



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

155 – Katedra geomatiky

Webová mapová aplikace pro Český historický atlas

Web mapping application for Czech historical atlas

Diplomová práce

Studijní program: Geodézie a kartografie

Studijní obor: Geodézie a kartografie

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.

Bc. Tomáš Suk

Praha 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Webová mapová aplikace pro Český historický atlas“ jsem vypracoval samostatně pouze za odborného vedení vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Cajthamla, Ph.D. Použitou literaturu a další zdroje uvádím v seznamu zdrojů.

V Praze dne

.....

(Podpis autora)

Poděkování

Především bych rád poděkoval vedoucímu této práce, doc. Ing. Jiřímu Cajthamlovi, Ph.D., díky kterému jsem měl možnost zpracovávat toto zajímavé téma. Ochotně mě směřoval při řešení dílčích problémů a radil při psaní samotné práce. Velké a neopomenutelné díky patří také mé rodině a přítelkyni za dlouhodobou podporu během studia a při psaní diplomové práce. V neposlední řadě bych také rád poděkoval i dalším kantorům na ČVUT Fakultě stavební, kteří mně pomáhali a provázeli studiem.



Obsah

1	ÚVOD	9
2	REŠERŠE DIGITÁLNÍCH ATLASŮ	11
2.1	ÖSTERREICHISCHER STÄDTEATLAS.....	11
2.2	ATLAS OF THE HISTORICAL GEOGRAPHY OF THE UNITED STATES.....	11
2.3	GEACRON – WORLD HISTORY ATLAS & TIMELINES SINCE 3000 BC.....	11
2.4	HISTORICAL ATLAS OF THE TWENTIETH CENTURY	12
2.5	HISTORICAL ATLAS OF CANADA	12
3	OPENLAYERS	13
3.1	PODPOROVANÉ DATOVÉ FORMÁTY OPENLAYERS	13
3.1.1	<i>Vektorová data</i>	13
3.1.2	<i>Data rastrová – mapové dlaždice</i>	13
3.1.3	<i>Webové služby</i>	14
3.2	MOŽNOSTI OPENLAYERS	14
4	LEAFLET	16
4.1	PODPOROVANÉ DATOVÉ FORMÁTY	16
4.1.1	<i>Vektorová data</i>	16
4.1.2	<i>Data rastrová</i>	16
4.1.3	<i>Webové služby</i>	16
4.2	MOŽNOSTI LEAFLET.....	17
5	MAPBOX	19
5.1	PODPOROVANÉ DATOVÉ FORMÁTY	19
5.2	MOŽNOSTI MAPBOX	19
6	ESRI	21
6.1	ARCGIS ONLINE	21
6.1.1	<i>Aplikace spolupracující s ArcGIS Online</i>	22
6.2	STORY MAPS – PŘÍBĚHOVÉ MAPY	23
6.2.1	<i>Dělení Esri Story Maps</i>	24
6.2.2	<i>Pro prezentaci určitých míst na trase – Story Map Tour</i>	24



6.2.3	Pro prezentaci – Story Map Journey	- 24 -
6.2.4	Pro prezentaci série map – Story Map Series	- 25 -
6.2.5	Pro porovnání dvojice map téhož území – Story Map Swipe & Story Map Spyglass ...	- 26 -
6.2.6	Prezentace jedné mapy – Story Map Basic.....	- 26 -
6.2.7	Mapové aplikace ve verzi beta.....	- 27 -
7	POŽADOVANÉ FUNKCE APLIKACE.....	- 29 -
7.1	PŘEHLED POŽADOVANÝCH FUNKCÍ	- 29 -
7.1.1	Zobrazení vlastních datových vrstev	- 29 -
7.1.2	Ovládání mapy.....	- 30 -
7.1.3	Výběr zobrazovaných vrstev.....	- 30 -
7.1.4	Výpis souřadnic kurzoru.....	- 30 -
7.1.5	Zobrazení legendy.....	- 31 -
7.1.6	Dotazování vrstev a prvků	- 31 -
8	SHRNUTÍ A POROVNÁNÍ APLIKACÍ.....	- 33 -
8.1	PRODUKTY FIRMY ESRI.....	- 33 -
8.2	OPENLAYERS.....	- 33 -
8.3	LEAFLET	- 34 -
8.4	MAPBOX.....	- 34 -
8.5	KONKRÉTNÍ SROVNÁNÍ	- 34 -
8.6	VOLBA PROSTŘEDÍ PRO PILOTNÍ APLIKACI.....	- 36 -
9	KONVERZE DAT Z PROSTŘEDÍ ARCGIS	- 37 -
9.1	POPIS DATOVÝCH FORMÁTŮ	- 37 -
9.1.1	GML	- 37 -
9.1.2	KML.....	- 38 -
9.1.3	GeoJSON	- 38 -
9.1.4	TopoJSON	- 39 -
9.1.5	Geodatabáze.....	- 39 -
9.1.6	SHP.....	- 39 -
9.2	KONVERZE DAT DO FORMÁTU KML.....	- 40 -
9.2.1	Layer To KML.....	- 40 -
9.2.2	Map To KML.....	- 43 -
9.2.3	Úprava KML souborů – QGIS.....	- 47 -



9.2.4	Úprava KML v Google Earth	- 49 -
9.3	KONVERZE DAT DO MAPOVÝCH DLAŽDIC	- 50 -
9.3.1	Export do georeferencovaného souboru TIF	- 51 -
9.3.2	Vytvoření mapových dlaždic.....	- 52 -
10	TVORBA MAPOVÉ APLIKACE V PROSTŘEDÍ OPENLAYERS	- 55 -
10.1	PRVNÍ VYTVOŘENÍ MAPY	- 55 -
10.2	TVORBA PILOTNÍ APLIKACE.....	- 56 -
10.2.1	Zobrazení vlastních datových vrstev	- 56 -
10.2.2	Ovládání mapy	- 60 -
10.2.3	Výběr zobrazovaných vrstev.....	- 62 -
10.2.4	Výpis souřadnic kurzoru.....	- 64 -
10.2.5	Zobrazení legendy.....	- 66 -
10.2.6	Dotazování vrstev a prvků	- 66 -
10.2.7	Export mapy	- 70 -
11	ZÁVĚR.....	- 71 -
12	ZDROJE	- 75 -
13	SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PŘÍLOH	- 76 -
13.1	TEXTOVÉ SOUBORY:.....	- 76 -
13.2	RASTROVÉ SOUBORY:	- 76 -
14	SEZNAM OBRÁZKŮ	- 77 -
15	SEZNAM TABULEK.....	- 79 -

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá moderním zpracováním a prezentací geografických dat v prostředí webových mapových aplikací se zaměřením na využití u projektu Českého historického atlasu. První část je zaměřena na přehled vybraných aplikací, ve kterých je možné data prezentovat, a stručný přehled jejich funkcí a možností. Konkrétně jde o aplikace ArcGIS Story Maps, OpenLayers, Leaflet a Mapbox. Další část je věnována proceduře přenesení dat z prostředí ArcGIS do externího formátu KML. Poslední část práce se zabývá popisem zpracovaných funkcí ve vytvořené pilotní aplikaci.

Abstract

The diploma thesis deals with the modern processing and presentation of geographic data in web map applications focussing on the use in the project of Czech historical atlas. The first part is focused on an overview of selected applications in which data can be presented and a short list of their functions and options. More specifically, ArcGIS Story Maps, OpenLayers, Leaflet, and Mapbox. The next part is dedicated to the procedure of transferring data from ArcGIS to external KML format. The last part of the thesis deals with description of functions that the created pilot application offers.

Klíčová slova

Český historický atlas, Akademický atlas českých dějin, webové mapové aplikace, OpenLayers, Leaflet, MapBox, Story Maps, ArcGIS, KML, webový atlas, webová mapa, konverze geografických dat

Key words

Czech historical atlas, Academic atlas of Czech history, web map application, OpenLayers, Leaflet, MapBox, Story Maps, ArcGIS, KML, web atlas, web map, conversion of geographic data

1 Úvod

V moderním světě 21. století ani kartografie nijak nezaostává za jinými obory a snaží se jít s dobou. Díky velkému nárůstu počítačových technologií a stále rostoucí oblibě chytrých zařízení se dnes představy digitálních map v prostředí internetu zdají skoro každému jako samozřejmost. Možnosti kyberkartografie jsou zejména v interaktivitě výsledných map, tedy možnosti přizpůsobit si obsah mapy, měnit měřítko, posouvat se v mapě, dotazovat se na jednotlivé prvky a mnoho dalšího. Další nezpochybnitelnou výhodou je dostupnost výsledné mapy širšímu okruhu uživatelů, jelikož internetový přístup, obzvláště díky *smart* zařízení, a prohlížení dat online je pro většinu lidí pohodlnější než objednávání tištěného materiálu z knihoven a archivů. Mapy doplněné multimediálními prvky, jako jsou obrázky, videa, grafy a texty dokážou dnes podat velmi silnou výpověď o sledovaném jevu, proto se ve spojitosti s tímto způsobem prezentace jevu hovoří o *příběhových mapách/vyprávějících mapách*. Čtenář/uživatel má možnost sledovat určitá místa na fotografiích, videích a zároveň vnímat místo na mapě v kontextu dalších prvků mapy (jako jsou města, silnice či hranice chráněného území), což mnohokrát znásobuje pocit z výsledné příběhové mapy.

Proto i projekt Český historický atlas hodlá vybraná mapová díla přesunout do prostředí internetu, a tak je lépe zpřístupnit laikům i historikům. Český historický atlas jako projekt (identifikační číslo projektu: DG16P02H010) spadá pod program NAKI (Národní identita, 1.1 Výzkum a jeho uplatnění – historické vědní obory a archeologie) a hlásí se k Prioritám VaVal (3.2 Národní, regionální a lokální identita a tradice, 3.2.1 Znalosti historie jako předpoklad uchování a pěstování národní, regionální a lokální identity, paměti a tradice v národním kontextu). Na projektu spolupracuje Historický ústav AV ČR a Katedra geomatiky Fakulty stavební ČVUT (z jejichž spolupráce již například vzešel tištěný Akademický atlas českých dějin, který byl vydán v roce 2014). Hlavním cílem projektu je navázat na tištěný atlas a zpřístupnit vybraná data na zamýšleném elektronickém portálu „Český historický atlas“ v českém a anglickém jazyce. Portál by zpřístupnil dosud nerealizovaný přístup k historickým faktům moderní formou elektronické dějepisné kartografie.

Tato forma přístupu je dnes velmi žádána, přesto dosud v České republice neexistovala internetová varianta, a tak se zájemci museli spokojit se zahraničními atlasy. Ty se ovšem o českých dějinách zmiňují zpravidla jen okrajově a často zkráceně. Český historický atlas má tedy význam pro



uchování národní paměti, formování národní identity a kultury v nejširším kulturním smyslu a utváření historického povědomí společnosti [1].

Mapy pro Akademický atlas českých dějin byly vytvářeny v prostředí ArcGIS, proto se nabízí otázka jakou webovou aplikaci využít a jakým způsobem do ní přenést data. První možností je zůstat i v další práci u firmy Esri a využít jí nabízený program ArcGIS Online, popřípadě některou z jeho užitečných aplikací. Druhou možností je přenesení dat do jiného formátu, než se kterým primárně pracuje ArcGIS, a využít některou z webových aplikací umožňující tvorbu a vizualizaci interaktivních webových map, jako jsou OpenLayers, Leaflet nebo MapBox.

Tato práce si klade za cíl provést šetření ve věci aktuálních možností internetových aplikací a porovnat jejich využitelnost v rámci projektu. Následně bude popsán postup jednotlivých kroků při sestavování pilotní mapové aplikace na daných geografických datech získaných z Akademického atlasu českých dějin.



2 Rešerše digitálních atlasů

Jak již bylo zmíněno, tak na poli webové dějepisné kartografie v České republice ještě nebylo mnoho publikováno. Výjimku tvoří internetová mapová aplikace na webových stránkách <http://www.cirkevnimapy.cz/>, kde jsou umístěny interaktivní mapy z tematické oblasti historie římskokatolické církevní správy. Tato aplikace byla vytvořena jako součást disertační práce Ing. Pavla Seemanna, Ph.D.

V oblasti tematických mapových aplikací v cizině je situace zajímavější. Touto problematikou se zabývala například Ing. Kateřina Bejvančíková, která ve své diplomové práci o technologii a obsahu elektronických historických atlasů uvádí řadu příkladů. V této kapitole jsou z její práce vybrány webové atlasy, které se nejvíce podobají vytyčené představě vytvářené pilotní aplikace.

2.1 Österreichischer Städteatlas

Atlas dostupný na stránce <http://mapire.eu/oesterreichischer-staedteatlas/> je historickým webovým atlasem rakouských měst a spadá do kategorie elektronických atlasů statických – tedy jejich obsah tvoří naskenované mapy, bez možnosti hlubší interakce s uživatelem. Historickou mapu je možné porovnávat s mapou aktuální a také je zajištěno vyhledávání měst. Atlasová aplikace využívá projektu OpenLayers [2].

2.2 Atlas of the Historical Geography of the United States

Tento atlas dostupný na stránkách <http://dsl.richmond.edu/historicalatlas/> se zabývá historií Spojených států. Mapy jsou členěny podle téma do 18 skupin. Atlas opět obsahuje pouze mapy statické, získané oskenováním tištěného atlasu a následným souřadnicovým připojením rastru. U vybraných map je navíc možné zobrazit si doplňkové informace. Webová atlasová aplikace je tvořena s využitím knihovny Leaflet [2].

2.3 GeaCron – World History Atlas & Timelines since 3000 BC

Atlas světa umístěný na stránkách <http://geacron.com/home-en/?&sid=GeaCron585748> popisuje historii světa od roku 3000 př. n. l. až do roku 2017 n. l. Jednotlivé mapy jsou interaktivní a umožňují zvolit podkladovou mapu či jednotlivé zobrazované vrstvy (viz obrázek Obr. 1). Aplikace také umožňuje dotazování prvků a export do PDF. Mapová aplikace je tvořena v knihovně

OpenLayers. Tato aplikace se svou funkcionalitou nejvíce podobá vytyčeným cílům (dále v kapitole 7) [2].



Obr. 1 Ukázka z aplikace GeaCron

2.4 Historical Atlas of the Twentieth Century

Je webový atlas zaměřený na 20. století a je dostupný na adrese <http://users.erols.com/mwhite28/20centry.htm>. Jednotlivé mapy jsou členěny do tematických celků. Atlas obsahuje jak mapy interaktivní s možností dotazování jednotlivých prvků, tak mapy statické bez možnosti ovlivnění jejich obsahu ze strany uživatele [2].

2.5 Historical Atlas of Canada

Webový atlas, jehož mapy jsou rozčleněny do jednotlivých témat. Je dostupný na webu <http://www.historicalatlas.ca/website/HACOLP/index.htm>. Atlas kombinuje jak mapy interaktivní, tak mapy statické. U map interaktivních je umožněno přidávání vrstev, klasický pohyb v mapě či export mapy do PDF [2].

3 OpenLayers

OpenLayers je otevřenou *javascriptovou* knihovnou, jejímž hlavním úkolem je zobrazování geografických informací v prostředí webového prohlížeče. V tento okamžik je nejnovější verzí verze 4.0.1, která opět rozšířila možnosti verzí předcházejících. Umožňuje zobrazování mapových dlaždic, vektorových dat a využívat vybraná externí zdrojová data z mapových serverů. Celková knihovna je navíc zcela zdarma poskytována pod licencí *2-clause License*, která je obecně známa jako *FreeBSD* [3].

Jak bývá zvykem u otevřených projektů, tak kromě oficiálních návodů a průvodců tvorbou existují ještě výrazně rozsáhlejší uživatelská fóra, která se problematikou využívání zabývají. Právě tyto zdroje byly hojně využívány při zpracování pilotní aplikace.

3.1 Podporované datové formáty OpenLayers

Jelikož knihovna podporuje pouze některé obecně používané datové formáty, bylo nutné vybrat vhodné a těm se věnovat při tvorbě mapové aplikace.

3.1.1 Vektorová data

Pro vektorová data jsou jedním ze základních mapových zdrojů, jelikož umožňují provádět nad nimi výpočty, výběry a simulace. V rámci OpenLayers jsou podporovány formáty odvozené od formátu JSON (JavaScript Object Notation), a to GeoJSON (kapitola 9.1.3) a TopoJSON. Další skupinou jsou formáty vycházející z XML (Extensible Markup Language), jmenovitě jde o formáty KML (Keyhole Markup Language 9.1.2) a GML (Geography Markup Language 9.1.1), které oba jsou zároveň standardem OGC (Open Geospatial Consortium). Dalším formátem je Mapbox Vector Tiles, což je formát pro sdílení vektorových dat ve formátu postupně sdílených dlaždic (jak je obvyklé u dat rastrových).

3.1.2 Data rastrová – mapové dlaždice

V dnešní době, kdy jsou většinou mapy umístěné na serveru a distribuovány pomocí internetu, vzniká problém s objemem přenášených dat. Zvláště u rastrových podkladových map je velikost posílaných informací v případě rastru nepříznivě velká. Řešením je takzvaný systém mapových dlaždic, kdy je celkový rastr rozdělen do menších dlaždic, které jsou pak jednotlivě sdíleny podle místa, kde se uživatel v mapě právě pohybuje.



V prostředí OpenLayers jsou využívány formáty OSM (OpenStreetMap), Bing a rastrová dlaždicovaná data *MapBox Tiles*.

3.1.3 Webové služby

Dalším neméně významným zdrojem dat jsou webové mapové služby WMS (*Web Map Service*), WMTS (*Web Map Tile Service*) a WFS (*Web Feature Service*). Metody WMS a WMTS umožňují sdílení rastrových dat ze strany serveru, přičemž metoda WMTS využívá dlaždicového systému přenosu dat. Metoda WFS umožňuje čerpat ze serveru data vektorového charakteru. Všechny tři zmíněné služby jsou standardy OGC.

3.2 Možnosti OpenLayers

Jelikož se v případě OpenLayers jedná o otevřenou knihovnu, tak možnosti a funkcionality jsou vesměs dány schopnostmi jednotlivých uživatelů. Je tedy možné si velkou část potřebné funkcionality dopsat na míru v jazyce *javascript*. V základě však aplikace z pohledu uživatele umožňuje několik funkcí, kdy za příklad můžou sloužit *zoom* a posunování mapou.

Z hlediska nastavení vývojáře je pestrost možností výrazně vyšší. Zahrnuje nastavení mapového okna (jeho rozměrů, omezení pohybu po mapě – omezení zoomu, posunu, stočení vůči severu), načtení zobrazovaných vrstev v různých datových formátech a volbu jejich symbologie. Pro tyto zásahy do aplikace si vývojář vystačí pouze s nastavováním jednotlivých parametrů v základu OpenLayers. V praxi to znamená vyhledávání vhodných funkcí a jejich parametrů v API dokumentaci (<http://openlayers.org/en/latest/apidoc/>), ve které se lze snadno orientovat.

Pokud však vývojář požaduje složitější funkce a procesy výsledné aplikace, pak je nutné sáhnout k vlastnímu programování a požadovanou funkcionalitu napsat v jazyce *javascript*. Jistou alternativou k vlastnímu tvoření kódu, která asi nejvíce poukáže na robustnost možností OpenLayers, je využití již hotových skriptů napsaných jinými uživateli OpenLayers. Ve většině případů následuje jejich úprava pro vlastní potřebu. Jako malá ukázka rozsahu schopností může posloužit stránka příkladů, která je umístěna přímo na oficiálním webu (<http://openlayers.org/en/latest/examples/>).

Jen díky zde uvedeným příkladům se možnosti OpenLayers rozrůstají například o zobrazování souřadnic pozice kurzoru ve zvoleném souřadnicovém systému, o změnu vizualizace vektorových dat v závislosti na jejich výběru, o změnu vizualizace rastrových dat (jejich kontrast, jas, atd.), o automatické přesouvání se po mapě mezi body, o vytváření pokročilých možností interakce (tvorba, přesouvání a editace vektorových objektů), o zobrazování dynamických dat, o shlukování



bodových vrstev, o export do obrazových formátů (například PDF, PNG) a dále o nástroje pro porovnání dvojice map (takzvaná lupa, popřípadě posuvník). Příkladů uvedených na oficiálním webu je výrazně více, než kolik je uvedeno v předcházejícím výčtu. Výhodou uvedených příkladů je i to, že samozřejmě představují i základní užití a výhody jednotlivých datových formátů.

Pokud vývojář nevystačí ani s touto funkcionalitou, je zde stále silná uživatelská komunita, která na diskusních fórech poskytuje rady, nápady nebo prezentuje svou vlastní tvorbu. V některých případech dokonce sdílí i své vlastní skripty.

Vzhledem k tomu, že v této chvíli se jedná již o 4. verzi OpenLayers a možností jak tuto knihovnu využít s každou verzí přibývá, je pravděpodobné, že i v následujících letech bude tato knihovna v oblibě a bude se dále rozvíjet.

4 Leaflet

Vedle OpenLayers (kapitola 3) existuje další otevřená *javascriptová* knihovna, kterou je Leaflet. Tato knihovna je určena pro tvorbu interaktivních map s tím, že je zaměřena na jednoduché a intuitivní ovládání a výraznou podporu mobilních zařízení. V současnosti je ve verzi 1.0.3. a její obliba stále roste. Využitelnost je dána především snadným rozšířením aplikace o již sestavené *pluginy*. Stejně jako OpenLayers je i Leaflet zcela zdarma a podporuje většinu webových prohlížečů, jako jsou Chrome, Firefox, Safari, Opera, Internet Explorer a jejich mobilní ekvivalenty. Heslem celého projektu by jistě mohlo být, že Leaflet se nesnaží dělat vše pro každého. Namísto toho se zaměřuje na to, aby základní věci fungovaly perfektně [4].

4.1 Podporované datové formáty

V samotném základu podporuje Leaflet pouze nemnoho datových formátů, ale tento nedostatek je kompenzován v přídavných *pluginech*.

4.1.1 Vektorová data

V čisté formě Leaflet podporuje pouze data formátu GeoJSON a vektorová data vytvořená přímo v Leaflet. Vektorová data vytvořená přímo v Leaflet jsou například linie, bod, polygon, obdélník a kruh. Při použití obou zmíněných datových typů je velmi snadno nastavitelná a upravovatelná symbologie zobrazených objektů.

Pro načtení formátů KML, CSV, TopoJSON je možné využít *plugin Leaflet–Omnivore*. Data formátu GML zatím nejsou podporována vůbec.

4.1.2 Data rastrová

Vedle vektorových dat je samozřejmostí i podpora dat rastrových. Obdobně jako u OpenLayers i zde jde především o mapové dlaždice, které jsou výrazně šetrnější k množství dat přenášených k uživateli. Vedle toho existuje ještě možnost *ImageOverlay*, který umožňuje zobrazit jednotlivá obrazová data do mapy.

4.1.3 Webové služby

Služba WMS je podporována již v základě a umožňuje efektivně zobrazovat rastrová data – například mapový podklad. Dále je možné s externími *pluginy* pracovat i se službou WFS, která sdílí data vektorového charakteru.



4.2 Možnosti Leaflet

Stejně jako tomu je u OpenLayers, tak i zde tvoří největší hnací motor samotní uživatelé, kteří vytváří pro Leaflet nepostradatelné *pluginy*.

Pro uživatele bez znalosti programovacího jazyka je Leaflet čitelnější a snadněji pochopitelný než OpenLayers. Jak už bylo zmíněno výše, tak aktuálním cílem Leaflet je jednoduché a kvalitní provádění základních operací, nikoli složitější mapová díla. Tudíž pro běžného uživatele to znamená možnost snadno zobrazit data, která jsou často sama součástí skriptu, a intuitivně jim přiřadit atributy vzhledu a popis. Navíc funkce, které aplikace obsahuje již v základu (například vyskakující popisné okno *popup* a funkce pro přechod kurzorem), jsou také pro většinu uživatelů zcela dostačující.

Soustava tutoriálů (<http://leafletjs.com/examples.html>) umožňuje snadné pochopení základních postupů. Pro tvorbu jednodušších map jsou tyto návody společně s API dokumentací (<http://leafletjs.com/reference-1.0.3.html>) dostačujícím prostředkem.

Díky širokému spektru uživatelů existuje opravdu velká řada zmiňovaných *pluginů* posouvající možnosti Leaflet na úroveň podobnou OpenLayers. Na samotných stránkách jsou rozděleny do několika kategorií, které se dále dělí na podkategorie.

První kategorie *Tile & image layers* zahrnuje práci s obrazovými a dlaždicovými daty – jejich nahrávání, správu a vizualizaci.

Druhá kategorie *Map interaction* obsahuje rozšíření z oblasti mapové interakce. Jsou jimi přepínače zobrazovaných vrstev, interaktivní posunování a zoom, tiskové výstupy a tak dále.

Další skupina rozšíření *Overlay data* je zaměřena na nahrávání datových formátů, které v základě Leaflet nepodporuje (například již zmiňovaný *plugin Leaflet-Omnivore*).

Velmi důležitým souborem *pluginů* je *Overlay interaction* – interakce s daty, kdy jde především o dotazovatelnost, úpravu, výběr a vyhledávání objektů.

Overlay Display je kategorie zaměřující se na složitější zobrazování dat, jako je například shlukování nebo animace ikon.

Skupina *pluginů Miscellaneous* logicky obsahuje ostatní rozšíření, která nespádají do zbylých kategorií. Jako příklad může sloužit *geoprocessing* nebo vyhledávání nejuvhodnější cesty.



Pokud vývojáři nestačí současné *pluginy*, pak je samozřejmě možné vytvoření si vlastních a případně jejich poskytnutí k použití dalším uživatelům. Celkový počet takto vytvořených *pluginů*, dostupných z oficiálních stránek, je v současnosti v řádu stovek.



5 MapBox

MapBox je komerční projekt založený v roce 2010, který se zaměřuje jak na tvorbu webových map, tak na vývoj vlastních standardů. Tyto standardy jsou následně využívány i dalšími projekty (například OpenLayers či Leaflet). Nevýznamnější použití standardů MapBox je v množství mapových dlaždic, a to jak ve formě rastrové, tak ve formě vektorové.

Aplikace pro vývoj vlastních mapových aplikací MapBox Studio umožňuje kompletní správu vlastních geografických informací ve formě osobního datasetu a *tileset*. Dataset je tvořen vektorovými daty ve formátu GeoJSON a primárně slouží k editaci dat. Naproti tomu *tileset* ukládá data jako dlaždice (jak vektorové, tak rastrové), do kterých jsou po nahrání data konvertována. *Tileset* je především zdrojem dat pro publikování. Samotné nastavení vizualizace dat se provede pomocí *MapBox Studio style editor*. Výsledné údaje o vzhledu jsou ukládány do souborů typu JSON. Vytvořená mapa se tedy generuje pouze z *tileset* a informace o vizualizaci získává ze souborů JSON. Pro zobrazení mapy je proto nutné veškerá potřebná data převést do *tileset*, který je velmi šetrný v přenosu informací mezi serverem a uživatelem.

5.1 Podporované datové formáty

Jak již bylo zmíněno MapBox ukládá data do datasetu nebo *tileset* ve formě dlaždic. MapBox podporuje pouze zobrazení *Web Mercator*. Nejtypičtějším vstupem dat do datových setů je však jejich přímá tvorba v MapBox pomocí funkce *kresby*.

Pro nahrání datových formátů lze použít funkce *MapBox Uploads API*, tato funkce umožňuje nahrát data ve formátech CSV a GeoJSON do datasetu, nebo uložit data do *tileset* z formátů CSV, GeoJSON, MBTiles, KML, GPX, SHP a GeoTIFF. Pro tyto formáty jsou nastaveny maximální velikosti souboru.

Aplikace navíc umožňuje stažení dat ve formátech KML a GeoJSON.

5.2 Možnosti MapBox

MapBox nabízí rozsáhlé možnosti v oblasti správy dat v datasetu, kde je možné data vytvářet, modifikovat či mazat. Data lze upravovat jak v úrovni atribut, tak v oblasti geometrie, a tak je možné vytvořit dataset (potažmo *tileset*) přímo v MapBox. Takto komplexní řešení je pro mnoho uživatelů velmi příjemné.



Kromě možností správy a úpravy geografických dat obsahuje MapBox nástroj pro úpravu jejich vizualizace *MapBox Studio style editor*. Funkce je navržena tak, aby vývojář dokázal snadno nastavit vizualizaci prvků pro každou úroveň přiblížení. Samozřejmě umožňuje i použití vlastních ikon či fontu písma. Veškerá tato nastavení se odehrávají v prostředí grafického dialogového okna, a tak je úprava stylu velmi snadná a intuitivní.

Pro vytvoření interaktivní mapové aplikace slouží nástroj *MapBox GL JS*, který je vlastně *javaskriptovou* knihovnou. Pro samotné uživatelské rozhraní aplikace poskytuje MapBox sedm vlastních předpřipravených šablon, které lze upravit pro konkrétní potřebu.

Inspiraci pro vytvoření vlastní aplikace je možné čerpat z řady návodů (<https://www.mapbox.com/help/studio-manual-tutorials/>) a rozsáhlé technické nápovědy (<https://www.mapbox.com/help/>). Aplikace v základu umožňuje pohyb v mapovém okně, natáčení a *zoom*. Uživatelsky žádanými a využívanými funkcemi, které jsou velmi snadno nastavitelné, jsou zobrazování *popup* či mapové legendy.

Kromě základních funkcí disponuje MapBox také řadou nástrojů pro interakci s daty. Příklady můžou být vyhledávání adres *Geocoding API*, prostorová analýza a vyhledávání trasy *Directions API* a *Distance API*.

Zajímavou funkcí je i možnost, nechat zaznamenaná data z projité trasy (zaznamenaná například GNSS přijímačem), přepočítat na síť silnic/cest (tímto lze do značné míry odstranit nepřesnosti způsobené GNSS přijímačem a trasu „narovnat“).

6 Esri

V dnešní době si snad nelze představit člena geoinformatické komunity, který by neznal tuto dominantní společnost na poli zpracovávání geografických informací. Jejich GIS software ArcMap slouží pro úpravu geografických dat, provádění výpočtů a analýz a mnoho dalších procedur. Obecně je uznáván za jeden z nejlepších a nejmohutnějších programů v oboru.

6.1 ArcGIS Online

Firma Esri již před několika lety přišla s metodou ArcGIS Online [5], která umožňuje publikování, sdílení a prohlížení interaktivních map a aplikací v prostředí internetu. Velký důraz je kladen na intuitivní ovládání a spravování. Dalším pilířem je možnost efektivní spolupráce uživatelů a kolegů pracujících na společných projektech.

Velkou výhodou aplikace ArcGIS Online je to, že se jedná o softwarově řešenou formu služby v *cloudu* – není tedy třeba nic instalovat. Díky uložení dat v *cloudu* je možná snadná spolupráce institucí napříč celým světem. Další důležitou funkcí je tvorba pracovní skupiny, a to ve formě otevřené či uzavřené. Také je možné nastavit přímo práva pro jednotlivé položky. Přístup k mapám je v současnosti realizovaný také volně stažitelnou aplikací pro chytré telefony a tablety. Tato aplikace umožňuje mimo jiné v jisté úrovni sběr dat a na nich prováděné základní analýzy.

Součástí aplikace jsou i nástroje pro tvorbu a sdílení mapové tvorby a mapových aplikací nebo rozsáhlá kolekce geografických dat, které pokrývají celý svět. Mimo jiné jsou zde zastoupena i četná data z území České republiky. Jsou jimi například data poskytovaná CENIA a Zeměměřičským úřadem.

Problematika bezpečnosti *cloudového* úložiště je řešena v několika vrstvách zabezpečení, mezi které patří například autentizace za pomoci telefonu. ArcGIS Online splňuje bezpečnostní certifikát ISO 27001 a mnoho dalších, které vyžaduje legislativa USA.

ArcGIS Online funguje také jako prostředník mezi uloženými daty a sadou aplikací, které tato data využívají.

6.1.1 Aplikace spolupracující s ArcGIS Online

Jednotlivé aplikace jsou zaměřeny na vizualizaci, publikaci a sdílení, úpravu, sběr dat v terénu a mnoho dalšího. V následujících kapitolách se seznámíme s funkcionalitou vybraných aplikací.

6.1.1.1 Prohlížeč map na ArcGIS Online

Prohlížeč je základní aplikace pro práci v prostředí ArcGIS Online. Umožňuje vytvářet kompozice, snadno nahrávat prostorová data, vybrané analytické úlohy, vytvářet data nová a obsahuje i nástroje pro vizualizaci prostorových dat.

Proces tvorby mapového výstupu lze zjednodušeně popsat jako výběr a nahrávání dat, je možné využít i připravená data poskytovaná ArcGIS Online. Dalším krokem je výběr symbologie, přičemž je možné použít systém parametrů, který například zohledňuje podkladovou mapu. ArcGIS Online obsahuje dvacet analytických nástrojů (prostorové výběry a operace, síťové analýzy), díky kterým lze ze svých dat získat data nová. Posledním, ale neméně důležitým krokem, je uložení a sdílení hotového výstupu. Aplikace umožňuje uložit mapu do soukromého úložiště, nebo ji zpřístupnit vybranému okruhu uživatelů či ji publikovat veřejně. Aplikace také disponuje souborem šablon pro její zveřejnění bez nutnosti samostatného programování.

6.1.1.2 Explorer for ArcGIS

Intuitivní aplikace sloužící k prohlížení hotových webových map z ArcGIS Online z prostředí chytrých telefonů a tabletů. Je podporována operačními systémy Mac, Android a iOS. Aplikace v základu také umožňuje vyhledávat místa a zájmové prvky.

6.1.1.3 Web AppBuilder for ArcGIS

Aplikace, kterou lze libovolně rozšiřovat, umožňuje vytváření vlastních aplikací, které jsou podporovány různými operačními systémy. Grafickou stránku lze zvolit ze základních šablon, které je možné následně editovat pomocí rozhraní či vytvoření vlastní šablony. Důležitou součástí jsou *widgety*, které definují veškeré funkce výsledné aplikace.

6.1.1.4 Operations Dashboard

Aplikace je určena pro vizualizaci dat, která se mění v čase. Soubor *widgetů* umožňuje například sledovat atributová data a zobrazovat je v přehledných grafech. Výsledná aplikace se tedy skládá z jednotlivých oken s mapami a grafy, jejichž poloha, velikost a grafická stránka je nastavena správcem aplikace.



6.1.1.5 Collector for ArcGIS

Snadně ovladatelná mobilní aplikace sloužící ke sběru dat přímo v terénu. Používání aplikace je zaměřeno na intuitivnost a nepředpokládá žádné speciální znalosti uživatelů. Mimo jiné umí sledovat trasu zařízení a tím vytvářet nový prvek přímo do mapy. Další užitečnou funkcí je práce offline, kdy před příchodem do terénu jsou stažena data v cílové lokaci, v terénu jsou provedeny změny a po opětovném připojení k internetu jsou tyto změny automaticky nahrány zpět na server.

6.1.1.6 Workforce for ArcGIS

Jde o nástroj pro koordinaci terénních pracovníků a dispečerů. Zjednodušeně lze říci, že dispečer operativně rozděluje úkony a online kontroluje jejich plnění v terénu. Tato aplikace spolupracuje například s aplikacemi Collector for ArcGIS a Survey123 for ArcGIS.

6.1.1.7 Survey123 for ArcGIS

Další aplikace sloužící k terénnímu sběru dat, v tomto případě jde o sběr pomocí připraveného formuláře. Aplikace umožňuje vytvořit formulář, na jehož otázky lze odpovědět jednou nebo více možnostmi, pomocí textu, číslem, výběrem z rozbalovací nabídky, popřípadě oznámením polohy, data nebo času přímo zařízením. Veškerá sebraná data je možné ihned zobrazit v mapě nebo pomocí grafů, jelikož se data ukládají pomocí Feature služby, kterou ArcGIS Online obsahuje.

6.1.1.8 Story Maps

Story Maps je aplikace, které kombinuje geografická data, multimediální prvky a text. Pro tento účel obsahuje množství šablon, jejichž pomocí se výsledný příběh vytváří. Vzhledem k tomu, že se jedná o obsáhlou metodu vhodnou pro digitální atlasovou tvorbu, tak jí bude věnována celá následující kapitola.

6.2 Story Maps – příběhové mapy

Firma Esri přišla s myšlenkou „příběhových map“, kdy je zpravidla nosným prvkem tematická mapa, která uživatele upoutá svým interaktivním prostředím. Výsledkem je pak sdělení „příběhu“ uživateli zábavnou a moderní cestou, která je doplněna o doprovodné texty a především multimediální prvky, jako jsou fotografie, videa, grafika a další. Story Maps si klade za cíl seznámit uživatele s jistým konkrétním tématem, kdy informace geografického charakteru mohou mít pouze doplňkovou funkci, která usnadní uživateli pochopení příběhu – problematiky.

Samostatná tvorba příběhové mapy je uzpůsobena tak, aby ji v základě zvládl kdokoli i bez vzdělání geoinformativního charakteru. Primárním nastavením příběhové mapy nás provede

průvodce, díky tomu se prakticky zabrání vstupu chyb. Story Maps si zakládá na možnosti propojení se sociálními sítěmi a umožňuje multimédia čerpat například z aplikace Google+, Youtube, Flickr. Samotné mapy jsou rozděleny do několika kategorií, kdy každá z nich je určena pro prezentaci typově odlišných souborů dat. Tyto kategorie budou dále podrobněji představeny.

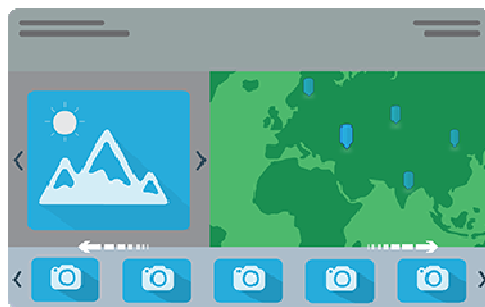
6.2.1 Dělení Esri Story Maps

Pro snazší orientaci lze rozdělit jednotlivé kategorie do skupin dle toho, zda nosným prvkem je prezentace mapy samé, nebo je mapa pouze doplňkem k prezentaci určitého jevu, popřípadě je-li cílem rozvíjení mapy jejími uživateli, což je dnes velmi populární. V poslední části budou přiblíženy aplikace, které jsou v současné době ve fázi vývoje a jsou spuštěny jako beta verze.

V následujících řádcích jsou tyto kategorie stručně popsány a pro snazší pochopení vzhledu jsou popisy doplněny o schematická vyobrazení firmy ESRI[5].

6.2.2 Pro prezentaci určitých míst na trase – Story Map Tour

Metoda Story Map Tour (Obr. 2) umožňuje vytvořit trasu obsahující zvolené body zájmu, které uživatel postupně po mapě projde. Každý bod obsahuje fotografii a popis k danému místu. Obecně tato kategorie připomíná naučnou stezku, která je vyobrazena na mapě i s doprovodnými texty a médii.



Obr. 2 Schematické vyobrazení Story Map Tour

6.2.3 Pro prezentaci – Story Map Journey

V této velmi oblíbené kategorii, vyobrazené na Obr. 3, jsou mapy a geografické informace jen dílčím kusem souboru multimédií, která dohromady velmi věrně vyprávějí příběh. Vhodná je zejména pro kombinaci většího množství různých geografických dat určitého území s daty multimediálními, která jsou doplněna popisy. Dalším velmi častým využitím je prezentace

obdobného jevu, který se vyskytuje na různých místech a pro jehož rozsah se nehodí mapa obsahující všechna území.



Obr. 3 Schematické vyobrazení Story Map Journey

6.2.4 Pro prezentaci série map – Story Map Series

Kategorie Story Map Series (Obr. 4) je zaměřena na prezentaci tematické série map, mezi kterými lze přecházet. V současnosti existují 3 druhy, které se v zásadě liší jen metodou přecházení mezi mapami. Jsou to Tabbled Layout s přechodem pomocí záložek, Bulleted Layout s přechodem pomocí tlačítek či rolováním v textu Side Accordion Layout. Celková série může být bohatě doplněna texty a multimediálními prvky. Tato kategorie by se dala nejspíše přirovnat k atlasové tvorbě, jak ji známe z tištěných atlasů.



Obr. 4 Schematické vyobrazení Tabbled Layout, Bulleted Layout a Side Accordion Layout

6.2.5 Pro porovnání dvojice map téhož území – Story Map Swipe & Story Map Spyglass

Dvojice aplikací (Obr. 5), ve které dochází k porovnání dvojice mapových děl zobrazujících stejné území. Velmi často se používá pro výzkum vlivu člověka na prostředí, růst měst nebo pro znázornění nějakého dalšího postupujícího jevu. V tomto případě je porovnání docíleno dvěma vizuálně odlišnými způsoby. První využívá posuvného prahu (Story Map Swipe), který rozděluje prostor zobrazený jednou mapou a prostor zobrazený mapou druhou. Druhý způsob používá efektní zobrazení mapy druhé nad mapou první ve formě pohyblivého okénka – lupy (Story Map Spyglass).



Obr. 5 Schematické vyobrazení Swipe a Spyglass

6.2.6 Prezentace jedné mapy – Story Map Basic

Jedná se o jednoduchou metodu (Obr. 6) pro prohlížení určité mapy pouze se základními uživatelskými možnostmi. Mapové okno může vyobrazovat legendu, měřítko a obsahuje jednoduché prvky pro ovládání pohybu v mapě.



Obr. 6 Schematické vyobrazení Story Map Basic

6.2.7 Mapové aplikace ve verzi beta

Mapové aplikace Story Maps jsou stále ve vývoji a jejich funkcionality se postupně rozšiřuje. Nyní vznikají nové kategorie dostupné v tuto chvíli ve verzi beta. Mezi ně se řadí kategorie Story Map Shortlist (Obr. 7), která prezentuje velké množství bodů zájmu, kde tyto jsou navíc zařazeny do jednotlivých témat (jako jsou restaurace, zábava, hotely).



Obr. 7 Schematické vyobrazení Story Map Shortlist

Zajímavou kategorií ve verzi beta je Story Map Crowdsourcing (Obr. 8), která přidává uživatelům možnost ovlivnit obsah mapy přidáváním vlastních fotografií. Uživatelé se mohou přihlašovat pomocí sociální sítě Facebook, účtem na Google nebo přímo účtem u společnosti ArcGIS. Přidávání fotografií podléhá schvalování správce, takže obsah mapy je kontrolovaný.



Obr. 8 Schematické vyobrazení Story Map Crowdsourcing

Další možností v beta verzi je Story Map Cascade (Obr. 9). Nosným prvkem celé aplikace je celkově se rolující obsah, který tvoří mapy, multimédia a text. Tyto jednotlivé komponenty se mohou posouvat různou rychlostí, a tak se například u map může vystřídat několik různých popisků.



Obr. 9 Schematické vyobrazení Story Map Cascade

7 Požadované funkce aplikace

Jedním z hlavních cílů práce je vytvoření pilotní webové aplikace pro projekt Český historický atlas. Celková funkcionalita aplikace byla vytyčena již před zadáním diplomové práce, a to v rámci řešeného projektu. Jelikož mapy v projektu mají různý charakter, tak i jejich vizualizace a funkcionalita vyžaduje rozdílný přístup a zpracování. Jednodušší mapy vesměs stačí pouze zobrazit a umožnit jen jednoduché ovládání pohybu v mapě, jako je posun a změna měřítka. U map složitějších je vhodné přidat možnosti dotazování vybraných tematických vrstev například dnes oblíbenou metodou *popup* – tedy zobrazujících se oken. V případě další skupiny map je zas vhodné umožnit jejich porovnání, přičemž jednoduchými a populárními metodami v tomto ohledu jsou především metoda posuvníku (kdy je mapa rozdělena posuvníkem a na každé z jeho stran je zobrazována jiná mapa) nebo mapovým okénkem „lupou“, ve kterém je zobrazena odlišná mapa.

Pro tuto práci byla vybrána mapa z Akademického atlasu českých dějin zobrazující události patnáctého století v období Česko–uherské války, která je také známa pod jménem Druhá válka husitská. Mapa vytvořená v rámci projektu zobrazuje celkově válečná tažení mezi lety 1465–1478. Mapový rám zobrazuje celou nynější Českou republiku s přesahy do sousedních zemí. Kresba válečných tažení je především v oblasti Moravy a polského Slezska. Kromě liniových znaků zobrazujících tažení obsahuje mapa také množství bodových značek, které prezentují města na trase válečného tažení, významné schůzky, střety a mnoho dalšího.

7.1 Přehled požadovaných funkcí

Pro mapu Zápas o země koruny české (1465–1478) byly stanoveny následující požadavky pro výslednou aplikaci (viz Obr. 10 a mapová legenda Obr. 11).

7.1.1 Zobrazení vlastních datových vrstev

Pokud tvoříme vlastní mapové dílo, je většinou nutné použít vlastní zdrojová data. V případě řešeného projektu a této práce tomu není jinak. Je tedy nutné umožnit zobrazení vlastních geografických dat vektorových, rastrových a popisných. Metoda přesunu dat z prostředí ArcGIS do externích formátů je popsána v kapitole 9.

Geografické údaje je potřeba vhodně zobrazit ve výsledné aplikaci. Je tedy nutné umožnit nastavení vizualizace dat tak, aby byla výsledná aplikace pro uživatele příjemná a pokud možno



intuitivní. V tomto konkrétním případě je požadováno zobrazit data obdobně nebo stejně, jako je tomu v prostředí ArcGIS.

7.1.2 Ovládání mapy

Jednou z hlavních a zároveň základních funkcí webové mapové aplikace je možnost pohybovat se v mapě. V zásadě se jedná o funkci změny polohy středu mapového okna a změny měřítka zobrazovaných informací. Velkou výhodou oproti mapě tištěné je právě možnost přiblížení (změny měřítka, zoom), kdy se mapa v případě vektorových dat přizpůsobuje uživateli. Mapová značka je se změnou měřítka stejně velká, nebo se může zobrazit jiným způsobem. Také v případě rastrových dat je vhodné použít mapové dlaždice, a tak do jisté míry ovlivnit jaká data se v jakém měřítku zobrazí na dlaždicích.

Jistou nástavbou na zmíněné funkce posunu a měřítka jsou nastavení, která nějakým způsobem ovlivňují zobrazovaná data. V tomto případě se jedná především o podmínky omezující tyto funkce. Je například zbytečné umožnit pohyb v mapě na úrovni zobrazení celé Země či kontinentů, pokud máme zpracována data jen pro menší oblast. Toto by mohlo být pro uživatele nepřehledné či dokonce matoucí.

7.1.3 Výběr zobrazovaných vrstev

Pro digitální mapová díla je ve většině případů vhodné umožnit uživateli přizpůsobit si obsah mapového okna. Je tím myšlena možnost zapnout/vypnout vybrané vrstvy a tím docílit lepší přehlednosti celkové mapové aplikace. V některých mapách je vhodným doplňkem možnost výběru podkladové mapy včetně nastavení nějakých jejích atributů, jako je průhlednost či barvy.

V rámci řešené mapy bylo rozhodnuto, že vybrané vrstvy budou vypnutelné, ergo některé z vrstev budou nastaveny tak, že budou stále zapnuty. Vhodným příkladem může být podkladová rastrová vrstva ve formě dlaždic, bez které by se celková mapa stala nepřehledná.

7.1.4 Výpis souřadnic kurzoru

V dnešní době významných mapových portálů a příručních GPS/GNSS zařízení není práce se souřadnicemi ničím neobvyklým ani mezi lidmi, kteří se neorientují v oblasti geodézie. Možnost odečtu souřadnic z mapy je tady poměrně častá a nezřídka využívaná ze strany uživatelů.



Ideálním prostředníkem k odečtu souřadnic je samotný kurzor myši, kdy se přímo během pohybu v mapovém okně získávají souřadnice jeho polohy. Tyto jsou pak v reálném čase vypisovány na zvoleném místě, zpravidla v jednom z rohů mapového okna.

7.1.5 Zobrazení legendy

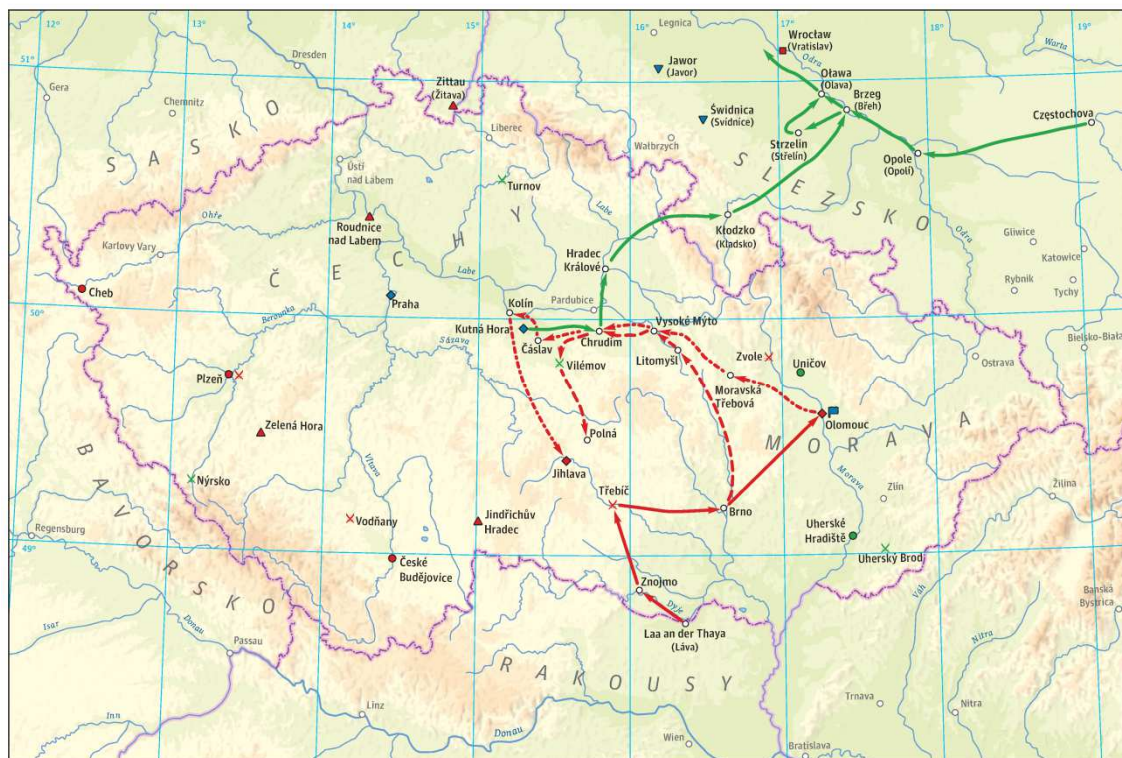
Pro orientaci v mapě a správné pochopení jejího obsahu je nutné mít k dispozici mapovou legendu, kde jsou jednotlivé mapové symboly popsány a vysvětleny. V případě webových map je sice tento trend zvolna na ústupu, jelikož jednotlivé prvky je možné dotazovat, a tak zjistit jejich přesný význam, ale stále se jedná o velmi dobrý a ověřený koncept.

U webových aplikací dochází k zobrazení legendy zpravidla mimo mapové pole, díky čemuž je mapové dílo přehlednější. Často bývá legenda umístěna ve skrytém „vyskakovacím“ okně, které musí uživatel zobrazit, nebo je dokonce umístěna na vlastní stránce.

7.1.6 Dotazování vrstev a prvků

Doménou webových mapových aplikací je možnost získat popisné informace o určité vrstvě nebo prvku formou dotazu. Provedení dotazu může mít mnoho forem. Může se jednat o přejezd kurzoru přes prvek, o kliknutí na prvek, o vyhledání konkrétního prvku a mnoho dalších.

Právě tato metoda je užitečná v atlasové tvorbě, jelikož tematická mapa má sama o sobě výrazně menší vypovídající sílu než mapa doplněná dalšími informacemi. Tyto informace dnes mohou mít formu tradiční pro atlasy tištěné, jako jsou psaný text, doprovodné obrázky, grafy, diagramy a tabulky, či typickou pro moderní kartografii, tedy videa, 3D modely, zvukové záznamy a podobně.



Obr. 10 Zápas o Země koruny české [6]

- královské město v Čechách (včetně Chebska), jež vypovědělo poslušnost králi Jiřímu
 - královské město na Moravě, jež zachovalo věrnost králi Jiřímu
 - stálé ohnisko odporu vůči králi Jiřímu
 - ▼ hlavní města těch slezských knížectví, jež měla být podle návrhů stavů všech zemí Koruny české (1475) zahrnuta spolu s Českým královstvím a Horní a Dolní Lužicí do mocenské sféry krále Vladislava
 - ▲ sjezd zelenohorské jednoty před vypuknutím války (1465-1467)
 - × významné vojenské střetnutí na území Čech a Moravy - vítězství stoupenců krále Jiřího
 - × významné vojenské střetnutí na území Čech a Moravy - vítězství stoupenců krále Matyáše
 - ◆ volba a potvrzení krále Matyáše
 - ◆ volba a korunovace krále Vladislava
 - vyhlášení míru
 - Matyášovo první tažení na území Koruny české (1468)
 - Matyášův první vpád do Čech (1469)
 - Matyášův druhý vpád do Čech (1470)
 - česko-polské tažení proti Matyášovi (1474)
- 0 100 km

Obr. 11 Legenda k mapě [6]

8 Shrnutí a porovnání aplikací

Pro porovnání jednotlivých aplikací je nutné zvolit kritéria, která budou srovnávána. Jelikož je tato práce zaměřena na využitelnost výsledné aplikace pro Český historický atlas, budou tato kritéria uzpůsobena tomuto účelu a budou obsahovat potřebné funkce z předchozí kapitoly 7. Další důležitou otázkou je také cena aplikace, tedy rozdíl mezi placenou aplikací a některou z licencí poskytovanou zdarma.

8.1 Produkty firmy Esri

Firma Esri poskytuje širokou škálu připravených aplikací, jejichž největší výhodou je takřka dokonalá kompatibilita s desktopovým programem ArcMap, ve kterém jsou jednotlivé mapy primárně vytvářeny. Přesun do webového prostředí je tedy velmi snadný skrze ArcGIS Online a jeho alternativy. Využití jednotlivých šablon Story Maps pak zajišťuje velmi efektní prezentaci dat a jejich interaktivitu s uživateli. Tyto šablony umožňují například velmi snadno provést porovnání dvojice map (formou posuvníku či posuvného okénka 6.2.5) nebo provést uživatele příběhem reprezentovaným zájmovými body, které jsou doplněny o multimediální prvky a texty. Výsledek je velmi líbivý a uživatelsky intuitivní. Jistou nevýhodou ovšem je relativně složitá úprava šablon, či dokonce nemožnost jejich uzpůsobení konkrétnímu cíli. Přesto je tento koncept pro webový mapový atlas poměrně vhodný a při správné volbě šablon pro daná témata by byl výsledek jistě velmi uspokojivý. Nevýhodou, která se nabízí, je zpoplatnění tohoto konceptu. Komerčnost programů a aplikací je vyvážena jejím vysokým standardem, rozvětvenými funkcemi a neustále se rozvíjejícími aplikacemi.

8.2 OpenLayers

Javaskriptová knihovna OpenLayers je jedním z nejstarších počínů v oblasti webových mapových aplikací. Díky tomu má významný počet uživatelů a tím pádem i vývojářů. Celý projekt je zdarma a již v základu poskytuje množství funkcí, které mohou postačovat většímu množství uživatelů. Umožňuje základní interpretaci mapových symbolů, základní ovládání aplikace a podporu velkého množství datových formátů. Pro vyšší funkcionalitu je nutné sáhnout k programování nebo se inspirovat v již sestavených skriptech či návodech. Díky tomu jsou možnosti OpenLayers značně rozsáhlé a nabízejí vesměs veškerou vytyčenou funkcionalitu. Projekt je samozřejmě stále živý a aktuálně existuje ve verzi OpenLayers 4.1.0. Stále se také rozrůstá jak ze strany uživatelů, tak ze strany komunity vývojářů.



8.3 Leaflet

Jistou mladší alternativou k OpenLayers je projekt Leaflet, který je také otevřenou *javaskriptovou* knihovnou, ale je primárně zaměřen na jednoduchost a dobře zvládnutou základní funkcionalitu. V čisté formě podporuje pouze vybrané datové formáty, ale oproti OpenLayers umožňuje například automatické zobrazování *popup*. Stejně jako u projektu OpenLayers, tak i u Leaflet největší výhodou tvoří velká základna uživatelů – vývojářů. Jimi vytvořené *pluginy* velmi dobře zastávají pokročilou funkcionalitu, a tak je možné v Leaflet vytvářet obdobně komplexní mapy, jako je tomu v OpenLayers. Je pravděpodobné, že Leaflet bude v následujících letech stále oblíbený a pravděpodobně jeho využitelnost ze strany uživatelů stále poroste.

8.4 MapBox

Možnosti MapBox jsou velmi vhodné pro komplexní řešení mapového díla, které je ideálně tvořeno již v technologii MapBox. Data lze ukládat v datasetu sloužícímu k jejich správě, úpravě a tvorbě, kdy jsou data ukládána ve formátu GeoJSON. Zároveň je možné (a pro většinu využití nutné) mít data převedena do *tileset*, jehož primární účel je publikování. Veškerá data v *tileset* jsou ukládána ve formě dlaždic, díky čemuž je datový přenos mezi uživatelem a serverem značně šetrnější. Kromě velmi kvalitní funkce pro editaci a tvorbu dat disponuje také rozsáhlými funkcemi pro nastavení vizualizace prvků. Navíc umožňuje provádět nad daty GIS operace například výpočet nejkratší vzdálenosti či vyhledávání adres.

8.5 Konkrétní srovnání

V následujících tabulkách budou srovnány jednotlivé parametry. Porovnávány budou aplikace dle finanční náročnosti, dle podpory datových formátů a podle rozsahu funkcionality vhodné pro webový mapový atlas.

Tab. 1 udává, zda je aplikace poskytována zdarma, či zda se jedná o placený *software*.

Tab. 1 Komerčnost srovnávaných aplikací

Aplikace	Placený
Story maps	Ano
OpenLayers	Ne
Leaflet	Ne
MapBox	částečně

V Tab. 2 jsou vypsány významné datové formáty a jejich vazba na jednotlivé aplikace. Z tabulky je zřejmé, že Story Maps jsou zaměřeny na využití interních formátů firmy Esri a nepředpokládá se využívání jiných datových formátů. Přesto je možné tato data konvertovat například do formátu SHP. Aplikace OpenLayers je naopak nakloněna různým druhům dat v různých formátech. Aplikace Leaflet podporuje významně méně formátů, ale tento nedostatek lze snadno kompenzovat *pluginy*.

Tab. 2 Podporované formáty

Aplikace	Podpora formátů					
	Esri formáty	KML	GML	GeoJSON	TopoJSON	rastrové dlaždice
Story maps	Ano	Konverze	Konverze	Konverze	Konverze	Konverze
OpenLayers	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Leaflet	Ne	skript	Ne	Ano	skript	Ano
MapBox	částečná	částečná	Ne	Ano	Ne	Ano

Tab. 3 poskytuje náhled na využitelnost aplikací v rámci projektu. Je zde srovnání funkcionality aplikací s konkrétními případy. Buňky se zelenou výplní označují funkce, které jsou dostupné v základu programu bez nutnosti programování. Žlutě jsou vybarvena pole, u kterých je funkci možno získat programováním, nebo funkce není zcela plnohodnotná. Červená pole reprezentují funkce, které v dané aplikaci nelze provést.

U otevřených aplikací je požadovaná funkcionality dosažitelná pomocí skriptů (v případě Leaflet *pluginy*), na rozdíl od komerčních aplikací, které mají funkcionality zpravidla danou a neumožňují přílišné zásahy vývojáře.

Tab. 3 Funkcionality aplikací

Aplikace	Funkce							
	úprava symbologie	souřadnice kurzoru	<i>popup</i>	mapová legenda	zobrazení měřítka	pro porovnání dvojice map	základní funkce pohybu	úprava rozhraní
Story maps	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	částečná
OpenLayers	Ano	Ano	skript	skript	Ano	skript	Ano	skript
Leaflet	Ano	skript	Ano	skript	Ano	skript	Ano	skript
MapBox	Ano	skript	Ano	Ano	Ano	skript	Ano	částečná



8.6 Volba prostředí pro pilotní aplikaci

Z minulé kapitoly je patrné, že veškeré aplikace si ve srovnání vedou obdobně a jejich klady a zápory jsou zhruba v rovnováze. Zatímco vzhledem k možnostem různorodosti vstupních dat (datových formátů) má návrh OpenLayers, tak z hlediska funkcionality a její dostupnosti jsou nejvýhodnější Story Maps, Leaflet a MapBox. Story Maps ovšem neumožňují výrazný zásah do funkcionality, naopak drobné změny jsou proveditelné uživatelsky přívětivě, většinou formou uživatelského nastavení. MapBox umožňuje efektivní správu dat, ale jeho způsob generování mapy z dlaždic nemusí být vždy výhodný.

Pro konečnou volbu programu byla mimo jiné brána v úvahu již existující díla (například atlasy v kapitole 2), aplikace a výstupy. Po projití velmi dobře zpracované dokumentace a souboru příkladových map v projektu OpenLayers, byl zvolen tento pro další zpracování. Pro plnohodnotné porovnání by bylo nejvhodnější vytvořit soubor pilotních map (mapových aplikací) různých druhů se zaměřením na bodové i liniové znaky a kartografické prvky jako jsou kartogramy a kartodiagramy. Tyto mapové aplikace by byly vyhotoveny v každém ze zmíněných prostředí. Následná volba by proběhla na základě plnění jednotlivých požadavků, jejich efektivnosti a uživatelské přívětivosti.

Tato diplomová práce si však takto rozsáhlé šetření v této otázce nemůže vytyčit, a proto bude následné zpracování směřováno k tvorbě pilotní aplikace v rámci OpenLayers.

9 Konverze dat z prostředí ArcGIS

Jelikož se v rámci projektu využívalo pro tvorbu map komerčního *softwaru* ArcGIS, který používá primárně pro ukládání dat svou interní *geodatabázi* popřípadě formát SHP. Prvním praktickým úkolem byl výběr vhodného formátu, se kterým dokáže efektivně pracovat OpenLayers. Dalším krokem byl následná konverze potřebných dat z geodatabáze do tohoto formátu.

9.1 Popis datových formátů

V následujících kapitolách budou ve zkratce popsány datové formáty připadající v úvahu z hlediska následného využití vyvíjenou webovou aplikací. Budou zde popsány jejich přednosti i nevýhody. Přiblížena bude také geodatabáze firmy Esri a formát SHP.

9.1.1 GML

Jak je vidět na Obr. 12, tak *Geography Markup Language* vychází z rozšiřitelného značkovacího jazyka XML a slouží pro přenos, modelování a ukládání geografických vektorových informací.

GML je otevřený standard vytvořený *Open Geospatial Consortium* (zkráceně OGC). Jeho součástí jsou především různé geografické prvky a s nimi související popisné informace, souřadnicové systémy, topologické a geometrické principy. GML popisuje pět základních prvků. Jsou jimi bod, linie, pravoúhelník, uzavřená linie a polygon. Formát ale bohužel nijak nepopisuje vzhled dat.

```
1 <gml:Polygon>
2   <gml:outerBoundaryIs>
3     <gml:LinearRing>
4       <gml:coordinates>0,0 20,0 20,20 0,20 0,0</gml:coordinates>
5     </gml:LinearRing>
6   </gml:outerBoundaryIs>
7 </gml:Polygon>
8 <gml:Point>
9   <gml:coordinates>15.0872,14.4211</gml:coordinates>
10 </gml:Point>
11 <gml:LineString>
12   <gml:coordinates>0,0 30,30</gml:coordinates>
13 </gml:LineString>
```

Obr. 12 Ukázka GML kódu – polygon, bod, linie

9.1.2 KML

Keyhole Markup Language zkráceně KML (ukázka na Obr. 13) je další aplikací rozšiřitelného značkovacího jazyka XML. Primárními účely formátu KML jsou publikace, uchování a distribuce geografických dat.

KML byl vytvořen firmou *Keyhole, Inc.* jako nástroj pro virtuální glóbus *Earth Viewer*, který později koupila firma Google, Inc. a produktu změnila jméno Google Earth. Jazyk KML ve verzi 2.2 se od roku 2008 stal standardem OGC, díky čemuž se stal výrazně rozšířenější a začal být aktivně začleňován do GIS software. Formát KML užívá pouze souřadnicový systém WGS84 a výškový systém EGM96.

Velkou výhodou oproti jiným formátům, jako je například GML, je možnost definovat přímo v souboru vizualizaci jednotlivých prvků. Tohoto bylo s výhodou využito při konverzi dat z prostředí ArcGIS do KML (KMZ) formátu, kdy byly zároveň s údaji o poloze a atributy také konvertována informace týkající se symbologie – vizualizace.

Kromě klasického textového formátu KML existuje také rozšiřující verze KMZ, která je ve skutečnosti kompresním archivem formátu ZIP. KMZ kromě hlavního souboru obsahuje také další soubory, jako jsou obrazová data JPEG pro textury a rastry.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
3 <Document>
4 <Placemark>
5   <name>Praha</name>
6   <description>Hlavní město Praha</description>
7   <Point>
8     <coordinates>15.0872,14.4211,0</coordinates>
9   </Point>
10 </Placemark>
11 </Document>
12 </kml>
```

Obr. 13 Ukázka KML kódu – bod

9.1.3 GeoJSON

Formát GeoJSON, jak už název napovídá, je odvozený z formátu JSON, který je nejvíce uplatňovaný k přenosu a ukládání vektorových dat ve webových technologiích. Oproti formátům vzešlých z XML je GeoJSON pro člověka znatelně čitelnější (jak je ukázáno na Obr. 14) a má kratší zápis, což je pro přenos dat internetem výhodné. Naproti tomu ovšem dosud není standardem OGC.

Stejně jako KML i tento formát předpokládá použití souřadnicového systému WGS84 a jiný nepodporuje. Formát používá 6 základních geometrických typů – jsou jimi bod, linie, polygon a *multi* varianty těchto tří typů.

```
1  {  
2    "type": "Feature",  
3    "geometry": {  
4      "type": "Point",  
5      "coordinates": [15.0872,14.4211]  
6    },  
7    "properties": {  
8      "name": "Praha"  
9      "popupContent": "Naše hlavní město"  
10   }  
11 }
```

Obr. 14 Ukázka GeoJSON kódu – bod

9.1.4 TopoJSON

Formát TopoJSON je vlastně rozšířením formátu GeoJSON, jehož účelem je minimalizace přenesených dat mezi serverem a klientem. Formát je topologický, takže například hranice mezi dvěma polygonovými plochami jsou uloženy jen jednou. Další vlastností, která zmenšuje datový tok, je zápis souřadnic bodů relativně vůči danému počátku v celých číslech (ale tím se také částečně ztrácí přesnost).

9.1.5 Geodatabáze

Firmou Esri vyvíjený proprietární formát sloužící pro ukládání, dotazování a přenášení prostorových dat. Geodatabáze pracuje jak s daty vektorovými, tak s daty rastrovými.

Základním kamenem geodatabáze je prvková třída *feature class*, což je soubor prvků stejného typu se stejnými atributy. Tyto třídy se dále slučují do tematických prvkových datasetů *feature dataset*.

9.1.6 SHP

Formát *Esri Shapefile* je vytvořen firmou Esri za účelem ukládání vektorových geografických dat a jejich přenášení mezi jednotlivými softwary.

SHP obsahuje informace o geometrii bodů, linií nebo ploch a k nim se vážící popisné informace ve formě atributů. Ukládaná geometrie prvků je netopologická a je vyjádřena přímo v souřadnicích.



Formát je v praxi realizován několika soubory, kdy povinně obsahuje hlavní soubor, indexový soubor a databázový soubor. Hlavní soubor s příponou .SHP obsahuje seznam lomových bodů prvků v souřadnicích. Indexový soubor nesoucí příponu .SHX propojuje prvky uvedené v hlavním souboru s atributy. Databázový soubor obsahující atributy jednotlivých prvků se vyznačuje příponou .DBF. Kromě těchto povinných souborů může SHP obsahovat i soubory doplňkové, které mohou nést například informace o souřadnicovém systému.

9.2 Konverze dat do formátu KML

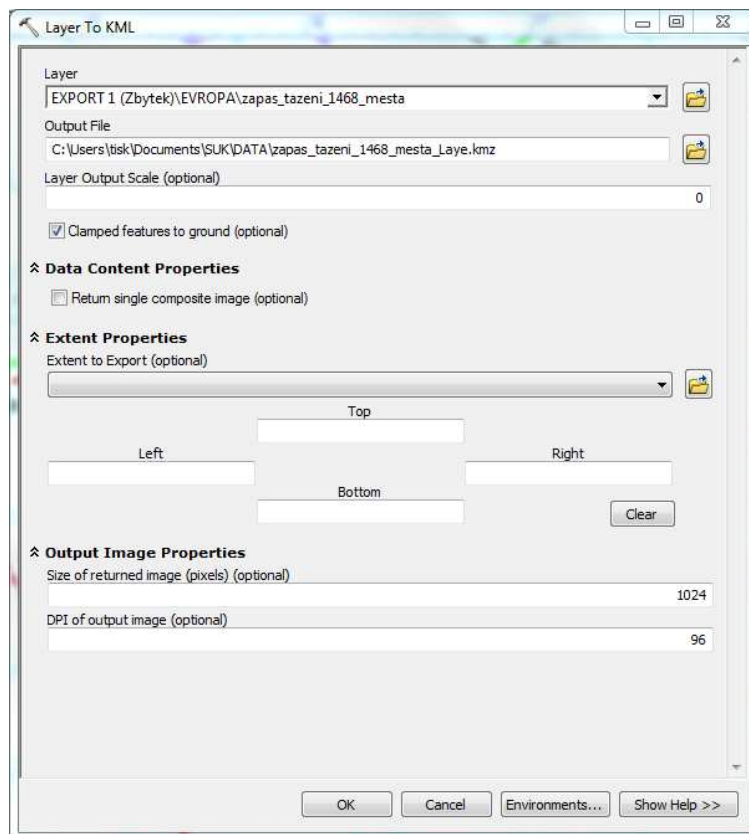
Jako vstupní formát dat do aplikace byl zvolen formát KML vzhledem k jeho poměrně malému datovému objemu a schopnosti popisovat symbologii. ArcGIS však běžně data neukládá v tomto formátu (jak bylo popsáno výše), a tak je nutné provést konverzi některým z nástrojů programu ArcGIS.

Součástí programu ArcGIS je soubor funkcí *To KML Toolset*, které se právě touto problematikou zabývají. V praxi se jedná o nástroje *Layer To KML* a *Map To KML*, o kterých bude pojednáno v následujících dvou kapitolách.

9.2.1 Layer To KML

Tento nástroj umožňuje konverzi mezi mapovou vrstvou *layer* a výstupním formátem KML. Při konverzi dochází k přenosu geometrie a symbologie, kterou udává ArcGIS do značkového formátu KML. Po konverzi dojde ke kompresi dat do zipového formátu KMZ, který lze snadno otevřít v každém programu pro prohlížení KML dat, například ArcGIS Explorer a Google Earth. Veškerá data vytvořená touto metodou jsou generována v souřadnicovém systému WGS84, proto je velmi dobré mít veškerá data před konverzí v tomto systému, lze tím předejít nepříjemnostem při následném zobrazení dat.

Tato metoda byla v rámci práce použita pro export vektorových vrstev, které budou ve výsledné aplikaci interaktivní. Tedy bude možné je označit a dotazovat se na jejich vybrané atributy.



Obr. 15 Ukázka nastavení parametrů pro konverzi jednotlivé vrstvy

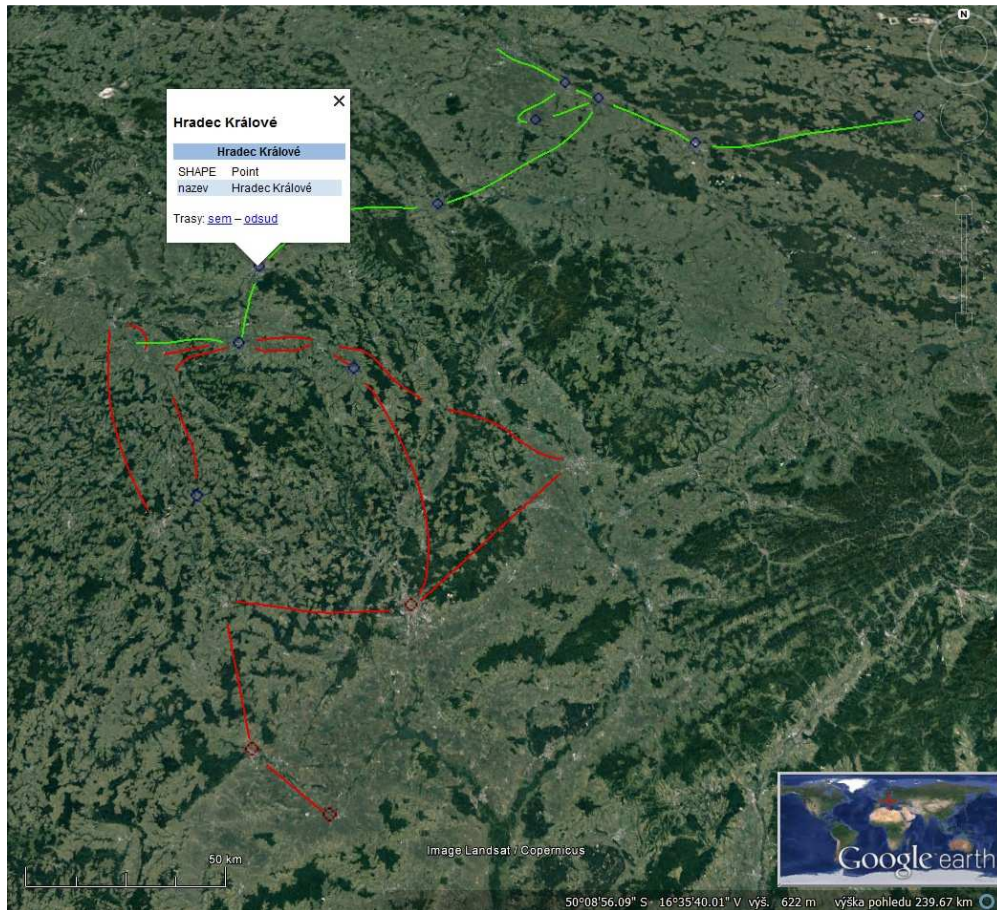
Pro provedení konverze (Obr. 15) je nutné zadat vstupní vrstvu *Layer*, cestu k vytvořenému výstupu, jeho název *Output File* a měřítko výstupní vrstvy *Layer Output Scale*.

Dalším bodem v nastavení je *Data Content Properties*, kde lze nastavit, zda výstupem bude jeden komplexní snímek. To sice výrazně sníží objem dat po konverzi, ale data se exportují jako celek, takže poté není možné dotazovat se na jednotlivé prvky či vybírat vrstvy. V rámci diplomové práce tedy nebyla tato funkce použita a data byla konvertována jako jednotlivé prvky.

Funkce dále umožňuje klasické nastavení *Extent Properties* omezující rozsah konvertovaných dat zadáním souřadnic stran obdélníku nahoře a dole, vpravo a vlevo. Toto omezení lze také snadno nastavit výběrem určité vrstvy, kdy omezující podmínka automaticky vypočítá ohraničující obdélník vrstvy a souřadnice se z něho převezmou. Vzhledem k tomu, že vrstvy byly exportovány jednotlivě, tak i zde bylo ponecháno základní nastavení.

Posledním krokem je *Output Image Properties* – nastavení rozměru v pixelech a rozlišení v DPI. Tyto parametry společně úzce souvisí, a tak je vhodné je měnit oba s jistou závislostí.

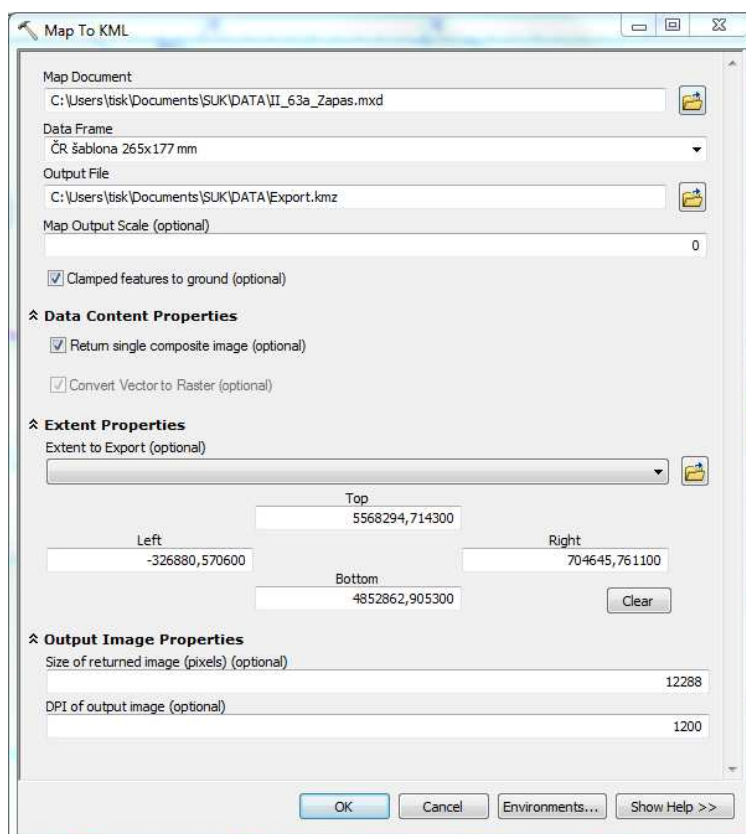
Na Obr. 16 je dobře patrné, že výsledné konvertované vrstvy přebírají symbologii a atributy. Jejich zobrazení bylo opět provedeno v programu Google Earth, kde byly také dočasně upraveny barvy a velikosti bodových značek (reprezentujících města), aby lépe vynikly na podkladové mapě programu.



Obr. 16 Vyobrazení vybraných konvertovaných vrstev

9.2.2 Map To KML

Funkce *Map To KML* převádí kompletní mapu vytvořenou v ArcGIS do formátu KML, a to včetně přepisu symbologie. Stejně jako u předchozí funkce i zde je automaticky použita datová komprese KMZ.



Obr. 17 Ukázka nastavení parametrů pro konverzi mapy

Funkce, jejíž nastavení je vyobrazeno na Obr. 17, vyžaduje zadání vstupního mxd souboru *Map Document*, ze kterého si sama načte datový rámeček *Data Frame*. Dalším logicky nutným parametrem je název výstupního souboru ve formátu KMZ *Output File*.

Opět je zde možnost provést konverzi v jistém měřítku *Map Output Scale*.

Zaškrtnutí nabídky *Clamped features to ground* umožňuje odstranit výškovou složku souřadnic z případných 3D dat.

Dalšími volitelnými parametry jsou *Data Content Properties*, kde je možné zvolit, zda chceme mít jako výsledek konverze jednu mapu, zda bude zachována vektorová složka, nebo

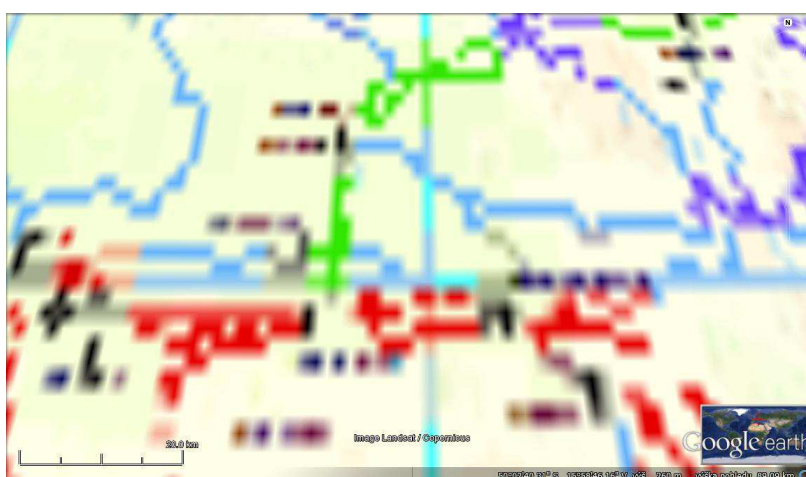
se i vektorové vrstvy při konverzi převedou na rastrové. Jelikož výstupem této funkce má být podkladová mapa pro budoucí aplikaci, tak byly veškeré vektorové složky převedeny na rastrové.

Následuje stejné nastavení *Extent Properties*, kde možné omezit rozsah konvertovaných dat. V tomto případě byla data omezena dle vrstvy geograficky obsahující Českou republiku a mírný přesah do sousedních států.

Nabídka *Output Image Properties* u této funkce nabývá na významnosti, zvláště pokud se chystáme generovat KML soubor s rastrem. Následující Tab. 4 a ilustrační obrázky Obr. 18 až Obr. 23 dokumentují, jak ovlivňuje nastavení kritérií výsledná data. Zobrazené obrázky byly pořízeny v aplikaci Google Earth z oblasti okolí Chrudimi. Je zde použito větší množství mapových znaků, pro názorné demonstrování rozdílů v použití rozlišení a velikosti. Dalším klíčovým kritériem je velikost výsledného souboru, která je také uvedena v Tab. 4. Z přiložených obrázků je zřejmé, že data jsou použitelná přibližně s rozlišením 900 DPI a výše.

Tab. 4 Vybraná kritéria dat po konverzi do KMZ

Vyobrazení	Rozlišení [DPI]	Rozměr [pix]	Velikost souboru [kB]
Obr. 18	100	1024	508
Obr. 19	200	2048	372
Obr. 20	400	4096	1589
Obr. 21	600	6144	2780
Obr. 22	900	9216	4994
Obr. 23	1200	12288	7298



Obr. 18 Data při rozlišení 100 DPI



Obr. 19 Data při rozlišení 200 DPI



Obr. 20 Data při rozlišení 400 DPI



Obr. 21 Data při rozlišení 600 DPI



Obr. 22 Data při rozlišení 900 DPI



Obr. 23 Data při rozlišení 1200 DPI



9.2.3 Úprava KML souborů – QGIS

Jelikož aplikace OpenLayers podporuje jen některé informace vytvořené automaticky při konverzi v kapitole 9.2.1, bylo nutné provést ruční úpravu těchto souborů. Pro tento účel byl zvolen program QGIS.

V jeho prostředí byly jednotlivé vrstvy otevřeny a byla jim ručně nastavena odpovídající barva. Nově upravená vrstva byla posléze exportována (viz Obr. 24). Přičemž bylo nutné zadat výstupní formát, kterým byl zachován KML, název a umístění výstupního souboru. Pro KML je povinný souřadnicový systém WGS 84, volba tedy prakticky neexistuje.

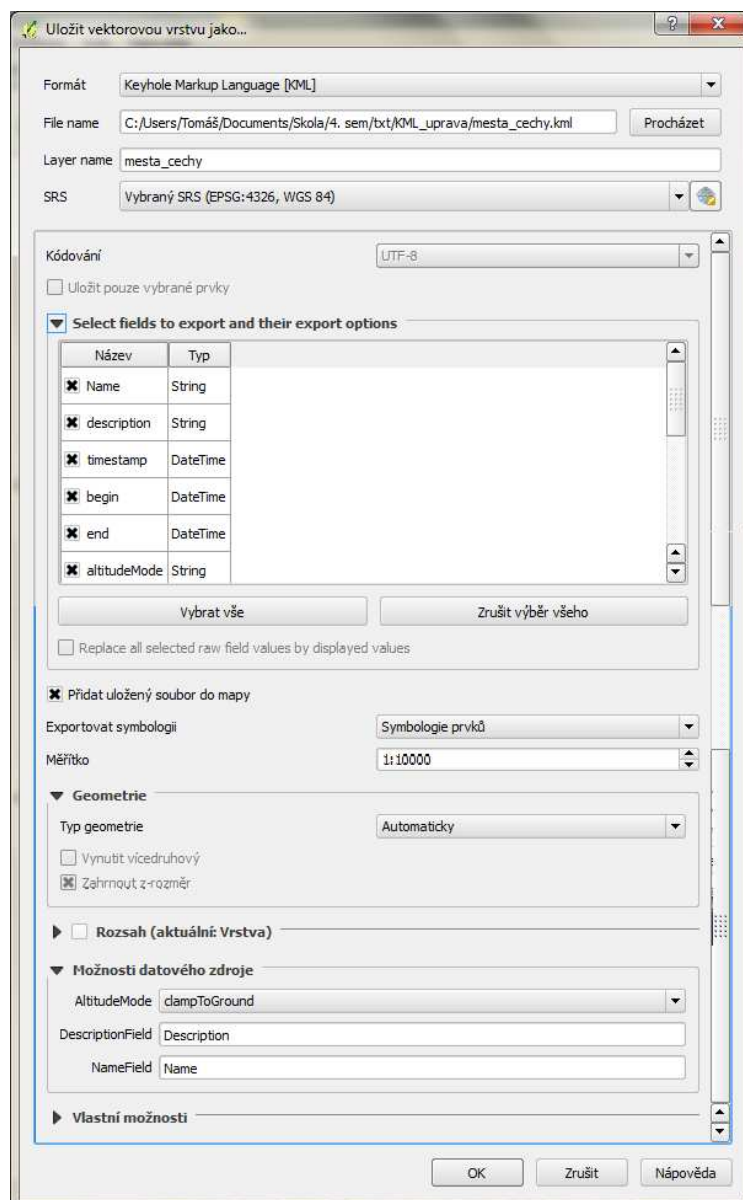
Důležitým bodem je však nastavení exportu atributových dat (*Select fields to export and their export options*), který je v základním nastavení vypnut. Přímou při exportu je možné přidat exportovanou vrstvu do programu, což je vhodné zejména pro vizuální kontrolu.

Z logiky KML je také vhodné použít funkci *Exportovat symbologii* a u ní zvolit variantu *Symbologie vrstvy symbolů* pro liniové vrstvy. Jelikož bodům budou ve většině případů řešených v rámci práce přiřazeny speciální mapové značky, tak zde tato funkce pozbývá většího významu. Hodnota měřítka pro symbologii byla volena 1 : 10 000.

U nastavení *Typ geometrie* byla ponechána varianta *Automaticky*, jelikož každý ze souborů KML obsahuje pouze jeden druh geometrie (linie, body).

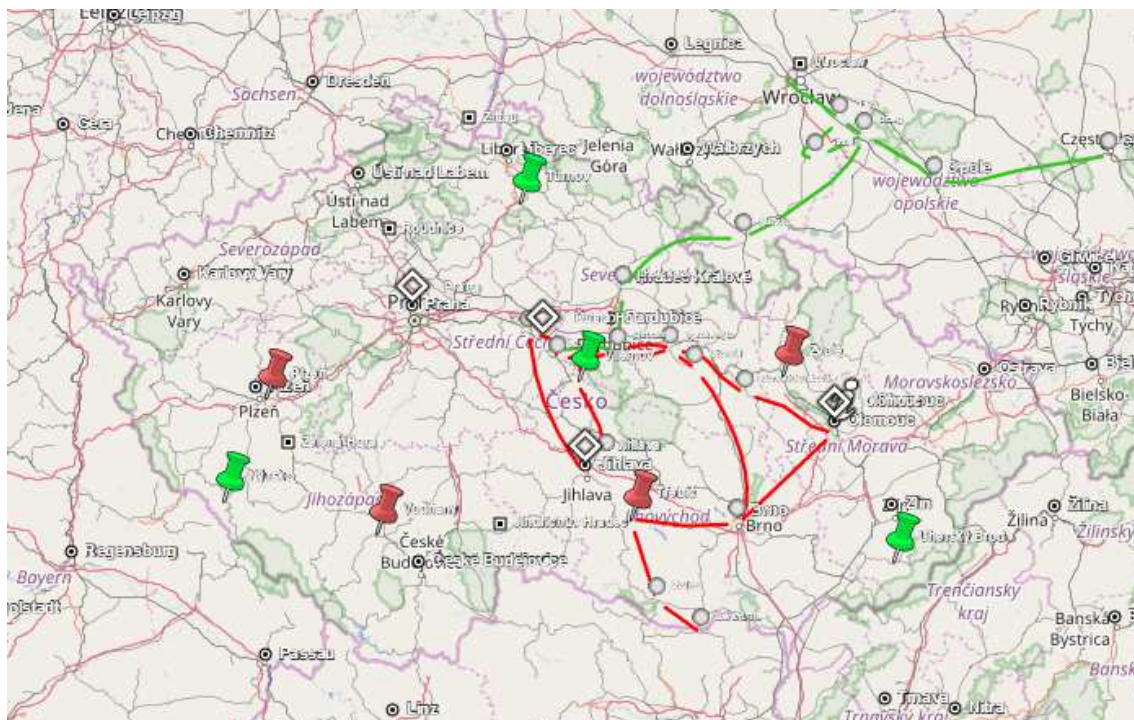
Pro nastavení rozsahu bylo opět ponecháno výchozí nastavení, kdy se bere v potaz rozsah aktuální vrstvy.

V dalších nastaveních byla použita možnost *clampToGround*, která umístí vrstvu do nulové výšky, což je vhodné pro vykreslování pouze dvourozměrných dat.



Obr. 24 Nastavení exportu vektorové vrstvy

Výsledkem této části je vykreslení souborů KML v mapové aplikaci (zobrazeno na Obr. 25) s použitou různou symbologií (zatím pouze ilustrační značky u bodů).



Obr. 25 Mapa v OpenLayers s připojenými vektorovými soubory KML

9.2.4 Úprava KML v Google Earth

Jelikož formát KML byl původně vyvíjen pro program *Earth Viewer*, který je přímým předchůdcem *Google Earth*, tak je logické, že jisté zásahy do KML umí provádět také program *Google Earth*. Pro jeho snadné a intuitivní ovládání v něm byly nastaveny nové grafické ikony a jejich velikost. Tato úprava však jde velmi snadno provést i přímo v kódu souboru KML.

Vybrané složité značky (negeomterického charakteru) byly exportovány společně s geometrií (viz kapitola 9.2.1), ale tyto soubory ve formátu PNG byly vytvořeny v příliš malém rozlišení. Proto byly vybrané ikony v programu ArcGIS upraveny – zvětšeny na velikost 100 a poté byly opět do vrstvy exportovány. Z vytvořených zipových souborů KMZ byly vyjmuty grafické soubory s příponou PNG, a na tyto soubory bylo následně odkazováno v jednotlivých souborech KML. Pomocí tohoto se docílilo konečného vzhledu složitějších mapových značek, jak je vyobrazeno na výřezu z aplikace (Obr. 26), na kterém jsou vidět značky pro vojenské střetnutí (zkřížené meče) a pro uzavření míru (modrá vlajčka).

Dalším prvkem, který lze upravit v programu *Google Earth* je atribut průhlednosti u liniových objektů (tažení). Důvodem je, že ArcGIS umožňuje použití vektorových znaků (šipek),

které jsou pro zobrazení směru tažení osvědčené a uživatelsky vžitě. Bohužel tento způsob OpenLayers nepodporuje. Jednou z variant, jak lze tento problém řešit je kombinace, kdy dotazovatelnost dat zajišťuje průhledností potlačená (skrytá) vektorová vrstva a vzhled poskytuje rastrový podklad. V případě práce ale bylo postupováno jinak a šipka byla vytvořena pomocí složitějšího stylu (dále v kapitole 10.2.1)



Obr. 26 Výřez z aplikace vyobrazující speciální mapové značky

9.3 Konverze dat do mapových dlaždic

Jelikož rastrová data, která by souvisle pokrývala celé zobrazované území (v našem případě Českou republiku) jsou v případě vyššího rozlišení velmi objemná, tak se příliš nehodí pro použití u webových aplikací. Mnohem efektivnějším způsobem jsou takzvané mapové dlaždice *Map Tail*. Rastr je vlastně rozdělen do stejně velkých čtvercových dlaždic a tyto dlaždice jsou generovány pro různé úrovně přiblížení zvlášť (pro nejmenší měřítko 1 dlaždice, pro největší měřítko nejvíce dlaždic). Uživatelům jsou tedy zaslány pouze dlaždice, které aktuálně využije (uvidí při aktuálním pohledu).



Pro potřeby projektu byla vybrána cesta, kdy se z původních dat nejprve vytvoří *georeferencovaný* rastrový obraz a ten následně převede do mapových dlaždic.

V prostředí ArcGIS lze použít příkazového řádku v jazyce *Python*, kde je možné spouštět funkce, které nemají vlastní uživatelské rozhraní. Jednou z těchto funkcí je *ExportToTIFF*, která umožňuje převést hotovou mapu do obrazového formátu TIF.

9.3.1 Export do georeferencovaného souboru TIF

Jak bylo zmíněno výše, funkce *ExportToTIFF* [7] umožňuje exportovat výslednou mapu (*page layout* nebo *data frame*) vyhotovenou v programu ArcGIS do rastrového formátu TIF. Funkce se použít z příkazového řádku, a jak bývá zvykem, obsahuje povinné a volitelné parametry.

Základním povinným parametrem je vstupní cesta k exportovanému mapovému dokumentu *map_document* ve formátu MXD, tento je primární pracovní soubor ArcGIS.

Druhým nutným parametrem je název a cesta k souboru *out_tiff*, který z funkce vzejde.

Dalším parametrem je zadání *Data Frame*, které udává datový rámeček. V defaultním nastavení je hodnota *PAGE_LAYOUT*, která používá rámeček ze samotného mxd.

Následují nastavení *df_export_width* a *df_export_height*, která ovlivňují velikost (šířku a výšku) výsledného rastrového obrazu v pixelech. Primárně jsou nastaveny hodnoty na šířku o 640 pixelech a 480 pixelů na výšku.

Parametr *resolution* popisuje rozlišení výsledného grafického souboru. Informace je podána v jednotkách DPI (*dots per inch*) a automaticky je nastavena na hodnotu 96.

Velmi důležitým nastavením je volba *geoTIFF_tags*, která zajišťuje, že výsledný TIF soubor bude mít ve svých *metadatech* uloženu *georeferenční* informaci (polohu, velikost pixelu, natočení v souřadnicovém systému). Parametr *geoTIFF_tags* je booleovského typu a v defaultním nastavení je vypnut (*False*).

Alternativou k předchozí možnosti je parametr *world_file*, který vytvoří také *georeferencovaný* TIF. Rozdíl je v tom, že informace o poloze, natočení atd. jsou uloženy v přidružených souborech k obrazovému TIF souboru. I tento parametr je primárně nastaven na hodnotu *False*.

Možnost *color_mode* popisuje velikost v jednotkách bit použitou pro barevnou hloubku. Možnosti lze vkládat ve formátu *24-BIT_TRUE_COLOR*, *8-BIT_GRAYSCALE* a podobně.

Parametr *tiff_compression* umožňuje nastavit schéma datové komprese. V nabídce jsou například komprese *JPEG*, bezztrátová komprese dat *DEFLATE* nebo lze nastavit, aby žádná komprese neproběhla *NONE*.

Pro tuto práci byl výsledný příkaz sestaven dle Obr. 27.

```
1 import arcpy;
2 currentMxd = arcpy.mapping.MapDocument(r"C:\Users\tisk\Documents\SUK\DATA\II_63a_Zapas_p.mxd");
3 dataFrame = arcpy.mapping.ListDataFrames(currentMxd)[0];
4 arcpy.mapping.ExportToTIFF(currentMxd, r"C:\Users\tisk\Documents\SUK\DATA\Fram4.GeoTIFF",
5 dataFrame,
6 df_export_width = 4600,
7 df_export_height = 2900,
8 resolution = 1000,
9 geoTIFF_tags = True)
```

Obr. 27 Sestavený příkaz pro ArcMap

Výsledkem je rastr ve formátu TIFF s připojenými informacemi o poloze (*georeferenčními* údaji). Tento dokument je však nutné převést dále na dlaždice.

9.3.2 Vytvoření mapových dlaždic

Převod rastrového *georeferencovaného* obrazu ve formátu TIFF do mapových rastrových dlaždic v praxi znamená rozdělení obrazu nejčastěji do stejně velkých čtvercových dlaždic. Každá z těchto dlaždic má vlastní údaje o umístění. Počet dlaždic zobrazující celkový obraz je různý pro jednotlivé úrovně přiblížení. Příkladem může být, že v první úrovni je celý obraz zobrazen na jedné dlaždici, ve druhé úrovni je zobrazen čtyřmi a ve třetí například šestnácti dlaždicemi. Díky tomu jsou aplikacím posílána pouze data (dlaždice), která jsou v daném přiblížení (měřítku) důležitá. Datový přenos a výpočetní náročnost jsou tímto značně ušetřeny a načítání je rychlejší.

Pro převedení rastrového formátu TIF (jehož tvorba byla popsána v 9.3.1) byl zvolen program MapTiler [8]. Tento šikovný program dokáže velmi snadno převést grafická data do dlaždic, které lze využívat v prostředí mapových aplikací.

9.3.2.1 Varianty programu MapTiler

Program je nabízen v několika licenčních úrovních. Rozdíly v jednotlivých licenčních variantách přibližuje Tab. 5.



Tab. 5 Přehled variant programu MapTiler

Varianta	Free	Start	Plus	Pro (for 30 days)	Pro
Počet využitelných jader procesoru	1	2	2	4	4 a více
Maximální velikost rastru [DPI]	10k x 10k	10k x 10k	10k x 10k	Neomezená	Neomezená
Bez vodoznaku	NE	ANO	ANO	Vlastní	Vlastní
Rychlý upload na Amazon S3	NE	ANO	ANO	ANO	ANO
Vlastní nastavení úrovně generování	NE	ANO	ANO	ANO	ANO
Vysoké DPI	NE	NE	ANO	ANO	ANO
Více zdrojových dat	NE	NE	NE	ANO	ANO

9.3.3 Nastavení programu MapTiler

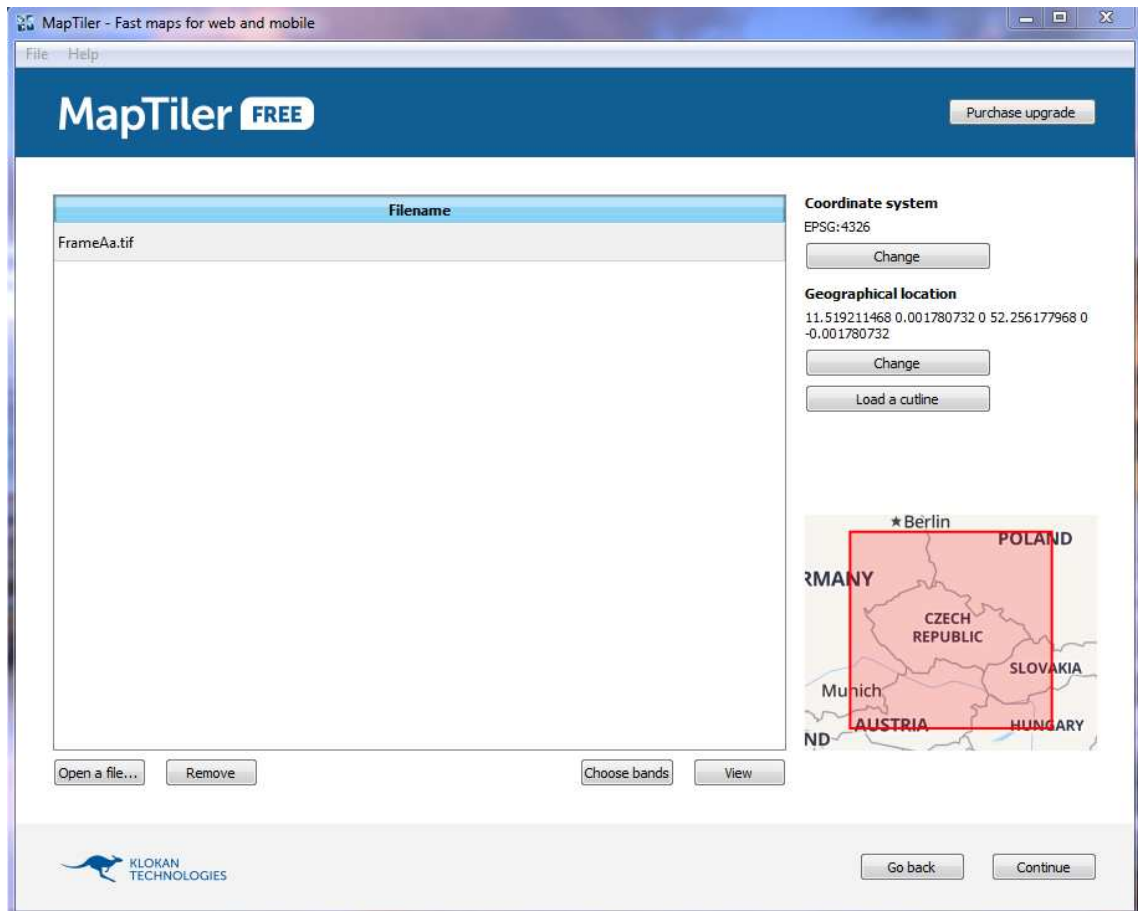
Samotná tvorba je rozdělena do několika kroků. Prvním krokem po spuštění programu je volba výsledného typu dlaždic. Na výběr je možnost *Google Earth*, která vytváří data podporovaná v programu *Google Earth* nebo zařízeními Garmin. Pokud uživatel potřebuje pouze dlaždicová data, tedy data, které lze přibližovat (zoomovat), bez jakékoli geografické lokalizace, pak je vhodnou volbou *Raster Tiles*. Variantou, která je pro tuto práci hlavní je *Advanced Tiles*, která umožňuje vytvořit *georeferencované* dlaždice ve vybraném souřadnicovém systému.

Druhým krokem je volba zdrojového rastrového souboru nebo souborů.

V následujícím kroku se volí souřadnicový systém výsledných dlaždic.

Pokud obrazová data obsahují *georeferenční* údaje, pak jsou automaticky nahrány (jak je vidět na Obr. 28). Pokud soubor tato data neobsahuje, pak je možné provést umístění do souřadnic ručně, nebo načíst data z externího souboru.

Posledním krokem je volba výsledného datového formátu dlaždic. Na výběr je z adresářového systému dlaždic (soustava složek) nebo z *MBTiles*, což je pouze jeden soubor, obsahující veškerá data. V tomto kroku je také možné zvolit úroveň přiblížení, ve kterých se výsledné dlaždice vygenerují.



Obr. 28 Program MapTiler Free – oblast dat



10 Tvorba mapové aplikace v prostředí OpenLayers

Jak již bylo zmíněno dříve (kapitola 3), je OpenLayers otevřená *javascriptová* knihovna pro tvorbu a prezentaci prostorových informací. Tato byla vybrána především pro její velmi širokou funkcionalitu a uživatelskou přívětivost výstupů. Vysoká obliba této knihovny mezi geoinformatiky i laiky je dána mimo jiné delší tradicí a tedy i širší základnou vývojářů, než má například Leaflet. V následujících kapitolách bude shrnut postup tvorby pilotní aplikace pro projekt Českého historického atlasu. Největší důraz bude kladen na dosaženou funkcionalitu (požadované funkce viz kapitola 7) a řešené problémy.

10.1 První vytvoření mapy

Pro vytvoření první mapy pomocí knihovny OpenLayers je vhodné prostudovat krátký úvod *Quick Start* uvedený na oficiálních stránkách. Ten uživateli poskytne základní mapovou aplikaci a seznámí ho s potřebnými částmi kódu, pro její spuštění. Jak praví i text uvedený v návodu, stačí pouze 3 kroky pro spuštění mapové aplikace na webové stránce.

První důležitou procedurou je zahrnutí *javascriptové* knihovny OpenLayers do našeho HTML souboru. Toto umožní prohlížeči pochopení významu dalších částí kódu.

Dalším krokem ke spuštění webové aplikace je vytvoření HTML prvku `<div>`, který udává zobrazení mapového okna na stránce. V rámci tohoto kroku se také definuje velikost okna. Tato může být zvolena relativně (například 100% šířky okna prohlížeče), nebo absolutně – tedy vyjádřena v jednotkách pixelů.

Posledním nutným krokem je krátký *javascriptový* kód, který naplní mapu a přiřadí jí základní nastavení. Vytvořením objektu *map* a vyplněním jeho základních částí dojde k zobrazení mapy v okně prohlížeče. Neoddělitelnou částí je *target*, který spojuje mapu s objektem `<div>`. Za naplnění mapy daty zodpovídá bod *layers*, který je polem vrstev zobrazovaných v mapě. Poslední základní částí objektu *map* je *view*. Ten zodpovídá za pohled a vše související s pohledem na výslednou mapu. Lze zde nastavit například výchozí střed mapy, natočení a zoom při spuštění aplikace (tímto lze jednoznačně definovat pohled na mapu).



Tímto je mapová aplikace připravena pro spuštění v internetovém prohlížeči a můžeme přistoupit k jejímu používání. Již v tuto chvíli aplikace disponuje možnostmi pohyb po mapě a funkcí změny měřítka.

10.2 Tvorba pilotní aplikace

Návod uvedený v *Quick start* (10.1) samozřejmě není dostačující pro potřebu projektu Českého historického atlasu v jeho digitální formě. Bylo potřeba zobrazit vlastní geografická data a zajistit požadovanou funkcionalitu. V některých případech stačilo ke zprovoznění některé možnosti pouze vložení krátkého příkazu, jindy bylo nutné sáhnout k programování a v několika případech byla použita část již hotového kódu nebo celý skript. Tato kapitola se bude věnovat komplexně tvorbě aplikace s popisem jednotlivých funkcí.

10.2.1 Zobrazení vlastních datových vrstev

V případě vytváření nové mapy je většinou nutné sáhnout k vlastním datům (výjimku mohou tvořit mapy odvozené). Data, která byla vytvořena v programu ArcMap a postupně konvertována do vektorových formátů KML a rastrových dlaždic, byla postupně přidána do aplikace. Pro každou z těchto vrstev byla řešena otázka jejího zobrazení, zachování původní symbologie, či nahrazení symbologií vycházející přímo z knihovny OpenLayers.

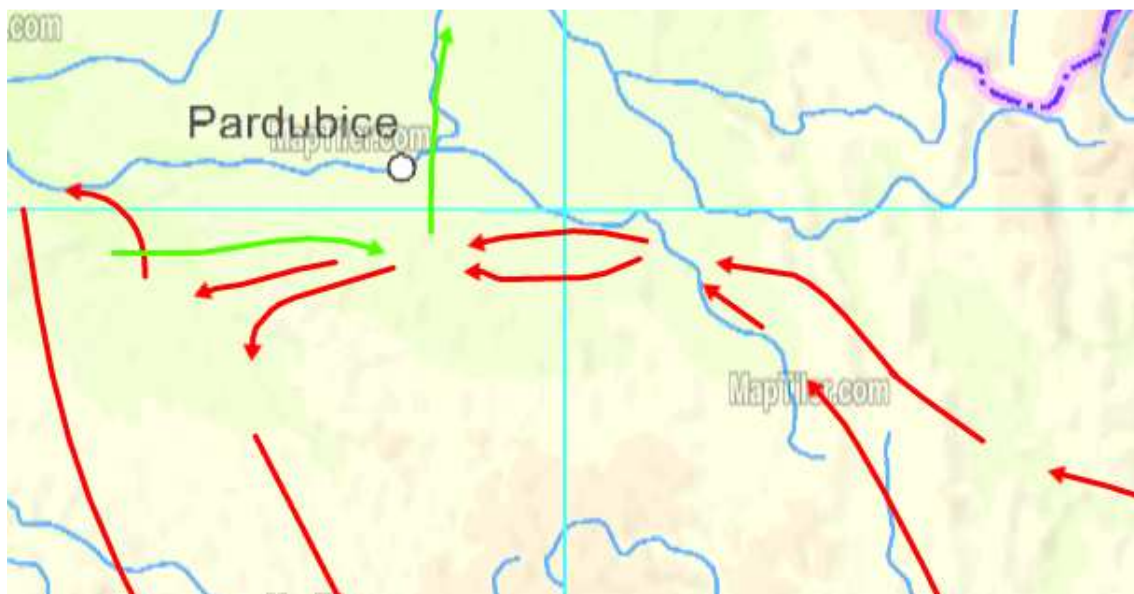
10.2.1.1 Liniové vrstvy

U vektorových liniových vrstev označujících trasu tažení se při prvním vykreslení díky použitému formátu KML získala správná barva. Problémem samozřejmě bylo, že v programu ArcGIS byly směry tažení naznačeny šipkou na konci každé z linií. Tato funkce není v základě OpenLayers možná, proto ji bylo nutné zajistit naprogramováním.

Obdobným problémem se zabývalo již více vývojářů a řešení našli hned několik. Nejsnazší, ale lehce nešikovou metodou je umístění rastrové vrstvy (zajišťující symbologii), nad kterou je umístěna průhledná vrstva vektorová zajišťující dotazovatelnost. Druhou hojně používanou možností bylo vytvoření speciální funkce, která bude vytvářet symbol na linii, stejně jako tomu je v ArcGIS.

Pro tuto práci jsem zvolil elegantnější druhý způsob. Téměř veškeré nalezené skripty však umísťovaly značky na každý lomový bod linie a nikoli pouze na koncový. Bylo tedy nutné skripty přepracovat a vytvořit tak styl, který vše popisuje od barvy a šířky linie, až po vzhled značky (stejně barevného rovnostranného trojúhelníku) a její umístění na konec linie (výsledek je vyobrazen na

Obr. 29). V tomto bodě nastává okamžik, kdy se úmyslně vypne přebírání stylu ze souboru KML, aby mohl být nahrazen stylem definovaným nově v OpenLayers.



Obr. 29 Zobrazení liniových vrstev trasy vojenského tažení









10.2.1.2 Bodové vrstvy

V případě bodových vrstev došlo ke komplikacím s předáváním vzhledu značek. Zatímco *Google Earth* je zobrazoval efektivně, tak OpenLayers je vizualizoval ve špatné velikosti a ignoroval nastavené barvy. Proto bylo rozhodnuto, že se symbologie vytvoří znovu v rámci OpenLayers. Bodové značky v této mapě by bylo možné rozdělit na dvě skupiny, kdy v první jsou značky geometrického charakteru (kruhy, trojúhelníky a další pravoúhelníky) a ve druhé skupině značky symbolické (obrázkové).

Pro první skupinu nabízí OpenLayers sympatickou funkci *ol.style.RegularShape*, která umožňuje vytvářet pravidelné geometrické obrazce. Speciální podfunkcí je tvorba kruhových značek *ol.style.Circle* (teoreticky pravidelného mnohoúhelníku o nekonečno lomových bodech).

V následující Tab. 6 je uveden přehled mapových značek a jejich nastavení.

Tab. 6 Přehled použitých geometrických značek

Vrstva	Značka	Funkce	Poloměr	Počet vrcholů	Rotace [rad]	Barva výplně [RGB]	Barva obrysu [RGB]	Šířka obrysu
volba a potvrzení krále Matyáše		Regular Shape	5	4	0	(255, 53, 0)	(0, 0, 0)	1
volba a korunovace krále Vladislava		Regular Shape	5	4	0	(0, 53, 255)	(0, 0, 0)	1
stálé ohnisko odporu vůči králi Jiřímu		Regular Shape	5	4	0,785	(255, 53, 0)	(0, 0, 0)	1
sjezd zelenohorské jednoty před vypuknutím války (1465–1467)		Regular Shape	5	3	0	(255, 53, 0)	(0, 0, 0)	1
hlavní města slezských knížectví		Regular Shape	5	3	3,1416	(0, 53, 255)	(0, 0, 0)	1
královské město na Moravě, jež zachovalo věrnost králi Jiřímu		Circle	5	X	X	(80, 255, 0)	(0, 0, 0)	1
královské město v Čechách, jež vypovědělo poslušnost králi Jiřímu		Circle	5	X	X	(255, 53, 0)	(0, 0, 0)	1
města (pro všechna tažení)		Circle	2,5	X	X	(255, 255, 255)	(0, 0, 0)	1

Pro druhou kategorii bylo nejprve použito pouze zobrazení načtené z KML souboru (po jeho úpravě dle kapitol 9.2.3 a 9.2.4). Později však bylo rozhodnuto zobrazovat i jména bodů přímo v mapě. Výchozí nastavení zobrazení názvu z KML by se jen složitě přizpůsobovalo zobrazení názvu dle OpenLayers. Proto byla i tato vizualizace nahrazena stylem OpenLayers, kdy se použilo funkce *ol.style.Icon*, která používá jako mapové značky obrazových dat. Samotný obrázek byl vyjmut z KMZ souboru, jak bylo již popsáno v kapitole 9.2.4.

V Tab. 7 jsou uvedeny symboly použité z druhé skupiny a jejich parametry.

Tab. 7 Přehled použitých symbolických značek

Vrstva	Značka	Funkce	Měřítko
významná vojenská střetnutí – vítězství stoupců krále Matyáše		Icon	0,2
významná vojenská střetnutí – vítězství stoupců krále Jiřího		Icon	0,2
Vyhlášení míru		Icon	0,2

Nastavení zobrazování jména jednotlivých prvků bodových vrstev bylo provedeno v rámci funkce stylu vrstvy a to funkcí *ol.style.Text*. Zde je možné nastavit očekávané parametry, jako jsou velikost, font, barva, ale také užitečné umístění nápisu vůči bodu – tedy offset v jednotlivých směrech. Pro tuto práci byl jednotně zvolen font Verdana, velikost písma 10 pixelů, barva černá. Pro zvýraznění textu byl dále zvolen bílý obrys o šířce 2 a offset ve svislém směru –20 pixelů (o 20 pixelů nad bodem).

9.2.1.3 Zobrazení podkladových dlaždic

Při tvorbě webové aplikace jsou dnes data ve formátu rastrových, potažmo i vektorových, dlaždic samozřejmostí. Významně mohou šetřit data přenášená mezi serverem a uživatelem. Jejich tvorba a význam byly již popsány v kapitole 9.3.

Pro diplomovou práci byla vybrána možnost rastrových dlaždic, které v mapě plní roli podkladové mapy. Tato vrstva zobrazuje netematické prvky. V případě mapy vojenských tažení se tak rozumí například zobrazení hypsometrie popisující terén, zobrazení vodstva a státních hranic, zobrazení významných měst mimo území tažení a logicky popisy na mapách ve formě oikonym a anoikonym.

Samotné vykreslování podkladové mapy softwarově zajišťuje jednoduchý kód, jenž se pro OpenLayers automaticky vygeneruje při tvorbě dlaždic v programu MapTiler (viz kapitola 9.3.2.). Tento zjednodušeně řečeno pracuje na principu získávání informací z aktuálního pohledu na mapu (myšleno zoom a polohu středu mapového okna), ze kterých sestaví informaci o zobrazení potřebných dlaždic pro danou úroveň (zoom) a polohu.



10.2.2 Ovládání mapy

Pro využitelnost webové mapové aplikace jsou možnosti pohybu a přiblížení základními funkcemi. Uživatel tak může libovolně pohybovat mapou a prohlížet data ve vhodné úrovni přiblížení. Kromě dvou základních zmiňovaných ovládacích prvků jsou dnes často používány funkce pro otáčení nebo natočení mapy, nebo pro automatický přesun pohledu na určitou polohu a přiblížení.

10.2.2.1 Pohyb na mapě

OpenLayers umožňuje pohyb v mapě pomocí tahu kurzoru s držením levého tlačítka počítačové myši.

Jak již bylo zmíněno v 7. kapitole, pro uživatelsky přívětivou mapovou aplikaci je velmi vhodné omezení základních funkcí posunu a přiblížení. Tímto se elegantně zabrání nechtěnému „ztracení“ uživatele v prostoru mimo zobrazovaná data.

Parametr *extent* popisuje rozsah zobrazovaných dat a lze jej použít pro omezení pohybu v mapě. Reálně popisuje hodnoty souřadnic pomyslného mapového rámu, které nesmí překročit střed mapového okna. Zde nastává drobný problém, jelikož pokud máme například podkladovou mapu vyhotovenou pouze pro zájmové území, pak *extent* vhodně nastavený pro nejmenší měřítko, bude u měřítka největšího zabraňovat zobrazení dat na okraji podkladové mapy. Tento nedostatek byl pro pilotní aplikaci vyřešen vygenerováním většího území do rastrových dlaždic.

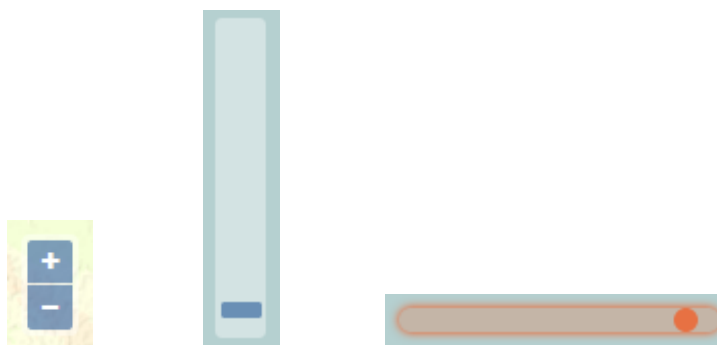
10.2.2.2 Změna přiblížení (*zoom*)

Pro změnu přiblížení (*zoom*) je možné použít kolečka u počítačové myši, nebo ikon zobrazujících „+“ a „-“ (Obr. 31), které zajišťují přechod mezi úrovněmi přiblížení. Další možností je obdélníkový výběr území, které má být zobrazeno, podržením klávesy *Shift* a tahem levým tlačítkem myši (Obr. 30). OpenLayers také umožňuje pro snazší ovládání použít *ZoomSlider* (Obr. 31), což je posuvník tahem nastavující úroveň přiblížení. Ovládací panel *ZoomSlider* lze samozřejmě editovat dle požadavků vývojáře.



Obr. 30 Přiblížení pomocí obdélníku

K omezení přílišného pohybu mezi úrovněmi přiblížení slouží parametry *minZoom* a *maxZoom*. Ty umožňují nastavit minimální a maximální úroveň přiblížení. V OpenLayers existuje celkem 29 úrovní (od 0 – nejmenší měřítko do 28 – největší měřítko), které umožňují od detailního přiblížení jednotlivých objektů až po celkové zobrazení Země. Pro potřebu této konkrétní mapy byla zvolena hodnota pro minimální zoom 7 zobrazující přehledně celou Českou republiku s přesahem do sousedních zemí. Pro maximální úroveň přiblížení *maxZoom* byla vybrána hodnota 9, při které je mapa dobře čitelná z hlediska tématu. Vzhledem k použití pouze 3 úrovní přiblížení byla zvolena forma panelu bez posuvníku (první varianta v Obr. 31), který by pouze zbytečně zabíral mapové okno.



Obr. 31 Varianty panelu pro ovládání přiblížení (zleva: pouze tlačítka „+“ a „-“, automatický posuvník, upravený posuvník) [9].

10.2.2.3 Natočení mapy

Natočení mapy může být vhodné například u map zobrazujících města, kdy je pro lepší orientaci vhodné moci mapu otočit ve směru chůze nebo uliční sítě. Další hojně využívanou možností je automatické natáčení mapy dle pohybu uživatele, kdy poloha a směr pohybu (ze kterého lze



odvodit natočení) jsou určovány pomocí GNSS systému. V rámci knihovny OpenLayers se jedná o funkci již připravenou.

Vzhledem k povaze zobrazovaných dat v rámci pilotní aplikace, se jeví zbytečné používat funkci natáčení mapy, dokonce by to mohlo být u některých uživatelů matoucí. Funkce rotace mapy, která je v základu OpenLayers podporována, byla tedy potlačena pomocí atributu *enableRotation* nastaveného na hodnotu *false*.

10.2.2.4 Přesun na dané místo

Pokud je zobrazovaný jev rozmístěn po mapě náhodně, či ve shlucích, které jsou od sebe ve velkých vzdálenostech, pak může být funkce přesunu na dané místo uživatelsky velmi příjemná a značně usnadnit pohyb v mapě. OpenLayers umožňuje dokonce různé efektní formy přesunu na lokalitu, při které se například pohled oddálí a pak jakoby „spadne“ na cílové území, či přesun pohybem po spirále se středem na daném bodě.

Pro diplomovou práci, ve které jsou tematická data poměrně rovnoměrně rozložena na území České republiky a sousedních států, není třeba používat funkce automatického přechodu mezi body.

10.2.3 Výběr zobrazovaných vrstev

V případě, kdy digitální mapa obsahuje více datových vrstev, se logicky nabízí nastavení funkce pro jejich selekci. Mapové dílo by mělo být přehledné, ale právě to je v prostředí webových aplikací složité. Na rozdíl od tištěných map zde není vhodné každý prvek ručně posouvat, aby nedocházelo k jeho kolizi se sousedními znaky, jelikož v různé úrovni přiblížení by se toto mohlo jevit nepřesně. Dalším důvodem pro použití funkce pro výběr vrstev *Layerswitcher* je možnost přizpůsobit si mapový obsah dle aktuální potřeby uživatele, díky tomu je snadnější sledovat souvislosti mezi konkrétními zobrazovanými jevy.

Pro mapové aplikace se vžily obecně dva způsoby pro výběr zobrazovaných vrstev. První z nich je umístěn přímo v okně, kdy je skryt v ikoně a po interakci (přejetí myši, kliknutí) se rozbalí a je možné nastavit vrstvy. Druhá varianta nabízí stále zobrazený přehled vrstev umístěný ideálně mimo mapové okno (tudíž nezabírá prostor mapového okna).

OpenLayers neumožňuje ve svém základě uživatelsky provádět selekci vrstev žádným z výše uvedených způsobů. Komunita vývojářů však vytvořila poměrně velké množství funkcí, které toto provádějí v různé úrovni preciznosti a grafického provedení.

10.2.3.1 *Layerswitcher* v mapovém okně

První varianta skrytého prvku pro selekci vrstev je hojně využívána u map fungujících v plném okně prohlížeče, nebo v případě, kdy lze mapovou aplikaci spustit v režimu *full screen*. Díky tomu je ji možné snadno ovládat a zároveň není mapové okno zabráno přehledem vrstev. Velmi dobře provedený skript, který používá tuto variantu, vytvořil uživatel Matt Walker (*walkermatt*). Ten svůj skript zveřejnil na stránkách <https://github.com> s ukázkami jeho použití a dokumentací. Seznam vrstev je zobrazen při přejetí kurzoru myši přes ikonu (Obr. 32 znázorňuje použitou ikonu a rozbalený seznam vrstev). Následně je možné vypínat a zapínat jednotlivé vrstvy, které jsou rozčleněny podle skupin *Layergroups*. Označení vrstev a skupin je bráno z atributu *title*.



Obr. 32 Použití skriptu uživatele *walkermatt*

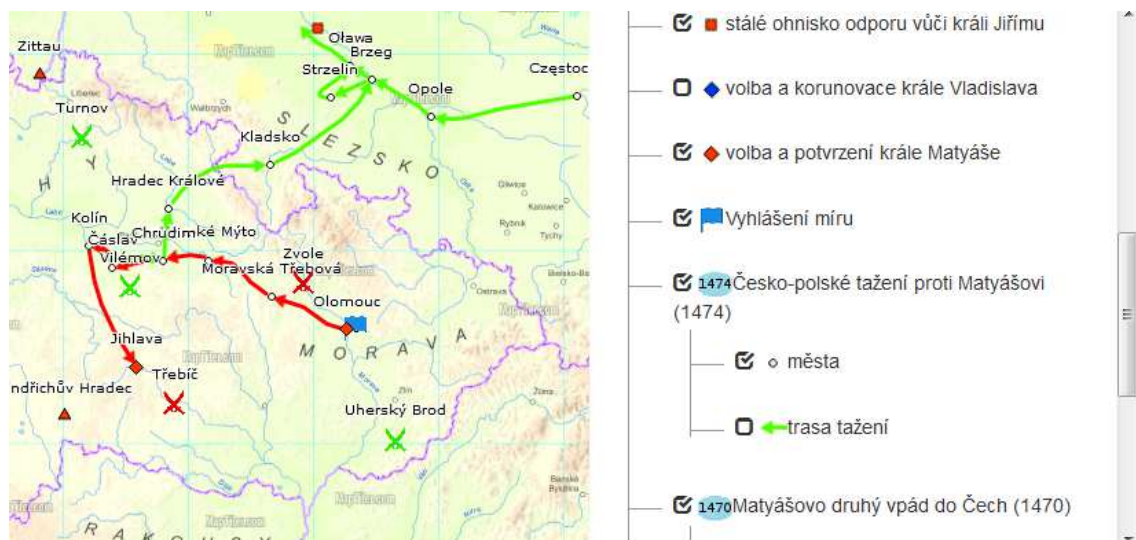
10.2.3.2 *Layerswitcher* umístěný mimo mapové okno

S přihlédnutím na tvořenou mapu, u které se nepředpokládá mapové okno zabírající celé okna prohlížeče, ani zpřístupnění funkce *full screen*, byla vybrána tato forma zobrazení. Seznam zobrazovatelných vrstev je umístěn mimo okno a je stále zobrazen.

Jistou výhodou jistě je větší přehlednost a možnost spojit *layerswitcher* s mapovou legendou. Toto spojení seznamu vrstev s grafickou symbolologií navíc výrazně usnadní uživateli poznání vrstvy, kterou chce zobrazit či skrýt. Touto cestou se také vydal pan Antonio Santiago, který napsal *The Book of OpenLayers3* [10]. Zde také umístil povedený skript vytvářející diagramové znázornění

seznamu vrstev. Skript pracuje s parametrem *name*, ze kterého čerpá názvy jednotlivých vrstev a skupin. Další šikovnou funkcí je možnost vypnout nebo zapnout všechny vrstvy umístěné ve skupině vrstev. Pro tento účel skript automaticky generuje přehledný diagram zobrazující příslušnost jednotlivých vrstev pod jim nadřazené skupiny. Pro naši konkrétní mapu to znamená skrýt nebo zobrazit jednotlivá válečná tažení, která obsahují liniovou vrstvu směru postupu vojsk a bodovou vrstvu měst na trase.

Základ tohoto skriptu byl pozměněn pro potřeby práce a doplněn o vykreslování znakového klíče v seznamu vrstev (jak je vidět na Obr. 33), který se odkazuje na nově zavedený parametr *ID_layer*. Skrze tento klíč se vkládají do seznamu ikonové obrázky o rozměru 20 x 20 pixelů (pro obrázky popisující skupiny 20 x 25 pixelů).



Obr. 33 Spojení legendy a funkce pro selekci vrstev

10.2.4 Výpis souřadnic kurzoru

Určování souřadnic místa zobrazovaného ve webové mapové aplikaci se zpravidla provádí buď dotazem – speciální funkcí, nebo automaticky průběžně při pohybu kurzorem přes mapové okno. Druhá varianta je sice méně přesná, nicméně pro orientační zařazení oblasti dostačující (v podstatě je přesná dle úrovně přiblížení, tedy velikosti pixelu ve skutečnosti).

V rámci knihovny OpenLayers je tato problematika řešena v rámci funkce *MousePosition*, která průběžně odečítá souřadnice kurzoru, při jeho pohybu v mapovém okně a vypisuje je do pravého horního rohu. Formát souřadnic a volba kartografického zobrazení jsou nastavitelné pomocí volitelných parametrů.

Pokud by bylo třeba umožnit uživateli volbu zobrazení či počet vypisovaných desetinných míst, pak je přímo na oficiálních stránkách projektu uveden příklad. Ten představuje jednoduchý ovládací panel (vyobrazený na Obr. 34), ve kterém lze měnit vstupní parametry funkce *MousePosition* a tím ovlivnit vypisovaný formát souřadnic a zobrazení.



Obr. 34 Jednoduché ovládání výpisu souřadnic kurzoru

Tato metoda nebyla zvolena s ohledem na teoretickou cílovou skupinu uživatelů, kteří pravděpodobně nebudou mít potřebné geodetické nebo kartografické vzdělání, aby ji využili. Z téhož důvodu bylo vybráno pro výpis souřadnic zobrazení WGS 84 a výpis zeměpisných souřadnic v desetinném formátu na 5 desetinných míst (Obr. 35), ačkoli na území České republiky je v oblasti geodézie běžně používáno zobrazení Křovákovo a S–JTSK. Důvodem je také podpora těchto souřadnic všemi příručními navigačními zařízeními a návaznost na vypisování zeměpisných souřadnic většinou mapových portálů (například server mapy.cz).



Obr. 35 Klasický výpis souřadnic polohy kurzoru



10.2.5 Zobrazení legendy

Legenda v mapě zajišťuje přesné pochopení významu jednotlivých mapových znaků. V případě map digitálních však velmi často existuje pouze jako samostatná stránka, jelikož při prohlížení mapy je obvykle možné získat informaci o daném prvku přímo v mapě. Navíc u mapových portálů lze považovat většinu značek za intuitivní a pro uživatele snadno pochopitelných. Pokud se jedná, jako v našem případě, o mapu tematickou, pak zpravidla nejsou veškeré mapové znaky pro uživatele snadno čitelné. Důvodem může být velký počet znaků zastupujících tematickou složku mapy a také časté použití geometrických bodových symbolů. Legenda je tedy pro pochopení tematického obsahu nutná a měla by být snadno dostupná.

Velmi často se tedy kombinuje mapová legenda s *layerswitcher* (popsáno v kapitole 10.2.3), jelikož obsahuje taktéž popis mapové vrstvy. V této práci bylo postupováno stejně, a jak již bylo popsáno výše, legenda byla zakomponována do panelu pro zobrazování vrstev. Pro její vizualizaci byl původní skript upraven a díky tomu se u názvu jednotlivých vrstev zobrazuje i mapový symbol.

Jelikož symboly v mapě a v legendě se mají zobrazovat stejně velké a většina symbolů (viz kapitola 10.2.1) je tvořena za pomoci funkce OpenLayers. Bylo rozhodnuto vytvořit sadu grafických ikon velikosti 20 x 20 pixelů přímo z mapy a ty posléze načíst přes parametr *ID_layer* do legendy. Výsledek je znázorněn na Obr. 33.

10.2.6 Dotazování vrstev a prvků

Při tvorbě webové mapové aplikace jsou data ukládána buď do rastrových, nebo do vektorových formátů.

Rastrová data podávají popisné informace díky hodnotě jednotlivých pixelů (v případě rastru reprezentujícího povrch Země se jedná například o výšku bodu nad mořem). Dotazování rastrových dat tedy probíhá nejčastěji pouze formou zjištění konkrétní hodnoty pixelu a její interpretace v rámci představovaného tématu.

Druhou skupinu, tedy vektorová data, obvykle popisuje celý soubor atributů nesoucí informace tematického i geometrického charakteru (například u bodových znaků měst to mohou být atributy: počet obyvatel v jednotlivých letech, či plocha města). Díky tomu je možnost dotazování vrstev a prvků výrazně hlubší. Pro běžné uživatele je však kompletní atributová tabulka zpravidla zbytečná a nepřehledná. Proto je vhodné vybrat atributy, které se budou zobrazovat a nastavit formu, která bude uživatelům příjemná a blízká.



V případě dat ve formátu KML jsou definovány pouze dva parametry pro popis prvku. Jsou jimi jméno *name* a popis *description*. Při konverzi dat z prostředí ArcGIS (viz kapitola 9.2) jsou data z atributové tabulky uložena do parametru *description* ve formě html kódu pro tabulku obsahující informace z výchozí atributové tabulky. Je tedy vhodné popisné informace tímto způsobem interpretovat uživatelům.

Způsobů jak dotazovat prvky nebo celé vrstvy se v prostředí mapových aplikací nachází velké množství. Mezi základní používané metody pro získání informací o prvku patří především přejezd kurzorem přes prvek a okno, které se zobrazí po kliknutí na prvek. Některé mapové aplikace umožňují také použití dalších funkcí, které se zpravidla volí v ovládacím panelu.

Pro pilotní aplikaci, která prezentuje poměrně snadno pochopitelná data, tak není třeba vytvářet složitější ovládací panel, proto byly vybrány právě dvě výše zmiňované metody pro získání informace o prvku. Jejich funkce budou popsány v následujících odstavcích.

10.2.6.1 Přejezd kurzorem

V digitální mapě, nebo v mapové webové aplikaci by se na rozdíl od mapy tištěné měla zobrazovat geografická data polohově přesně. Toto ovšem velmi často vede k nepřehlednosti mapy a proto je nutné používat metody generalizace (především omezením zobrazovaných vrstev v jednotlivých úrovních přiblížení). Pokud se navíc používá metoda výpisu názvu prvku, pak může být v některé úrovni přiblížení velmi matoucí, ke kterému bodu se váže. Proto k pochopení a zpřehlednění dat významně přispívá možnost získání základní informace (nejčastěji názvu), při zastavení kurzoru na prvku.

V případě vytvářené aplikace bylo zvoleno kontrastní černé pole proměnné délky s šipkou směřující k bodu. Pro přehlednost bylo toto pole umístěno o 5 pixelů nad dotazovaným bodem. Jelikož se jedná pouze o doprovodný prvek pro zlepšení orientace v mapě, tak by nebylo vhodné vypisovat tímto způsobem větší množství dat – docházelo by pak k zneprehlednění a zbytečnému překrytí mapy. Proto se v černém poli zobrazuje pouze název prvku, který je napsán bílým písmem (ukázka na bodovém prvku bitvy u Zvole Obr. 36).



Obr. 36 Název zobrazený po přejetí kurzorem

10.2.6.2 Vyskakující okno *popup*

Metody vizualizace dat v přehledném okně *popup*, které se objeví po akci provedené uživatelem (nejčastěji po kliknutí levým tlačítkem myši) je dnes zastoupena snad ve všech mapových aplikacích. Jde o snadný způsob jak předložit uživateli informace o prvku, které bez jeho vyžádání nijak nezahlcují mapové okno.

Způsob vyvolání *popup* se může v jednotlivých aplikacích lišit, ale provedení bývá vždy obdobné. Zobrazí se okno, ve kterém jsou zpřístupněny vybrané údaje o prvku v přehledném formátu. Dnes bývají tyto především textové informace nezřídka doplněny o multimediální prvky, jako jsou obrázky, videa či zvukové záznamy. Navíc mapová aplikace může být tímto způsobem napojena na další doplňkové zdroje informací pomocí umístěných hypertextových odkazů. Okno může například obsahovat jen základní popis místa a odkaz na externí stránky, které se touto problematikou zabývají podrobněji.

Jak bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, vektorová data mívají velké množství popisných informací uložených v atributech. V případě spuštěné aplikace by se do budoucna tyto parametry doplnily o historická fakta a popisy událostí, které by celou aplikaci posunuly na úroveň interaktivní výukové pomůcky.

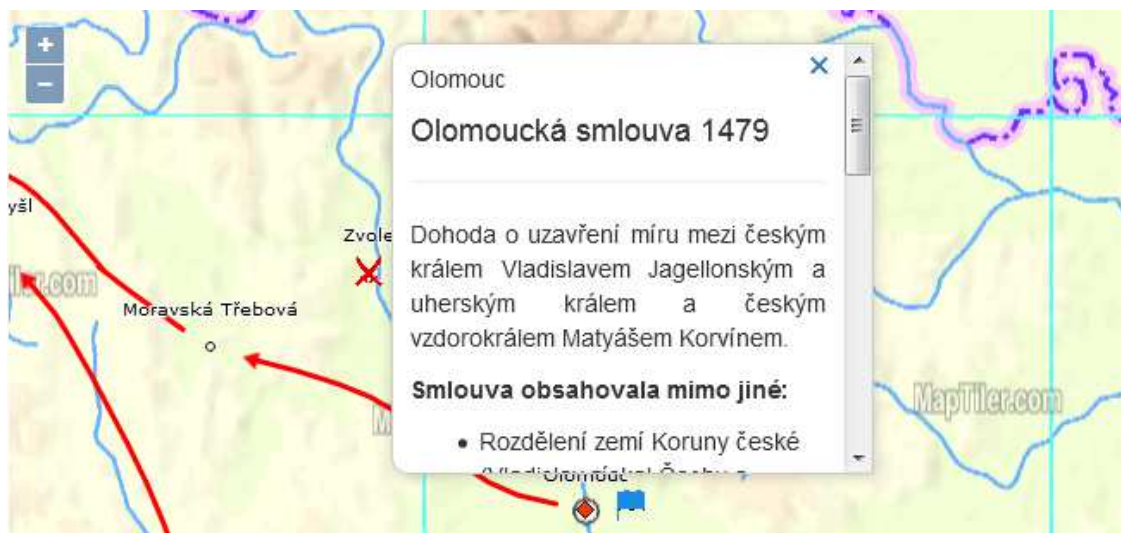
V aplikaci pilotní, ve které jsou data pouze z atributové tabulky programu ArcGIS, budou vypisována pouze tato nepříliš zajímavá data, která ovšem pro ukázkou funkcionality naprosto postačují.

Data z atributové tabulky jsou po převedení do formátu KML uložena v atributu *description* v tabulce, která je zapsána formou html kódu. Díky tomu je tabulka snadno interpretovatelná v prostředí webové aplikace. Výsledek zobrazení převedené atributové tabulky pro bitvu u Zvole je zobrazen na Obr. 37. Kromě atributu *description* vypisuje *popup* i parametr *name*. Parametr *name* je vypisován z důvodů možné následné úpravy parametru *description*.



Obr. 37 Zobrazení *popup* v aplikaci

Pro ukázkou budoucího naplnění *popup* historickými daty byla pro prvek „Olomouc – uzavření míru“ vytvořena náhradní KML, kde byl atribut *description* upraven. Popisná data byla převzata z Wikipedie a slouží pouze k dotvoření výsledného dojmu (viz Obr. 38).

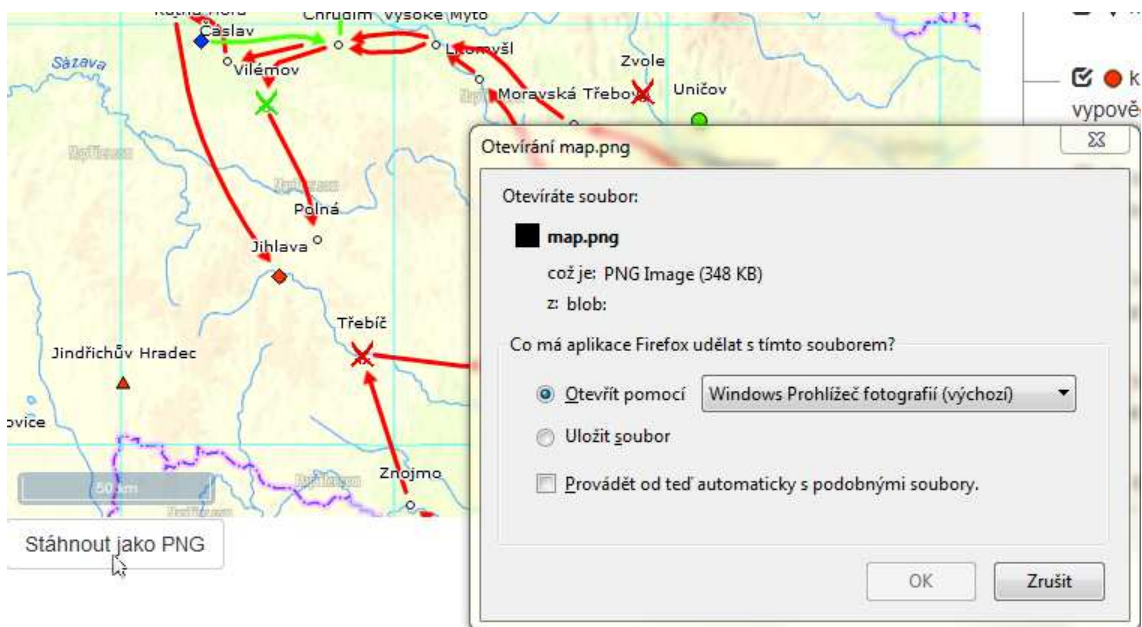


Obr. 38 Zobrazení *popup* s ukázkou upravených popisných dat

10.2.7 Export mapy

V případě, kdy uživateli jde o konkrétní část zobrazované mapy, nebo o konkrétní výběr vrstev, se může hodit možnost mapu stáhnout v některém z rastrových formátů. Uživatel pak může mapu pohodlně využít jako podkladový rastr při tvorbě nové mapy odvozené.

Pro účel stáhnutí mapy v rastrovém formátu PNG byla použita externí *javascriptová* knihovna, pomocí které je možné snadno stáhnout požadovaný pohled na mapu. Stažený soubor je ve formátu PNG a nese název *map*. Funkce snímá pouze aktuální mapové okno (zobrazuje totéž, co vidí uživatel). Pokud je otevřen *popup*, pak se v exportované mapě nezobrazí. Samotný proces stažení rastru se jednoduše spustí kliknutím na tlačítko *Stáhnout jako PNG*, které je umístěno pod mapovým oknem (viz Obr. 39).



Obr. 39 Stáhnout jako PNG

11 Závěr

Krátká kapitola 2 popisuje stávající stav historických webových atlasů a bohužel poukazuje na jejich častou zastaralost ve smyslu technologie. Nejbližší ideji vytvořené pilotní aplikaci je atlas GeaCron – World History Atlas & Timelines since 3000 BC, který disponuje funkcemi pohybu v mapě, dotazováním prvků a dokonce i možnostmi selekce zobrazovaných vrstev.

První obsáhlejší část práce, kapitoly 3 – 6, je zaměřena na představení jednotlivých aplikací, které jsou víceméně zaměřeny na tvorbu webových mapových aplikací. Pro tento účel byly vybrány dva projekty na bázi otevřené *javascriptové* knihovny a dva komerční projekty.

Aplikace OpenLayers (kapitola 3) a Leaflet (kapitola 4) jsou zaměřeny na prezentaci a vizualizaci geografických dat, kdy v čisté formě nedosahují potřebné funkcionality pro projekt Českého historického atlasu. Zatímco Leaflet je primárně vytvořen pro snadné ale precizní využití mapy jen se základními funkcemi (jako je zobrazení dat ve formátu GeoJSON, či zobrazení popisového pole *popup*), OpenLayers se pouští do hlubšího zkoumání problematiky (podpora velkého množství datových formátů a kartografických zobrazení) a je přímo směřován k výrazné úpravě z hlediska uživatelského záměru. Leaflet i OpenLayers svou funkcionalitu výrazně zvyšují díky velkému počtu skriptů/*pluginů*. Tyto rozšiřující kódy vytváří především komunita uživatelů–vývojářů, jak bývá u obdobných projektů zvykem.

Soubor šablonových aplikací Story Maps (6.2) firmy Esri je zaměřen na zajímavé a promyšlené publikování map, které mají vyprávět příběhy. V souboru nalezneme řadu šablon, které umožňují porovnávat dvojici map, sledují jistý jev nad jednotným územím, či nás provádí po připravené trase reprezentované body. Výsledný efekt spojení mapy, textů a multimédií je velmi silný a poskytují uživateli velmi komplexní pohled na zobrazovaný jev.

Komplexní řešení správy a publikování geografických dat také poskytuje MapBox, který je velmi silným nástrojem zejména v úpravě dat (celý obsah mapy lze bez větších obtíží vytvořit přímo v MapBox). Nicméně také funkce pro vizualizaci dat nejsou nijak slabé a navíc nastavení se provádí v dialogovém grafickém okně. Výsledné mapy umožňují velmi snadno interaktivní funkce, jako jsou funkce přejezdu kurzoru, nebo *popup*.

Kapitoly 7 a 8 se věnují potřebnými funkcemi pro pilotní aplikaci a srovnáním vybraných prostředí pro její vývoj. Mezi potřebnou funkcionalitu pilotní aplikace bylo mimo jiné zařazeno: zobrazování vlastních dat, úprava jejich symbolologie, možnost přepínat zobrazované vrstvy, základní



pohyb v mapě, zobrazení měřítka a legendy. Pro porovnání byla zvolena kritéria: komerčnost, podpora datových formátů a funkcionalita. V této části je nutné podotknout, že pro věrné srovnání by bylo nutné sestavit celou řadu mapových aplikací s různým obsahem a to ve všech uvedených prostředích. Poté teprve vybrat tu nejvhodnější na základě náročnosti zpracování a kvality výsledné aplikace. Toto šetření by bylo ale významně nad rámec a rozsah této práce. Rozhodujícím prvkem při výběru byla vhodnost a tvárnost výsledné aplikace, která byla určována přezkoumáním existujících mapových aplikací a dokumentace. I na základě tohoto byl zvolen projekt OpenLayers, ve kterém bude tvořena vytyčená aplikace a její funkce.

Jelikož byla původní data tvořena v technologii Esri, bylo nutné data konvertovat do formátů podporovaných aplikací OpenLayers. Řešením tohoto se zabývá kapitola 9. V úvodu jsou představeny jednotlivé formáty (9.1) a jsou přiblíženy jejich výhody a nevýhody. Podrobně je zde popsáno, jakým způsobem lze provést konverzi v programu ArcMap do formátu KML, pro vektorová i rastrová data. Následně je zde přiblížen způsob vytvoření rastrových dlaždic od exportu mapy po nastavení v programu MapTiler. Rastrové dlaždice jsou v prostředí webových mapových aplikací dnes již samozřejmostí, pro efektivní hospodaření s daty, které mezi sebou posílá server a uživatel. Je zde také uvedeno, jaká přesně byla provedena nastavení v jednotlivých funkcích při konverzi. Dále je popsáno několik obtíží, se kterými jsem se během konverze potýkal a využití dalších programů (Google Earth a QGis), které mně v jejich řešení pomohly.

Poslední část práce je věnována samotné tvorbě pilotní aplikace (kapitola 10) v prostředí OpenLayers. Kapitola je koncipována jako přehled vytvořené funkcionality v opozici vůči vytyčeným cílům v kapitole 7.

Prostředí OpenLayers již v základu umožňuje funkce posunu a změny měřítka mapy. Dále bylo nastaveno zobrazení měřítka a výpis souřadnic kurzoru v zeměpisných souřadnicích.

Byly vytvořeny styly pro zobrazení symbologie jednotlivých bodových vrstev a byl vytvořen styl vytvářející na konci liniového prvku šipku (symbolizující směr a trasu vojenského tažení). Pro snazší administraci byly vytvořeny skupiny vrstev, do kterých byly vloženy tematické celky (trasa tažení a města, kterými tažení prošla). Bodovým mapovým značkám se pro přehlednost nechali vypsát názvy. Podkladovou mapu bez tematického významu zastupuje dlaždicovaný rastr zobrazující vybraná města, státní hranice, horstvo, vodstvo atd...

Pro výběr zobrazovaných vrstev byly nalezeny a přepracovány dva skripty, kdy jeden vytváří menu pro zapínání vrstev uvnitř mapového okna a druhý ji umísťuje mimo. V konečné aplikaci byl

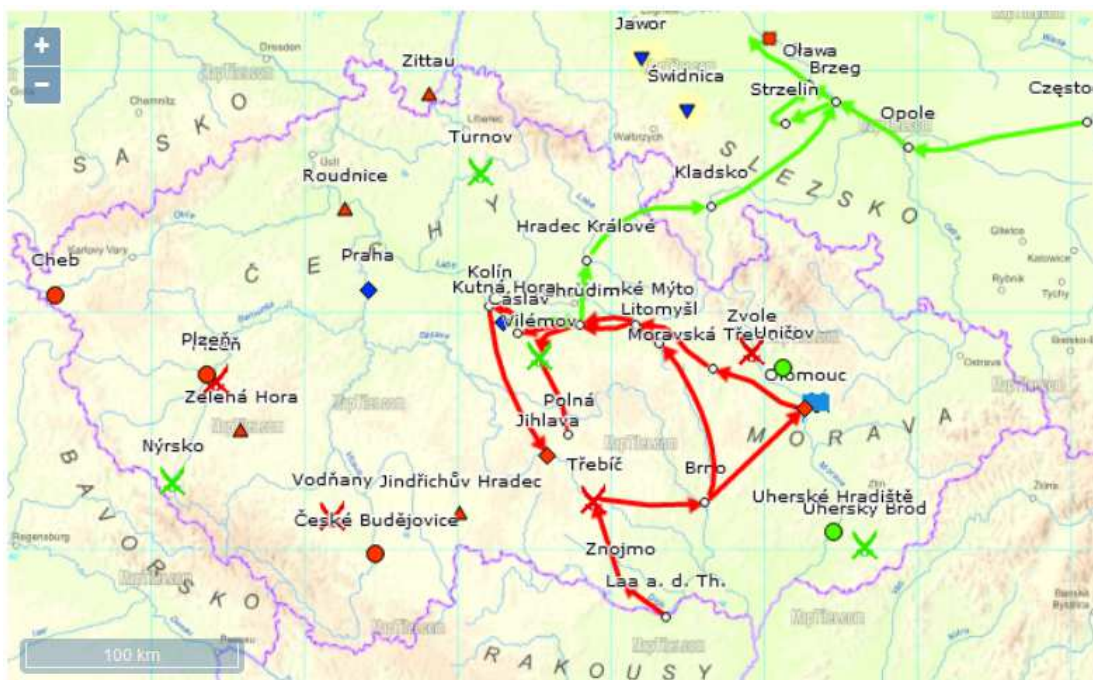


zvolen přístup zobrazení *Layerswitcher* mimo mapové okno, kdy nedochází k zbytečnému zaplňování kresby. Výsledný skript byl upraven pro potřeby aplikace a doplněn o zobrazení symbologie formou ikon. Díky tomu panel *Layerswitcher* slouží zároveň jako mapová legenda a stává se i přehlednější pro uživatele.

Jelikož dominantním prvkem digitálních map, potažmo mapových aplikací je možnost dotazovat se jednotlivé prvky, byly k tomuto účelu vytvořeny dva přístupy. První umožňuje výpis názvu vektorového prvku, při přejetí kurzoru myši, čím uživatel snadno získá základní představu o významu prvku. Druhý způsob je aplikací vyskakovacího okna *popup*, které se zobrazí při kliknutí levým tlačítkem počítačové myši na prvek. Toto okno obsahu výpis z části KML, konkrétně název *name* a popisný atribut *description*. Atributu *description* je v rámci pilotní aplikace ponechán obsah vygenerovaný při konverzi – tedy obsah atributové tabulky v prostředí ArcGIS. Tento atribut by byl v konečné aplikaci nahrazen popisnými informacemi ve formátu HTML kódu (jak je ukázáno na Obr. 38). Tedy mapová aplikace by byla vhodně doplněna o popisné informace atlasům vlastní, případně navíc multimediální prvky a ideálně i odkazy na stránky zabývající se danou problematikou zevrubněji. Právě tímto doplnění se stává webová mapová aplikace webovým atlasem.

Jako jistý bonus byla přidána funkce stažení aktuálního pohledu na mapu v rastrovém formátu PNG. Tato funkce může být použita zejména uživateli, kteří mají zájem o určitou oblast zobrazenou v mapě.

Stanovené cíle v zadání práce pro vytvoření pilotní mapové aplikace s jistou funkcionalitou byly splněny. Výsledná mapová aplikace je dostupná na fakultním serveru, konkrétně na internetové adrese <http://maps.fsv.cvut.cz/~suktomas/projekt.html> a je zobrazena na Obr. 40. Řešení jednotlivých funkcí bylo upraveno konkrétně pro zpracovávanou mapu, ovšem s ohledem na pozdější využití práce, či jejích částí, při zpracovávání dalších obdobných mapových aplikací.



Stáhnout jako PNG

Vše

- hlavní města slezských knížectví
- královské město v Čechách, jež vypovědělo poslušnost králi Jiřímu
- královské město na Moravě, jež zachovalo věrnost králi Jiřímu
- významná vojenská střetnutí - vítězství stoupenců krále Jiřího
- významná vojenská střetnutí - vítězství stoupenců krále Matyáše
- sjezd zelenohorské jednoty před

Obr. 40 Výsledná aplikace

12 Zdroje

- [1] *Český historický atlas: Anotace* [online]. Praha: Katedra geomatiky, Fakulty stavební ČVUT v Praze., ©2015 [cit. 2017–05–02]. Dostupné z: <http://peso.fsv.cvut.cz/naki/cha/anotace.html>
- [2] BEJVANČICKÁ, Kateřina. *Technologická a obsahová stránka elektronických atlasů s historickou tematikou – rešerše stavu a možností*. České vysoké učení technické v Praze, Žitná 1903/4, 166 36 Praha 6, 2016. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří CAJTHAML, Ph.D.
- [3] *OpenLayers* [online]. The OpenLayers Dev Team [cit. 2017–03–20]. Dostupné z: <http://openlayers.org/>
- [4] *Leaflet: a JavaScript library for interactive maps* [online]. Vladimir Agafonkin, ©2015 [cit. 2017–03–20]. Dostupné z: <http://leafletjs.com/>
- [5] *ARCDATA PRAHA: ArcGIS Online – Geografické informační systémy (GIS)* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017–02–27]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/arcgis-online>
- [6] SEMOTANOVÁ, Eva a Jiří CAJTHAML. *Akademický atlas českých dějin*. Praha: Academia, 2014. ISBN 978–80–200–2182–3.
- [7] *ArcGIS: ExportToTIFF Help* [online]. Environmental Systems Research Institute, ©2016 [cit. 2017–03–13]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/arcpy-mapping/exporttotiff.htm>
- [8] *MapTiler: map overlay, cut map tiles for Google Maps, GIS layers and mobile apps* [online]. Klokan Technologies, ©2016 [cit. 2017–03–13]. Dostupné z: <https://www.maptiler.com>
- [9] *Story Maps: Story Maps Apps* [online]. Environmental Systems Research Institute, ©2017 [cit. 2017–02–27]. Dostupné z: <https://storymaps.arcgis.com/en/app-list/>
- [10] *The Book of OpenLayers3: Code samples* [online]. Antonio Santiago [cit. 2017–04–10]. Dostupné z: <http://www.acuriousanimal.com/thebookofopenlayers3/index.html>



13 Seznam elektronických příloh

13.1 Textové soubory:

- a) HTML soubor obsahující tělo kódu tvořící webovou aplikaci (projekt.html)

Skripty (složka *src*):

- b) Skript, který zajišťuje naplnění aplikace daty (data.js)
- c) Skript tvořící mapovou legendu (layerswitch.js)
- d) Kaskádový styl popisující vzhled legendy (layerswitch.css)
- e) Kaskádový styl popisující vzhled *popup* (popup.css)
- f) Kaskádový styl popisující vzhled popisky, která se zobrazuje při přechodu kurzoru přes prvek (info.css)

KML soubory (složka *KML_uprava*):

- g) Soubory ve formátu KML obsahující data, která jsou vykreslována v aplikaci (knizectvi.kml, knizectvi_linie.kml, mesta_cechy.kml, mesta_evropa_all.kml, mesta_morava.kml, ohnisko.kml, sjezdy.kml, stretnuti_jiri.kml, stretnuti_matyas.kml, tazeni_1468.kml, tazeni_1468_mesta.kml, tazeni_1469.kml, tazeni_1469_mesta.kml, tazeni_1470.kml, tazeni_1470_mesta.kml, tazeni_1474.kml, tazeni_1474_mesta.kml, volba_matyas.kml, volba_vladislav.kml, vyhlaseni_miru.kml, vyhlaseni_miru2.kml)

13.2 Rastrové soubory:

Dlaždice (složka *tiles*):

- h) Soustava adresářů obsahující dlaždice ve formátu PNG

Ikony (složka *ico*):

- i) Ikony ve formátu PNG použité pro grafické znázornění legendy (1.png – 23.png, 00.png - 04.png)
- j) Ikony ve formátu PNG použité v mapě pro vybrané bodové znaky (stresnuti_jiri.png, stretnuti_matyas.png, mir.png)



14 Seznam obrázků

Obr. 1 Ukázka z aplikace GeaCron	- 12 -
Obr. 2 Schematické vyobrazení Story Map Tour	- 24 -
Obr. 3 Schematické vyobrazení Story Map Journey	- 25 -
Obr. 4 Schematické vyobrazení Tabled Layout, Bulleted Layout a Side Accordion Layout	- 25 -
Obr. 5 Schematické vyobrazení Swipe a Spyglass	- 26 -
Obr. 6 Schematické vyobrazení Story Map Basic	- 26 -
Obr. 7 Schematické vyobrazení Story Map Shortlist	- 27 -
Obr. 8 Schematické vyobrazení Story Map Crowdsorce	- 27 -
Obr. 9 Schematické vyobrazení Story Map Cascade	- 28 -
Obr. 10 Zápas o Země koruny české [7]	- 32 -
Obr. 11 Legenda k mapě [7]	- 32 -
Obr. 12 Ukázka GML kódu – polygon, bod, linie	- 37 -
Obr. 13 Ukázka KML kódu – bod	- 38 -
Obr. 14 Ukázka GeoJSON kódu – bod	- 39 -
Obr. 15 Ukázka nastavení parametrů pro konverzi jednotlivé vrstvy	- 41 -
Obr. 16 Vyobrazení vybraných konvertovaných vrstev	- 42 -
Obr. 17 Ukázka nastavení parametrů pro konverzi mapy	- 43 -
Obr. 18 Data při rozlišení 100 DPI	- 44 -
Obr. 19 Data při rozlišení 200 DPI	- 45 -
Obr. 20 Data při rozlišení 400 DPI	- 45 -
Obr. 21 Data při rozlišení 600 DPI	- 45 -
Obr. 22 Data při rozlišení 900 DPI	- 46 -
Obr. 23 Data při rozlišení 1200 DPI	- 46 -



Obr. 24 Nastavení exportu vektorové vrstvy	48 -
Obr. 25 Mapa v OpenLayers s připojenými vektorovými soubory KML.....	49 -
Obr. 26 Výřez z aplikace vyobrazující speciální mapové značky.....	50 -
Obr. 27 Sestavený příkaz pro ArcMap.....	52 -
Obr. 28 Program MapTiler Free – oblast dat	54 -
Obr. 29 Zobrazení liniových vrstev trasy vojenského tažení	57 -
Obr. 30 Přiblížení pomocí obdélníku	61 -
Obr. 31 Varianty panelu pro ovládání přiblížení (zleva: pouze tlačítka „+“ a „-“, automatický posuvník, upravený posuvník) [5].	61 -
Obr. 32 Použití skriptu uživatele <i>walkermatt</i>	63 -
Obr. 33 Spojení legendy a funkce pro selekci vrstev.....	64 -
Obr. 34 Jednoduché ovládání výpisu souřadnic kurzoru.....	65 -
Obr. 35 Klasický výpis souřadnic polohy kurzoru	65 -
Obr. 36 Název zobrazený po přejetí kurzorem	68 -
Obr. 37 Zobrazení <i>popup</i> v aplikaci	69 -
Obr. 38 Zobrazení <i>popup</i> s ukázkou upravených popisných dat	69 -
Obr. 39 Stáhnout jako PNG	70 -
Obr. 40 Výsledná aplikace	74 -



15 Seznam tabulek

Tab. 1 Komerčnost srovnávaných aplikací	- 34 -
Tab. 2 Podporované formáty.....	- 35 -
Tab. 3 Funkcionalita aplikací.....	- 35 -
Tab. 4 Vybraná kritéria dat po konverzi do KMZ	- 44 -
Tab. 5 Přehled variant programu MapTiler.....	- 53 -
Tab. 6 Přehled použitých geometrických značek	- 58 -
Tab. 7 Přehled použitých symbolických značek.....	- 59 -