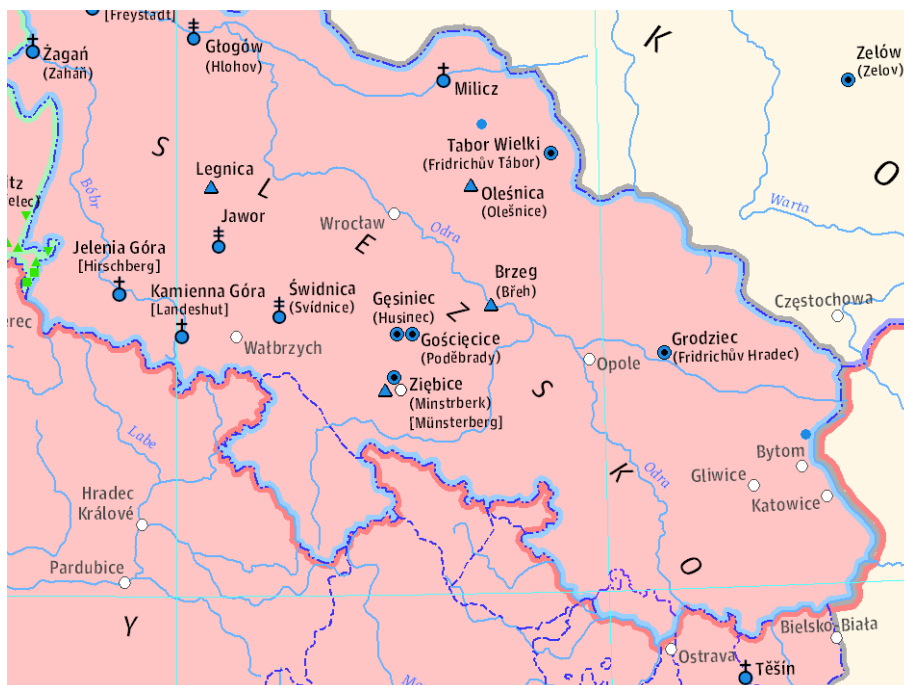
3.4 Dobové a současné hranice ve speciálních případech

Použitý značkový klíč se podřizuje tématu a obsahu mapy. Často bylo účelné zvýraznit v politických mapách pomocí barevných ploch pouze některé územní celky a okolí ponechat nevýrazné. V tomto případě ale nastává problém, co s dobovými hranicemi, které se nacházejí ve vedlejší prostoru a vedou vodním tokem. Řešením je opět linii hranice odsunout – obr. 8.



Obr. 8: Hranice v „částečně politické“ mapě – odsunutí zemské hranice mezi Čechami a Moravou na tocích Jihlavy, Svratky a Svitavy (výřez)

Mezistupněm mezi celoplošným zvýrazněním územního celku a jeho nevýrazným pojetím je použití barevných lemovek. Od té klasické, jež se používala v mapách s barevnou hypsometrií, se liší barvou a hlavně odsunutím od hranice, tj. lemovka nemá společnou osu s hranicí, ale těsně sousedí stranou s hraniční značkou. Tento druh lemovek dobře slouží například pro znázornění tematicky „středně důležitých“ států, nebo pro zachycení změn průběhu hranic v časové periodě – obr. 9.



Obr. 9: Použití lemovky pro vyznačení hranic – světle modře vyznačený zisk Slezska Pruskem na habsburské monarchii (výřez)

V atlase se nachází i další typy hranic, jmenovitě alespoň hranice církevní správy, hranice front vojsk, demarkační linie a další. Jejich znázornění vychází z výše popsaných principů, které modifikuje použitím jiných barev a struktur linií.

4 Praktické řešení symbologie v programu ArcGIS for Desktop

Z uvedených poznatků je zřejmé, že vlastní data hranic nebudou uložena v jedné liniové třídě bez dalších atributů. Tříd vzniklo víc. Jednak základní se současnými hranicemi a dále několik dalších pro historické hranice, které zachycují vhodné úseky dějin, například roky 1714–1751. Konkrétní hodnoty atributů podává tab. 1.

Tab. 1: Datový model tříd hranic

	DRUH_HRANICE	TYP_HRANICE	VIZUALIZACE
současné hranice	N (normální)		0
	R (řekou, vodním tokem)		1
	J (jezerem)		
historické hranice	N (normální)	státní	
	R (řekou, vodním tokem)	zemská	
	J (jezerem, vodní plochou)	krajská	

Sloupce DRUH_HRANICE a TYP_HRANICE slouží k nastavení symbologie podle výše uvedených zásad.

Sloupec VIZUALIZACE společně s SQL dotazem na vrstvu a správným rozdělením současných hranic do úseků zajišťuje zobrazení pouze těch úseků současných hranic, které se neshodují s těmi historickými.

Vrstvy jsou vykreslovány v pořadí:

- hlavní linie hranice
- vodní plochy
- vodní toky
- lemovka hranic

Lemovka hranic není samostatná vrstva, ale pouze jiný pohled na data s odlišnou symbologií. Případné odsuny linií hranic od řek jsou realizovány nastavením položky offset o hodnotu poloviny součtu tloušťky linie hranice a tloušťky linie vodního toku.

5 Další problémy související se zpracováním hranic

Krátce se ještě zmiňme o dalších nástrahách, které musí kartograf řešit při zpracování historických map.

Popsané zásady znázornění hranic znějí poměrně jednoduše. Nicméně když se k nim přidá nutnost mít přehled o změnách hranic v čase, o jejich typu z hlediska *státní* × *zemská* hranice a o změnách v čase u těchto typů, může vytvoření hranic zabrat poměrně dlouhou dobu a celý proces je náročný na pečlivost a důslednost.

V úvahu je nezbytné vzít také záležitosti týkající se podkladů. Historické hranice můžeme převzít, a to je nejčastější případ, z již zpracované historické mapy, případně z mapy staré. Řádově náročnější je pak odvození hranic například ze soupisu obcí.

Při přebírání hranic z jiných historických map je nutné, podobně jako v klasické kartografii, vycházet z podkladů minimálně stejně podrobných jako nově vznikající mapa. Odvozováním nových historických map z již odvozených, nebo z map vyhotovených osobami kartograficky nevzdělanými, může nastat situace, kdy dobová hranice vede podezřele blízko hranici současné. Eventuálně se hranice klikatí v blízkosti vodního toku. V těchto případech je potřebné na základě dalších informací rozhodnout, zda se hranice opravdu klikatí, či zda jde o chybu podkladů. Což znamená, že hranice je shodná s tou současnou nebo vede vodním tokem a musí se tedy takto znázornit! K ověření nejlépe poslouží úzká spolupráce s historiky a kvalitní zdrojové historické mapy. Vhodný je také všeobecný rozhled kartografa a zdravá nedůvěra k podkladům.

U starých map založených na geodetických základech většinou žádné problémy při přebírání hranic nenastávají. Práce s nimi je obdobná jako se současnou kartografickou produkcí. Avšak u starých map bez geodetických základů je vhodné všimnout si spíše topologických vztahů – např. zda hranice vede mezi vesnicí A a B, nikoliv mezi B a C. Tomuto pak přizpůsobit vektorizaci, spíše než skutečnému geometrickému znázornění hranice.

Pokud mají hranice vzniknout na základě seznamu obcí, které příslušely do vyšších územních celků, osvědčilo se nachystat pro kolegy s historickým vzděláním tabulky. V nich připravit sloupce pro chybějící údaje a hlavně jednoznačný identifikátor každé položky, pomocí něhož lze, po doplnění dat, připojit tabulku zpět do GIS a dále zpracovat. V potaz se ale musí vzít i zánik a vznik obcí.

U všech výše zmíněných bodů je dobré mít na paměti měřítko a s tím související stupeň generalizace nově vznikající mapy. A nezabývat se přílišnými podrobnostmi.

Závěr

V příspěvku byly popsány možnosti znázornění hranic v nově vznikajícím Akademickém atlase českých dějin a v historických mapách obecně. Důraz byl kladen na vzájemnou kartografickou odlišnost současných a historických hranic, a dále na jasné znázornění hranic vedoucích terénem a vodstvem. Krátce byly zmíněny i problémy týkající se podkladů pro historické hranice společně s jejich možným řešením.

Literatura

- [1] *Akademický atlas českých dějin*, autorský kolektiv, texty, vyobrazení a historický obsah map Eva Semotanová a kol., kartografie Jiří Cajthaml a kol., Praha, Academia 2013, ve zpracování.
- [2] *Školní atlas světa*. Praha: Kartografie PRAHA a. s.: 2011, 3. vydání
- [3] Purš J. a kol.: *Atlas československých dějin*, Praha: Kartografický a reprodukční ústav. 1965. 40 s.

Abstract. Cartographic representation of boundaries in the historical atlas. Symbologies of historical administrative boundaries for maps with different cartographic themes. Cartographic issues with boundaries.

Tento příspěvek byl podpořen projektem SGS ČVUT číslo SGS12/050/0HK1/1T/11, 161-820500A, Vývoj postupů a metod výzkumu matematických prvků souborů starých map.

ZB GIS ako podklad na tvorbu štátneho mapového diela

Jakub Straka

SvF STU v Bratislave
katedra mapovania a pozemkových úprav
Radlinského 11, 813 68 Bratislava
straka.j@gmail.com

Abstrakt. V príspevku sa zaoberám tvorbou kartografického modelu Základnej mapy Slovenskej republiky 1:25 000 (ZM 25). Popísaný je doterajší spôsob tvorby ZM 25 a nová koncepcia tvorby odvodenej mapy, ktorá využíva Základnú bázu údajov pre geografický informačný systém (ZB GIS). Analyzoval som obsah ZM 25 a ZB GIS. Navrhol som nový obsah a znakový kľúč pre ZM 25. Kartografický model ZM 25 som vytvoril v programe ArcGIS 10. Definoval som pravidlá kartografickej reprezentácie na vizualizáciu objektov geodatabázy ZB GIS. Kartografický model ZM 25 môže byť použitý v rámci tvorby štátneho mapového diela.

Kľúčové slová: základná mapa, Základná báza údajov pre geografický informačný systém, katalóg tried objektov, znakový kľúč, kartografický model,

Úvod

Vývojový proces kartografie bol dlhodobý. Z filozofického hľadiska bol vždy významne ovplyvňovaný štruktúrou spoločnosti, jej ekonomickou aktivitou, ideológiou, úrovňou vzdelanosti a spoločenského vedomia. S rozvojom vedy a techniky sa stával mapový obraz stále podrobnejším a presnejším. Zo širšieho pohľadu je možné konštatovať, že kartografická produkcia každého štátu je aj súčasťou jeho národnej kultúry a kartografické diela sú merítkom kultúrnej vyspelosti národa a prejavom jeho vzdelanosti.

Z toho dôvodu bolo mojim cieľom vytvoriť kartografický model novej ZM 25 na modelovom území a následne ho porovnať s doterajšou ZM 25. Na jeho vytvorenie sme použili údaje ZB GIS a spracovali ich v programe ArcGIS 10.

1 Štátne mapové dielo

Základné štátne mapové dielo je kartografické dielo súvislo zobrazujúce územie so základným všeobecne využiteľným obsahom vyhotovené podľa jednotných zásad, ktorého vydavateľom je orgán štátnej správy. Tvorí sa z aktuálnych údajov informačného systému geodézie, kartografie a katastra. Poskytuje sa v obsahovej úrovni objektov zodpovedajúcich mierke príslušného štátneho mapového diela.

Doterajšia tvorba ZM 25 spočívala v tom, že ZM 25 sa mala podľa zásad tvoriť ako mapa odvodená zo Základnej mapy ČSSR 1: 10 000 (ZM 10), z čoho vyplývala podstatná podmienka pre množstvo ročne spracovaných mapových listov. Technológia spracovania bola založená na kartografických prácach, v rámci ktorých sa musela vykonať náročná generalizácia polohopisu a výškopisu ZM 10. S odstupom času sa potvrdili predpoklady, že po tvorbe ZM 10 nebude pravdepodobne plynule pokračovať tvorba ZM 25 z viacerých dôvodov. Na zdĺhavosť tvorby štátneho mapového diela mala podstatný vplyv veľmi náročná technológia spracovania kartografických originálov a tlačových podkladov odvodených mapy. Malá miera generalizácie obsahu spôsobovala neúmerňujúcu prácnosť.

2 Základná báza údajov pre geografický informačný systém

ZB GIS je súčasťou Informačného systému geodézie, kartografie a katastra (IS GKK). Obsahuje informácie spracovávané počítačom, ktoré popisujú prezentovaný model, definujú jeho polohu, tvar, vlastnosti, spojenia pomocou polohových vzťahov, aspekty kvality, ktoré nám umožňujú analyzovanie javov a grafickú prezentáciu. Za primárny zdroj získavania vstupných informácií pri naplňaní základného obsahu ZB GIS sa považuje digitálna fotogrametria. Budovanie ZB GIS je koordinované na základe zjednoteného obsahu Katalógu tried objektov (KTO).

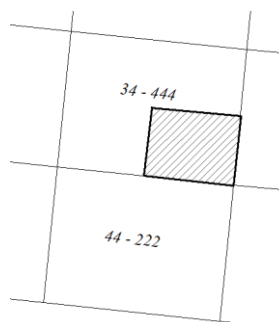
Základnou podmienkou integrity a interoperability geografických informačných systémov je harmonizácia a štandardizácia KTO. Za primárny zdroj získavania vstupných informácií pri naplňaní základného obsahu ZB GIS sa považuje digitálna fotogrametria. Harmonizovaný KTO je štandardizovaný podľa medzinárodnej normy Digital Geographic Exchange Standard (DIGEST). DIGEST, ako výmenný štandard, slúži na prevod medzi GIS, má tak zabezpečiť interoperabilitu a kompatibilitu medzi národnými systémami a ich používateľmi. Každý objekt má svoj kód, na základe ktorého patrí do príslušnej kategórie a subkategórie podľa kódovacieho katalógu FACC (Feature and Attribute Coding Catalog) DIGEST. FACC je dátový slovník (prekladač) na podporu rozvoja databázovej schémy a výsledných špecifikácií. Popisuje svet cez objekty, atribúty a ich hodnoty, nešpecifikuje však geometriu objektov. Je navrhnutý tak, aby bol nezávislý od rozlíšenia (mierky) zobrazenia. Hodnoty atribútov sa môžu získavať geodetickými, fotogrametrickými metódami, miestnym šetrením priamo v teréne alebo od správcov špecializovaných (tematických) informačných systémov.

Základným referenčným systémom pre všetky geodetické práce a dáta GIS je v súčasnosti Európsky priestorový referenčný systém (European Spatial Reference System, ESRS). Je definovaný Európskym terestrickým referenčným systémom (ETRS 89) a Európskym vertikálnym referenčným systémom (EVRS 2000).

Súčasný trendy vývoja spoločnosti ovplyvňujú aj oblasť geodézie a kartografie, narastá potreba vytvorenia priestorového geodetického referenčného systému, vytvorenie 3D modelu reliéfu, stanovenie štandardov, ktoré zabezpečia inetroperabilitu medzi informačnými systémami. Produkcia klasických analógových máp sa zmenila na produkciu geografických priestorových informácií, kartografických modelov a poskytovanie webových služieb.

3 Tvorba kartografického modelu

Ako zdrojové údaje na vytvorenie kartografického modelu ZM 25 som použil údaje zo ZB GIS. Tvorbu obsahu ZM 25 som vykonal výberom a následnou úpravou prvkov ZB GIS. Geodatabáza ZB GIS je vektorového typu. Týmto postupom sa vyberú z geodatabázy tie objekty, ktoré svojou geometriou prispievajú k vytvoreniu obsahu mapy. Obsah atribútov vybraných prvkov sa môže prípadne upraviť do vhodnej podoby a uložiť v atribútoch prvkov zostavovaného modelu. Geodatabáza pre modelové územie mi bola poskytnutá Geodetickým a kartografickým ústavom (GKÚ). Za modelové územie bola zvolená oblasť *Modra – Harmónia* (obr. 1), v ktorej sa nachádzala zastavaná časť, ako aj rozdielne typy lesného a pôdneho krytu. V oblasti sa nachádza dostatočný počet vodných tokov, vodných plôch a rôzne typy cestných komunikácií na testovanie novo-navrhnutých mapových znakov. Na spracovanie som použil softvérový balík *ArcGIS 10*.



Obr. 1: Zaujmové územie *Modra - Harmónia*

3.1 Tvorba nových mapových znaků na zobrazení objektů ZM 25

Na základě analýzy a porovnání obsahu starší ZM 25 (který ustanovuje Zoznam mapových značek) s obsahem aktuálního KTO jsem dospěl k závěru, že na vytvoření nového znakového klíče pro ZM 25 bude vhodné některé doposiaľ používané mapové znaky modifikovať, a na zobrazení niektorých objektov reality bude potrebné vytvoriť úplne nové mapové znaky. Pri vytváraní návrhu mapového znaku je dôležité vhodne zvoliť veľkosť znaku s ohľadom na mierku mapy, v ktorej má byť daný znak použitý. Podstatná je taktiež voľba farby a tvaru znaku tak, aby znak vhodne dotváral celkový dojem pri čítaní mapy, tu berieme ohľad na druh a účel mapy.

Mojím cieľom bolo navrhnuť mapové znaky pre základnú mapu, a teda pre mapové dielo so všeobecne využiteľným obsahom. Na túto činnosť som použil programový balík ArcGIS, ktorý bol následne použitý aj na tvorbu kartografického modelu a tak isto na generalizáciu. Nové mapové znaky som vytváral pre tieto vrstvy: *Sídla a jednotlivé objekty*, *Komunikácie*, *Vodstvo*, *Lesný a pôdny kryt* a pre vrstvu *Hranice a ohrady*. Mapové znaky som vytváral pomocou nástroja *Marker Editor*. Je štandardnou súčasťou programu *ArcMap* a vďaka svojim početným funkciám dovoľuje používateľovi vytvoriť širokú škálu znakov. Pomocou nástroja som vytváral znaky na zobrazenie bodových objektov a znaky na doplnenie líniových a plošných znakov. Znak pre líniové a plošné objekty som navrhoval priamo pri definovaní pravidiel kartografickej reprezentácie objektov.

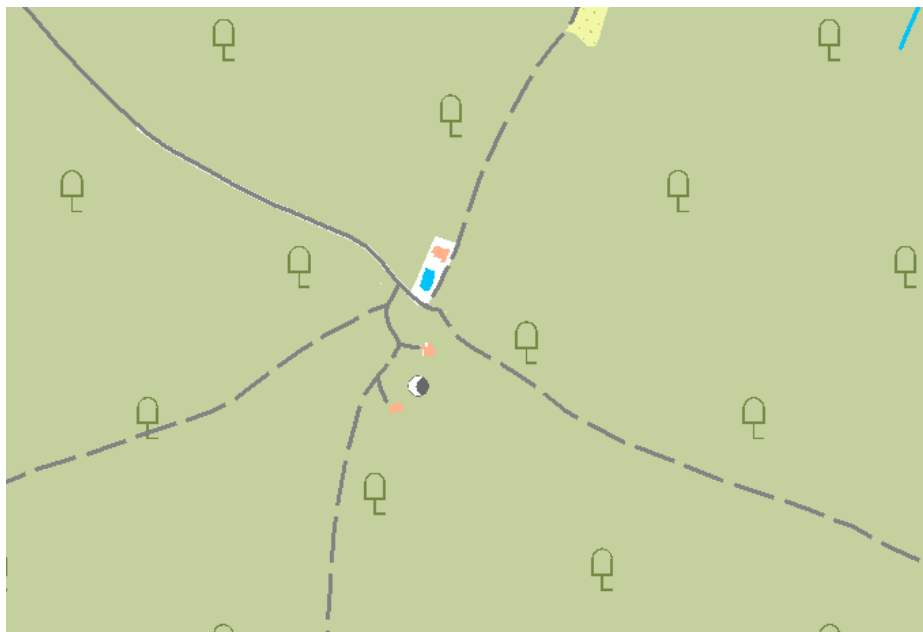
3.1.1 Sídla a jednotlivé objekty

Pri tejto vrstve som navrhol a následne použili týchto päť nových mapových znakov:

- chata (v chatovej osade),
- hvezdáreň,
- božie muky, kríž,
- transformátor,
- elektrické vedenie (nadzemné).

Zvyšné objekty v tejto vrstve, ktoré tvoria obsah ZM 25 sú zobrazené pomocou mapových znakov prebratých zo ZM 10.

Napríklad objekt hvezdáreň sa bude v ZM 25 zobrazovať znakom až do rozmeru 15 x 20 m (0,6 x 0,8 mm). Pokiaľ plocha pôdorysu objektu v mierke mapy prevyšuje plochu značky, zobrazuje sa objekt v mierke mapy pôdorysom tak, že medzi znakom a pôdorysom sa nechá medzera 0,2 mm. **Obrázok 2** ukazuje názorný príklad použitia mapového znaku v kartografickom modeli ZM 25.



Obr. 2: Použitie mapového znaku *hvezdáreň* v ZM 25

3.1.2 Pozemné komunikácie

Keďže v základnej mape zobrazujeme všetky diaľnice a cesty, a taktiež je potrebné aby sme na základe ZM 25 vedeli druh a kategóriu cesty rozlíšiť, navrhol som rozlíšenie pozemných komunikácií na základe farby a hrúbky čiary. Šírka znaku klesá, s klesajúcim významom kategórie cesty z hľadiska celoštátnej dopravy. *Diaľnice a rýchlostné cesty* majú farbu mapového znaku žltó-čiernu a rozlišujú sa na základe stredového pásu v znaku. Mapový znak na ich zobrazenie má najväčšiu šírku, keďže ich celoštátny význam je z hľadiska dopravy najvýznamnejší. Ďalej nasledujú *cesty I. a II. triedy*, pričom farbu mapového znaku na ich zobrazenie navrhujem červeno-čiernu a rozlíšiteľné sú na základe šírky znaku. *Cesty III. triedy* navrhujem zobraziť znakom čierno-bielym o hrúbke rovnakej ako je hrúbka znaku pre cesty II. triedy. Posledným zobrazeným typom ciest v ZM 25 sú *miestne a účelové komunikácie a lesné a poľné cesty*, ktoré sa zobrazujú čiernou farbou a typ čiary závisí od spevnenia vozovky.



Obr. 3: Použitie mapových znakov pre *Pozemné komunikácie* v ZM 25

Na **obrázku 4** prikladám zoznam všetkých mnou navrhnutých nových mapových znakov pre ZM 25.

MAPOVÉ ZNAKY			
Sídla a objekty	Pozemné komunikácie	Lesný a Pôdny kryt	Hranice
budova	diaľnica	listnatý les	štát
budova vo výstavbe	rýchlostná cesta	ihličnatý les	kraj
kostol	cesta I. triedy	zmiešaný les	okres
kaplnka	cesta II. triedy	lúka	obec
hvezdáreň	cesta III. triedy	tráva	
božie muky	spevnená cesta	orná pôda	
transformátor	nespevnená cesta	vinica	
elektrické vedenie	ulica	chmeľnica	
		ovocný sad, záhrada	

Obr. 4: Zoznam novo-navrhnutých mapových znakov

3.2 Kartografický model ZM 25

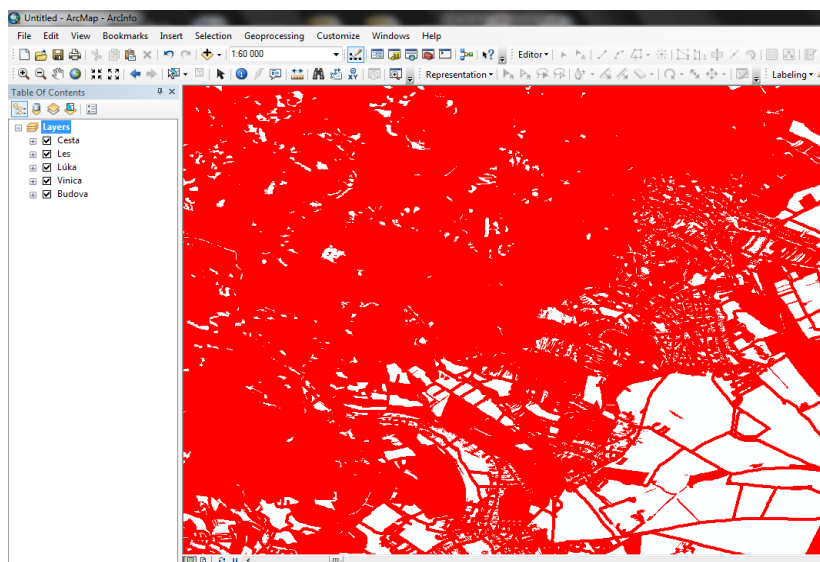
Ide o také zobrazení reality, ktoré zobrazuje iba vybrané objekty, alebo skupiny objektov reálneho sveta takým spôsobom, aby budúcemu používateľovi tento model poskytol také množstvo informácií o realite, ktoré je primerané zvolenej mierke mapy a zobraziteľné v tejto mierke zvoleným znakovým kľúčom. Kartografický model dostaneme po vykonaní kartografickej generalizácie. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že zjednodušuje geometrickú polohu prvkov a ich tvar a zohľadňuje a rieši konflikty medzi jednotlivými prvkami tak, aby bolo možné vykonať tlač kartografického diela v danej mierke. Výber objektov je realizovaný tak, aby boli zobrazené všetky významné objekty a u ostatných objektov aby bola podaná zjednodušená informácia o ich podstatných znakoch a vlastnostiach. Výber objektov a ich nahradzovanie znakmi sa vykonáva na základe kartografických zásad výberu, zjednodušovania a zlučovania.

Kartografický model sa zhotovuje pre stanovené kartografické zobrazenie, a teda pri ZM SR hovoríme o *Křovákovom zobrazení*, pre preferovanú mierku, čiže v našom prípade 1: 25 000 a preferovaný znakový kľúč. Pod pojmom kartografický model sa rozumie vektorová geografická databáza, ktorej grafické entity tvoria kartografický model. Štruktúra kartografického modelu, triedy prvkov a ich atribúty sú obdobné ako v ZB GIS.

3.2.1 Tvorba kartografického modelu v prostredí ArcGIS

Zdrojová geodatabáza *ZM25_ZBGIS_Modra.gdb* obsahovala vektorové dáta z oblasti *Modra*, mapové listy číslo 34 – 444 a 44 – 222. Keďže priestorové informácie o objektoch *ZB GIS* sú určené v referenčnom systéme ESRS, tak ako prvé som musel vykonať transformáciu súradníc zo systému ETRS 89 do systému JTSK. Transformácia sa vykonala v programe *ArcGIS* pomocou nástroja *Geographic Coordinate System Transformation*. Použitá bola 7-prvková transformácia, ktorej parametre mi boli poskytnuté GKÚ.

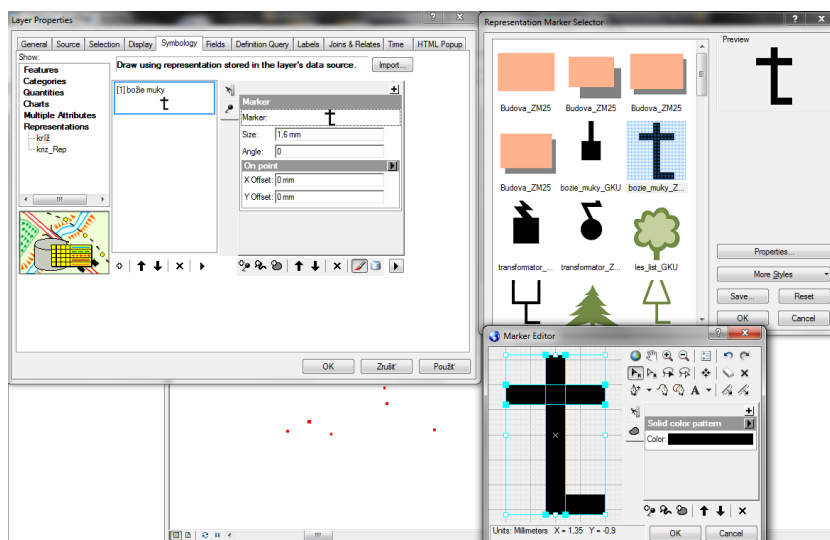
Po vykonaní transformácie zdrojových údajov je možné pripojiť objekty geodatabázy. Keďže údaje majú vektorový charakter, tak po ich pripojení sa nám zobrazia jednotlivé objekty iba ako *body*, *linie* a *polygóny* s preddefinovaným nastavením spôsobu zobrazovania (**obr. 5**).



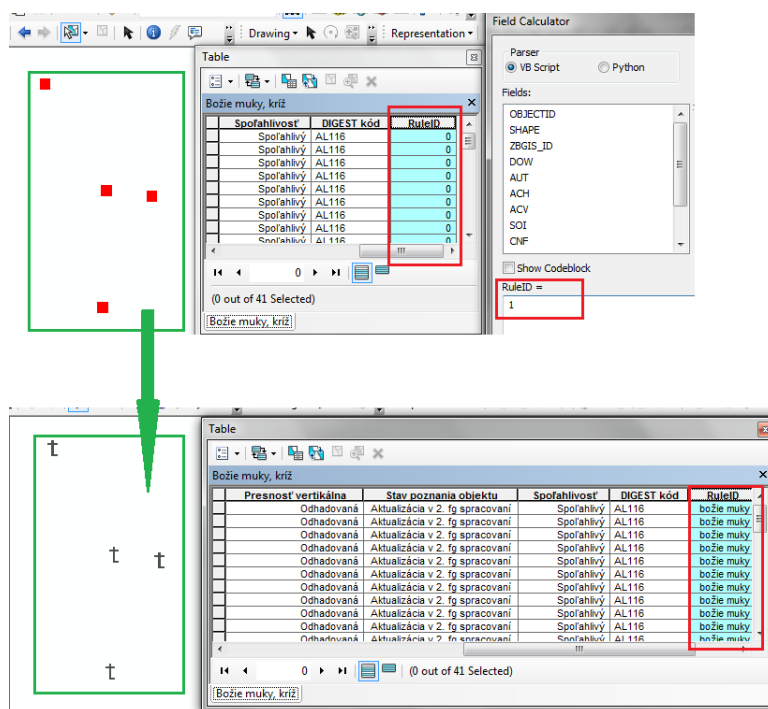
Obr. 5: Prvotné pripojenie objektov geodatabázy

Keď chceme aby sa jednotlivé objekty v kartografickom modeli zobrazovali podľa nášho znakového kľúča, je nevyhnutné v ďalšom kroku definovať pre jednotlivé objekty pravidlá ich zobrazovania v kartografickom modeli. Na zobrazovanie objektov podľa znakového kľúča sme použili nástroj *Kartografická reprezentácia* (*Cartographic Representation*), ktorý je súčasťou programu *ArcMap*.

Pravidlá kartografickej reprezentácie sme definovali individuálne pre každý objekt na základe jedného alebo viacerých jeho atribútov definovaných v KTO. Pre ilustráciu pripájam postup na zobrazenie objektov *božie muky*, *kríž* pomocou nami navrhnutého mapového znaku (**obr. 6**).

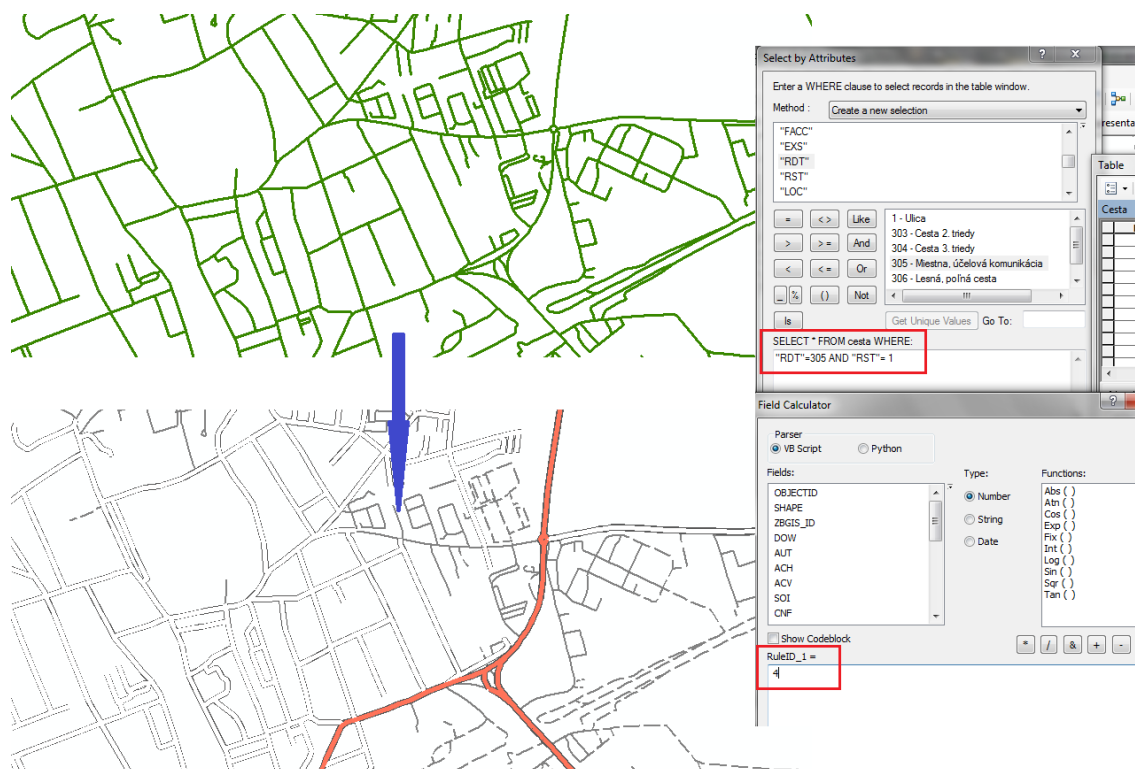


Obr. 6: Nastavenie reprezentácie pre objekt *božie muky, kríž*



Obr. 7: Definovanie pravidiel kartografickej reprezentácie

Pri objekte *cesta* je postup reprezentácie analogický s vyššie popísaným postupom pre objekt *božie muky*, *kríž*, ale s tým rozdielom, že pri objekte *cesta* chceme aby sa nám rozdielne typy ciest zobrazovali rozdielnymi mapovými znakmi. Splnenie tejto podmienky som docielil tak, že pre každý typ cesty som si vopred vytvoril mapové znaky a následne definoval pravidlá reprezentácie na základe atribútu *RDT* (typ cesty) spolu v kombinácii s atribútom *RST* (typ povrchu cesty). Program *ArcMap* ponúka možnosť selekcie objektov na základe atribútu (*Select by attributes*). Vyselektoval som napríklad všetky cesty typu „cesta II triedy“. Následne som iba týmto vyselektovaným cestám priradil do atribútu *RuleID* hodnotu 2, ktorá zodpovedá mapovému znaku pre kartografickú reprezentáciu ciest II triedy. Takto som postupoval, až do chvíle kým všetky typy ciest neboli zobrazené korektne podľa vopred navrhnutých mapových znakov. Na **obrázku 8** sa nachádza postup zobrazenia ciest v kartografickom modeli pomocou kartografickej reprezentácie.



Obr. 8: Využitie kartografickej reprezentácie na zobrazenie objektu *cesta*

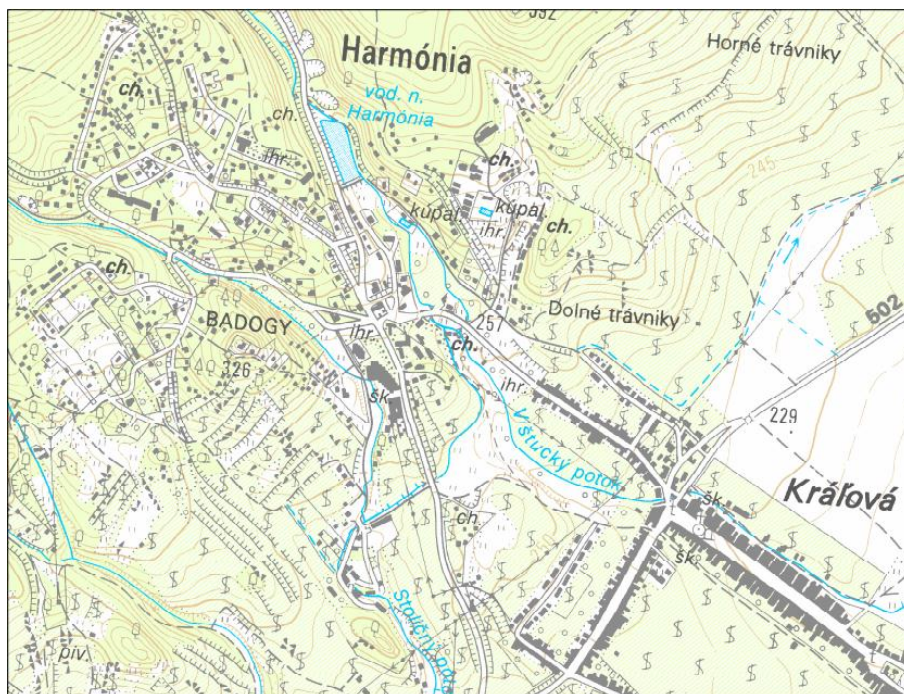
3.2.2 Vytvorenie výškopisu pre kartografický model ZM 25

Výškopis som vytvoril na podklade *Digitálneho modelu reliéfu* (DMR 3). Rozhodol sme sa použiť dve varianty zobrazenia výškopisu, a to zobrazenie pomocou *vrstevníc* a vyjadrenie výškopisu pomocou *tieňovaného reliéfu*. Sada nástrojov (*ArcToolbox*) v programe *ArcMap* ponúka možnosť vytvoriť z rastrového podkladu (DMR 3) *vrstevnice* a *tieňovaný reliéf*. Interval základných *vrstevníc* v kartografickom modeli ZM 25 je 5 m a interval *zvýraznených vrstevníc* je 25 m.

3.3 Výsledný návrh novej ZM 25

Spomenutý proces tvorby kartografickej reprezentácie som aplikoval na každý jeden objekt geodatabázy ZB GIS, ktorý mal byť zobrazený v kartografickom modeli ZM 25. Reprezentácia sa vykonáva nad všetkými typmi objektov (bodové, líniové, plošné). Nad každým objektom sa vykonáva kartografická reprezentácia podľa iných pravidiel špecifických pre daný objekt. Po definovaní pravidiel kartografickej reprezentácie pre objekty geodatabázy modelového prichádza na radu krok, v ktorom som vykonal kartografickú generalizáciu obsahu podľa zadaných pravidiel.

Kartografický model vznikol na podklade údajov ZB GIS a ich spracovaní v programovom prostredí ArcGIS. Výsledným produktom je vytvorenie výrezu mapového listu ZM 25 s novým obsahom zobrazeným pomocou navrhnutého znakového kľúča a to v dvoch vyhotoveniach. Prvé vyhotovenie využíva na zobrazenie výškopisu vrstevnice. V druhom vyhotovení je na vyjadrenie výškopisu použitá metóda tieňovaného reliéfu. Na porovnanie tej istej oblasti zobrazenej na doterajšej ZM 25 (**obr. 9**) a na návrhu novej ZM 25 (**obr. 10**) prikladám výrezy z oboch týchto dvoch mapových diel.



Obr. 9: Doterajšia ZM 25



Obr. 10: Návrh novej ZM 25

Záver

Na spôsobe tvorby mapových diel sa odzrkadlil rozvoj vedy a techniky, a to najmä prudký rozvoj počítačového hardvéru a softvéru. Tento rozvoj má za následok zmeny či už v zbere a spracovaní dát potrebných na tvorbu mapových diel, alebo zmeny v spôsobe tvorby mapových diel. Na základe porovnania doterajšieho spôsobu tvorby a obsahu ZM 25 s novou koncepciou tvorby tohto mapového diela môžeme zhodnotiť, že proces tvorby a požiadavky na výsledný produkt sú takmer totožné, ale radikálne sa zmenila technológia tvorby. Doterajšia tvorba ZM 25 bola zdĺhavá hlavne z dôvodu náročného technologického spracovania a náročnej generalizácie polohopisu a výškopisu zo ZM 10. Následkom čoho bolo, že toto súvislé mapové dielo sa nepodarilo nikdy dokončiť. V súčasnosti nám nové možnosti v rámci tvorby mapových diel ponúkajú GIS. Veľký prínos v tejto oblasti predstavuje ZB GIS, konkrétne KTO, ktorý popisuje objekty polohopisného charakteru a teda objekty reálneho sveta.

Na vytvorenie kartografického modelu ZM 25 som použili nástroj softvéru ArcGIS - Kartografická reprezentácia. Ponúka široké možnosti vizualizácie objektov reality. Ide o nástroj, ktorý otvára nové možnosti pri tvorbe kartografického modelu odvodených máp a môže byť využívaný v rámci tvorby štátneho mapového diela. Návrh obsahu ZM 25 a znakového kľúča na jeho vizualizáciu môže byť použitý na tvorbu štátneho mapového diela pre celé územie Slovenskej republiky. Kartografický model ZM 25 vytvorený digitálnou technológiou môže slúžiť ako vzorový v rámci tvorby štátneho mapového diela v rezorte geodézie, kartografie a katastra SR.

Literatura

- [1] Straka, J.: *Model generalizácie obsahu Základnej mapy Slovenskej republiky 1: 25 000*, Diplomová práca, Bratislava 2012.

Abstract. In the paper we deal with the creation of a cartographic model of the Basic Map of the Slovak Republic 1:25 000 (BM 25). We describe the current method of the creation of BM 25 and new concept of a derived map, which uses the Basic Database for the Geographic Information System (BD GIS). We analyzed the content of the BM 25 and the BD GIS. We proposed a new content and an explanation of symbols for BM 25. The cartographic model of BM 25 we created in ArcGIS 10 software. We defined the rules of cartographic representation for visualisation of the objects of the BD GIS geodatabase. The cartographic model of BM 25 can be used within the creation of the state map series.

OnGIS: Metody vyhledávání v geografických datech řízené ontologiemi

Marek Šmíd¹, Zdeněk Kouba²

^{1,2} České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická, katedra kybernetiky
Technická 2, 166 27 Praha 6

¹e-mail: smidmare@fel.cvut.cz

²e-mail: kouba@fel.cvut.cz

Abstrakt. OnGIS je systém umožňující běžným uživatelům klást dotazy nad heterogenními, složitě strukturovanými daty z různých zdrojů, k čemuž mu pomáhá sémantická vrstva propojující ho s GIS službami a operacemi. Tato vrstva je založena na OWL ontologiích, konkrétně je používán OWL 2 QL profil. OnGIS nabízí GUI s dvěma způsoby zadávání dotazů: jeden jednoduchý, založený na seznamu objektů, a druhý založený na strukturovaných výrazech s našeptáváním. Jako část této práce jsme vyvinuli OWL 2 QL reasoner pro přístup k datům z relačních databází, podporující prostorová omezení. Ten také umožňuje vázání různých objektů prostorovými relacemi. Vyvinutý OnGIS prototyp s tímto reasonerem byl otestován na reálných datech mj. z oblasti územního plánování.

Klíčová slova: Sémantika geografických dat, OWL 2 QL, integrace dat

Úvod

Cílem systému OnGIS je sémantické vyhledávání prostorových dat za účelem zpřístupnění služeb GIS technologií běžnému uživateli. Přitom je ale zachována možnost provádět složitě provázané dotazy. Sémantické technologie jsou také vhodné pro propojování více heterogenních zdrojů.

Sémantika dat (viz Sekci 1) je zajištěna jazykem OWL 2 QL [2] (viz Sekci 1.1), který přes svoji jednoduchost (v porovnání s jinými OWL jazyky) má pro naše použití dostatečnou expresivitu a zachovává předpoklad otevřeného světa. Jeho jednoduchost přináší možnost zodpovídat sémantické dotazy přímo z relačních databází, což je pro velké objemy dat (jak je u GIS obvyklé) velká výhoda.

OnGIS je v Sekci 2 navržen jako vyhledávací systém, který disponuje obecným rozhraním s dvěma způsoby vyhledávání, a systémem pluginů, díky kterým lze připojit sadu heterogenních, různě technicky řešených zdrojů dat.

Motivací pro OnGIS byla spolupráce s odborem územního plánování v Útvaru rozvoje hlavního města Prahy (ÚRM). ÚRM je zodpovědné za spravování velkého množství mapových podkladů Prahy pro různé urbanistické, realitní, apod. účely. Pro běžného občana, který chce např. najít místo vhodné k postavení domu, je ale obtížné se v mapových službách vyznat.

Proto byla metadata ÚRM služeb extrahována do ontologie, která umožňuje jejich snazší použití a propojení s dalšími praktickými zdroji dat. Toto je předvedeno v Sekci 3, kde jsou použita také data OpenStreetMap a GeoNames.

1 Sémantické technologie

Používání sémantických technologií na Internetu i jinde je motivováno snahou přiřazovat údajům jejich význam, a umožnit tak lepší organizovanost těchto dat, jejich snazší vyhledávání, propojování a odvozování. Po pestrém vývoji se jako vhodný kandidát na široce používaný nástroj pro sémantickou reprezentaci informací usadila skupina jazyků Web Ontology Language (OWL a OWL 2²) standardizována sdružením W3C³. Jedná se vesměs o různě obohacené podmnožiny predikátové logiky prvního řádu.

² <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>, cit. 18. 9. 2012.

³ <http://www.w3.org/>, cit. 18. 9. 2012. World Wide Web Consortium, mezinárodní komunita vyvíjející otevřené standardy pro Internet.

V jazyce OWL se používají pojmy *třída*, *relace* a *individuál*. Třída představuje určitou množinu individuálů, spjatých dohromady nějakým významem, např. „muž“. Relace zase vyjadřuje vztah mezi dvojicemi individuálů, např. „X je otcem Y“. U relace označujeme jeden individuál jako podmět (ten „nalevo“), a druhý předmět (ten „napravo“). A nakonec individuály představují objekty reálného světa, ať už fyzické či abstraktní. Dále budeme používat označení *entita*, která zahrnuje všechny pojmy v OWL dosud uvedené.

Pro identifikaci entit (těch „pojmenovaných“, tedy kromě těch odvozených) se používá IRI, což je rozšíření URI o mezinárodní znaky. URI je známý identifikátor, používaný např. pro zápis Internetových adres (pak se jedná o URL, podmnožinu URI), např. IRI pro OWL třídu Class je <http://www.w3.org/2002/07/owl#Class>.

Tím, že mají ontologie v OWL danou sémantiku, lze provádět odvozování nových faktů na základě faktů uvedených. Tomuto procesu se říká reasoning, nástroj, který toto provádí automaticky, pak reasoner. Příkladem můžou být axiomy „Každý otec je muž“ a „František je otec“, z nichž lze pak odvodit „František je muž“.

1.1 OWL 2 QL

OWL 2 QL [2] je jeden z profilů skupiny sémantických jazyků OWL 2. Jeho hlavní výhodou je jeho polynomiální složitost zodpovídání dotazů (není to ale jediný takový profil), v porovnání např. s populární variantou OWL DL, která má časovou složitost dotazů NEXP, tedy je řešitelná nedeterministickým exponenciálním algoritmem. Tato polynomiální složitost je vykoupena nižší expresivitou (tedy tím, že tímto profilem lze vyjádřit jen méně složité informace), opět v porovnání např. s OWL DL.

Polynomiální složitost přináší zásadní výhodu, že sémantické dotazy mohou být přeformulovány do SQL, a lze tedy pro úschovu OWL 2 QL dat použít klasické relační databáze, a zodpovídat z nich i dotazy.

OWL 2 QL je založen na jazyku $DL - Lite_{core}^H$, který je členem rodiny jazyků $DL - Lite$ ustanovené ve své rozšířené verzi v [3], jakožto jedna z deskripčních logik [4]. Základní stavební kameny pro definici tříd a relací v $DL - Lite_{core}^H$ jsou:

1. $B ::= A \mid \exists R$,
2. $C ::= B \mid \neg B$,
3. $R ::= P \mid P^-$,

kde A značí jméno třídy, B značí základní třídu, a C značí obecnou třídu. Symbol P značí jméno relace, a R značí obecnou relaci.

Sémantika je pak dána interpretací, pro detaily vizte [4] nebo velmi stručný přehled v [5]. Zde uvedu jen intuitivní pohled:

1. První pravidlo definuje, že základní třída je buď pojmenovaná třída, nebo množina všech individuálů vystupujících jako podmět relace R (existuje pro ně nějaký objekt, se kterým jsou svázány relací R).
2. Druhé pravidlo definuje, že obecná třída je buď základní třída, nebo negace základní třídy (množina všech individuálů nevyskytujících se v dané základní třídě).
3. Třetí pravidlo definuje, že obecná relace je buď pojmenovaná relace, nebo inverze relace (relace s přehozeným podmětem a předmětem). Např. relace „X má otce Y“ je inverze k „X je otcem Y“.

TBox (množina terminologických axiomů – vztahy mezi třídami a relacemi) se pak skládá z axiomů ve tvaru $B \sqsubseteq C$ a $R_1 \sqsubseteq R_2$, které mají význam, že všechny individuály ze základní třídy B jsou současně v obecné třídě C , resp. že všechny dvojice, pro které platí, že jsou v obecné relaci R_1 jsou současně v obecné relaci R_2 .

ABox (množina axiomů o individuálech, angl. assertions) se skládá z axiomů $A(a)$ a $P(a, b)$, kde a, b jsou individuály. Axiomy značí příslušnost individuálu, resp. dvojice individuálů k pojmenované třídě A , resp. k pojmenované relaci P .

OWL 2 QL rozšiřuje $DL - Lite_{core}^{\mathcal{H}}$ o několik dalších konstrukcí, které ale neovlivňují jeho polynomiální složitost. Jednou z těchto důležitých jsou datové relace. Kromě relací uvedených dříve, které k sobě vážou dva individuály (a které budeme nadále označovat jako objektové relace), datové relace vážou k individuálu nějaký datový objekt (řetězec, číslo, apod.), který v relaci vystupuje jako předmět. Další konstrukcí jsou anotace, které jsou obdobné jako relace (jsou také objektové i datové), ale neprovádí se na nich reasoning. Na rozdíl od relací mohou jako podmět vystupovat nejen individuály (např. třídy, relace...).

1.2 Owlgres a OwlgresMM

Owlgres⁴ [1] je reasoner pro $DL - Lite_{core}^{\mathcal{H}}$ s otevřenými zdrojovými kódy napsaný v jazyku Java, vyvinutý společností Clark & Parsia⁵, který využívá DBMS pro uchovávání dat (je navržen především pro PostgreSQL⁶ databázi).

Původní databázové schéma použité v Owlgres má dvě sady tabulek, jednu pro TBox (s jednou tabulkou pro všechny třídy, jednou tabulkou pro všechny objektové relace, atd.), a jednu pro ABox (se všemi příslušnostmi individuálů ke všem třídám v jedné tabulce, ke všem objektovým relacím v další, atd.).

Dle porovnání různých databázových schémat pro Owlgres v [6] bylo pro potřeby OnGIS vybráno jedno z nově navržených. Takové, které používá separátní tabulky pro ABox pro každou pojmenovanou třídu a pojmenovanou relaci. Toto se ukázalo pro většinu vyzkoušených dotazů jako nejefektivnější. OwlgresMM je extenze Owlgres, která implementuje toto zvolené schéma, a přidává další úpravy.

Jedna z těchto úprav je, že lze jednoduchými anotacemi definovat, jak jsou třídy a relace mapovány do databáze. Klíčovou věcí je ale podpora více databází. Po předzpracování dotazu OwlgresMM prozkoumá, kterými z připojených databází lze dotaz zodpovědět, a na ně pošle příslušné SQL dotazy.

Dále je OwlgresMM rozšířen o podporu prostorových dotazů. Ta je inspirována GeoSPARQL [7], standardem vydaným OGC⁷ pro prostorové dotazy, který rozšiřuje SPARQL⁸, jazyk pro dotazování RDF. OwlgresMM je navržen pro těsnou spolupráci s databází PostgreSQL s rozšířením PostGIS⁹.

2 Návrh

OnGIS se snaží vyjít vstříc běžným uživatelům a zprostředkovat jim přístup ke geografickým datům, aniž by měli znalosti v oblasti GIS. Pro přístup k datům není třeba používat specializovaný software, či pokládat dotazy ve složitých jazycích, stále je však možné přes jednoduchou webovou stránku získat složitěji strukturovaná a filtrovaná data odpovídající uživatelově potřebě, než jen jejich prosté kompletní zobrazení v mapě. Tento návrh rozšiřuje ten provedený v [5].

Rozhraní OnGIS je tvořeno modulární webovou aplikací (viz obr. 1), která není závislá na doméně dat – může být připojeno více sad dat s různou strukturou, ale z uživatelského hlediska se ke všem přistupuje stejně. Spolupráci s různými typy zdrojů dat pak zajišťují pluginy. Každý plugin musí být kompatibilní s OnGIS API (programovacím rozhraním), které zprostředkovává vyhledávání podle dotazu uživatele, přístup ke geometriím jednotlivých prvků, a zobrazování vrstev s výsledky v mapě.

⁴ <http://pellet.owldl.com/owlgres>, cit. 7. 10. 2011.

⁵ <http://clarkparsia.com/>, cit. 7. 10. 2011. Výzkumná a vývojová firma používající nejnovější sémantické technologie, autor rozšířeného OWL reasoneru Pellet.

⁶ <http://www.postgresql.org/>, cit. 24. 7. 2012.

⁷ Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org/>, cit. 24. 7. 2012.

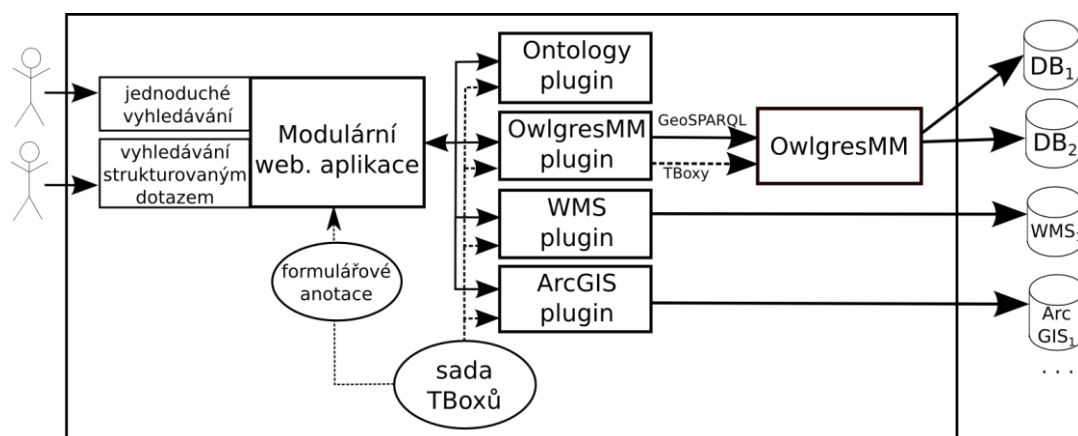
⁸ <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>, cit. 24. 7. 2012.

⁹ PostGIS (<http://postgis.refractory.net/>, cit. 24. 7. 2012) rozšiřuje PostgreSQL o podporu prostorových dat. Zahrnuje efektivní ukládání, indexování a přístup ke geografickým datům v databázových tabulkách.

Plugins mohou podporovat vyhledávání v ontologiích, v databázích, atp., a zobrazování vrstev z PostGIS databáze, z WMS¹⁰ a ArcGIS¹¹ serverů.

Z uživatelského pohledu OnGIS umožňuje dva způsoby vyhledávání. První způsob se zaměřuje na laické uživatele bez potřeby svůj dotaz nějak strukturovat. Je založen na vyhledávání jednotlivých komponent dotazu pomocí klíčových slov nebo částí názvů, postupné přidávání těchto komponent do seznamu, a následné přiřazení různých omezení k těmto komponentám.

Druhý způsob umožňuje dotaz zadávat jednoduchým strukturovaným dotazem, podobným matematickému výrazu s použitím závorek. V průběhu psaní dotazu je uživateli napovídáno, což usnadňuje tvoření struktury a umožňuje vybírání relevantních komponent dotazu.



Obr. 1: Blokový diagram systému

Nezávislost webového rozhraní a struktury připojených dat je dosaženo pomocí navržených formulářových anotací použitých na doménové ontologie (ontologie popisující jednu konkrétní doménu dat), které zpřístupňují data pro vyhledávání a zobrazování. Tyto anotace jsou:

- **searchable**: anotuje datovou relaci, která má být použita při vyhledávání uživatelem zadaného řetězce.
- **geometry**: anotuje ontologické entity reprezentující objekty s prostorovou geometrií, použité pro prostorové dotazy.
- **filterable**: anotuje datové relace vhodné pro filtrování hodnotou, vhodné pro filtrování prostorových objektů (např. atributovými dotazy) zobrazovaných na mapě.
- **partof**: anotuje relaci mezi entitami pomocí objektové relace, která určuje vztah „part of“ („je částí z“), použité pro vázání objektu k jeho integrálním součástem.
- **priority**: anotuje entity numerickou hodnotou, která určuje pořadí, v jakém se mají entity objevovat v seznamu výsledků vyhledávání.
- **displayable**: anotuje entitu, kterou lze v mapě zobrazit jako vrstvu. Může mít specifické pod-anotace určené pro různé OnGIS pluginy, např. pro PostGIS, WMS, ArcGIS a ArcGIS RESTful mapové servery.

2.1 Jednoduché vyhledávání

Toto vyhledávání je představeno již v [5]. Ve formuláři pro jednoduché hledání uživatel plní seznam komponentami dotazu (pomocí hledání podle části názvu, definice, klíčových slov, atp. – viz anotace

¹⁰ Jeden z OGC standardů, definující jednoduchý protokol pro získávání rastrových map, viz <http://www.opengeospatial.org/standards/wms/>, cit. 24. 7. 2012.

¹¹ Sada software pro GIS vyvinutých ESRI, viz <http://www.esri.com/software/arcgis>, cit. 24. 7. 2012.

searchable), na které pak uplatní nějaká prostorová omezení či jiné filtry. Prostorová omezení mohou být zadávána dvěma způsoby:

- **jednoduchý:** Zadávání prostorových omezení k vyhledaným komponentám dotazu. Nyní jsou navrženy dva typy omezení: *uvnitř* a *vzdálenost*. *Uvnitř* uvedené na nějaké komponentě omezí všechny ostatní části dotazu tím způsobem, že jejich geometrie musí ležet uvnitř komponenty, na které je omezení uvedeno. Obdobně pro *vzdálenost* – všechny ostatní části dotazu musí ležet do dané vzdálenosti od této. Pro příklad viz Sekci 3.
- **vazbami:** Zadávání omezení pomocí vazeb mezi dvojicemi vyhledaných komponent dotazu. Toto omezuje obě strany vazby symetrickým způsobem – jedna musí být do určité vzdálenosti od druhé, a naopak. Zatím je navrženo jen omezení na vzdálenost, ale je možné je rozšířit o další typ, o vazbu „uvnitř“, která ale pak samozřejmě nemůže být symetrická.

Tato prostorová omezení se mohou zadat u komponent dotazu, které jsou označené jako geometrie (viz anotace geometry). U komponent označených jako filtrovatelné (viz anotace filterable) lze zadat řetězcem hodnotu, kterou se daná komponenta filtruje, např. vrstva a nějaký její atribut.

2.2 Strukturované vyhledávání

Strukturované hledání je založeno na jednom interaktivním textovém zadávacím poli. Ačkoliv do něj lze přirozeně psát, interaktivní systém uživatele nutí jednotlivé části napsaného dotazu volit z nabídnutého „vyskakovacího“ seznamu. Takto je zaručena jednoznačnost zadaných komponent dotazu. V opačném případě, totiž kdyby uživatel nejprve volně napsal dotaz, a systém se mu po stisknutí tlačítka snažil porozumět, hrozí, že některé zadané výrazy nemusí být jednoznačné. Také analýza struktury dotazu by byla obtížnější a mohla by se mýlit.

Takto má uživatel možnost zadat kus části dotazu, a OnGIS mu nabídne vyhovující komponenty dotazu (opět podle anotace searchable). Dále může uživatel vkládat omezení „uvnitř“ (WITHIN) a „blízko“ (NEAR), a strukturovat dotaz pomocí kulatých závorek a čárky. Také může zadávat filtry (komponenty označené anotací filterable). Struktura dotazu připomíná matematický výraz, přesněji řečeno výraz v predikátové logice, kde logická spojka „a“ je nahrazena mezerou, a logická spojka „nebo“ čárkou.

Nejprve formálně zavedeme syntaxi dotazu. Dotaz je výraz (expression, E), který je definován jako seznam klauzulí (clause, C), které jsou od sebe oddělené čárkou. Klauzule je pak seznamem restrikcí (restriction) oddělených mezerou, které mohou být několika typů:

- Restrikce „třída objektů“ (TR): reprezentuje komponentu dotazu označenou jako geometrie.
- Restrikce „blízko“ (NR): odkazuje na další výraz v závorce, a nese hodnotu vzdálenosti.
- Restrikce „uvnitř“ (WR): odkazuje na další výraz v závorce.
- Restrikce „hodnota“ (VR): reprezentuje komponentu dotazu označenou jako filtrovatelnou a nese s sebou hodnotu filtru v uvozovkách.

Symbolicky lze tato pravidla pak zapsat jako:

- $E := C_1, C_2, C_3, \dots$
- $C := R_1 R_2 R_3 \dots$
- R může být jedno z:
 - $TR := \text{entita}$, kde entita je výsledek vyhledávání omezený na geometrie.
 - $NR := \text{NEAR } (E) \ x$, kde x je číselná hodnota vzdálenosti.
 - $WR := \text{WITHIN } (E)$
 - $VR := \text{entita "x"}$, kde entita je výsledek vyhledávání omezený na filtrovatelné objekty, a x je řetězec filtrovací hodnoty.

Závorky okolo výrazů E v NR a WR mohou být vynechány, pokud se jedná pouze o TR , tedy $E = TR$. Pak NR a WR vypadají jako $NEAR TR$ a $WITHIN TR$.

3 Prototyp

Prototyp systému OnGIS byl vytvořen jako Java EE¹² aplikace. Nabízí webové rozhraní pro představené dotazování a zobrazování map pomocí OpenLayers¹³. V prototypu jsou implementovány čtyři pluginy:

- **Owlapi plugin** pro hledání přímo uvnitř ontologií prostřednictvím OWLAPI¹⁴ knihovny. Je určen jen pro hledání, nepodporuje geografická data ani zobrazování mapových vrstev.
- **OwlgresMM plugin** pro svou práci používá OwlgresMM, který využívá jak pro hledání, tak pro získávání geometrií. Tento plugin na základě dotazu zkonstruuje GeoSPARQL dotaz, který předá OwlgresMM, který se postará o jeho zodpovězení z relevantních databázových zdrojů. Také zobrazuje mapové vrstvy z dat načtených z databáze.
- **WMS plugin** slouží pouze pro zobrazování mapových vrstev z WMS serverů.
- **ArcGIS plugin** zprostředkovává geografická data z ArcGIS serverů. Umožňuje načítání vektorových geometrií a zobrazování mapových vrstev.

Jako zdroje dat byly pro prototyp použity kromě veřejně dostupných služeb ÚRM dvě databáze: OpenStreetMap a GeoNames, ke kterým prototyp přistupoval pomocí OwlgresMM.

OpenStreetMap je soubor geografických dat celé planety nejen veřejně přístupný, ale také veřejností vytvářený. Kdokoliv může provést změnu či přidat nový objekt. Mapový výstup dat je přístupný na <http://www.openstreetmap.org>, kde lze po přihlášení také data upravovat. Zde lze také stáhnout veškerá data ve vektorové podobě ve speciálním formátu v XML. Silně zkomprimovaný soubor celé planety zabírá cca. 23 GB, po importu do PostgreSQL + PostGIS databáze ve struktuře vhodné pro zobrazování pak již stovky GB.

Formát zdrojových dat OpenStreetMap je poměrně jednoduchý. Základní objekty jsou uzel (node, má geometrii bodu), cesta (way, skládá se z bodů), a relace (relation, může být složena např. z několika cest, tvořících polygon, aj.). Každý objekt může být označen značkami (tags), které mají strukturu „klíč = hodnota“. Jím je specifikován jak typ objektu (např. restaurace, semafor na křižovatce, trasa tramvaje, vodní plocha), tak jeho různé atributy (popiska, zdroj dat, atd.). Aby se s daty dobře pracovalo a dala se rychle vyhledávat, byla v souladu s OwlgresMM uložena do relační databáze způsobem, že jeden typ objektů je v jedné tabulce. K tomuto účelu jsme vyvinuli speciální nástroj pro import dat v tomto formátu, která také vygeneruje anotace vhodné pro OwlgresMM mapující OpenStreetMap ontologii (viz další odstavec) do databázových tabulek.

Pro sémantický popis OpenStreetMap dat byla použita ontologie LinkedGeoData¹⁵, která je součástí iniciativy Linked Data¹⁶. Její expresivita je poměrně jednoduchá, a ontologii lze tedy bez potíží vyjádřit v OWL 2 QL.

GeoNames je databáze geografických bodů klasifikovaných do taxonomických kategorií. Data jsou dostupná v textovém souboru děleném tabulátorem. Opět byl vyvinut speciální nástroj, který data

¹² Java Platform, Enterprise Edition je platforma pro běh vícevrstevných aplikací, viz <http://docs.oracle.com/javase/>, cit. 24. 7. 2012.

¹³ Knihovna pro zobrazování a interakci s mapou s otevřenými zdrojovými kódy napsaná v jazyce JavaScript. Podporuje mnoho rastrových i vektorových formátů, transformaci bodů, a ovládacích nástrojů. Viz <http://openlayers.org>, cit. 24. 7. 2012.

¹⁴ The OWL API je referenční knihovna pro manipulaci s OWL ontologiemi, v poslední verzi zaměřená na OWL 2, viz <http://owlapi.sourceforge.net/>, cit. 25. 9. 2012.

¹⁵ <http://linkedgeodata.org/>, cit. 24. 7. 2012.

¹⁶ Jedná se o snahu propojit informační zdroje na Internetu sémantickými technologiemi. Mnoho jich takto již propojeno je, kromě LinkedGeoData uveďme např. DBpedia (<http://dbpedia.org/>), strukturovaná data získaná z Wikipedie. Viz <http://linkeddata.org/>, cit. 25. 9. 2012.

importuje do databáze a vytváří vhodné mapování. Součástí GeoNames je i ontologie¹⁷, která je také součástí Linked Data. Její expresivita je o něco větší, ale vybočující axiomy lze při transformaci do OWL 2 QL bez významné ztráty vynechat.

3.1 Ukázka jednoduchého vyhledávání

Jako ukázkou předvedeme dotaz ve dvou variantách, zadaný jednak přes jednoduchý formulář, jednak pomocí strukturovaného řetězce. Předmětem dotazu jsou restaurace nacházející se v blízkosti parku na Praze 2. Pokud chceme dotaz položit v jednoduchém formuláři, do vyhledávacího pole postupně zadáváme jednotlivé části dotazu. Zajímají nás restaurace, tedy zadáme slovo „restaurant“, a OnGIS ukáže seznam výsledků zahrnující toto slovo. Jedním z nich je slovo samotné, které vybereme a přidáme ho do seznamu objektů dotazu, viz obr. 2. Obdobně naložíme s parky.

Co nalezený objekt „restaurant“ znamená? V případě našeho prototypu a použitých dat pochází z menší propojovací ontologie, kterou jsme vyrobili za účelem propojení OpenStreetMap a GeoNames ontologií. Pro konkrétní představu, naši sjednocující třídu pro restaurace identifikujeme <http://ongis.org/ontologies/root.owl#Restaurant>, která v sobě zahrnuje třídy identifikované <http://linkedgeodata.org/ontology/Restaurant> (použité v LinkedGeoData pro OpenStreetMap) a <http://www.geonames.org/ontology#S.REST> (použité pro GeoNames). Díky tomu, když požádáme OwlgresMM o restaurace, vrátí nám výsledky z obou databází.

Pro omezení na Prahu 2 se musíme dovtípit, že se jedná o městské části, pod kterýmžto jménem je také najdeme (některé složitější objekty s méně intuitivním názvem mohou vyžadovat hledání metodou pokus-omyl, problém je ale řešitelný použitím vhodného tezauru, který by jistě byl šikovným rozšířením OnGIS). Technicky se jedná o mapovou vrstvu na ArcGIS serveru ÚRM. Abychom mohli výsledky omezit na jednu konkrétní městskou část, je třeba části filtrovat. K tomu potřebujeme nalézt nějaký vhodný atribut této vrstvy, nejjednodušší pro použití je název. Je možné tento atribut vyhledat samostatně, ale atributů „název“ skrývá server ÚRM mnoho, a těžko bychom vybírali ten správný. Proto OnGIS nabízí u přidaných komponent dotazu zobrazit jejich části (získané anotací „part of“). A skutečně u komponenty městských částí při zobrazení jejich částí nalezneme NAZEV, který kliknutím přidáme do seznamu, viz obr. 2.

class restaurant
Max distance: ☒ inside [remove](#)

class Park
Max distance: 150 ☒ inside [remove](#)

vrstva Městské části
(part of Vyhledávání lokalit.) parts <
TID MAP MESTSKECASTI P NAZEV NAZEV 1 SHAPE SHAPE.LEN GLOBALID ID POSKYT
UIR SOBVOD KOD UIR POBVOD KOD POSKYT UIR MCAST KOD OBJECTID SHAPE.AREA Městské části
Max distance: ☒ inside [remove](#)

atribut NAZEV
(part of Městské části)
Filter: Praha 2 ☒ [remove](#)

Obr. 2: OnGIS s několika přidanými výsledky vyhledávání

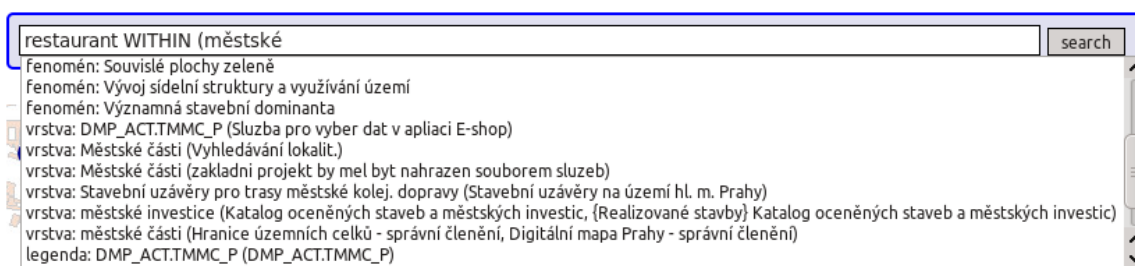
Nyní již máme všechny potřebné části dotazu pohromadě, teď je potřebujeme prostorově svázat a filtrovat. Atribut název, díky tomu že je anotován jako filtrovatelný, nabízí vstupní políčko, do kterého můžeme zadat jméno hledané městské části, „Praha 2“. Tím se z vrstvy městských částí zobrazí pouze tato. Dále chceme výsledky ostatních položek dotazu omezit na tuto část. Toho dosáhneme zaškrtnutím políčka „inside“ u městských částí, které je zde díky tomu, že jsou anotovány jako

¹⁷ <http://www.geonames.org/ontology/documentation.html>, cit. 24. 7. 2012.

geometrie. A nakonec chceme, aby restaurace byly blízko parků, řekněme do 150 m, tedy vyplníme maximální vzdálenost u parků. Toto políčko (stejně jako u restaurací) je zde z téhož důvodu jako u městských částí, parky jsou anotovány jako geometrie.

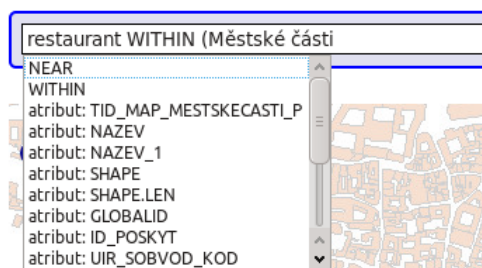
3.2 Ukázka strukturovaného vyhledávání

Strukturované zadávání dotazu používá jedno vstupní textové pole, které je obohaceno interaktivním našeptáváním. Jako v předchozím příkladu hledáme restaurace s podobnými omezeními. Poté, co napíšeme do textového pole alespoň tři znaky z hledané komponenty dotazu, pod polem se rozbali seznam vyhledaných výsledků, který se aktualizuje při každém napsaném znaku. Takto vybereme restaurant. Chceme ale zadat další omezení, aby se restaurace nacházely na Praze 2. Pro tento účel zná OnGIS dvě klíčová slova: WITHIN (uvnitř) a NEAR (blízko). Tedy zadáme WITHIN (opět nám pomůže našeptávání). Protože chceme městskou část omezit na Prahu 2, bude výraz za WITHIN složitější, a otevřeme pro tento účel kulatou závorku. Pak můžeme vyhledat komponentu městských částí, což je ilustrováno na obr. 3 (vybereme tu, která je částí vyhledávání lokalit).



Obr. 3: Ukázka automatického doplňování při zadávání strukturovaného dotazu. Doplňování objektu.

Po vybrání městských částí je chceme omezit na tu s určitým názvem. Po zadání mezery nám našeptávač rovnou nabídne části právě zadaného výrazu (i bez zadání tří písmen – toto dělá vždy, když části předchozího výrazu existují, a i při hledání jiných věcí dává části na vršek seznamu), mezi nimi i atribut NAZEV, viz obr. 4 (ale jak vidno, mohli bychom psát i jiné omezení NEAR či WITHIN). Protože se jedná o filtrovatelnou položku, systém po vybrání interaktivně doplní otevírací uvozovku, aby uživatel mohl zadat hodnotu filtrovacího výrazu. Zadáme tedy „Praha 2“ a uvozovku i závorku uzavřeme.



Obr. 4: Ukázka automatického doplňování při zadávání strukturovaného dotazu. Doplňování dalšího omezení, součástí předchozího objektu, či jiných objektů.

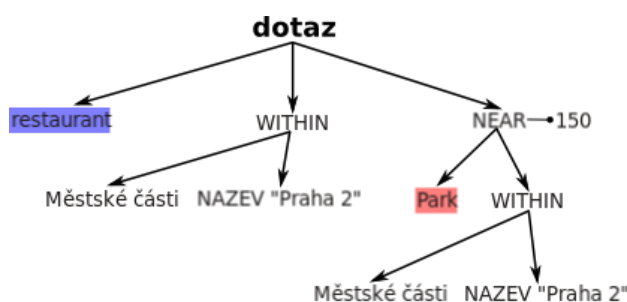
Obdobně zadáme omezení na vzdálenost k parkům pomocí klíčového slova NEAR. Mohli bychom jednoduše zadat „NEAR Park 150“ (viz pravidlo o vypouštění závorek), což by ale znamenalo blízkost k libovolnému parku. To samozřejmě dává smysl, chceme se např. po návštěvě restaurace posadit do libovolného blízkého parku, ale abychom se přiblížili jednoduchému dotazu z minulé sekce, omezíme parky také na Prahu 2. Výsledný dotaz je na obr. 5. Po stisku tlačítka `search` se v mapě zobrazí

výsledky, a barvy použité v mapových vrstvách jsou použity i pro podbarvení odpovídajících komponent dotazu v textovém poli¹⁸.

restaurant WITHIN (Městské části NAZEV "Praha 2") NEAR (Park WITHIN (Městské části NAZEV "Praha 2")) 150 search

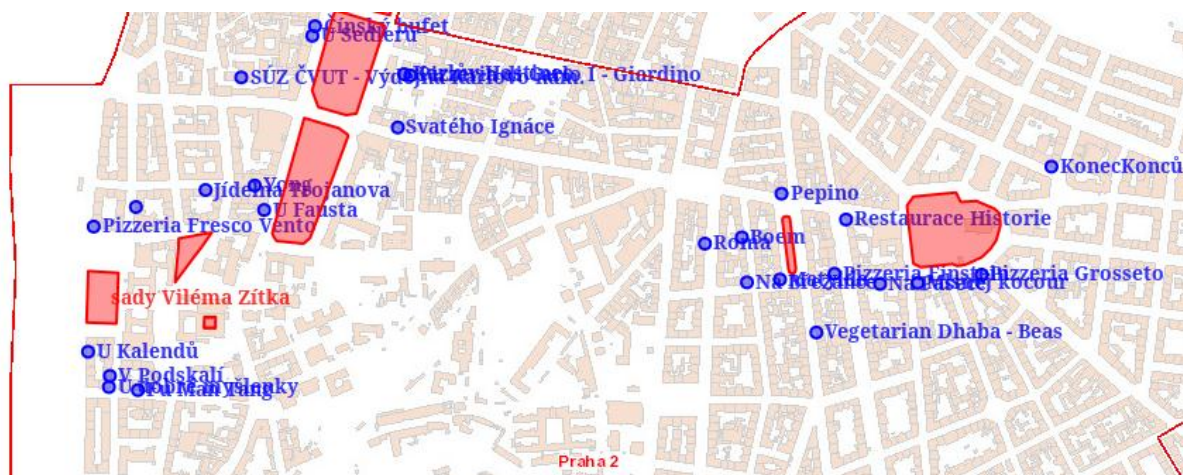
Obr. 5: Kompletní strukturovaný dotaz s některými částmi podbarvenými podle toho, jak jsou zobrazeny v mapě

Pro názornost, na obr. 6 je stromová reprezentace dotazu na obr. 5. V tomto případě mají výrazy vždy jen jednu klauzuli, a šipky ukazují z jednoho výrazu na množinu omezení. V případě omezení NEAR je navíc šipka s puntíkem pro označení hodnoty vzdálenosti.



Obr. 6: Stromová reprezentace strukturovaného dotazu

A konečně na obr. 7 je ukázka výřezu z mapy zobrazující výsledky dotazu. Větší červené plochy nalevo jsou park na Karlově náměstí, červená plocha napravo je park na náměstí Míru. Modré body jsou přilehlé restaurace. Červená čára ohraničuje Prahu 2.



Obr. 7: Mapa s výsledky strukturovaného dotazu

¹⁸ Městské části podbarveny nejsou, i když by to bylo možné. V tomto případě totiž technika použitá pro zobrazení této vrstvy (přímé zobrazení RESTful službou z ArcGIS serveru) v současné implementaci neumožňuje ovlivnit barvu vrstvy (je volená serverem).

Závěr

Navržený systém OnGIS je s použitím ontologií schopný distribuovat prostorové dotazy přes více zdrojů. Ke své práci využívá sadu doménových ontologií, které popisují jednotlivé zdroje, a další, které je mohou integrovat. Doménové ontologie jsou anotovány speciálními anotacemi: jednak těmi, které umožňují obecně navrženému uživatelskému rozhraní k ontologiím přistupovat, a dále těmi, které popisují propojení se zdrojem vlastních dat (ať už jde o relační databázi, nebo nějaký GIS server).

Implementovaný prototyp podporuje přístup k relační databázi PostgreSQL s rozšířením PostGIS a ke GIS serverům se službou WMS či ArcGIS.

Možná rozšíření zahrnují podporu dalších GIS služeb (např. WFS, které mají dobrou podporu různého filtrování a přístup k vektorovým datům) a přístup k jiným sémantickým datům, např. jiná data přístupná přes služby podporující SPARQL dotazování, kterých je díky Linked Data mnoho. Také je vhodné standard GeoSPARQL podporovat v plné šíři, což umožní spolupráci s jinými podobnými systémy.

Literatura

- [1] Stocker, M., Smith, M.: Owlgres: A scalable OWL reasoner. In: *OWLED*. Volume 432 of CEUR Workshop Proceedings, CEUR-WS.org (2008)
- [2] World Wide Web Consortium: *OWL 2 Web Ontology Language: Profiles*, OWL 2 QL, http://www.w3.org/TR/owl2-profiles/#OWL_2_QL. (2009)
- [3] Artale, A., Calvanese, D., Kontchakov, R., Zakharyashev, M.: The DL-Lite family and relations. *J. of Artificial Intelligence Research* **36** (2009) 1—69
- [4] Baader, F., Calvanese, D., McGuinness, D.L., Patel-Schneider, P., Nardi, D.: *The description logic handbook: theory, implementation, and applications*. Cambridge University Press (2003)
- [5] Šmíd, M., Kouba, Z.: OnGIS: Ontology driven geospatial search and integration. In: *Terra Cognita Workshop*, Volume 901 of CEUR Workshop Proceedings, CEUR-WS.org (2012)
- [6] Šmíd, M.: *Using databases for description logics*. Master's thesis, Czech Technical University in Prague, Faculty of Electrical Engineering (2009)
- [7] Open Geospatial Consortium: OGC GeoSPARQL — *A Geographic Query Language for RDF Data*, <http://www.opengeospatial.org/standards/geosparql>. (2012)

Abstract. OnGIS is a system to help non-expert users to query over heterogeneous complex spatial data from different sources, which requires semantic layer over the GIS services and operations. It is based on OWL ontologies, specifically it uses OWL 2 QL profile. It provides a GUI with two ways of entering a query: one simple, based on an object list, and another using structured expression with auto completion. To support querying relational databases with spatial constraints, a custom OWL 2 QL reasoner has been designed as part of this work. It allows relating different objects by means of spatial joins. A prototype system backed by the reasoner has been tested on the urban planning domain.

Tento příspěvek byl podpořen projektem SGS ČVUT číslo SGS10/276/OHK3/3T/13.

Prostorová vizualizace a prezentace Přírodního parku Třemšín

Miroslav Šoul

Atlas, spol. s r. o.
Na Křivce 50, 101 00 Praha 10
e-mail: mireksoul@gmail.com

Abstrakt. Tento článek se komplexněji zabývá Přírodním parkem Třemšín. Opírá se o legislativu spojenou s ochranou přírody a legislativu týkající se vzniku parku. Podrobně definuje průběh jeho hranic. Pokouší se nastínit nejstarší prokázanou historii oblasti a charakter lidí, kteří zde žijí. Tvorbou tematických prvků v programu ArcGis, které definují aspekty dané krajiny, vhodně doplňuje Základní mapy a Ortofoto České republiky. Z výškopisné složky dat ZABAGED vytváří v programu Atlas prostorový model území parku, který doplňuje rastrovým mapovým výstupem Ortofota České republiky s tematickými prvky. Dále je prezentace parku doplněna o vizualizace pamětihodností v programu Google SketchUp a panoramatické fotografie. Výsledky práce jsou prezentovány v prostředí webu na adrese: „<http://geo3.fsv.cvut.cz/dp/soul/>“.

Klíčová slova: Přírodní park Třemšín, Třemšínsko, Základní mapy, ZABAGED, Ortofoto, WMS, panoramatická fotografie, DMT, Google SketchUp, webové stránky

Úvod

Téma Přírodního parku Třemšín (dále jen park), jeho prostorové vizualizace a prezentace, bylo vybráno z několika důvodů. Oblast parku není komplexněji zpracována v podobě, která by jej náležitým způsobem prezentovala. Neexistence prospektového ani webového materiálu týkajícího se dané problematiky ve mně vzbudila zájem k realizaci webové prezentace. Zároveň je oblast parku mým domovem. Území parku je neodmyslitelně spjata s horou Třemšín, která je dominantou a symbolem celé oblasti. Dává krajině osobitý ráz, tvoří dějiny a je trvalou součástí těchto dějin. Jako je pro jiné Milešovka, Kozákov nebo Ještěd, je pro lidi z jihozápadu Příbramska Třemšín. Přírodní park Třemšín je součástí Brdské vrchoviny v jihozápadní části okresu Příbram. Zpracovávaná oblast se dá opticky rozdělit na tři části. Okolí města Rožmitál pod Třemšínem, okolí obce Hvoždany a oblast „třemšínského hřebenu“ (vrchů Třemšína, Hřebence a Hengstu). Náplní práce je několik témat, které dohromady vytvářejí komplexní obraz území.

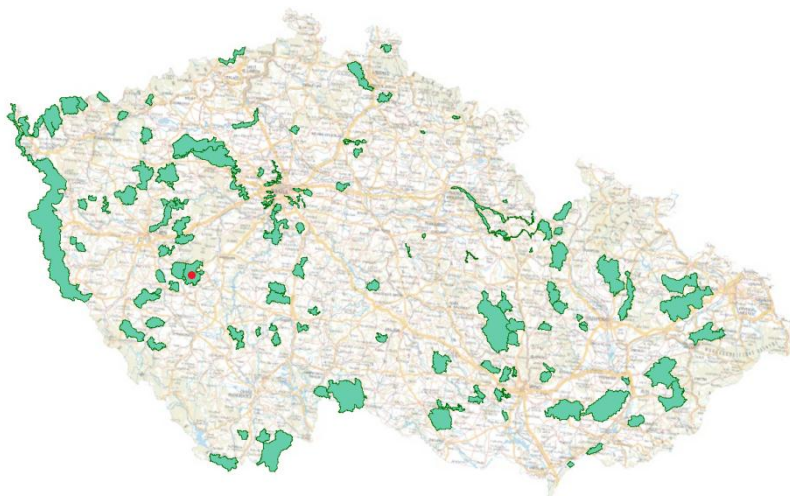
V úvodu práce se zabývám legislativou o ochraně přírody a legislativou, která vedla ke zřízení parku. Na základě dostupných materiálů definujících průběh hranice parku nalézám sporná místa mezi textovým vymezením hranice a zobrazením hranic v mapových podkladech, které jsou k dispozici. Práce se zabývá také vyznačením hranice parku v terénu. Nikoliv jen legislativou a vymezením hranic parku, ale také historicky definuji dané území jižní výspy Brd. Snažím se doložit nejstarší prokázanou historii oblasti, sdělit, kde se nacházejí archeologicky nejstarší oblasti, a pokusit se vystihnout charakter obyvatel, který je dnes v jistých ohledech velmi podobný lidem z dob minulých. Dále v práci vyjmenovávám a popisuji přírodní aspekty krajiny (přírodní rezervace, přírodní památky, památné stromy, evropsky významné lokality a další prvky), které jsou součástí zpracovávaného území. Popisuji tvorbu aspektů krajiny jako tematických prvků v programu ArcGis pro zobrazení v Základních mapách a Ortofota České republiky. Podrobně popisuji získání a přípravu mapových podkladů (Základních map a Ortofota), které jsou spolu s vytvořenými a zobrazenými tematickými prvky jedním z hlavních výstupů práce. Dále popisuji vložení mapových podkladů spolu s tematickými prvky do programu Zoomify tak, aby se v každém přiblížení anebo oddálení zobrazila jiná mapa společně s různými tematickými prvky reflektujícími dané přiblížení.

V kapitole „Vizualizace pamětihodností“ popisuji tvorbu 3D modelů objektů v programu Google SketchUp a jejich následnou prezentaci v mapách společnosti Google. Dalším výstupem je digitální model území vytvořený v programu Atlas z dat ZABAGED. Z vizualizace modelu území je vhodným způsobem vytvořeno prezentační video, které průletem po okolní krajině přináší jiný úhel pohledu

na území parku. Model území obsahuje Ortofoto s tematickými prvky a popisem vrcholů, které se otáčejí vždy za kamerou. Součástí práce je také model území ve formátu VRML, který slouží uživateli k prohlížení prostorového modelu území. Nedílnou součástí prezentace parku je i panoramatická fotografie. Její tvorba a postup při pořizování fotografií včetně pomůcek je uveden v kapitole „Panoramatická fotografie“. Veškeré zmíněné výstupy se staly součástí webové prezentace Přírodního parku Třemšín. [1]

1 Geografická lokalizace

Přírodní park Třemšín, oblast 112 km² v JZ části Středočeského kraje v okrese Příbram. Severní hranice parku je totožná s jižní hranicí Vojenského výcvikového prostoru Jince (středních, nebo také řečeno centrálních Brd). Východní hranici určují z části katastrální hranice, silnice, cesty, intravilány, místy pole a louky. Jižní a západní část hranice definuje hranice krajská (s krajem Jihočeským a Plzeňským). Přírodní park Třemšín je na obrázku České republiky označen červenou značkou. [1]



Obr. 1: Poloha přírodních parků v České republice [2]

Oblast Přírodního parku Třemšín bychom mohli opticky rozdělit na tři části. Okolí města Rožmitál pod Třemšínem, Hvožd'ansko (okolí obce Hvožd'any) a oblast „třemšínského hřebenu“ (vrchů Třemšína, Hřebence a Hengstu - též v mapách nazývaný Kobyli hlava). Nejvyšším místem území je vrch Třemšín, který dle místopisných údajů trigonometrického bodu č. 11 TL 2125 (umístěného na vrcholu) má nadmořskou výšku 826,74 m n. m. ve výškovém systému Bpv. Třemšín je identifikačním bodem celého území a byl vybrán jako nositel souřadnicové lokalizace. Následující údaje jsou vztaženy k již zmíněnému trigonometrickému bodu na vrcholu Třemšína. V souřadnicovém systému S - JTSK: $Y = 796\,819,11$ m $X = 1\,093\,799,37$ m. V dnešní době GPS navigací byly souřadnice přepočteny v programu Matkart (autor prof. Bohuslav Veverka) do souřadnicového systému WGS84: $\varphi = 49^{\circ}34'01,489''$ a $\lambda = 13^{\circ}46'38,106''$. Nejnižším místem (zobrazené území - nikoliv samotný park) je okolí obce Přední Poříčí (východní část zpracovávaného území) - výška je zde 484 m n. m. V obrázku 2 jsou zobrazeny odstínem červené barvy hranice a názvy přírodních parků. [1]



Obr. 2: Přírodní park Třemšín (podklad ZM ČÚZK, kresba parků autor)

2 Tvorba vizualizace a prezentace

Kapitola pojednává o získání a úpravě digitálních mapových podkladů použitých k prezentaci území. Podklady následně slouží k zobrazení tematických prvků reprezentujících oblast a okolí Přírodního parku Třemšín. Dále se zde pojednává o tvorbě tematických prvků v programu ArcGis, o tvorbě prostorového modelu území z dat ZABAGED, o tvorbě panoramatické fotografie a její implementaci do webového prostředí, o vizualizaci zvolených pamětihodností daného území – jejich implementaci do prostředí Google Maps a zobrazení na webových stránkách autora. Poslední podkapitolou je tvorba zmíněných webových stránek autora reprezentující v ucelené formě výsledky zde dosažené. [1]

2.1 Digitální mapové podklady

Pro prezentaci zvoleného území je využito tří digitálních mapových podkladů. Ortofoto (snímky k roku 2011), Základních map středního měřítka a výškopisné složky ZABAGED. Mapové podklady ve vhodném detailu prezentují Přírodní park Třemšín a jeho okolí. Základní mapy a Ortofoto se staly podkladem pro následné zobrazení přírodním specifík území, názvů měst, obcí a osad, cestní sítě v rozsahu I. až III. řádu, studánek, mohyl, významných vrcholů a míst výhledů (fotografická místa pro tvorbu panoramat). Rozdělení digitálních mapových podkladů by zde mohlo být dvojího typu. Jedním jsou data poskytnutá resortem ČÚZK prostřednictvím žádosti autora a potvrzená katedrou mapování a kartografie. Druhým podkladem jsou data získaná prostřednictvím WMS serveru ČÚZK. Bylo použito i více WMS serverů, ale dané podklady byly vždy pouze zobrazovány - tzv. WMS online - pro vektorizaci, nikoliv „fyzicky“ staženy pomocí url adresy popsané níže. [1]

- **Ortofoto**
- WMS server geoportálu ČÚZK, na základě požadavku GetMap
- **Základní mapa ČR 1 : 200 000**
- připojení a export území pomocí ArcGis online z tlustého klienta ArcMap 10
- **Základní mapa ČR 1 : 50 000**
- WMS server geoportálu ČÚZK, na základě požadavku GetMap
- **Základní mapa ČR 1 : 25 000**
- písemná žádost na ČÚZK

- **Základní mapa ČR 1 : 10 000**
- WMS server geoportálu ČÚZK, na základě požadavku GetMap
- **ZABAGED (3D)**
- písemná žádost na ČÚZK

2.1.1 Data získaná z WMS serveru ČÚZK

Na základě url adresy níže byly získávány jednotlivé mapové výřezy daného území z WMS serveru ČÚZK.

http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM50_PUB/WMSservice.aspx?service=WMS&request=Getmap&version=1.3.0&layers=GR_ZM50&styles=Default&crs=EPSG:102067&bbox=-787500,-1092000,785000,-1090000&width=2500&height=2000&format=image/jpeg

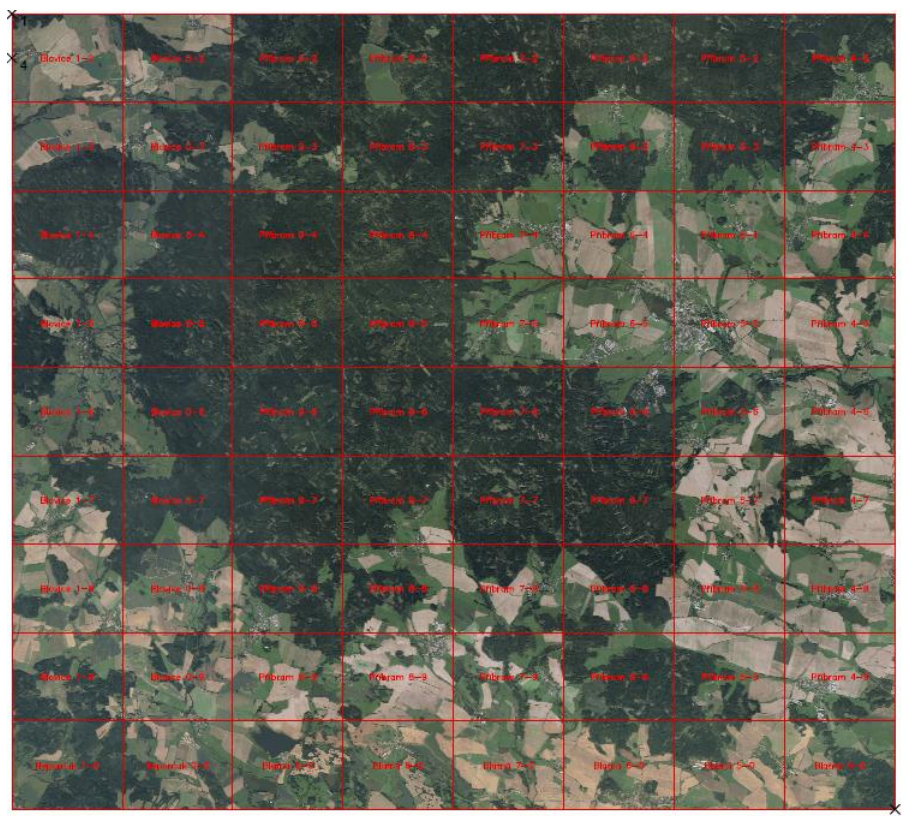
Pokud bychom vyžadovali např. Ortofoto a nikoliv Základní mapu 1 : 50 000, je potřeba změnit následující parametry url adresy. Parametr WMS_ZM50_PUB změnit na WMS_ORTOFOTO_PUB, parametr layers=GR_ZM50 změnit na layers=GR_ORTFOTORGB (pozor, ve slově „ORTFOTORGB“ opravdu není chyba - druhé „O“ ve slově ORTOFOTO zde není obsaženo). Dále se mění samozřejmě bounding box dle potřeby, a nebo se používá totožný, pokud se vyžaduje stejný mapový výřez jako u Základní mapy. [1]

2.1.2 Výstup jediného snímku

Z důvodu početných rastrových podkladů bylo přistoupeno k tvorbě jediného rastru. Tedy ze 72 rastrů vznikl vždy jeden podklad. Podmínkou bylo zachování kvality dat tak, aby byla zaručena velikost pixelu 1 m. Na obrázku 2.1 je patrné rozložení jednotlivých oblastí, které byly získány z WMS serveru. Jeden rastr má rozměr 2 500 × 2 000 pixelů, pak dle daného rozložení a zachování velikosti pixelu se získá rozměr celku 20 000 × 18 000 pixelů. Již georeferencovaná data byla zobrazena v programu Kokeš, který efektním způsobem umí vytvořit z jednotlivých rastrů jediný. Použita byla funkce „Tisk do rastru“ - v záložce Rastr. Oblast dat, která budou „tisknuta“ - tento termín zde znamená vytvoření jediného rastru - spočívá v označení oblasti pomocí kurzoru. Metody označení jsou v programu Kokeš dvě (známé autorovi). Jedním je grafické označení, které nebylo zde využito a v jisté míře je také méně přesné. Výhodnější je označení oblasti vymezené dvěma body (levý horní a pravý dolní roh celku). Tím přesně vymezíme oblast, ze které vznikne jediný rastr. V dialogovém okně zmíněné funkce nastavíme velikost pixelu 1 m a zkontrolujeme, jestli souhlasí rozlišení výsledného rastru. Výsledný snímek (Ortofoto, ZM) je v systému S – JTSK definován levým horním rohem o hodnotě $Y = 805\,000,0$ m a $X = 1\,084\,000,0$ m a rozměru 20 000 × 18 000 pixelů. [1]

2.2 Tvorba tematických prvků

Tvorba tematických prvků byla zpracovávána v programu ArcGis 10. Důležitou prioritou zvolení daného programu není vytvoření geodatabáze, která vznikla, ale skutečnost, že geodatabáze umožňuje např. geografickou lokalizaci všech prvků, jejich rychlou změnu atd. Poslání geodatabáze se nedá samozřejmě takto jednoduše vyjádřit. Tvorba a význam geodatabáze není cílem této kapitoly. Níže je uveden výčet jednotlivých tříd a nebo jejich skupin. Výsledkem práce v programu ArcGis 10 je export mapových podkladů popisovaných výše společně se zákresem vhodně zvolených tematických prvků do formátu TIFF. Jinými slovy, vznikne několik rastrových výstupů, které následně slouží jako vstup do programu Zoomify. [1]



Obr. 3: Ortofoto daného území se zákresem kladu ZMVM 1 : 5 000

- **Typ bod**
- názvosloví (města, obce, osady), vrcholy, výhledy, studánka, mohyly, památné stromy
- **Typ multibod**
- památné stromořadí
- **Typ linie**
- hranice kraje, hranice přírodních parků, hranice přírodních rezervací a památek, evropsky významné lokality, silnice I. - III. třídy, chráněná ložisková území
- **Typ plocha**
- evropsky významné lokality, chráněná ložisková území, přírodní rezervace a památky

2.2.1 Výstupy jednotlivých rastrů

Nyní jsou k dispozici mapové podklady spolu s tematickými prvky. Aby bylo docíleno požadovaného efektu, ve kterém každé přiblížení mapy v programu Zoomify zobrazí jiný mapový podklad s vhodnými tematickými prvky, musí se vytvořit několik verzí vyhotovené práce v programu ArcGis podle zvolených referenčních měřítek a mapových podkladů. Dále následuje exportování do zvoleného rastrového formátu. Je sice možné v ArcGis vždy pro daný export vypnout, nebo zapnout zvolený podklad a navolit tematické prvky, je to ale pomalý a v jisté míře nepřehledný postup. *Pozn.: Změna referenčních měřítek pro dané tematické prvky zaručí změnu jejich velikosti jak na monitoru, tak v daném výstupu.* Následuje výčet referenčních měřítek spolu se zvolenými mapovými podklady a tematickými prvky. Daným způsobem jsou prezentovány i na webových stránkách v programu Zoomify (tak, jak jsou zobrazovány v jednotlivých přiblíženích). [1]

Ortofoto:

- 1 : 75 000 - město, obce, silnice I. - III. třídy, PŘP

- 1 : 50 000 - město, obce, osady, silnice I. - III. třídy, PR, PP, PřP, vrcholy
- 1 : 25 000 - zobrazení všech tematických prvků
- 1 : 10 000 - zobrazení všech tematických prvků
- 1 : 5 000 - zobrazení všech tematických prvků

Základní mapy:

- 1 : 75 000 - ZM200 - PřP
- 1 : 50 000 - ZM50 - PřP, PR, PP
- 1 : 25 000 - ZM25 - PřP, PR, PP, EVL, studánky, mohyly, rozhledy
- 1 : 10 000 - ZM10 - PřP, PR, PP, EVL, studánky, mohyly, rozhledy
- 1 : 5 000 - Ortofoto - zobrazení všech tematických prvků

2.3 Program Zoomify express

Jedná se o volně stažitelnou flashovou aplikaci pro „zooming“ rastrových obrázků. Zobrazování je uskutečňováno prostřednictvím webového prohlížeče. Součástí balíčku je také program, který daný rastr „nařeže“ na jednotlivá přiblížení a uloží do několika tzv. „TileGroup“, ze kterých flashová aplikace následně skládá právě zobrazovaný obraz na monitoru. Z názvů částí rastrů uložených v těchto „TileGroup“ je možné vyčíst k jakému přiblížení patří. Rozměr jednotlivých rastrů v „TileGroup“ je maximálně 256×256 px a jedna „TileGroup“ obsahuje maximálně 256 rastrů. Bylo zjištěno, že první číslo v názvu rastru znamená hodnotu přiblížení, druhé číslo sloupec a třetí číslo řadu, ve které se daný výřez vyskytuje. Např. z názvu rastru 5 - 0 - 10 zjistíme, že se jedná o páté přiblížení, nultý sloupec a desátou řadu.

Z vyhotovených rastrů o daném rozlišení bylo zjištěno, že se vytvoří 7 přiblížení uložených v 35 „TileGroup“. Stejný počet přiblížení a stejný počet „TileGroup“ obsahujících totožné výřezy (rozměrově i početně) se vytvoří i u ostatních rastrů stejného rozměru. Takto bylo tedy vyhotoveno devět souborů (pro devět rastrů), které obsahují 35 „TileGroup“. Každý rastr je nadefinován (vyhotoven) pro konkrétní přiblížení (výstupy z ArcGis). Program Zoomify vytvoří pro každý rastr všechna přiblížení. Nezbyvá tedy nic jiného, než-li vybrat jednu skupinu (daných 35 „TileGroup“), ve kterých nahradíme jednotlivá přiblížení stejnými přiblíženími jiného podkladu (jiné mapy). Právě tato skutečnost zaručí, že se při změně přiblížení změní i mapový podklad.

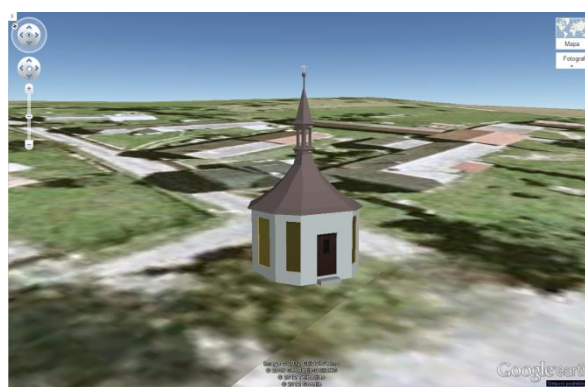
Aby zobrazování bylo funkční, je důležité mít vstupující rastry do programu Zoomify rozměrově a polohově identické. Jinak by se mohlo stát, že několik výřezů se nebude rozměrově shodovat s těmi, které nahrazujeme. Dané místo se nekorektně zobrazí, případně se aplikace (ve webovém prohlížeči) „nerozběhne“. [1]

2.4 Vizualizace pamětihodností

Zvolenými objekty zájmu jsou kaple sv. Františka Serafinského ve Věšíně a kaple v obci Sedlice. Zvolení kaplí mělo čistě pragmatický důvod (blízkost bydliště autora). Vizualizace byla vytvořena v programu Google SketchUp a následně publikována v prostředí Google Warehouse (databáze prostorových objektů společnosti Google). Oba objekty byly přijaty a jsou zobrazeny na mapách společnosti Google (prostředí Google Earth). Pro webovou prezentaci Přírodního parku Třemšín byla následně v programu SketchUp vyhotovena video prezentace zvolených objektů. [1]



Obr. 4: Kaple ve Věšíně



Obr. 5: Kaple v Sedlici

2.5 Prostorový model území

3D model terénu dané oblasti byl vyhotoven v programu Atlas. Následná vizualizace probíhala v jeho nadstavbové části Pogledy. [1]

2.5.1 Načtení dat ZABAGED

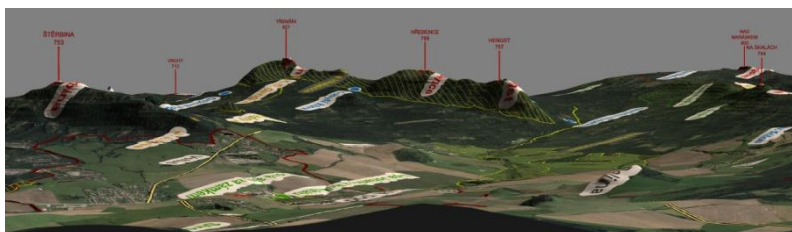
Software Atlas má v sobě již implementovanou funkci načtení dat z dat ZABAGED, ze kterých automaticky vyhotoví digitální model terénu. Data ZABAGED byla načtena hromadně, tedy najednou všech 15 mapových listů. Následně se automaticky vytvořil digitální model terénu. [1]

2.5.2 Umístění objektů

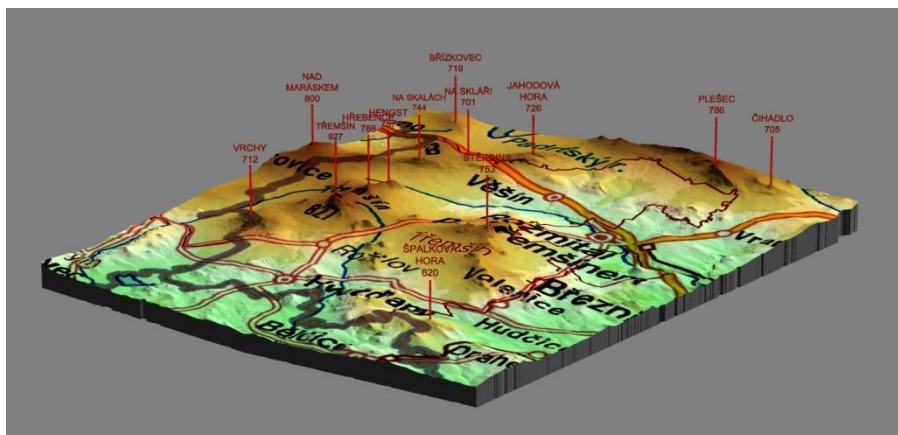
Po zobrazení modelu terénu následovalo umístění objektů pro program Pogledy. Objekty definují polohu daných vrcholů, nad kterými je možné v nadstavbě Atlasu Pogledy vyobrazit název vrcholu jako rastrový obrázek. Každý objekt je definován vlastní hladinou (vrstvou). Stávající nastavení hladin bylo ponecháno, pouze byl změněn její název na název vrcholu, ke kterému se vztahuje. Po dokončení umísťování objektů je důležité dané objekty uložit (exportovat pro program Pogledy). Při každé změně pohledu na digitální model terénu v programu Pogledy se takto vytvořené objekty (názvy kopců) otáčejí společně s kamerou (stále vidíme název kopce). Umístěno bylo 13 objektů. Na povrch modelu terénu byl umístěn rastr Ortofota s tematickými prvky (export z ArcGis). Nastavena byla vyšší kvalita a poloprůhlednost. Poloprůhlednost rastru zajistí, že pod rastrem „prosvítá“ model terénu a je zaručeno následné osvětlení modelu terénu. Osvětlení je z důvodu vyššího vnímání plastičnosti modelu terénu. V jiném případě rastr zakryje model terénu a model terénu nelze již osvětlit (je skryt pod rastrem). [1]

2.5.3 Výstupy z programu Pogledy

Z programu Pogledy byly exportovány video soubory průletů územím, model území ve formátu VRML a rastrové pohledy na model území. [1]



Obr. 6: Prostorový model Přírodního parku Třemšín



Obr. 7: Prostorový model Přírodního parku Třemšín

2.5.4 Výstup do formátu AVI

Pro tvorbu video výstupu existují prakticky dvě možnosti. Prvou je definování polygonu, který bude tvořit trajektorii kamery. Mezi jednotlivá stanoviska se automaticky navolí počet snímků. Dále je potřebné definovat výšky letu a další parametry. Metoda je značně sofistikovaná a do jisté míry těžkopádná. Pomalejší, ale z hlediska zpracovatele kontrolovanější metodou, je přidávání pozic kamery. Pohled na model terénu, který právě vidíme, nastavíme jako pozici 0. Posuneme modelem terénu a nastavíme pozici 1. Takto postupně přidáváme následující pozice, které budou definovat stanoviska polygonu, mezi které následně automaticky vložíme několik snímků. Vložením snímků zaručíme hladký průlet terénem (výstup nebude skokový). Výsledný efekt průletu je možné vyzkoušet již v programu Pogledy. Pokud se nám určitá část zdá nekvalitní, je možné dané pohledy doplnit, nebo zrušit (lze měnit pouze námi vložené, nikoliv automaticky doplněné). [1]

2.6 Panoramatická fotografie

Panoramatická fotografie byla vyhotovena (fotografována) na devíti stanoviskách, ze kterých jsou dobré výhledy na krajinu Přírodního parku Třemšín a jeho okolí. Stanoviska byla volena také s ohledem na jejich propojitelnost tak, aby na výsledné panoramatické fotografii bylo vidět místo fotografování předchozí a následující panoramatické fotografie. Přírodní park Třemšín se tímto způsobem propojil po obvodu fotograficky. Ovšem je nutné podotknout, že severní část není propojena - je to z důvodu lesních porostů o délce cca 10 km nemožné. Vytvoření panoramatu bylo provedeno automaticky v programu Hugin (Open Source program), v programu je možné i manuální řešení celého procesu. Například v automatickém procesu nastane problém se špatným vyhledáním spojovacích bodů jednotlivých fotografií a je nutné je manuálně doladit (přidat, odebrat, změnit polohu) - fotografie autora nebylo potřebné opravovat. [1]

Prezentace výsledného panoramatu je možná několika způsoby. Jako nejlepší a zároveň nejsnadnější způsob prezentace se jeví implementace panoramatu do prostředí webu pomocí programu PTVViewer. PTVViewer je java applet, který lze použít jako prohlížeč panoramatických snímků. Byl vyvinut Helmutem Derschem [3]. Byla zde také využita možnost umístění tzv. „Hotspot Point“, pomocí kterých se zde odkazuje na další panoramatické fotografie. [1], [4]

2.7 Webová prezentace

Webové prezentace jsou v dnešní době nedílnou součástí přístupu k informacím. Není potřebné se zmiňovat o výhodách webové prezentace oproti tištěným propagačním materiálům. I když propagační materiály s možností informací „uchopit“ a jiným způsobem vnímat než web, má stále své osobité kouzlo a opodstatnění. Webové stránky k propagaci Přírodního parku Třemšín jsou koncipovány především s estetickým důrazem tak, aby reflektovaly danou krajinu a uživatel pocítil vjem z krajiny Třemšínka prostřednictvím webu. [1]



Obr. 8: Logo Přírodního parku Třemšín

2.7.1 Použité výstupy

Kapitola vyjmenovává výstupy vyhotovené v rámci práce, které jsou k dispozici na webových stránkách Přírodního parku Třemšín. Jedná se o: [1]

- **Mapové výstupy**
 - Ortofoto
 - Základní mapy České republiky
- **Vizualizace**
 - SketchUp - video výstup pamětihodností, plugin společnosti Google s vizualizací
 - pamětihodností
 - Průlety terénem - video výstupy
 - VRML - virtuální model území ovládaný uživateli webu
 - Panorama – 9 panoramatických výstupů poskytovaných programem PTVIEWER

Závěr

O Přírodním parku Třemšín není mnoho ucelených informací. Informační tabule v Rožmitále pod Třemšínem a okolních obcích jsou jistě přínosné, ale z hlediska prezentace málo efektivní. Dřevěné tabulky se státním znakem, které vymezují hranice Přírodního parku Třemšín, jsou již na několika místech v dezolátním stavu, nebo ani neexistují. Neexistence prospektové a webové prezentace dokresluje smutnou realitu a neutěšený stav, který je tak potenciálním návštěvníkům předkládán v celé své „kráse“. Zlí jazykové mohou namítnout, že Přírodní park Třemšín se stane v dohledné době součástí možného vzniku CHKO Brdy (jak zní prozatímní název) a není nutné jej prezentovat. V jistých aspektech je to námitka relevantní, ale z širšího kontextu nesprávná. Zanikne pouze faktický název, nikoliv samotná příroda. Z vlastního přesvědčení doufám, že se tak stane a vznikne CHKO Brdy. Krajina Třemšínska a samotných Brd si zaslouží vyšší statut ochrany. Z daných důvodů byla vyhotovena práce na téma Prostorová vizualizace a prezentace Přírodního parku Třemšín.

Práce předkládá téma Přírodního parku Třemšín v několika pohledech. Jedná se o pohled historický, přírodní a ryze technický. Opěrným bodem práce jsou vyhotovené webové stránky, které svým obsahem a vzhledem nastiňují hodnoty kraje pod vrchem Třemšínem. Stanovený cíl práce, tedy předložit uživateli komplexnější podobu Přírodního parku Třemšín, je z mého pohledu naplněn. Stále ale přicházejí myšlenky a nápady k rozvoji webových stránek, které (jak doufám) nezůstanou jen výstupem práce bez následného vývoje.

Pokud bychom dříve zadali do webového vyhledávače Přírodní park Třemšín, obdrželi bychom několik odkazů týkající se dané lokality. Z bližšího průzkumu odkazů zjistíme, že text týkající se přímo Přírodního parku Třemšín má vždy jen pár odstavců. Text se často opakuje i v dalších odkazech.

Obsahem vytvořených webových stránek je popis přírodních aspektů dané krajiny, dvě mapové aplikace, panoramatické fotografie, prostorový model území v podobě virtuální reality, průletová videa nad krajinou Třemšínska, prostorová vizualizace pamětihodností a téma týkající se významných lidí Třemšínska. Mapové aplikace je možné prohlížet jak v zobrazení implementovaném do webových stránek, tak v plném zobrazení přes celé okno prohlížeče. Stejným způsobem jsou koncipovány

panoramatické fotografie, ve kterých po zapnutí tzv. „Hotspot Point“ dokážeme přejít na další panoramatickou fotografii, která je fotografována na místě daného „Hotspot Point“. Tím se nám dostává do rukou jedinečná možnost prozkoumat Přírodní park Třemšín po jeho obvodu. Severní část parku není takto propojena z důvodu zalesnění o délce několika kilometrů. Webové stránky Přírodního parku Třemšín jsou dostupné na url adrese: „<http://geo3.fsv.cvut.cz/dp/soul/>“.

Při tvorbě výstupů a samotných webových stránek se vyskytlo několik problematických situací, které se podařilo zdárně vyřešit. Nicméně zůstává k zamyšlení, jakým lepším způsobem docílit efektivnějšího výstupu rastrových mapových podkladů ze software ArcGis. Výřezy pomocí určitého posunu okna jsou neefektivní a rastrové výstupy nejsou pod přímou kontrolou zhotovitele. Z praktického hlediska se tak ztrácí i přesná návaznost mezi jednotlivými mapovými podklady v programu Zoomify. V daných měřítkách je do jisté míry nepřesnost skryta. [1]

„Abys byl lepším, pozoruj denně své činy a zkoumej je.“ J. J. Ryba

Literatura

- [1] Šoul, M.: *Prostorová vizualizace a prezentace Přírodního parku Třemšín*. Praha, 2012 Diplomová práce. ČVUT v Praze fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Petr SOUKUP, Ph.D. [cit. 2012-09-30].
- [2] AOPK ČR: Mapový server MapoMat. [online]. [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://mapy.nature.cz/>.
- [3] FSoft [online]. 2008, poslední změna 5.6.2008 [cit. 2012-04-09]. PTViewer. Dostupné z: <http://www.fsoft.it/panorama/ptviewer.html>.
- [4] Šoul, M.: *Datový model pro geografický informační systém rozhleden v České republice*. Praha, 2010. Bakalářská práce. ČVUT v Praze fakulta stavební. Vedoucí práce doc. Ing. Lena Halounová, CSc. [cit. 2012-09-30].

Abstract. The thesis describes legislation of conservation and legislation of formation of the Park. The thesis also defines running of it's boundary more in detail. It describes also the oldest history of this area and character of the people living here. The thesis deals with creation of thematic elements in the programme ArcGis. Using data ZABAGED in the programme Atlas digital terrain model of the Park is created. Digital terrain model is supplemented by thematic elements, Orthophoto of the Czech Republic and Basic Maps. Presentation of the Park is supplemented by spatial visualization of sightseeing. The visualization of sightseeing is created in the programme Google SketchUp. Panoramic photos are also one part of presentation of the Park. Results of the Thesis are presented on the website of Natural Park Třemšín.

Tento příspěvek byl podpořen projektem FRVŠ 766/2012.

Testování polohy sídel a hydrologie na Müllerově mapě Moravy pomocí Helmertovy transformace

Kateřina Štefíková

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
e-mail: katerina.stefikova@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Úkolem bylo zhodnotit polohu sídel a hydrologie na Müllerově mapě Moravy z roku 1716. Mapa se skládá ze 4 na sebe navazujících částí. Na každé části bylo zvoleno 25 sídel a 10 prvků hydrologie. Souřadnice těchto bodů v místním systému byly odečteny v programu Kokeš a to na jednotlivých částech mapy a pak na spojené bezešvé mapě. Na tyto souřadnice byla aplikována helmertova transformace. Tyto souřadnice byly poté porovnány se souřadnicemi odečtenými z www.geoportal.gov.cz. Zjištěné souřadnicové rozdíly byly znázorněny v histogramech četností a dále z nich byly vypočítány polohové odchylky.

Klíčová slova: Müllerova mapa Moravy, Helmertova transformace, kartografie, souřadnicový rozdíl, polohová odchylka.

Úvod

Cílem bylo zhodnotit polohu sídel a hydrologie na Müllerově mapě Moravy z roku 1716. Tato mapa je dílem jednotlivce a zahrnuje oblast Moravy a jejího přilehlého okolí. Mapa se skládá ze 4 na sebe navazujících částí a popis mapy je v německém jazyce.

Pro zhodnocení polohy sídel a hydrologie byly zvoleny rovnoměrně rozmístěné body, a to 25 sídel a 10 soutoků řek na každé části mapy. Jejich souřadnice byly odečteny v programu KOKES ze skenu Müllerovy mapy Moravy v jednotkách dpi (dots per inch). Odečteny byly zvlášť pro jednotlivé části a pak pro celou spojenou mapu.

Získané souřadnice byly přetransformovány pomocí Helmertovy transformace do systému S-JTSK v metrech. Souřadnice identických bodů v systému S-JTSK byly odečteny v prostředí www.geoportal.gov.cz. Výpočet byl proveden pro každou část mapy zvlášť a poté pro celou spojenou mapu a s rozdělením na sídla a na hydrologii. Pro transformaci byl použit software MATKART od autorů Veverka-Čechurová.

Výsledné hodnoty byly uspořádány do přehledných tabulek. Četnosti souřadnicových rozdílů pro sídla na spojené mapě byly zobrazeny v histogramech a stejně tak i pro hydrologii v rámci spojené mapy.

1 Müllerova Mapa Moravy

1.1 Historie a vznik mapy

Dne 13. 6. 1708 vydal císař Josef I. patent, na jehož základě bylo provedeno mapování Moravy. Původně se mělo jednat o mapu silniční, pro potřebu a bezpečnost cestujících. Dále měla být mapa zdrojem informací pro vojenská tažení. [1]

Jan Kryštof Müller si práci rozvrhnul po jednotlivých moravských krajích, kterých tehdy bylo 6. Každý zmapoval samostatně. Finanční a materiální prostředky poskytly dvorské úřady. S vědomostmi místních znalců a údaji od zemských stavů se podařilo mapování dokončit v roce 1712. [1]

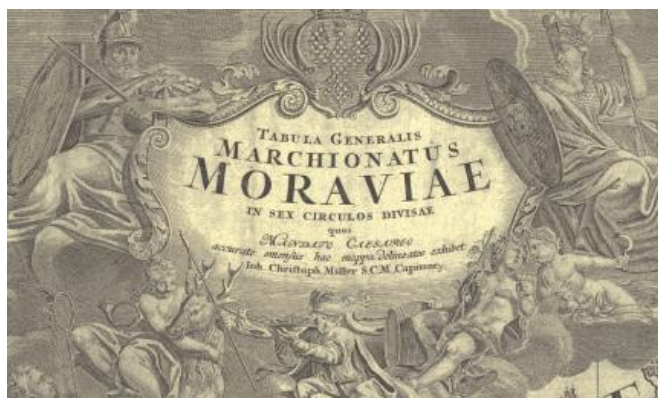
Ještě roku 1712 byla mapa předána k revizi a ta trvala do roku 1716. Poté si podklady převzal rytec Jan Kryštof Leidig z Brna. Mapovou kresbu vyryl do 4 měděných desek. Moravské stavy se postaraly, že ještě tentýž rok byla mapa vytištěna. [1]

1.2 Údaje o mapě

Přibližné měřítko mapy: 1 : 180 000 [1]

Přibližný rozměr mapového rámu: 1374 x 974 mm [1]

Název mapy (v levém horním rohu): „Tabula generalis marchionatus Moraviae in sex circulos divisae quos mandato caesareo accurate emensus hac mappa delineatos exhibet Joh.Christoph Müller., S.C.M. capitaneus“



Obr. 1: Název mapy

Legenda (v pravém horním rohu):



Obr. 2: Legenda

2 Postup zpracování

2.1 Výpočet souřadnic

Jelikož nelze určit, zda byla mapa vytvořena v nějakém zobrazení, byla pro určení přesnosti zakreslení bodů do mapy použita transformace do Křovákova zobrazení (dvojitě, konformní kuželové v obecné poloze). Toto zobrazení pochází z roku 1922 a tudíž rozhodně nebylo použito pro tvorbu Müllerovy mapy Moravy. Jelikož se tento systém nyní používá na území našeho státu, lze v něm zjistit souřadnice bodů na zkoumaném území.

Na mapě byly zvoleny body, u nichž se bude určovat přesnost zakreslení, a to 25 sídel a 10 soutoků řek na každé části mapy, tak aby vhodně pokryly celé zkoumané území. V programu KOKEŠ byli 3x odečteny jejich souřadnice a to v rámci částí mapy a pak zvlášť na spojené mapě. Z těchto 3 odečtených hodnot byl vypočítán aritmetický průměr a s tím se dál pracovalo.

Program KOKEŠ byl nastaven tak, aby orientace souřadnicových os byla shodná se systémem S-JTSK – takže kladná osa +X jde na jih a kladná osa +Y jde na západ.

Poté byly v prostředí www.geoportal.gov.cz odečteny souřadnice těch samých podrobných bodů v systému S-JTSK. Opět 3x a dál se pracovalo s aritmetickým průměrem. Pomocí softwaru MATKART v programu VB034 byli přepočteny graficky odečtené souřadnice z programu KOKEŠ do systému S-JTSK. Pro tento účel byly vytvořeny textové soubory - transformační klíč (body v obou soustavách) a podrobné body (pouze souřadnice odečtené v programu KOKEŠ). Tyto soubory byly vytvořeny pro sídla a pro vodopis zvlášť a zároveň pro každou část mapy a pro celou mapu zvlášť. Software MATKART nejprve spočte hodnoty transformačního klíče a poté počítá podrobné body. Výsledkem je protokol o transformačním klíči obsahuje odchylky na jednotlivých bodech úměrnou odchylku, a protokol podrobných bodů – obsahuje přetransformované souřadnice a odchylky jednotlivých bodů.

K průměru z již odečtených souřadnic z prostředí www.geoportal.gov.cz byly pak vztaženy veškeré odchylky (byly považované za správné). Byly vypočteny rozdíly hodnot přetransformovaných a průměru odečtených z prostředí www.geoportal.gov.cz a z nich polohová odchylka, která byla pro lepší názornost převedena na vzdálenost v mapě.

Výpočet souřadnicových rozdílů:

$$\begin{aligned}\Delta X &= X - X_m \\ \Delta Y &= Y - Y_m\end{aligned}\tag{2.1.1}$$

Kde X a Y souřadnice průměru odečtených z www.geoportal.gov.cz

X_m a Y_m souřadnice vypočtené pomocí software MATKART

$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}\tag{2.1.2}$$

Kde d polohová odchylka

Pro hodnoty ΔX , ΔY a d byly v rámci celé mapy vytvořeny histogramy četností pro sídla a pro hydrologii.

2.2 Helmertova transformace

Jde o konformní transformaci s nadbytečným počtem identických bodů. Pro tvorbu transformačního klíče lze použít i stovky bodů, u kterých jsou známy souřadnice v obou soustavách – vstupní i výstupní. Minimum jsou 2 body, ale v tom případě se Helmertova transformace degraduje na pouhou podobnostní transformaci. Helmertova transformace k vyrovnání používá metodu nejmenších čtverců (MNC).

Transformační rovnice Helmertovy transformace:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \end{pmatrix} + q \cdot R \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (1)$$

kde $\begin{pmatrix} T_x \\ T_y \end{pmatrix}$ jsou posuny počátku soustavy S2
 q měřítko
 R matice rotace
 ω úhel rotace
 $\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}$ výstupní souřadnice bodů v soustavě S2
 $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ vstupní souřadnice bodů v soustavě S1

Nejprve se vypočte přibližný transformační klíč. S jeho použitím se provede transformace a výsledkem jsou přibližné hodnoty souřadnic X' a Y' . Dále se sestaví rovnice oprav v_X a v_Y a podmínka MNČ (součet čtverců oprav je minimální).

Rovnice oprav:

$$v_X = X - X' \quad (2)$$

$$v_Y = Y - Y' \quad (3)$$

Podmínka MNČ:

$$\sum v_X^2 + \sum v_Y^2 = \min. \quad (4)$$

Postup výpočtu vyrovnaného transformačního klíče:

kde

A matice plánu

T_x, T_y, q, ω neznámé

Transformační rovnici Helmertovy transformace parciálně derivujeme podle jednotlivých neznámých postupně pro všechny body a dosazení vypočtených přibližných hodnot.

Vektor redukovaných měření: $l = l_0 - l'$ (5)

kde

l' vstupní souřadnice identických bodů v soustavě

l_0 souřadnice identických bodů po dosazení přibližného transformačního klíče

Vyrovnaný transformační klíč:

$$h = h' + dh \quad (6)$$

$$dh = -(A^T A)^{-1} A^T l \quad (7)$$

Vyrovnané hodnoty souřadnic:

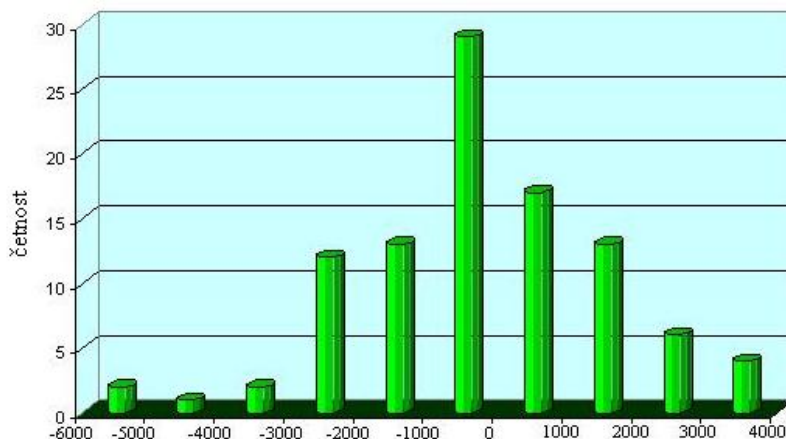
Po vypočtení vyrovnaného transformačního klíče ho dosadíme do rovnice Helmertovy transformace (1) a vypočteme určované souřadnice v soustavě S2. [3,4]

3 Výsledné hodnoty

3.1 Histogramy četností pro sídla

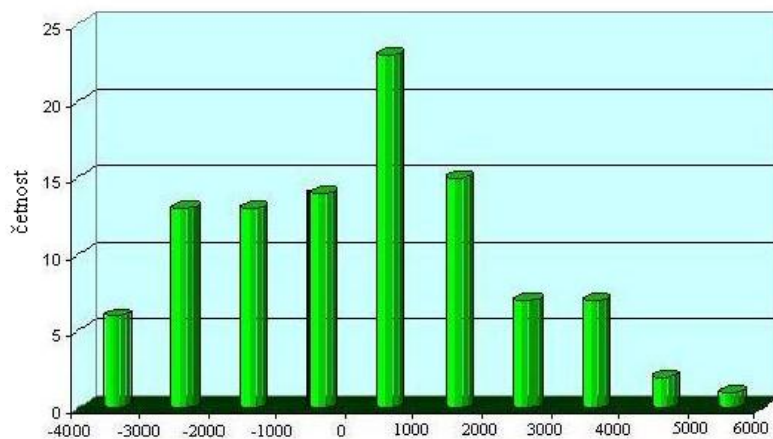
V grafech je znázorněna četnost souřadnicových rozdílů v konstantním intervalu.

Četnost souřadnicových rozdílů v ose X



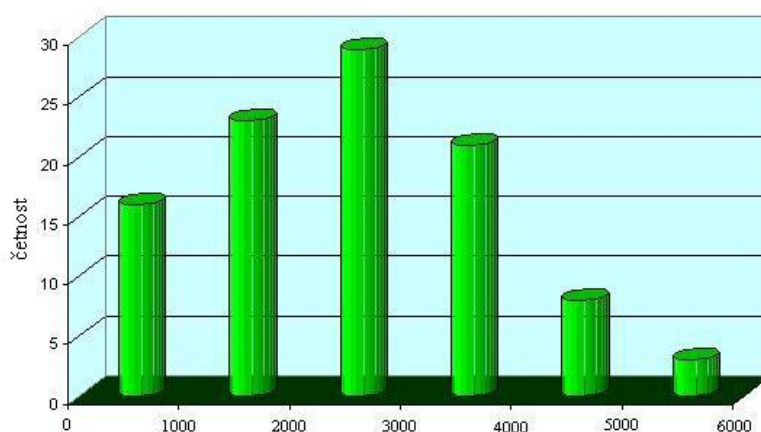
Obr. 3: Histogram četnosti rozdílů souřadnic sídel v ose X

Četnost souřadnicových rozdílů v ose Y



Obr. 4: Histogram četnosti rozdílů souřadnic sídel v ose Y

Četnost hodnot polohových odchylek

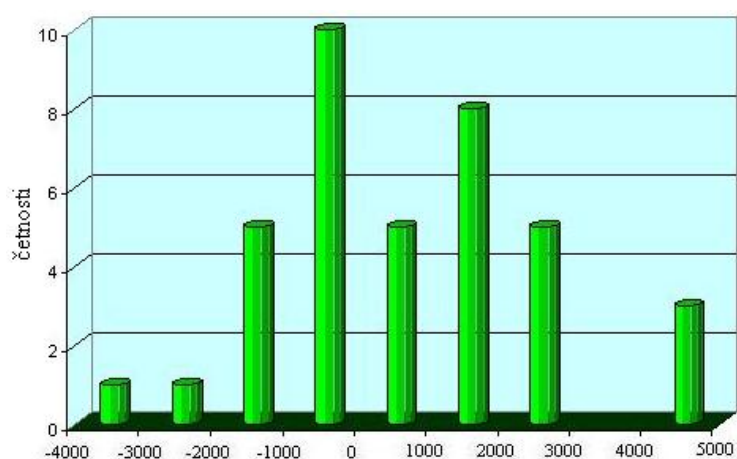


Obr. 5: Histogram četnosti polohových odchylek sídel

3.2 Histogramy četností pro hydrologii

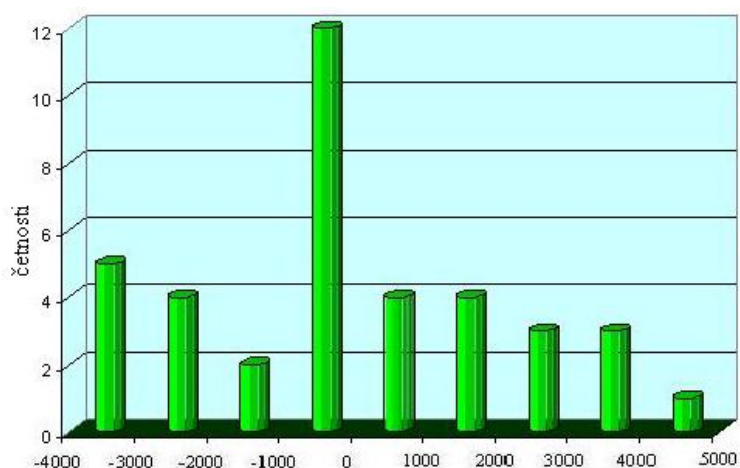
V grafech je znázorněna četnost souřadnicových rozdílů v konstantním intervalu.

Četnost souřadnicových rozdílů v ose X



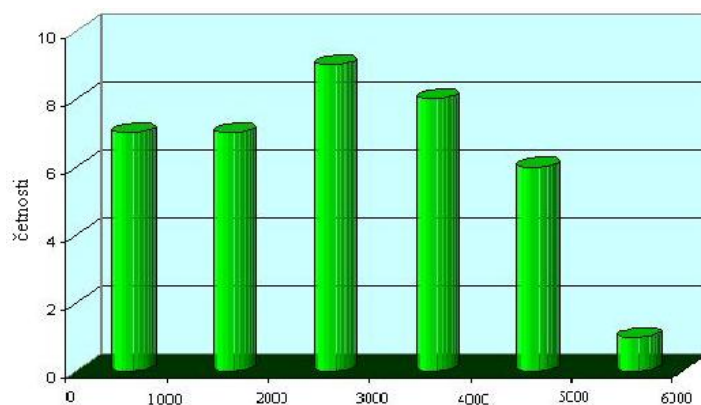
Obr. 6: Histogram četnosti souřadnicových rozdílů soutoků řek v ose X

Četnost souřadnicových rozdílů v ose Y



Obr. 7: Histogram četnosti souřadnicových rozdílů soutoků řek v ose Y

Četnost hodnot polohových odchylek



Obr. 8: Histogram četnosti polohových odchylek soutoků řek

Závěr

Ze souřadnicových rozdílů a polohových odchylek byly v rámci celé mapy vytvořeny histogramy četností zvláště pro sídla a hydrologii. U sídel se grafy mírně podobají grafu normálního rozdělení. U hydrologie by šlo o čistě náhodnou podobu, jelikož soubor zkoumaných hodnot je příliš malý. Všechny tyto histogramy mají pouze informativní hodnotu. Ke všem chybám je nutné ještě přičíst chybu z odečítání souřadnic a ze skenování podkladu. Skenování sice proběhlo s přesností 400 dpi, ale skener není kalibrován.

Dále je z výsledků patrné, že části mapy na sebe úplně přesně nenavazují. Ve středu mapy je dokonce místo s porušenou kresbou.

Do přesnosti musíme ještě započítat všechny vlivy, které nebylo možné v této bakalářské práci zachytit – nezjištěné kartografické zobrazení, přesnost skeneru, přesnost odečtu souřadnic na skenu i na www.geoportal.gov.cz, přesnost a kvalita kresby mapy a srážka mapy. Jelikož se nedochovaly tiskové desky, nelze srážka mapového listu určit.

Souřadnicové rozdíly souřadnic přetransformovaných programem MATKART a odečtených souřadnic z www.geoportal.gov.cz jsou řádově v kilometrech. Průměrná polohová odchylka pro sídla v rámci celé mapy je 2323 m, v mapě 12,9 mm. Pro jednotlivé části mapy: levá horní část 2112 m – v mapě

11,7 mm, levá dolní část 1969 m – v mapě 10,9 mm, pravá horní část 2279 m – v mapě 12,7 mm, pravá dolní část 1742 m – v mapě 9,7 mm. Průměrná polohová odchylka pro hydrologii v rámci celé mapy je 2588 m – v mapě 14,4 mm. Pro jednotlivé části mapy: levá horní část 2132 m – v mapě 11,8 mm, levá dolní část 1988 m – v mapě 11,0 mm, pravá horní část 1775 m – v mapě 9,9 mm, pravá dolní část 1484 m – v mapě 8,2 mm.

U hydrologie byl soutok Dyje x Morava a Dyje x Moravská Dyje vyloučeny z hodnot zpracovaných v histogramu četností. Tyto 2 body vykazují značně nadprůměrnou polohovou odchylku a tudíž je u nich podezření na hrubou chybu. Jelikož se oba body nacházejí u spodního okraje mapového rámu a mimo zobrazované území, je možné, že zde kresba nevykazuje dostatečnou přesnost. U sídel nebylo nic tak výrazného upozorováno.

Cílem bylo hodnocení polohy sídel a hydrologie Müllerovy mapy Moravy z roku 1716. Ze všech zjištěných hodnot je možné říci, že tato mapa má kromě své historické hodnoty i velice kvalitní polohopisné provedení jak hydrologie, tak sídelní sítě.

Literatura

- [1] Cajtaml, J.: *Analýza starých map v digitálním prostředí na příkladu Müllerových map Čech a Moravy*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2012.
- [2] Staré mapy [online]. 6. 5. 2012 [cit. 2012-05-06]. Dostupný z WWW:
<<http://www.staremapy.cz/antos/morava.html>>
- [3] Skořepa, Z.: *Geodézie 40*. ČVUT v Praze 2002, 978-80-01-03955-7
- [4] Cimbálník, M., Zeman, A., Kostecký, J.: *Základy vyšší a fyzikální geodézie*. ČVUT v Praze 2007, ISBN 978-80-01-03605-1

Abstract. The purpose of this thesis is to evaluate accuracy of location of the settlements and hydrology on the Müller's map of Moravia (1716). This map is one of the oldest maps of Moravia, consisting of four parts. I have chosen 25 settlements and 10 confluences from every parts and evaluated their accuracy. Every point was determined on the part and on the whole seamless map. Then I have used Helmert transformation for these points and compared their coordinations with coordinations from www.geoportal.gov.cz. Coordinate differences are shown on histograms of frequency and positional deviations are calculated.

Tento příspěvek byl podpořen projektem SGS ČVUT číslo SGS12/050/0HK1/1T/11, 161-820500A: Vývoj postupů a metod výzkumu matematických prvků souborů starých map.

Přesnost kresby Palackého mapy Čech z roku 1874

Magda Valková

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie
Thákurova 7, 166 29 Praha 6,
e-mail: valkovamagda@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Příspěvek se zabývá zkoumáním přesnosti mapy Palackého z roku 1874 pomocí kartometrické analýzy. Palackého mapa patří mezi známé nejstarší mapy Čech jednotlivců, jako jsou mapy Mikuláše Klaudyána, **Johanna Crigingera a Pavla Aretina**, ale bývá často opomíjena. Zkoumání přesnosti bylo zaměřeno na dva typy mapových prvků, na sídla a soutoky. Výsledkem práce jsou kromě číselně určených souřadnicových rozdílů a polohových odchylek také histogramy četností těchto hodnot. Ke zpracování byla použita Helmertova transformace. Dále bylo ověřeno měřítko mapy a určena přesnost zákresu geografické sítě.

Klíčová slova: Palackého mapa Čech, kartometrická analýza, polohová odchylka, Helmertova transformace, historická mapa, kartografie

Úvod

Cílem příspěvku je analýza a posouzení přesnosti polohopisných prvků Palackého mapy Čech z roku 1874. Nejedná se tedy o hodnocení obsahu této mapy, kterými jsou hranice země České, její sousední země a knížectví a církevní oblasti, tzv. děkanáty a archiděkanáty. Jedná se především o matematické prvky obsahu mapy, kterými jsou polohová přesnost zobrazených sídel, polohová přesnost větvení vodních toků, odhad měřítka mapy pomocí zobrazené sítě zeměpisných poledníků a rovnoběžek a odhad přesnosti zákresu geografické sítě.

Na soudobých moderních mapách tvoří obraz matematických prvků, tj. rám mapy obrazu kilometrové či geografické sítě tzv. matematickou kostru, na kterou se „pověsí“ polohopisná i výškopisná kresba. U starých map, vyhotovených jednotlivci a navíc v době kdy neexistovaly geodetické polohopisné základy, tento postup uplatnit nelze. Zpravidla neznáme, zda byla například použita astronomická orientace vybraných sídel ani jakým způsobem se zeměpisná síť do mapového obrazu zakreslovala. Je známo, že na řadě starých map nejen, že nebyla zeměpisná síť základním konstrukčním prvkem, ale kreslila se dodatečně a mnohdy s pouze orientační přesností. Pro posouzení polohové přesnosti byly proto uzlové body zeměpisné sítě uvažovány na Besselově elipsoidu a v zobrazení S-JTSK. Zde je nutno si uvědomit, že z hlediska matematické kartografie se zřejmě nejedná o zcela korektní řešení, ale zobrazovací rovnice mapy nejsou známy. U ostatních prvků jako jsou zobrazená sídla a soutoky vodních toků, byly vstupní souřadnice těchto bodových prvků získány ze skenu Palackého mapy v jednotkách dpi (dot per inch) a přepočteny na souřadnice S-JTSK v metrech. Byla přitom použita Helmertova transformace a sice jak po polích zeměpisné sítě, tak i u mapy jako celku, za použití software MATKART autorů Veverka-Čechurová.

1 Vznik mapy

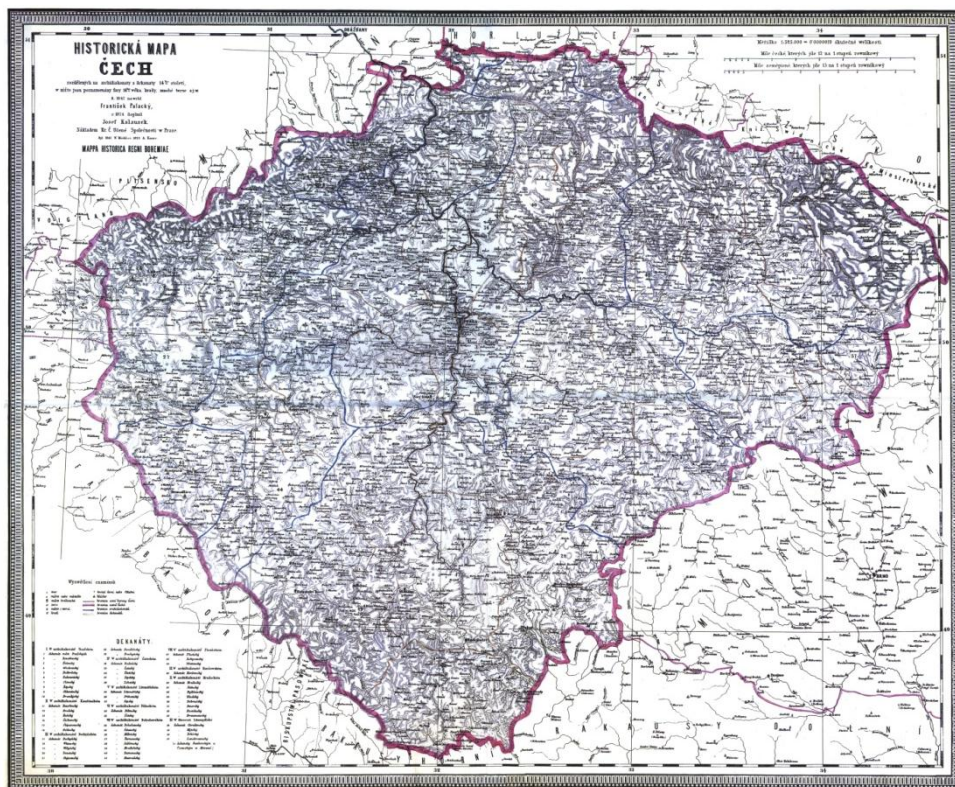
Roku 1847 se rozhodla Česká královská společnost nauk, že k výročí založení Karlovy univerzity vydá mapu Čech, navrženou Františkem Palackým. Mapa měla zobrazovat české království za vlády Karla IV. Práce Palackého byla včas hotova, ale kartograf Václav Merklas práci nedokončil, vyryl jen dvě třetiny mapy na měděnou desku. I když v této nedokončené podobě nemohla mapa vyjít, bylo vytištěno několik exemplářů, a přestože šlo pouze o torzo, dílo významně posloužilo badatelům, kteří měli možnost s ním pracovat.

O dokončení díla rozhodla společnost nauk 8. dubna 1874, které předsedal František Palacký a protože k tomuto rozhodnutí došlo po 27 letech, byl pověřen historik Josef Kalousek, aby doplnil mapu o nové poznatky. Ten ihned s prací začal a mapu nejen doplnil, ale i opravil s využitím map generálního

štábu, které byly v té době nejmodernější. Opravil hranice českého království, zobrazil části sousedících zemí i s některými nejpřílehlějšími městy a vesnicemi. Doplnil například hrabství Kladské, které bylo součástí českých zemí až do roku 1742, a naopak vyjmul z mapy Chebsko, které sice patřilo ve 14. Století České koruně zástavním právem, ale nebylo její součástí.

Kalousek měl mapu i se všemi změnami a opravami dokončenou v roce 1875, ale V Praze se nepodařilo sehnat měřirytce, který by rozměrnou desku dokončil. Museli se obrátit na Antonína Knora, oficiála v c. k. rakouském vojenském ústavě zeměpisném, který práci provedl lépe než původní profesionální rytec. Mapa vyšla hned v roce 1876 jako příloha k Památkám archeologickým s latinským vysvětlujícím textem a podruhé v roce úmrtí Františka Palackého v pojednání České královské společnosti nauk s českým výkladem.

I přes velkou poptávku bylo o dalším vydání mapy rozhodnuto až po dalších osmnácti letech. Opět mapu opravoval Josef Kalousek a jako podklad mu sloužilo například bádání Augusta Sedláčka, autora mimo jiné velkolepého díla o českých hradech. Znovu byl problém se samotnou výrobou mapy, ale nakonec se našel způsobilý měditiskař ve Vídni. Dílo vyšlo v roce 1894 a náklad byl opět rozebrán. Další vydání mapy je z roku 1972 a poslední podoba Historické mapy českého království, která je vydávána dnes, je z roku 1894.



Obr. 1: Palackého mapa Čech

2 Tvůrci mapy

2.1 František Palacký

František Palacký se narodil 14. června 1798 v Hodslavicích na Moravě. Jeho otec byl luteránským učitelem. František měl 11 sourozenců a byl ze všech nejnadanější. Studoval v tehdejší Kunvaldu, latinskou školu v Trenčíně a od roku 1812 evangelické lyceum v Bratislavě, kde se seznámil s Pavlem Josefem Šafaříkem a Janem Kolárem. V posledních třech ročnících bratislavského lycea se mu dostalo vzdělání na úrovni filozofického studia na vysoké škole. Absolventi tohoto lycea se proslavili v mnoha oblastech kulturního života na Slovensku i jinde.

V letech 1819-1823 působil jako vychovatel ve šlechtických rodinách na Slovensku a v Uhrách. Zejména v Csuzu a v Bratislavě, kde se aktivně účastnil intelektuálních debat, což se stalo motivací pro další vzdělávání a studium českých dějin. Jeho největším historickým dílem jsou *Dějiny národu českého v Čechách i v Moravě*, na které se dlouho a pečlivě připravoval. Byl nesmírně pracovitý a podnikal cesty po mnoha evropských archivech.

Jako většině velkých mužů se i Palackému dostalo mnoho posmrtných poct. Máme Palackého univerzitu v Olomouci, v jeho rodné vesnici Hodslavicích stojí jeho pomník se sochou a jeho rodný dům je přeměněn na muzeum. Roku 1998 jsme si všichni připomněli právě 200 let od jeho narození. Při této příležitosti byly vydány poštovní známka a stříbrná pamětní mince s jeho podobiznou. František Palacký je vyobrazen na naší tisícikorunové bankovce.



Obr. 2: František Palacký (1855)

2.2 Josef Kalousek

Josef Kalousek, přední český historik, se narodil 2. dubna 1838 v chudé rolnické rodině ve Vamberku. Absolvoval obecnou a měšťanskou školu a poté se vyučil tkalcovskému řemeslu. Po maturitě na reálce v roce 1852, studoval na Technické univerzitě ve Vídni, kde roku 1859 vyhrál cenu za nejlepší stylisticky čistou práci českých žáků na vídeňských školách, kterou věnoval Jiřímu z Poděbrad. Kalousek studoval nejdříve polytechniku, později přešel na žurnalistiku a historii. Byl prvním životopiscem Františka Palackého, jeho pokračovatelem a vykladačem. Zabýval se historickou českou topografií. V roce 1874 napsal článek *Nový důkaz, že v dávných Čechách děkanáty se shodovaly se župami* a roku 1876 vydal a doplnil mapu, kterou navrhl Palacký již r. 1847, s výkladem latinským *De regni Bohemiae mappa historica commentarius* a českým *Výklad k historické mapě Čech*.



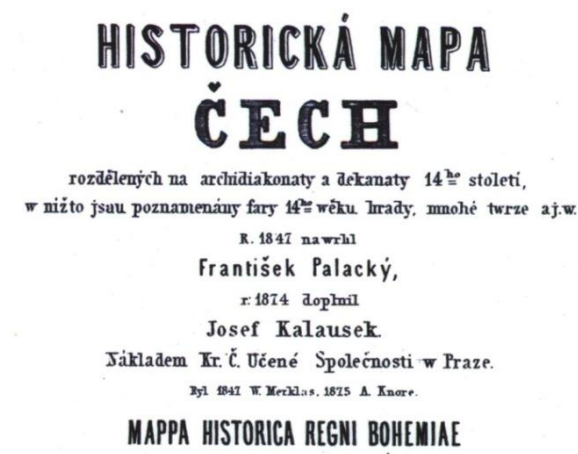
Obr. 3: Josef Kalousek – spoluautor mapy

3 Popis mapy

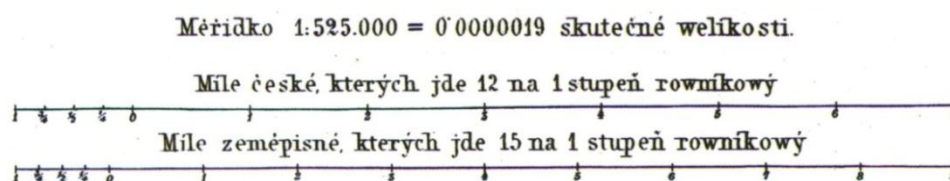
Na mapě jsou typické kompoziční prvky - název mapy, pod kterým jsou tirážní údaje, měřítko, seznam děkanátů a legenda s vysvětlením znaků pro obce a hranice, které ohraničují území na země Koruny České, země České a rozdělují území na archiděkanáty a děkanáty. Kalousek uvádí 2180 far okolo roku 1400. Na mapě je zobrazena zeměpisná síť s počátečním bodem Ferro. Nejsou zakreslené komunikace. Vodní toky jsou popsány a jejich velikost je rozlišena tloušťkou linie. Velikost sídel je rozlišena velikostí písma. Výškopis je v mapě zobrazen krajinnými šrafováními.

Měřítko mapy: 1 : 525 000

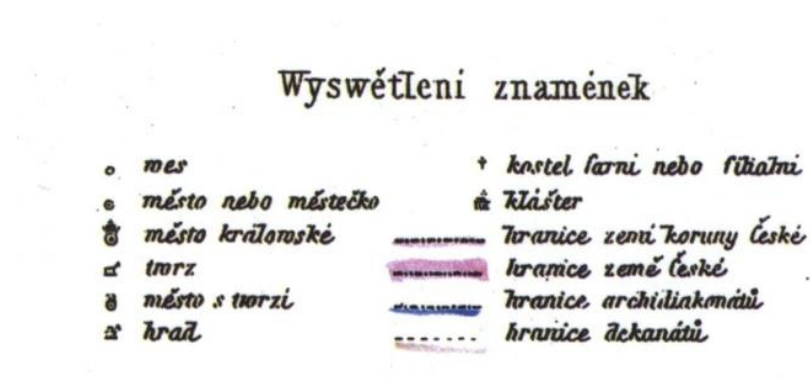
Rozměr mapového rámu: 687 x 558 mm



Obr. 4: Název mapy



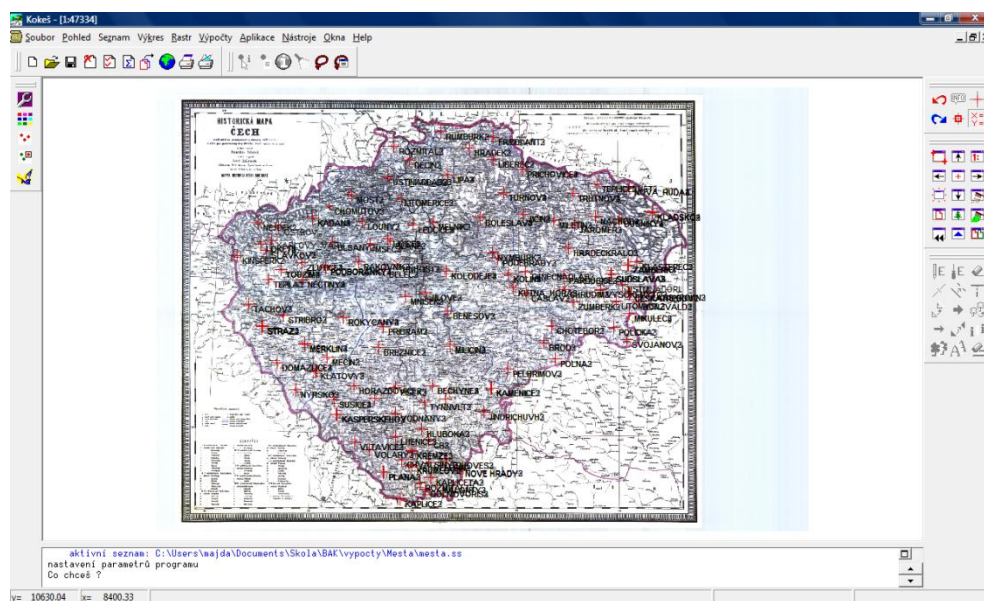
Obr. 5: Měřítko mapy



Obr. 6: Legenda k obcím a hranicím

4 Zpracování, měření, výpočty

Celkem byly odečteny grafické souřadnice 95 sídelních jednotek a 34 soutoků vodních toků. Tyto souřadnice byly přepočteny pomocí Helmertovy transformace do S-JTSK v software MATKART v programu VB034. Software MATKART dále vypočetl souřadnicové odchylky, hodnoty transformačního klíče a transformované souřadnice podrobných bodů.



Obr. 7: Uživatelské rozhraní programu KOKES

V programu InfoMapa byly získány souřadnice sídel a soutoků v S-JTSK. Tyto hodnoty byly považovány za bezchybné, s ohledem na Palackého mapu. Za lokalizaci sídla byla volena stará část obce nebo starý hrad, zámek, a pokud to nebylo možné střed obce. Z hodnot souřadnic z InfoMapy a hodnot přetransformovaných souřadnic se vypočetly souřadnicové rozdíly a jejich polohové odchylky. Ty byly vyděleny měřítkem Palackého mapy.

HELMERTOVA TRANSFORMACE [Xin,Yin] -> [Xout,Yout]

Bohuslav Veverka - Monika Čechurová
MATKART program VB034 (verze 2011-03)
HELMERTOVA TRANSFORMACE [Xin,Yin] -> [Xout,Yout]

Body klíče - vložit název souboru s body transformačního klíče, první dva řádky souboru tvoří libovolnou hlavičku, pro každý bod klíče se uvádí číslo bodu a souřadnice Xin,Yin,Xout,Yout, závěrem se uvede řádek -1 0 0 0 0

Podrobné body - vložit název souboru s body pro transformaci, první dva řádky souboru tvoří hlavičku, každý jednotlivý bod je zadán svým číselným kódem, dvojicí souřadnic Xin,Yin a popisnou textovou informací

Výstup - vložit název souboru kam se запиše vypočtený klíč, parametry přesnosti výpočtu a jednotlivé transformované body. Přípona ".txt" se neuvádí. Tlačítko STOP uzavře všechny soubory a ukončí činnost programu.

KLÍČ název souboru

Cela mapa
Klic cela mapa
klíč vypočten ze 12 bodu **odchylky** Mx 575,28 My 559,52 M 802,5

START KLÍČ

Důležité upozornění - pokud má jeden soubor matematickou a druhý geodetickou orientaci os je nutno u jednoho ze souborů přehodit pořadí souřadnic X,Y

Transformační koeficienty A 31,7112307058679 B -3,90723474285494 Cx 731423,416666667 Cy 1057563,33333333 X0 8141,9166666667 Y0 4433,3333333333

PODROBNÉ BODY ZE SOUBORU vyplň název souboru (přípona ".txt" se neuvádí) a stiskni START SOUBOR

název souboru

START SOUBOR

RUČNĚ pro každý bod vyplň číslo bodu, Xin, Yin, popis bodu a stiskni START RUČNĚ, výsledky se zapisují do souboru VÝSTUP

číslo bodu Xin Yin popis bodu

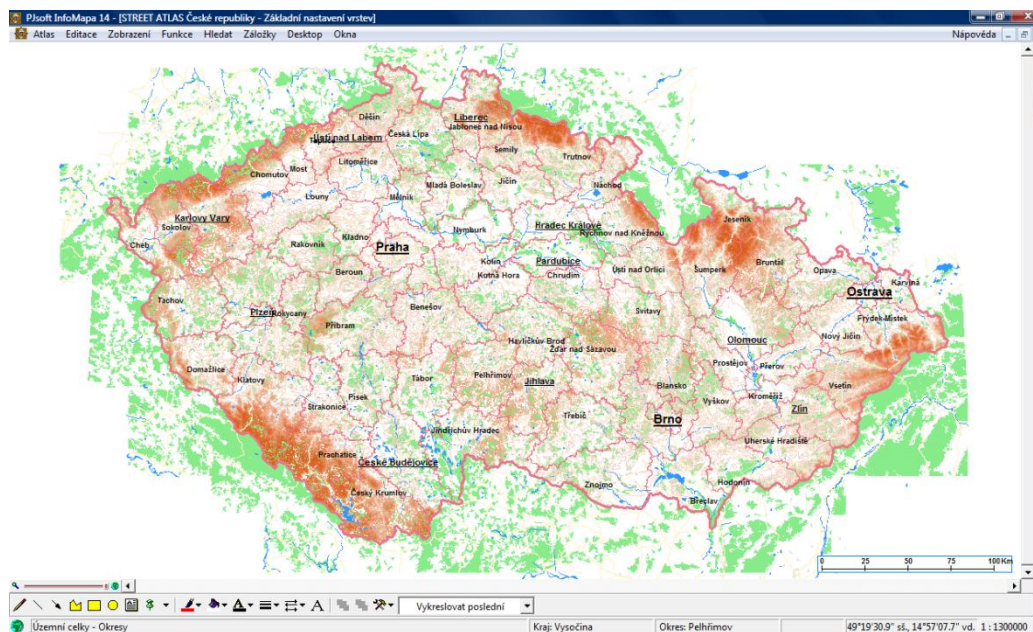
Xout Yout

START RUČNĚ

VÝSTUP název souboru

Tisk Guma STOP

Obr. 8: Uživatelské rozhraní výpočtu Helmertovy transformace



Obr. 9: Uživatelské rozhraní programu InfoMapa

Závěr

Cílem příspěvku byla kartometrická analýza přesnosti polohopisných prvků Palackého mapy Čech z roku 1874 (VALKOVÁ, M. 2011), teoretické základy řešení obsahuje (VEVERKA, B.-ZIMOVÁ, R. 2008). Mezi tyto polohopisné prvky byly zařazeny vybrané sídelní jednotky, soutoky říční sítě, zobrazená geografická síť a ověření měřítka. Ke sběru dat, tedy odečtení rastrových souřadnic byl použit software KOKEŠ, a ke zjištění souřadnic S-JTSK software InfoMapa. Ke zpracování těchto dat byl použit software MATKART autorů Veverka-Čechurová. Dále použit program Microsoft Office Excel 2007 pro výpočty rozdílů, polohových odchylek a zobrazení grafů.

Rozdíly souřadnic, odečtené graficky a transformované do S-JTSK oproti souřadnicím z InfoMapy, jsou v řádu kilometrů. Průměrná polohová odchylka u sídel vypočtená ze souřadnic transformovaných pro celou mapu je 1768 m, což odpovídá hodnotě cca 3,4 mm a maximální polohová odchylka je 6455 m, tj. 12,4 mm v mapě. Průměrná polohová odchylka pro soutoky vodních toků je 1700 m, tj. v mapě 3,3 mm a maximální polohová odchylka je 3923 m, odpovídající v mapě 7,6 mm. Všechny tyto hodnoty jsou velmi příznivé.

Z rozdílů souřadnic byly vytvořeny grafy četností v rámci celé mapy. Při vytvoření grafů četností pro rozdíly souřadnic u sídel lze konstatovat, že se podobají grafům normálního rozdělení. U rozdílů souřadnic soutoků jde o soubor o malém počtu měření, proto by tato podobnost mohla být čistě náhodná. Oba tyto typy histogramů četností jsou pouze informativní. V těchto grafech je vidět kumulace kolem průměrné hodnoty, ale nesplňují podmínku symetričnosti kolem této hodnoty.

Měřítka mapy, které je uvedené na mapovém poli reprintu mapy, je správné. Ověření bylo provedeno dvěma způsoby. U prvního byly použity vlastnosti obrazů poledníků a rovnoběžek. Při tomto způsobu je výsledkem měřítka přesně takové, jako je uvedené na mapě, tedy 1 : 525 000. Druhý způsob ověření měřítka byl proveden porovnáním vzdálenosti dvou měst odměřené z mapy a výpočtem ze souřadnic. Výsledkem je odhadem měřítka 1 : 520 000. Tato hodnota může, ovšem pro jinou kombinaci sídel, být poněkud odlišná.

Při vypočtení klíče ze souřadnic průsečíků geografické sítě, u Helmertovy transformace pro celou mapu, byla celková střední chyba 802,5 m. Při převedení do měřítka mapy je tato hodnota 1,5 mm.

Hodnoty polohových odchylek jak vybraných sídel tak i větvení vodních toků, lze charakterizovat jako nečekaně nízké a svědčí o kvalitě práce sestavitelů Palackého mapy.

K tomu je nutno uvážit vliv faktorů, které nelze spolehlivě postihnout, kterými jsou systematické a nahodilé chyby.

Systematické chyby:

- neznalost kartografického zobrazení, dle průběhu obrazů poledníků a rovnoběžek patrně válcového ale v této práci aproximovaného zobrazením Křovákovým
- přesnost použitého skeneru, vzhledem k velikosti chyby je téměř zanedbatelná
- srážka mapy

Náhodné chyby:

- kvalita kartografické kresby, její lokalizace vůči obrazu geografické sítě
- přesnost odečtu grafických souřadnic z mapového skenu v prostředí KOKEŠ a souřadnic S-JTSK z InfoMapy

Souhrnný vliv všech těchto faktorů lze označit jako distorzi mapového obrazu.

Závěrem je možno prohlásit, že Palackého mapa Čech má nejen vysokou dokumentační hodnotu ve smyslu své historické náplně ale i nečekaně kvalitní polohopisný základ.

Literatura

- [1] Valková, M.: *Studie a hodnocení Palackého mapy Čech z roku 1847*. ČVUT fakulta stavební, bakalářská práce na katedře Mapování a kartografie, vedoucí prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.
- [2] Veverka, B., Zimová, R.: *Topografická a tematická kartografie*, skripta.

Abstract. The aim of this article is enquiry of accuracy of the Palacký Map from 1847, which means its cartometric analysis. The Palacký map belongs among the oldest maps of czech famous individuals as maps of Mikuláš Klaudyán, **Johann Criginger or Pavel Aretin**, but this map is sometimes neglected. Among the scrutinized subjects where we identified the accuracy belong selected 95 settlements and 34 junctions. We performed transformations of these subjects and on its basis were determined coordinate differences which were visualized in the histograms of frequency diagram. We counted the positional diversion from coordinate differences. Furthermore we verified the map scale and analyzed accuracy of geographical network projection.

Tento příspěvek byl podpořen projektem SGS ČVUT číslo SGS12/050/0HK1/1T/11, 161-820500A, Vývoj postupů a metod výzkumu matematických prvků souborů starých map.

Aplikace tematických map – Atlas ORP Rokycany se zaměřením na volby

Pavel Vlach

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd, katedra matematiky
Univerzitní 22, 306 14 Plzeň
e-mail: vlach3@students.zcu.cz

Abstrakt. Cílem bakalářské práce je návrh a realizace kartografického projektu Atlasu ORP Rokycany se zaměřením na volební problematiku. V atlase jsou zpracovány pomocí metod tematické kartografie vybrané demografické ukazatele, výsledky voleb do Poslanecké sněmovny Parlamentu České republiky v letech 1996 až 2010, zkoumán vývoj volebních výsledků v čase, analyzována území volební podpory největších politických stran a srovnávány zisky stran z roku 2010 s volební účastí, vzděláním a nezaměstnaností voličů. Výsledkem práce jsou tematické listy ve formátu PDF, návrh webových stránek pro prezentaci atlasu, vytvořený za použití standardů HTML5 a CSS3, návrh webové aplikace, která pracuje s formátem SVG, a průvodní zpráva.

Klíčová slova: Atlas, kartografický projekt, tematická mapa, volby, webová aplikace, webová stránka.

Úvod

Cílem bakalářské práce je sestavit přehledný, poutavý a nové informace přinášející atlas konkrétního území (ORP Rokycany) se zaměřením na volební problematiku (konkrétně výsledky voleb do Poslanecké sněmovny Parlamentu České republiky (PSP ČR) a jejich vývoj) a její vztah k vybraným ukazatelům, jakou jsou volební účast, nezaměstnanost, dosažené vzdělání voličů apod. Pro zvýšení atraktivity díla jsou jednotlivá témata seskupena do dvoustránek a doplněna doprovodnými texty, tabulkami či grafy. Dílčím cílem je pak vytvoření webových stránek pro prezentaci atlasu za použití nejnovějších standardů (HTML5, CSS3), navrhnutí jednoduché webové aplikace, která využívá formátu SVG (vše dostupné na webových stránkách <http://www.atlasrokycanska.wz.cz>), a analýza obsahu map použitých v atlase.

1 Kartografický projekt

Tvorba každé mapy nebo atlasu začíná obecně zformulováním počátečních myšlenek a nápadů, vstupních požadavků, dostupných zdrojů dat, cílů, atd. [1].

1.1 Příprava projektu

Příprava projektu byla rozčleněna do následujících etap:

- Zadání a zaměření mapového díla, vymezení zájmového území - vizualizovat vhodnými kartografickými metodami výsledky voleb do PSP ČR ve správním obvodu obce s rozšířenou působností Rokycany a jejich vztah k některým demografickým jevům v tomto území.
- Rozpracování cíle – určení cílové skupiny uživatelů, způsobu práce s mapou a objemu sdělovaných informací.
- Určení parametrů výstupu – formát PDF (možnost zobrazení/skrytí jednotlivých vrstev), webová aplikace pracující s formátem SVG umožňující přepínání podkladové mapy, zapínání a vypínání jednotlivých vrstev, zprůhlednění vrstev, volbu měřítka nebo zobrazení dalších informací po kliknutí na areál obce.
- Návrh obsahu atlasu – atlas je členěn do tří částí – geodemografické (mapy administrativního členění, vývoje populace, členění obyvatelstva dle věku, vzdělání, nezaměstnanosti, mapy podílu žen a cizinců v populaci), části výsledků voleb do PSP ČR (mapy počtu platných hlasů, volební účastí, vítězných politických stran a vývoje volebních výsledků stran) a analytické

části (stabilita volební podpory, stabilita vítězných stran, vztahy volebních výsledků a vybraných demografických jevů).

- Určení kartografického zobrazení a měřítka map
- Grafický návrh a kompozice tematického listu

1.2 Podkladová data, použitý software a technologie

Při přípravě každého atlasového projektu je důležitou součástí shromáždění vhodných podkladových dat. V případě tohoto projektu je možné rozdělit data na geografická a statistická. Geografické podklady byly získány z databáze Data200, kterou spravuje Zeměměřický úřad. Statistické podklady pak byly shromážděny z volně dostupných zdrojů – Veřejné databáze ČSÚ, portálu volby.cz a databáze Sčítání lidu, domů a bytů 2011.

Pro základní zpracování mapových výstupů byl použit program ArcGIS 10, kde byly sestaveny mapy vytvořené metodou kartogramu a kvalitativních areálů, případně podkladová mapová pole pro pozdější doplnění kartodiagramů. Administrativní hranice obcí nebylo nutné upravovat, databáze Data200 je totiž generalizována, jak sám název napovídá, na měřítko 1 : 200 000, což je pro potřeby atlasu dostačující. Takto vytvořený mapový základ byl vyexportován do formátu SVG.

V programu Inkscape byl sestaven grafický návrh kompozice tematického listu a vytvořeny všechny nadstavbové prvky (grafy, tabulky apod.). Po importování mapového pole proběhla jeho finální úprava, v některých případech byly doplněny diagramy a popisky, výjimečně korigovány barvy. Následně byl proveden export jednotlivých vrstev do formátu PDF.

Poslední fází bylo vytvoření vrstveného PDF v programu Adobe Acrobat Pro. Takto vytvořený tematický list byl následně po kontrole umístěn na web.

Pro tvorbu návrhu jednoduché webové aplikace bylo použito propojení standardů HTML5, CSS3, SVG a JavaScriptu. HTML5 je nejnovější verzí HyperText Markup Language (HTML), dominantního značkovacího jazyka pro tvorbu webových stránek. Zahrnuje jak nové funkce, tak vylepšení stávajících funkcí a různá API založená na skriptech. Tento jazyk byl navržen tak, aby fungoval téměř na každé platformě a zároveň byl kompatibilní i se staršími verzemi prohlížečů.

CSS3 je nejnovější verze specifikace CSS, která pomáhá řešit vývojářům řadu problémů, aniž by potřebovali skripty navíc. Mezi nové funkce CSS3 patří vržené stíny, zakulacené rohy, vícenásobná pozadí, animace, průhlednost a mnoho dalších [2]. Kombinace CSS a HTML je poměrně běžná záležitost. Mnohem méně známé je používání kaskádových stylů spolu s SVG [3]. Ze specifikace CSS3 uveďme funkci opacity, která nastavuje průhlednost prvku a pomocí níž je ve webové aplikaci dosaženo průhlednosti kartodiagramů.

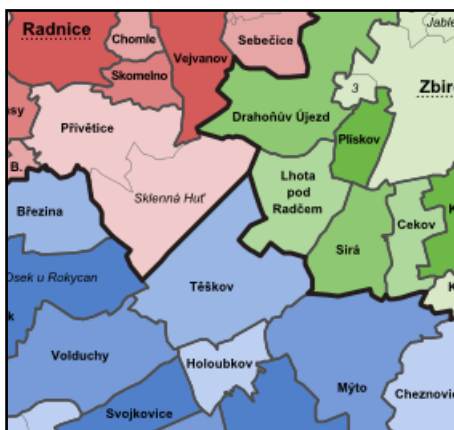
Scalable Vector Graphics (SVG) je specifický formát, který umožňuje popsat vektorovou grafiku pomocí XML. Mezi jeho hlavní přednosti patří snadné propojení s jinými aplikacemi, jednoduché přizpůsobení potřebám uživatelů, jednoduchá pravidla užívání, nezávislost na konkrétní platformě či možnost vyhledávání textů uvnitř obrázků. Další výhodou, užitou i v tomto projektu, je možnost přiřazení vizualizačních vlastností pomocí kaskádových stylů [3]. Při tvorbě atlasu byly zkombinovány dva způsoby tvorby map v SVG. Nejprve byl mapový podklad (a často i výsledná mapa) vyexportován do SVG z programu ArcGIS. Některé mapy (typicky mapy volebních výsledků) byly následně doplněny o kartodiagramy pomocí tzv. WYSIWYG (What You See Is What You Get) editoru, konkrétně programu Inkscape.

2 Kartografické metody použité pro tvorbu map

Při volbě vhodné kartografické metody pro zpracování prostorových dat je třeba uvážit hned několik aspektů a podmínek, jako jsou cíl mapy, její funkce, cílová skupina uživatelů, objem sdělovaných informací, druh prostorových dat (tedy zda se jedná o data kvalitativního či kvantitativního charakteru) apod.

2.1 Metoda kvalitativních areálů

Při použití této metody je velice důležitá volba barevných výplní areálů, která je obtížnější, nelze-li u ploch asociovat vztah k určitému barevnému tónu. Teoreticky můžeme použít tolik barevných tónů, kolik areálů mapa obsahuje. Taková mapa by ovšem byla značně nepřehledná. Opačným extrémem je tzv. teorém čtyř barev, který tvrdí, že k obarvení areálů stačí čtyři různé barevné tóny k tomu, aby žádné dva sousední areály neměly stejnou barvu (přičemž za sousedství se nepovažuje právě jeden společný hraniční bod). Taková mapa však působí příliš strojeně a v kartografické praxi se často nepoužívá [1]. Podle [1] je možné použít pro rozlišení kvalitativních jevů i jiné parametry barvy (například světlost). Tento přístup je vhodný zejména při regionalizaci území. Tento přístup byl použit pro mapy administrativního členění (obr. 1).



Obr. 1: Dvě úrovně regionalizace území

2.2 Metoda jednoduchého nepravého kartogramu

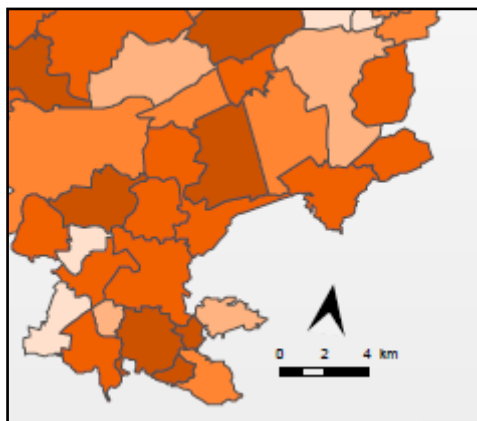
Nejčastější metodou použitou při tvorbě atlasu byla pro svou velkou názornost metoda jednoduchého nepravého kartogramu, která na ploše areálu zobrazuje vždy nějakou relativní hodnotu, ať už se jedná o mapy vývoje výsledků jednotlivých politických stran (obr. 2), kde ukazuje podíl platných hlasů, nebo mapy změny počtu obyvatel, kde reprezentuje přírůstek či úbytek populace za sledované období.

2.3 Metoda vztahového kartogramu

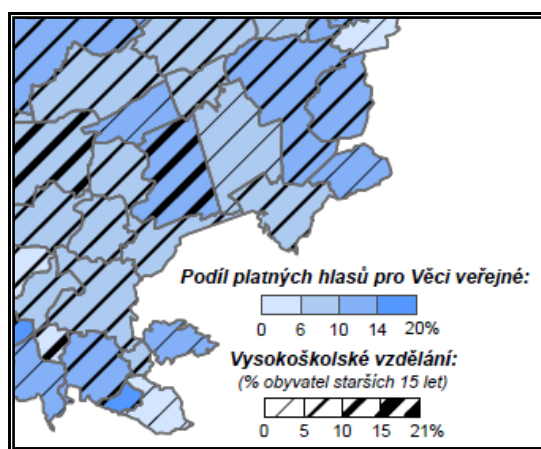
K vyjádření vztahu dvou jevů je vhodný vztahový kartogram, kde jeden jev je vyjádřen pomocí různé sytosti a světlosti barevného tónu, druhý pak užitím různě širokých šraf (obr. 3). V atlasu byla tato metoda použita pro mapy ukazující vztah výsledků voleb s vybranými demografickými ukazateli.

2.4 Metoda plošného segmentového kartodiagramu

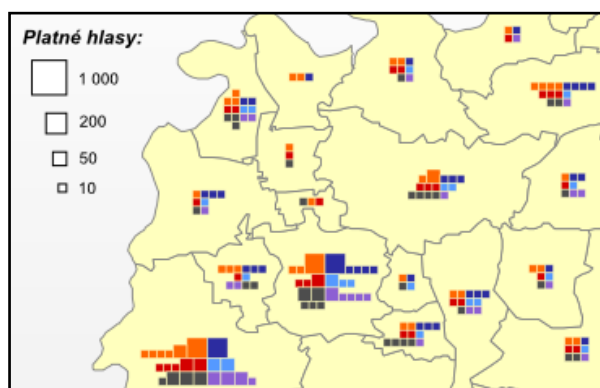
Segmentový kartodiagram vyobrazuje statistické údaje v segmentech uspořádaných do větších obrazců vztahených k plochám. K různým velikostem segmentů je pak ve stupnici přiřazena jiná hodnota jevu (obr. 4). Uživatel tak odhaduje celkovou hodnotu jevu součtem jednotlivých segmentů [1]. V projektu se tato metoda ukázala jako vhodná pro vizualizaci výsledků voleb podle platných hlasů pro jednotlivé politické strany.



Obr. 2: Nepravý kartogram



Obr. 3: Nepravý vztahový kartogram



Obr. 4: Segmentový kartodiagram

3 Analýza obsahu map

V sekci atlasu nazvané Analytická část byly jak vizualizovány výsledky analýzy stability vítězných stran a území stabilní volební podpory a marginality.

Analýza stability vítězných stran se provádí velice jednoduchým způsobem. V každém volebním roce (u voleb do PSP ČR tedy v letech 1996, 1998, 2002, 2006 a 2010) se zaznamená v zájmovém území (v tomto případě obcích) strana, která získala největší podíl hlasů. V případě, že stejná strana zvítězí ve sledovaném území ve všech volbách, je toto území označeno jako stabilní [5]. Po provedení této

analýzy se ukázalo, že pouze dvě politické strany (ČSSD a ODS) vyhrály v některé z obcí ve všech pěti volebních ročnících.

Analýza územní volební podpory se liší od analýzy vítězných stran tím, že ukazuje areály, v nichž politické strany získávají největší míru volební podpory. Pokud se tato analýza provede opět pro všechny volební léta, odhalíme území, kde má strana stabilní volební podporu. Pro každou stranu a každé volby jsou dle této metody sledovaná území seřazena sestupně podle relativní hodnoty podílu získaných hlasů. Podle takto vytvořeného pořadí jsou postupně načítány absolutní počty hlasů až do výše 50% všech platných hlasů získaných stranou ve sledovaném celku. Tímto způsobem získaná území jsou označena. Území, která jsou označena pro danou stranu ve všech volebních letech, se nazývají území stabilní volební podpory [6]. Analogicky k této metodě jsou pak odvozena k-procentní území stabilní marginality, kde vybraná strana získává ve všech sledovaných volbách méně než k-procent absolutního počtu hlasů.

Analýzy stabilní volební a 10% marginality byly provedeny pro ČSSD, KSČM a ODS, jakožto největší porevoluční strany. Prvním zajímavým faktem je, že takřka ve všech obcích (s výjimkou jedné), kde má ČSSD marginální podporu, dosáhla ODS podpory stabilní. Za zmínku dále stojí rozložení obcí se stabilní podporou KSČM. Ty se totiž z velké části vyskytují v severovýchodní části ORP.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo sestavení kartografického projektu Atlasu ORP Rokycany a jeho následná realizace. Toho bylo dosaženo za pomoci programů ArcGIS, Inkscape a Adobe Acrobat Pro. Výstupem projektu jsou tematické dvoustránky a kompletní atlas ve formátu PDF (tab. 1). Atlas nabízí pohled na volební problematiku na úrovni obcí, shrnuje výsledky voleb do PSP ČR v letech 1996 až 2010, zobrazuje vybrané demografické ukazatele a zkoumá jejich vztah s volebními výsledky v roce 2010. Snahou autora bylo názorné, co možná nejprehlednější, ale zároveň poutavé zpracování atlasu.

Tab. 1: Shrnutí PDF verze atlasu

Objekty	Celkový počet
Tematické listy	18
Mapová pole	92
Tabulky	25
Grafy	18
Doprovodné texty	29

Za hlavní přínosy práce autor považuje atraktivní a přehledné zpracování důležitého tématu voleb na malém území, které jde až na úroveň obcí a umožňuje poodhalit trendy v preferencích politických stran a souvislosti mezi těmito preferencemi a dalšími jevy.

Literatura

- [1] Voženílek, V., Kaňok, J.: *Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2790-4.
- [2] Goldstein, A., Lazaris, L., Weyl, E.: *HTML5 a CSS3 pro webové designéry*. Vyd. 1. Brno: Zoner Press, 2011, 286 s. Encyklopedie webdesignera. ISBN 978-80-7413-166-0.
- [3] Čerba, O.: *CSS v digitální kartografii*. In 16. kartografické konference. Brno: Univerzita obrany, 2005.
- [4] Čerba, O.: *SVG v kartografii* [online]. 2006, 19. 6. 2007 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: http://geoinformatics.fsv.cvut.cz/gwiki/SVG_v_kartografii

- [5] Voda, P.: *Území volební podpory vybraných politických stran v parlamentních volbách v ČR*. Brno, 2007. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně, Fakulta sociálních studií, Katedra politologie. Vedoucí práce Mgr. Michal Pink.
- [6] Jehlička, P., Sýkora, L.: *Stabilita regionální podpory tradičních politických stran v českých zemích*. In Sborník České geografické společnosti. Praha, 1991.

Abstract. The aim of the Bachelor Thesis is a concept of the cartographic project Atlas of Rokycany (municipality with extended competence) with the focusing on the elections; and its implementation. In the atlas, the methods of thematic cartography are used for the processing of chosen demographic indicators and the election results for the Chamber of Deputies of the Parliament of the Czech Republic between the years 1996 and 2010; further for the researching of the election results evolution in time, for the analysing of the election support of the major political parties and also for the comparing of the voting results in 2010 with the indicators as turnout, education and unemployment of the voters. The result of the Thesis consists of the sheets with thematic maps in PDF format; of the website concept for the atlas presentation, that is created by using of standards HTML5 and CSS3; further of the web application concept working with SVG format and also of the accompanying report.

Význam a možnosti uplatnění moderních digitálních technologií v oblasti netechnologických aspektů mapové tvorby

Alena Vondráková

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta, katedra geoinformatiky
tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc
(od 1. 1. 2013 změna adresy: 17. listopadu 50, 771 46 Olomouc)
e-mail: alena.vondrakova@upol.cz

Abstrakt. Netechnologické aspekty mapové tvorby významně ovlivňují kartografickou tvorbu, stejně tak se dotýkají využití a vnímání výsledných kartografických děl. Přestože v sobě netechnologické aspekty samy o sobě nezahrnují dominanci použitých technologií, mohou být těmito technologiemi ovlivňovány, spoluvytvářeny a hodnoceny. Moderní digitální technologie, které nachází své využití v moderní kartografii a geoinformatice, mohou významným vlivem zasáhnout i do aspektů, u nichž by impakt technologického pokroku nebyl očekáván. Moderní digitální technologie zároveň přináší rozsáhlé možnosti hodnocení významu a velikosti vlivu jednotlivých netechnologických aspektů v kartografické tvorbě, především v oblasti uživatelského vnímání. Umožňují tak větší adaptabilitu potřebám výsledných uživatelů mapových děl a zefektivnění procesu tvorby.

Klíčová slova: netechnologické aspekty, kartografická tvorba, uživatelské vnímání, technologie

Úvod

Proces mapové tvorby je komplexním procesem, který v sobě zahrnuje práci odborníků na mapování (geodézii, interpretaci leteckých snímků, GPS technologie), odborníků na mapované téma (výběr prvků mapy, hodnocení návrhu zobrazení jazyka mapy a metod generalizace mapového obrazu), odborníků na kartografii a geoinformatiku (výběr a návrh znakového klíče, vykreslení mapy za pomoci vhodných nástrojů), v případě tištěných map pak odborníků na polygrafii a reprodukci (polygrafické zpracování, tisk mapy a její distribuce) nebo v případě map digitálních odborníků na informační a serverové technologie (tvorba kartografické aplikace, případně její umístění a zprovoznění v rámci internetové sítě). Tyto jednotlivé dílčí procesy v sobě zahrnují další odborné poznatky z fyziky a astronomie (geodézie, dálkový průzkum Země), z oblasti psychologie (vnímání znakových klíčů, barevných stupnic a kompozice mapových děl), z oblasti výtvarného i užitého umění (design mapy a návrh znakového klíče), z oblasti sociologie a didaktiky (vzdělávací potřeba mapových děl), z oblasti věd politických a historických, matematických a v neposlední řadě věd přírodních (především geografie). Různých aspektů, které ovlivňují mapovou tvorbu, je tak mnoho.

Kromě výše uvedených procesů přímo spojených s výrobou kartografického díla je však třeba dbát při tvorbě koncepce také na uživatelské vnímání, práci cílového uživatele s mapou a na její propagaci, šíření, zabezpečení... Proces mapové tvorby je významně ovlivňován tolika rozličnými faktory, že je vzhledem ke specifiku tvorby každého unikátního kartografického díla téměř nemožné je všechny postihnout či pojmenovat.

Na faktory ovlivňující mapovou tvorbu je možné pohlížet z mnoha hledisek. Může se jednat o faktory vnější (politická situace, legislativní opatření, požadavky trhu a ekonomická náročnost produkce) a vnitřní (osobnost kartografa, kvalita zpracovávaných dat, časové a technické možnosti), faktory snadno ovlivnitelné (design mapy, propagace), hůře ovlivnitelné (preferenze uživatelů, vžitá kartografická pravidla) a neovlivnitelné (legislativa, koupěschopnost trhu), faktory rizikové, ekonomické... Existuje celá řada různých pojetí, názorů a řešení.

Jedním z možných pohledů na proces mapové tvorby a s tím související vlivy je rozdělení aspektů na technologické a netechnologické. A přestože je v současné době obecně kladen velký důraz na aspekty technologické, netechnologické aspekty mapové tvorby taktéž významně ovlivňují proces kartografické tvorby, využití i vnímání výsledných kartografických děl.

1 Netechnologické aspekty mapové tvorby

Netechnologické aspekty mapové tvorby představují pohled na jednotlivé dílčí části procesu kartografické tvorby a způsoby využití kartografických produktů uživateli, které nejsou dominantně ovlivňovány použitím konkrétních technologií, a nejedná se tedy o technologické postupy. Některé části procesu tvorby map lze zařadit snadno – např. psychologické vnímání výsledného kartografického díla spadá do netechnologických aspektů a oproti tomu např. polygrafie patří do aspektů technologických. Některé procesy a aspekty však zasahují do obou vymezených skupin (např. mapování) a některé stojí na jejich pomezí (geoinformatické zpracování).

I u nejpodrobněji klasifikovaných jednotek procesu kartografické tvorby může docházet k jejich prolínání, protože u drtivé většiny úkonů je technologie v nějaké podobě využívána. Jak uvádí Voženilek (1997), nové digitální technologie zaváděné do kartografie prakticky ukončily ruční kartografickou tvorbu. Rozdělení tak není definováno na základě toho, zda je technologie (např. počítač) používána, ale zda je dominantní v daném posuzovaném procesu, resp. aspektu mapové tvorby.

Základní rozdělení netechnologických aspektů je uvedeno v tabulce 1. V rámci tabulky není rozlišeno, zda se jedná o kartografické produkty původní nebo odvozené, topografické nebo tematické, statické nebo dynamické. Piktogramy použité v tabulce zároveň uvádí, zda je aspekt (příp. proces) pro vznik mapového díla nezbytný, potřebný nebo pouze okrajový, dále zda se jedná o aspekt technologický nebo netechnologický (v případě použití obou symbolů se dá zařadit do obou kategorií dle konkrétní situace) a zda se jedná o aspekt řešený nebo vnímaný tvůrcem mapy nebo spíše jejím uživatelem (Vondráková, 2011).

Význam piktogramů je následující:



technologický aspekt



netechnologický aspekt



převažující činnost na straně tvůrce kartografického díla



činnost/vnímání na straně uživatele kartografického díla



nezbytná součást procesu mapové tvorby



potřebná součást procesu mapové tvorby



okrajová součást procesu mapové tvorby

Tab. 1: Hodnocení vlastností netechnologických aspektů mapové tvorby

Netechnologické aspekty						
zařazení	aspekty	samostatná kartograf. díla	atlasová tvorba	digitální kartograf. produkty	kartograf. aplikace na internetu	tvůrce – uživatel
	ekonomické					
	estetické					
	etické					
	geoinformační					
	historické					
	koncepční					
	legislativní					
	metodologické (metody výzkumu)					
	politické					
	psychologické					
	sociologické					
	uživatelské					
	vizualizační					

Pozn. Aspekty v tabulce jsou řazeny abecedně bez rozlišení jejich významu.

1.1 Význam jednotlivých netechnologických aspektů

Hodnocení významu jednotlivých netechnologických aspektů mapové tvorby je velmi obtížné z hlediska objektivity metodiky výzkumu, protože obecné hodnocení producenty a uživateli map je velmi významně ovlivněno subjektivním názorem respondentů. Přestože jsou bezesporu některé aspekty významnější než aspekty jiné, celkový rozdíl vlivu není podle výzkumu (Vondráková, 2012a) natolik zásadní, aby některý z netechnologických aspektů mapové tvorby mohl být zcela opomenut. Obecně jsou však chápány jako nejdůležitější aspekty uživatelské, ekonomické a vizualizační.

1.2 Specifika netechnologických aspektů v dílčích disciplínách kartografie

Za královskou disciplínu je považována atlasová kartografie, především proto, že se jedná o nejkomplexnější a nejrozsáhlejší proces kartografické tvorby. Hodnocení netechnologických aspektů mapové tvorby v oblasti atlasové kartografie proto postihuje nejširší spektrum možných vlivů. Svá specifika však má kartografie i ve svých různých pojetích – od tematických zaměření až např. po armádní kartografii. Druhou úroveň specifických potřeb tvoří zvolené technologie – internetová prezentace kartografických děl musí např. i při hodnocení netechnologických aspektů počítat s rozlišením monitoru, použitou technologií, apod.

2 Moderní digitální technologie

Digitální technologie v kartografii a geoinformatice zažily svůj boom v druhé polovině 20. století. Na přelomu 50. a 60. let se počítače staly komerčně dostupnými, rostl význam jejich využití v kartografii, koncem tohoto období pak vznikly první geografické informační systémy. V 70. a 80. letech se rozvíjely možnosti prostorových analýz i jejich vizualizace a v 90. letech se s rozvojem internetu vývoj aplikací a jejich využití rozrostl obrovským tempem do celosvětového fenoménu.

V roce 2012 se tento vývoj uvádí jako „historický“ a je tedy otázkou, co splňuje označení „moderní“. Jedná se o internetové technologie, digitální kartografii, animace? Odpověď by měla být záporná. Tyto technologie byly trendem na přelomu 20. a 21. století, avšak nemohou být moderní o desetiletí později. Za moderní digitální technologie lze považovat stále dokonalejší mobilní aplikace, tablety, real-time technologie, super-výkonné počítače...

Trendem je také řada nových přístupů, jako je poskytování mobilních dat prostřednictvím internetu, on-line sběr dat, systémy pro podporu rozhodování, multimediální systémy pracující na základě nově definovaných databázových systémů, geolokace, geomarketing apod. Moderní jsou také digitální technologie umožňující efektivní sběr geodat – digitální fotogrammetrie, videometrie, laserové snímkování... V oblasti prezentace kartografických produktů se může jednat o moderní technologie 3D tiskárny, lentikulární tisk, hologramy, různé nové vlastnosti tiskových materiálů i polygrafických nástrojů.

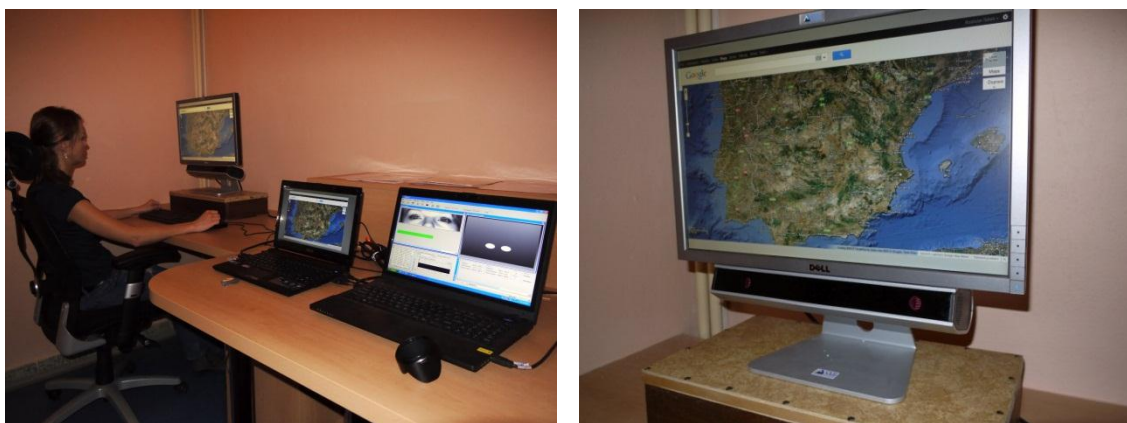
Pro oblast kartografie zůstává nejdůležitějším aspektem teoretický základ koncepce mapového jazyka, dostupné metody kartografického vyjadřování a osobnost kartografa. V oblasti geoinformatiky přináší změny každé zlepšení výkonnosti výpočetní techniky, prezentačních systémů, současným trendem je např. cloud computing. Pro oba obory je pak společným trendem tzv. VGI (volunteered geographical information), jedná se o způsob, při kterém jsou geodata získávána a poskytována dobrovolníky, bezúplatně. Jak uvádí Kraak (2012), tento způsob sběru dat bude plnit současné mapy aktuálními daty, ale také vzniknou nové druhy mapových produktů, které budou více osobní a s krátkou životností, a zároveň je možné, že si tato změna vyžádá i změnu současného designu map.

Trendem současné kartografie je využití moderních digitálních technologií jako nástrojů pro kognitivní kartografii. Nové trendy přináší i příspěvky na Mezinárodní kartografické konferenci, v Paříži (2011) byla prezentována vedle mobilních a internetových aplikací také např. geostatistika nebo psychologické vnímání kartografických produktů, to vše s použitím moderních technologií.

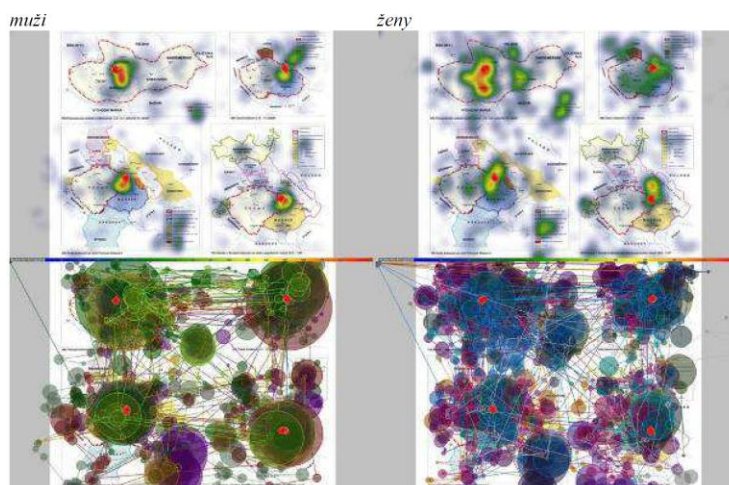
3 Význam a využití moderních technologií v oblasti netechnologických aspektů mapové tvorby

V rámci výzkumu v teoretické oblasti mapové tvorby je možné využít moderní technologie především v oblasti **sběru a vyhodnocení údajů**. Pro hodnocení aspektů ekonomických, politických nebo sociologických je možné využít např. internetové on-line dotazníky, kdy se odpovědi zaznamenávají do on-line umístěné databáze a data jsou následně automaticky nebo polo-automaticky vyhodnocena a jsou vyvozeny odpovídající závěry. Dostupnou jednoduchou technologií je např. systém tzv. Google dokumentů (Google Docs).

V aplikační oblasti mapové tvorby je unikátní např. využití **technologie eye-tracking**. Tuto metodu je podle Goldberga a Kotvala (1999) možné považovat za objektivní, protože není ovlivněna názorem sledované osoby. Technologie je založena na principu sledování pohybu lidských očí při vnímání vizuálního vjemu (Gienk a Levin, 2005). Je možné testovat jednotlivé části kartografických produktů, hotové produkty i ukázky účelově vytvořené (upravené). Výzkum může probíhat na kvalitativní i kvantitativní úrovni, tedy může být hodnocen způsob a různé aspekty uživatelského vnímání díla i např. délka vnímání potřebná k získání požadované informace. Na obr. 1 je ukázka přístroje umístěného na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci, na obr. 2 je ukázka jednoho z možných výstupů z testování touto metodou. Z netechnologických aspektů mapové tvorby je zde možné hodnotit především uživatelské aspekty (psychologické vnímání, percepce různých metod kartografických vyjádření, apod.). Jedná se tedy o využití moderních technologií k hodnocení dílčích aspektů kartografické tvorby a percepce výsledných produktů.

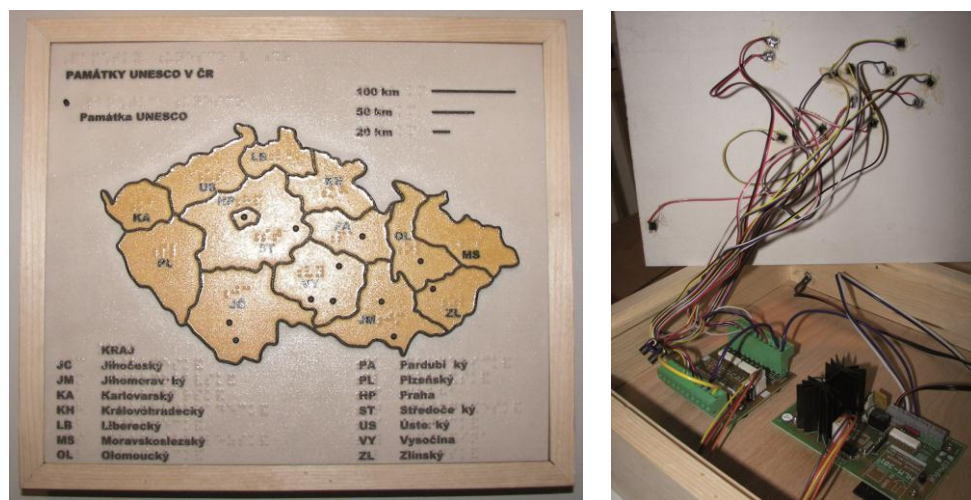


Obr. 1: Technologie eye-tracking používaná na Katedře geoinformatiky UP v Olomouci



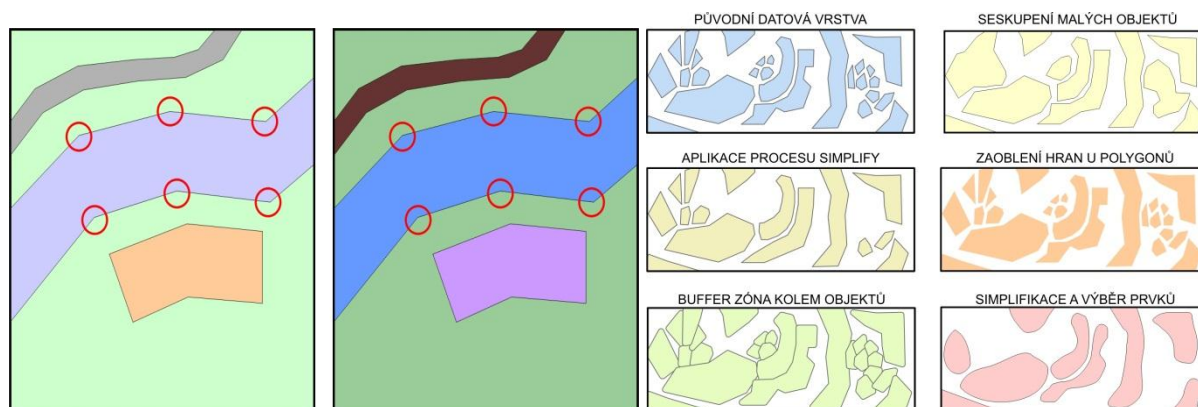
Obr. 2: Ukázka výstupu z testování eye-tracking

Další ukázkou využití moderních technologií v současné kartografii je tvorba multimediálních **3D tyflomap moderního typu**. Zde jsou z netechnologických aspektů zohledněny především specifické potřeby uživatelů a jedná se o způsob, kdy jsou technologie využity k realizaci požadavků na netechnologické aspekty výsledného kartografického díla.



Obr. 3: Ukázka multimediální technologie pro 3D tyflomapy (Voženílek a kol., 2010)

Význam mají moderní technologie i v oblasti **legislativních aspektů**. Z hlediska porušování autorskoprávní ochrany různých kartografických děl umožňují moderní prostředky digitálních technologií porovnání různých dokumentů (obrazových i textových) a prokázání jejich unikátnosti nebo podobnosti.



Obr. 4: Ukázka hodnocení autorsko-právní ochrany (Vondráková, 2012b)

Mnoho z aspektů je možné hodnotit pouze **subjektivními metodami**, tedy pozorováním, sociometrií, obsahovou analýzou, rozhovory a dotazníky. Jedná se především o estetické, psychologické a částečně o aspekty uživatelské. Mnohé aspekty je možné hodnotit **metodami vědeckého přístupu** – experimenty (uživatelské, vizualizační), korelačními studiemi (historické, politické), deskriptivními metodami (legislativní, etické) i explorativními (ekonomické, metodologické).

Trend tzv. VGI (volunteered geographical information) přináší k netechnologickým aspektům mapové tvorby a uživatelského vnímání kartografických produktů i aspekty týkající se uživatelského prostředí sběrných aplikací. Podobná situace panuje u mobilních a internetových aplikací, kde se volbou datových vrstev, mapového obsahu i některých dalších komponent stává uživatel kartografického díla v podstatě i jeho spoluautorem.

Závěr

Hlavním cílem prezentace příspěvku je představení potenciálu moderních digitálních technologií v oblasti hodnocení a ovlivnění netechnologických aspektů mapové tvorby. Tyto aspekty významně ovlivňují kartografickou tvorbu i využití a vnímání výsledných kartografických děl. Přestože v sobě netechnologické aspekty samy o sobě nezahrnují dominanci použitých technologií, mohou být těmito technologiemi ovlivňovány, spoluvytvářeny a hodnoceny.

Moderní digitální technologie, které nachází své využití v moderní kartografii a geoinformatice, mohou významným vlivem zasáhnout i do aspektů, u nichž by impakt technologického pokroku nebyl očekáván. Příkladem jsou aspekty legislativní, uživatelské nebo vizualizační.

Moderní digitální technologie zároveň přináší rozsáhlé možnosti hodnocení významu a velikosti vlivu jednotlivých netechnologických aspektů v kartografické tvorbě, především v oblasti uživatelského vnímání. V případě dotazníkových šetření umožňují digitální technologie on-line sběr dat i automatické vyhodnocování odpovědí, v případě mobilních technologií se může jednat o volbu zobrazení, volby měřítka, sběr dat, apod.

Netechnologické aspekty mapové tvorby umožňují obecně větší adaptabilitu potřebám výsledných uživatelů mapových děl a producentům umožňují získat cenné informace ke koncepčnímu návrhu kartografické produkce i k zefektivnění procesu mapové tvorby.

Literatura

- [1] Goldberg, J. H., Kotval, X. P.: *Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs*. In *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 24, 1999. pp. 631-645.
- [2] Kraak, M. J.: *I do not expect revolution in cartography*. GISportal.cz, 2012. Dostupné z: <http://www.gisportal.cz/en/2012/09/menno-jan-kraak-necekam-revoluci-v-kartografii/> ISSN 1804-8498.
- [3] Vondráková, A.: *Autorské právo v kartografii a geoinformatice*. Edice Terra Notitia, Univerzita Palackého v Olomouci, 2012 (b), 126 s. ISBN 978-80-244-3205-2.
- [4] Vondráková, A.: *Netechnologické aspekty mapové tvorby v atlasové kartografii*. Univerzita Palackého v Olomouci, Teze doktorské disertační práce, 2011.
- [5] Vondráková, A.: *Význam vybraných netechnologických aspektů mapové tvorby v atlasové kartografii*. Zborník referátov zo seminára Aktivity v kartografii venované pamiatke Ing. Jána Pravdu, DrSc. STU v Bratislave, 2012.
- [6] Voženílek, V.: *Agenda současné počítačové kartografie*. In HORÁK, J.; Děrgel, P.; Kapias, A. Sborník symposia Sympozium GIS Ostrava 2007 [online]. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z WWW: http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2007/sbornik/Referaty/Sekce7/Vozenilek.pdf
- [7] Voženílek, V., Ludíková, L., Růžicková, V., Finková, D., Vondráková, A., Kozáková, M., Doležal, J., Regec, V.: *Hmatové mapy technologií 3D tisku*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2010. 82 s. ISBN 978-80-244-2697-6.

Abstract. Non-technological aspects of map production significantly influence the cartographic production, also the perception and use of the resulting cartographic works affecting this process. Although the non-technological aspects do not involve the dominance of technologies, these technologies can influence them and can be also the tool of their evaluation. Modern digital technologies that find its use in modern cartography and geoinformatics can significantly influence and intervene in the aspects for which the impact of technological progress was not expected. Modern digital technology also brings extensive capabilities of accessing the importance and size of the impact of non-technological aspects to the cartographic production, especially in the area of user perception.

They allow greater adaptability to the needs of users and bring effectiveness to the process of the resulting map creation.

Tento příspěvek byl podpořen v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost ESF projekty CZ.1.07/2.3.00/20.0170 a CZ.1.07/2.4.00/31.0010 Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy České republiky.

Název **Digitální technologie v geoinformatice, kartografii a dálkovém průzkumu Země**

Sborník referátů studentské vědecké konference 2012,
grant ČVUT SVK11/12/F1, 162-828110A

dále podpořeno grantem SGS12/050/0HK1/1T/11 161-820500A **Vývoj postupů a metod
výzkumu matematických prvků souborů starých map**

Editoři Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc., Ing. Petr Soukup, Ph.D.

Vydalo České vysoké učení technické v Praze

Zpracovala Fakulta stavební

Kontaktní adresa Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Tel. 607860440

Vytiskla Katedra mapování a kartografie Fakulty stavební ČVUT v Praze

Adresa tiskárny Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Počet stran 157

Vydání 1.

Neprošlo jazykovou úpravou.

Autoři příspěvků odpovídají za jejich obsahovou a jazykovou stránku.

Žádná část této publikace nesmí být publikována a šířena žádným způsobem a v žádné podobě bez souhlasu vydavatele.

ISBN 978-80-01-05131-3