

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
Přírodovědecká fakulta
Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie



Bezpečnost publikování prostorových dat na internetu

Diplomová práce

Security of publishing spatial data on the Internet

Master thesis

Pavel BŘICHNÁČ

Srpen 2010

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav ČÁBELKA

Zadání

Prohlášení kvalifikační práce

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem všechny použité prameny řádně citoval.

Jsem si vědom toho, že případné použití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Praze, dne 30. srpna 2010

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval konzultantovi mé práce RNDr. Jakubu Lysákovi za věnovaný čas, cenné rady a připomínky. Můj velký dík také patří manželce Janě, která mi byla v době psaní práce oporou.

V práci byla použita data zapůjčená Zeměměřickým úřadem.

Bezpečnost publikování prostorových dat na internetu

Abstrakt

Diplomová práce se věnuje problematice publikování prostorových dat v síti internet. Cílem je popsat soudobé způsoby publikování dat, analyzovat bezpečnostní slabiny z hlediska úniku dat a navrhnout opatření, která by umožnila zabezpečit volně dostupná data proti automatizovanému stahování.

V práci je vysvětlena motivace ilegálního získávání prostorových dat, jsou popsány soudobé možnosti publikování dat na internetu (včetně specifík pro data rastrová a vektorová), možnosti ochrany dat proti nelegálnímu získání a jejich slabiny.

Výsledkem je navržení a formulování obecné metodiky ve formě doporučení pro publikování různých typů prostorových dat, která automatizované útoky na získání dat významně ztíží.

Klíčová slova: prostorová data, internet, mapový server, datová politika, webové technologie

Security of publishing spatial data on the Internet

Abstract

The master's thesis focuses on the topics of security of publishing spatial data on the Internet. The goal of the work is to describe present ways of publishing, to analyze weaknesses from point of view of leaks and to propose measures, that would allow securing publicly accessible data against automated downloads.

Readers will get explained the motivation of getting spatial data, description and classification of the data to raster and vector including their specificity while publishing on the internet. It will be also explained how it is possible to view the data, which types of protections against non legal obtaining of data exists, and what are their weaknesses.

The outcome is a suggestion and formulation of general methodology for publishing different types of spatial data, which makes data obtaining attacks significantly more difficult.

Keywords: spatial data, internet, map server, data politics, web technologies

Obsah

1. ÚVOD	9
2. PROSTOROVÁ DATA	10
3. TYPY PROSTOROVÝCH DAT	10
3.1. RASTROVÁ DATA	10
3.2. VEKTOROVÁ DATA.....	11
3.3. DISTRIBUCE PROSTOROVÝCH DAT.....	12
3.4. DATOVÁ POLITIKA – INSPIRE.....	13
3.5. PŘEHLED VYBRANÝCH NÁRODNÍCH GEOPORTÁLŮ JAKO ZDROJŮ DAT	14
3.6. MOTIVACE ZÍSKÁVÁNÍ PROSTOROVÝCH DAT	17
<i>Příklad obchodních modelů distribuce prostorových dat.....</i>	<i>17</i>
<i>Argumenty pro ilegální získávání dat.....</i>	<i>18</i>
<i>Argumenty proti ilegálnímu získávání dat.....</i>	<i>18</i>
4. TECHNOLOGIE MAPOVÝCH SERVERŮ	19
4.1. DATA Z WMS	19
4.2. DLAŽDICE	20
4.3. DOČASNÝ SOUBOR	21
4.4. DATA Z WFS.....	22
5. PRAKTICKÁ REALIZACE ÚTOKŮ NA DATA	24
5.1. VÝBĚR MAPOVÝCH SERVERŮ	24
5.2. PLÁNOVÁNÍ ÚTOKU NA MAPOVÝ SERVER.....	26
5.3. RASTROVÁ DATA	27
5.4. VEKTOROVÁ DATA.....	36
<i>Převod rastrů na vektory.....</i>	<i>36</i>
<i>Vektory přes WFS.....</i>	<i>48</i>
<i>„Dočasné soubory“</i>	<i>49</i>
5.5. HODNOCENÍ PŘESNOSTI STAŽENÝCH DAT	52
<i>Rastrová data.....</i>	<i>52</i>
<i>Vektorová data</i>	<i>52</i>
6. NÁVRHY OPATŘENÍ KE ZTÍŽENÍ AUTOMATICKÉHO STAHOVÁNÍ	55
6.1. RASTROVÁ DATA	55
<i>Rastrы s malým počtem barev:</i>	<i>55</i>
<i>Rastrы s velkým počtem barev:.....</i>	<i>55</i>
6.2. VEKTOROVÁ DATA.....	56
<i>Publikování vektorů převodem na rastry</i>	<i>56</i>
<i>Publikování přes WFS.....</i>	<i>57</i>
<i>Obecné metody.....</i>	<i>58</i>

7. ZÁVĚR.....	59
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	61
SEZNAM OBRÁZKŮ	62
SEZNAM TABULEK.....	63
SEZNAM SKRIPTŮ.....	64
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	66
SEZNAM PŘÍLOH.....	69

1. Úvod

Člověk tvořil mapy od nepaměti. Soudí se, že dokonce první mapy spatřily světlo světa ještě dříve, než vznikl psaný jazyk. Potřeba orientovat se ve svém okolí, zaznamenat cestu či místo s hojností potravy byly prvopočáteční motivací k jejich tvorbě. První mapy byly vyryty na mamutích klech, hliněných destičkách či kamenech, nakresleny na kůži zvířat apod. Lidé si je předávali z ruky do ruky, jednotlivé kmeny je opatrovaly po generace, viz např. [7] Dnes je však již jiná doba a tak používáme běžně mapy tištěné. Distribuce se však téměř nezměnila.

Novinkou posledních několika dekad jsou počítače. Ty pronikly prakticky do všech oborů lidských činností – kartografii nevyjímaje. Digitální kartografická díla a data jsou produkty nehmataelné, uložené na paměťovém mediu. Tím se zcela zásadně liší od hmatatelných výtisků či zmiňovaných předchůdců dnešních map. Mají obrovskou výhodu v tom, že dopravit digitální mapu z jednoho konce světa na druhý je v dnešní době otázkou okamžiku. Jsou to nuly a jedničky putující nejrůznějšími komunikačními médii. Tím, jak se zvyšuje počítačová gramotnost, jak se počítače stávají dostupnější a rozšířenější, jak se zlepšuje datová infrastruktura, stává se distribuce dat (nejen prostorových) běžnou záležitostí.

V předkládané práci je pojednáno o způsobech distribuce prostorových dat, o datových politikách a o způsobu, jak se bránit automatizovanému stahování dat. Teorie je doplněna praktickou ukázkou získání jak rastrových tak vektorových dat z několika různých zdrojů.

2. Prostorová data

Prostorovými daty pro účel této práce budeme rozumět jakákoli data, která se vztahují k poloze (geografické), vypovídají o tvaru prvků, relacích či jevech reálného světa a jsou zpravidla vyjádřena ve formě souřadnic a topologie, upraveno dle: [25]

V praxi je často používán pojem geodata, který je významově užší. Jde o data, která se vztahují k planetě Zemi (z latiny geo = Země), ale nemusí jít nutně o data prostorová (např. atributy prostorových dat). Zatímco pojem geoprostorová data je pojem vycházející z téhož základu, tedy data vážící se k Zemi vyhovující definice shora uvedené (obsahují prostorovou složku).

V dnešní době jsou sbírána data o ledasčem. Ať jde o záznamy telefonních hovorů, seznamy pacientů či rozmístění zastávek hromadné dopravy osob. Ne všechna data však obsahují prostorovou složku (někdy to ani není třeba). Dat, která ji mají, je ale mnoho. Konkrétně se jedná například o státní mapová díla (katastrální mapy, státní mapy, základní mapy ČR, vojenské topografické mapy, základní vodohospodářské mapy...), geologické mapy, mapy spojené s ochranou životního prostředí, turistické mapy atd. dle [8]. Majiteli dat jsou státní instituce i soukromé společnosti. Podle toho jsou některá data volně dostupná komukoli a některá jsou k dispozici za úplaty či nejsou pro veřejnost určena vůbec.

Prostorová data, podobně jako například některá data statistická, jsou pro lepší interpretaci vizualizována. Tím, že se váží k poloze, je možné je zobrazit na podkladu mapy a lépe se tak v datech orientovat. Za tímto účelem jsou pro prezentaci a distribuci dat vytvářeny speciální aplikace – mapové servery, které umožňují snazší orientaci v datech a jejich zobrazení.

3. Typy prostorových dat

Typem dat rozumíme data vektorová či rastrová. Není sice účelem práce dopodrobna vysvětlovat jejich rozdíly, ale základní specifika jsou zmiňována z toho důvodu, že jsou některé vlastnosti dat využívány v praktické části práce a jsou použity v částech programového kódu.

3.1. Rastrová data

Rastry (někdy také grid či bitmapa) jsou obrazová data tvořena jednotlivými buňkami zvanými pixely (z angl. picture element), které jsou uspořádány do pravidelné mříže (matice, gridu). Každá buňka (cell) nese nějakou hodnotu. Barevné rastry, se kterými se setkáme v této práci, vycházejí z barevného modelu RGB (Red, Green, Blue = červená, zelená, modrá) a proto má každá buňka tři hodnoty – pro každý kanál jednu. Multispektrální data mají hodnot pro danou buňku více. V matici buněk je zaveden souřadný systém, tzv. systém pixelových souřadnic. Má dvě osy X a Y , jejichž orientace je ve smyslu I. kvadrantu kartézského souřadného systému. (Podle [26] dále zmiňovaný WorldFile užívá jinou orientaci os – ve smyslu II. kvadrantu.). K rastrovým datům se váže pojem rozlišení, které v této souvislosti chápeme jako území, které odpovídá jednomu pixelu. Dále v textu je vyjádřeno např.: 1 m/1 px.

Rastrová data se používají v různých oborech, ale zůstaneme-li poblíže kartografie a geoinformatiky, setkáváme se s nimi například při skenování tištěných mapových podkladů, nebo při pořizování leteckých či družicových snímků digitálními kamerami či jinými snímači. Se zvýšenou potřebou data ukládat a publikovat vnikaly v minulosti různé druhy obrazových formátů, pomocí nichž byla rastrová data uchovávána. Jednotlivé formáty se od sebe odlišují především strukturou uložených dat a použitými komprimačními algoritmy. Zběžně bychom formáty rastrových obrazových dat mohli rozdělit právě podle toho, jestli používají kompresi či nikoli, jestli je tato ztrátová nebo bezztrátová, jakou bitovou hloubku data obsahují (kolik bitů na pixel), jestli umožňují přímo datový soubor georeferencovat atd. Grafických formátů je mnoho – podle: [9] řádově několik stovek. V běžné praxi na internetu se jich však používá jen zlomek. Jde v zásadě o formáty JPEG a PNG. Jejich klíčové vlastnosti jsou zmíněny níže.

JPEG – Joint Photographics Expert Group, rastrový formát obrazu využívající ztrátové a bezztrátové algoritmy diskrétní kosinové transformace, RLE (Run Length Encoding) a Huffmanova kódování jak uvádí [1], jejichž důsledky je ztrátová komprese obrazu. Umožňuje ukládat 8bit obrázky v odstínech šedé a až 12bit RGB barevné obrázky. Výhodou je velký kompresní poměr při uspokojivé kvalitě obrazu. Proto se hojně využívá v síti internet, kde je třeba dbát na objem přenášených dat. Naopak nevýhodou je, že při velkých kompresních poměrech jsou zejména na hranách obrazu a plochách stejné barvy přítomny typické artefakty, které obraz degradují. Vhodný pro fotografie a tedy i letecké snímky (nikoli ovšem na primární uložení, ale pouze pro účely publikace)

PNG – Portable Network Graphics, rastrový formát obrazu využívající bezztrátové metody komprese DEFLATE. Jde o nástupce rozšířeného formátu GIF, na rozdíl od něj však PNG není patentově chráněn (GIF patentově chráněn do roku 2003. Zdroj: [20]). Umožňuje ukládat paletové obrázky v až 64bit barevné hloubce, podporuje průhlednost (alfa kanál). Vhodný pro ukládání čárové grafiky, mimo jiné taky například topografických map (opět myšleno pro účely publikace).

3.2. Vektorová data

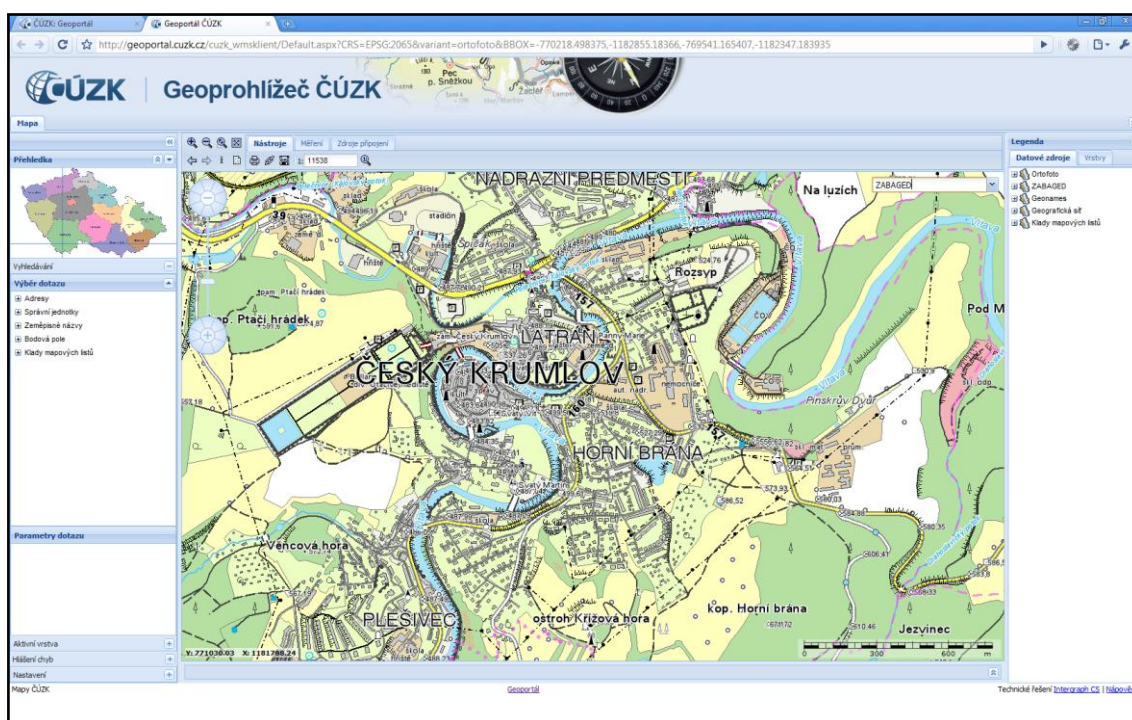
Vektorem v GIS rozumíme útvar vzniklý propojením bodů. Jde tedy o lomené čáry, které jsou tvořeny mezilehlými body (vertex) a koncovými uzly (node). Nejčastěji jsou využívány linie (polylinie), polygony a zvláštním případem jsou body, kdy je počáteční a koncový uzel ztotožněn, takže délka spojující linie je nulová. K vektorovým datům se váže atributová složka, která geometrický tvar doplňuje informacemi o daném objektu. Výrazným rozdílem mezi oběma způsoby uložení dat (rastr \times vektor) je to, že u vektorových dat je možné definovat tzv. topologii. Jde o pojem z matematiky, jehož definice jde nad rámec této práce, ale v jednoduchosti jde o disciplínu, která studuje vzájemnou souvislost objektů bez ohledu na jejich geometrický tvar. V geoinformatice totiž v některých případech není důležitá konkrétní geometrie (tedy velikost a umístění v prostoru), ale pouze vzájemný vztah (sousednost) jednotlivých popisovaných objektů.

Pojem rozlišení je mírně odlišný od rastrových dat. Pokud jsou vektorová data pořizována digitalizací (vektORIZací) rastrových dat, uvádíme je jako rozlišení původních dat. Pokud jsou pořizována přímo (např. měřením), zmiňuje se přesnost zaměření.

3.3. Distribuce prostorových dat

Prostorová data, jelikož se jedná o data elektronická, je možné distribuovat několika způsoby. Je možné je na datovém nosiči fyzicky přemístit od tvůrce (pořizovatele dat) k uživateli. To ovšem postrádá eleganci elektronické výměny dat a nese s sebou mnoho „starých“ problémů typu dlouhé přepravy, vysokých přepravních nákladů atd. Další variantou je přenos dat po síti. Tato varianta předpokládá, že jsou prostorová data uložena v inter/intranetu a pomocí tenkého či tlustého klienta se k nim přes síť přistupuje. Nejběžnějším způsobem distribuce a zobrazování prostorových dat je prezentace pomocí mapového serveru. Jde o aplikaci běžící na serveru v internetu, která naslouchá požadavkům klientů (klientem může být např. webový prohlížeč) a výsledky jejich požadavků předává webovému serveru, který vrací klientovi výsledek v podobě webové stránky. Většinou jde o konkrétní datovou vrstvu/vrstvy územně omezenou výběrem uživatele. Obr. 1 znázorňuje konkrétní příklad webové aplikace poskytující prostorová data.

Obr. 1. Příklad webové aplikace poskytující prostorová data.

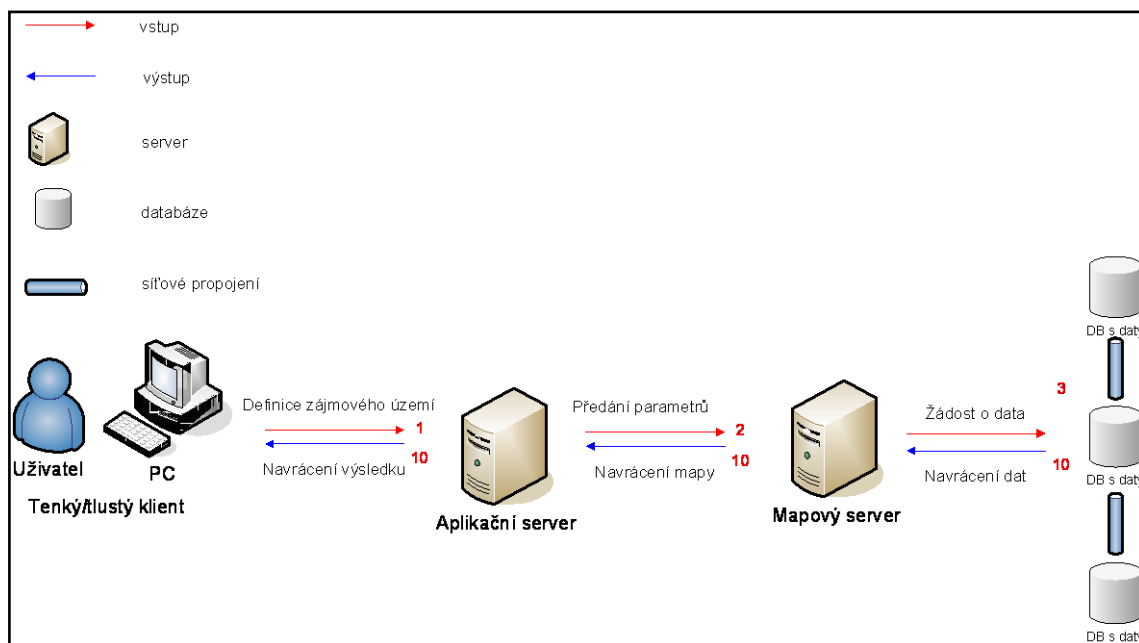


Zdroj: [1]

Schéma principu fungování mapového serveru (architektura klient/server) je znázorněno na Obr. 2. Toto schéma je obecnější než to, co bylo popsáno výše. Aplikací serverem může být nejen aplikace komunikující s klientem (návštěvníkovi webu umožňuje pohodlné ovládání, prohlížení a manipulaci s mapami), ale i webový server, který produkuje výslednou webovou

stránku. V případě, že je na straně klienta operováno s tlustým klientem (plnohodnotný software na straně klienta, který umí zpracovávat data, např. ArcMap), přistupuje se rovnou k mapovému serveru a role aplikačního serveru je vynechána.

Obr. 2. Schéma fungování mapového serveru.



Zdroj: autor

3.4. Datová politika – INSPIRE

S nástupem počítačů do všech oborů lidské činnosti se zásadním způsobem začalo zvyšovat množství pořizovaných a uchovávaných dat – a to i prostorových. V závislosti na tom, jak, za jakým účelem a kým byla data pořízena, se liší jejich možnost využívání, resp. přístup k nim. Zatímco soukromé firmy data téměř vždy zpoplatňují (až na výjimky uvedené dále v textu), státní instituce poskytují některá data ze zákona zdarma. Situace je v tomto směru ještě patrnější na příkladu Spojených států amerických, kde data pořízená z veřejných zdrojů – tedy z peněz daňových poplatníků, jsou většinou distribuována zdarma nebo za symbolický manipulační poplatek [13]. Konzervativnější přístup praktikovaný v Evropě paradoxně přináší situace, kdy se státem pořízená data dále zpoplatňují a to dokonce i ostatním státním institucím. V USA tento přístup nejenže nahrává rychlejšímu rozvoji GIS a efektivnějšímu fungování státní správy, ale i lepšímu povědomí a přístupu k informacím. Ale Evropská unie si je vědoma této slabiny a tak 25. 4. 2007 vešla v platnost směrnice INSPIRE (INfrastrucure for SPatial InfoRmation in Europe), která si klade za cíl vytvořit legislativní rámec potřebný k vybudování evropské infrastruktury prostorových informací. Z této směrnice mimo jiné plyne:

- data jsou sbírána a vytvářena jednou a spravována na takové úrovni, kde se tomu tak děje nejefektivněji,

- možnost bezešvě kombinovat prostorová data z různých zdrojů a sdílet je mezi mnoha uživateli a aplikacemi,
- prostorová data vytvářena na jedné úrovni státní správy a sdílena jejími dalšími úrovněmi,
- prostorová data dostupná za podmínek, které nebudou omezovat jejich rozsáhlé využití,
- snadnější vyhledávání dostupných prostorových dat, vyhodnocení vhodnosti jejich využití pro daný účel a zpřístupnění informace, za jakých podmínek je možné tato data využít.

Směrnice o vybudování infrastruktury prostorových dat ve Společenství (INSPIRE) vyšla 25. dubna 2007 a v platnost vstoupila 15. května 2007. Vytváří základ pro koordinační mechanismus potřebný k fungování infrastruktury na evropské úrovni. Fáze transpozice začala schválením směrnice a trvala po dobu dvou let. Během nich byla směrnice transponována do národní legislativy novelou (zákon č. 380/2009 Sb.) a současně vzniknul implementační plán, jak splnit do roku 2013 požadavky, které na ČR klade text směrnice. Implementace směrnice definuje konkrétní způsob, jak naplnit všechny požadavky kladené přijetím směrnice a bezprostředně navazuje na její transpozici. Lhůta pro implementaci směrnice je v případě příloh I a II dva roky a v případě přílohy III pět let v případě metadat. Lhůta začíná běžet od chvíle schválení implementačních pravidel, která budou schvalována v průběhu roku 2008 až 2010.

Převzato z: [2]

Přijetí směrnice INSPIRE pozitivně ovlivnilo dostupnost prostorových dat v Evropě. V ČR má každý ze čtrnácti krajů svůj mapový portál poskytující data, na národní úrovni jsou to organizace Český úřad zeměměřický a katastrální – ČÚZK, Česká informační agentura životního prostředí – CENIA, Ministerstvo práce a sociálních věcí – MPSV, Úřad pro hospodářskou úpravu lesů – ÚHÚL a Agentura ochrany přírody a krajiny – AOPK. K přínosům směrnice INSPIRE je rovněž možné řadit i rozšíření metadatových katalogů, tedy katalogů spravujících informace o geografických datech.

3.5. Přehled vybraných národních geoportálů jako zdrojů dat

Při výběru mapových serverů pro účely demonstrace praktické ukázky útoku na prostorová data, bylo zároveň shromážděno několik zástupců jak z prostředí českého, tak i ze zahraničí. Výběr byl realizován i se záměrem postihnout různé obory, ze kterých se data publikují, různé použité produkty, technologie atd. Většinou se jedná o státní instituce (v Evropské unii povinnost publikovat data jednotlivým institucím členských států ukládá směrnice INSPIRE, viz výše)

nebo soukromé firmy, které povinnost publikovat data mají nebo je to předmětem jejich podnikatelské činnosti.

Následující tabulka uvádí přehled vybraných mapových portálů. Při výběru byl kladen důraz na to, aby byl výběr rozmanitý co do použitých technologií (zastoupeny technologie WMS i dlaždice), aby obsahoval nejnavštěvovanější portály (např. mapy.cz mají 2,5 mil. unikátních uživatelů měsíčně a téměř 54 mil. page views Zdroj: [22]), aby byli zastoupeni implementátoři INSPIRE (ČÚZK, CENIA), ale i ostatní mapové portály.

Tab. 1. Vybrané České mapové portály.

	Provozovatel	Státní/komerční	Technologie¹	URL
Archivní mapy ČÚZK	ČÚZK	státní instituce	WMS	http://archivnimapy.cuzk.cz
Mapy.cz	Seznam, a.s.	komerční	dlaždice	http://www.mapy.cz
Mapy Google	Google Inc.	komerční	dlaždice	http://maps.google.cz
A-mapy	Centrum holdings	komerční	dlaždice	http://amapy.centrum.cz
Geoportál ČÚZK	ČÚZK	státní instituce	WMS	http://geoportal.cuzk.cz
Geoportál CENIA	CENIA	státní instituce	WMS	http://geoportal.cenia.cz
Portál ČGS	ČGS	státní instituce	WMS	http://mapy.geology.cz/website/geoinfo/viewer1.htm

Zdroj: autor

¹ Pojem technologie, tak jak je chápán v této práci, je vysvětlen v kapitole 4

Tab. 2. Vybrané evropské národní mapové portály.

	Státní/komerční	Technologie	URL
Francie	státní instituce	dlaždice	http://www.geoportail.fr/
Itálie	komerční	WMS	http://www.pcn.minambiente.it/PCN/
Maďarsko	komerční	nefunkční ¹	http://www.geo-portal.hu/geo/
Německo	komerční	WMS	http://geoportal.bkg.bund.de/
Norsko	státní instituce	WMS	http://www.geonorge.no/
Polsko	státní instituce	dlaždice	http://www.geoportal.gov.pl/
Portugalsko	státní instituce	dočasný výstup	http://snig.igeo.pt/
Slovinsko	státní instituce	WMS	http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/
Španělsko	státní instituce	WMS	http://www.idee.es/
Švýcarsko	státní instituce	dlaždice	http://www.geo.admin.ch/
Velká Británie	státní instituce	WMS	http://www.ordnancesurvey.co.uk/osweb/site/opendata/viewer/

Zdroj: autor

¹ Z důvodu nefunkčnosti portálu v rozmezí dvou měsíců nebylo možné použitou technologii identifikovat.

3.6. Motivace získávání prostorových dat

S rozvojem výpočetní techniky a její penetrace do všech oborů lidské činnosti přirozeně stoupla potřeba uchovávat data, která jsou informačními systémy evidována. Pořizování, správa, údržba a obnova dat je spojena s náklady, které jsou více či méně převeditelné do podoby finančních prostředků. Subjekty, které prostorová data publikují, potřebují vložené prostředky alespoň z části refundovat. Existuje mnoho různých obchodních modelů či datových politik od těch liberálních, kdy jsou státem pořizovaná data považována za veřejná a dále nejsou zpoplatněna, přes ty, které jsou používány například v ČR – tedy kdy je třeba u některých dat znovu a znovu platit. Naproti tomu dále zmíněné soukromé subjekty poskytují data „zdarma“. Zcela záměrně je slovo zdarma v uvozovkách, neboť obchodní model může být nastaven tak, že se finance do firmy vracejí jinak – zisk generuje jiný produkt apod. Uvedu to na dvou konkrétních příkladech.

Příklad obchodních modelů distribuce prostorových dat

Komerční firma

Jako příklad úspěšné komerční firmy je možné uvést Google Inc. Provozuje mapový portál Google Maps. Pokrytí mapami překračuje hranice státu, kde firma sídlí – tedy USA stejně jako její působnost. Data jsou průběžně doplňována a aktualizována a dnes portál pokrývá více či méně podrobně celý svět. Data jsou publikována v podobě map ve webové aplikaci – mapovém prohlížeči. Běžnému uživateli není prohlížení nikterak zpoplatněno a využívání je limitováno pouze souhlasem s Podmínkami užití služby.

Přestože mapové podklady (letecké snímky a satelitní snímky, mapové podklady různých měřítek, digitální model terénu, data Street view, ...) stojí obrovské peníze, je využití map pro nekomerční účely zdarma. Za tento fakt může obchodní model a filosofie společnosti. Hlavním zdrojem příjmů je inzertní činnost a její strategie spočívá ve vyhledávání a následného nabízení cílené reklamy. Pro komerční použití jsou k dispozici alternativní obchodní modely, které předpokládají platbu za data či služby.

Podobně je na tom i jiná firma z českého prostředí. Seznam nabízí službu Mapy.cz, kde je použita podobná filosofie (přesněji řečeno je vidět značná snaha o kopírování Google). Tedy mapy jsou k dispozici zdarma a příjmy plynou z jiné činnosti.

U obou příkladů je patrné, že firma musela vynaložit nemalé prostředky na pořizování dat a na jejich zpřístupnění a není v jejím zájmu je ve velkém množství nikomu poskytovat. Naopak cíl uživatele, který si data nemůže dovolit zakoupit a nespokojí se s pouhými několika mapovými výřezy, které může získat „ručním“ ovládním webu, je protichůdný – snaží se data získat v rozporu s Podmínkami použití.

Státní instituce

Příkladem státní instituce je ČÚZK (Český úřad zeměměřický a katastrální) do jehož gesce podle [5] mimo jiné spadá provádění těchto činností:

- správy katastru,
- budování a údržby bodových polí,
- tvorby, obnovy a vydávání základních a tematických státních mapových děl a jiných publikací,
- standardizace jmen nesídelních geografických objektů z území České republiky a jmen sídelních a nesídelních geografických objektů z území mimo Českou republiku,
- vytváření a vedení automatizovaného informačního systému zeměměřictví a katastru,
- dokumentace výsledků zeměměřických činností,
- vede archiv skenovaných katastrálních map na elektronických médiích.

V portfoliu produktů ČÚZK je mimo jiné ZABAGED (Základní Báze Geografických Dat) v měřítku 1:10 000. Celý produkt sestává ze 106 typů geografických objektů, které odrážejí skutečnost na území České republiky v podrobnosti a přesnosti srovnatelné se Základní mapou České republiky v měřítku 1:10 000 (ZM 10) Zdroj: [6].

Vydávání dat pro jiné účely je zpoplatněno dle Ceníku výkonů a výrobků ZÚ“. Celý produkt ZABAGED – polohopis stojí 3 726 913 Kč a ZABAGED – výškopis 1 051 291 Kč. Cena je pro soukromý subjekt astronomická a pro případ, že by data byla využita komerčně se pak dle množství vydaných kusů, jde-li o tištěný produkt, zvyšují až o 250 %. Při použití na internetu je odběratel dat povinen produkt znehodnotit digitálním vodoznakem.

Argumenty pro ilegální získávání dat

Jako hlavní argument útočníků na prostorová data bude jistě ekonomická výhodnost tohoto počínu. Z výše uvedených cen je zřejmé, že mapový produkt v ceně téměř pěti milionů korun si může dovolit jen velmi majetný člověk. Přestože je k získání těchto dat zapotřebí poměrně velké množství času, je to v porovnání s jejich cenou adekvátní oběť a tak poměr strávený čas/uspořené náklady je velmi dobrý. Pro ilegálnost stahování hovoří i anonymita internetu, která útočníka nenutí odkrývat svou totožnost a tím podporuje toto chování.

Argumenty proti ilegálnímu získávání dat

Ale aby z výše uvedeného nevyznělo, že získávání dat automatizovaným stahováním má pouze výhody, je třeba uvést i druhou stranu mince tohoto postupu. V první řadě jde o nesnadnost postupu. Zatímco koupě dat (například na portálu ČÚZK) je velmi snadná a data má kupující takřka okamžitě, stahování dat je zdlouhavý proces, navíc v případě dat vektorových je potřeba následná vektorizace a získání atributů. Druhou vadou na tomto postupu je fakt, že se data na mapovém portálu mění (jsou aktualizována) a při stažení těchto dat získáváme kopii dat aktuální v okamžiku stažení. Po aktualizaci dat na serveru jsou ta stažená již zastaralá a je třeba celý proces opakovat znovu.

4. Technologie mapových serverů

Mapové servery, jako jeden ze způsobů, jak snadno distribuovat data k uživatelům, se v posledních letech stále více rozšiřují. Jejich počet se postupně zvyšuje a konkurence na trhu programového vybavení této specifické oblasti se také přirostuje. K dispozici je několik produktů, které mají z hlediska uživatele rozdílné chování, ovládání i možnosti. Jejich klasifikace je možná podle různých kritérií, jejichž výběr je zde determinován cílem práce.

Pro účely této práce bychom mapové servery mohli klasifikovat s ohledem na to, jakým způsobem zobrazují výsledek požadavku uživatele, protože je to klíčové z hlediska automatizovaného stahování velkého množství dat. Všechny mapové servery používají tzv. frontend (programové rozhraní), který komunikuje s uživatelem a který překládá uživatelské požadavky do příkazů, jímž mapový server rozumí a stejně tak výslednou odpověď „esteticky zformátuje“. Podle toho, jak je postavena celá aplikace, můžeme rozlišit útoky na samotné služby (WMS, WFS), nebo útoky na aplikaci. Rastrová data totiž mohou být publikována několika způsoby. Buďto jde výstup vrácený ve formě dlaždic (tiles) a bezpečně spojený v aplikaci, nebo výstup ve formě obrázku (výstup ze služby WMS) anebo ve formě dočasně vygenerovaného HTML souboru, ve kterém je umístěn požadovaný výřez mapy. Pro vektorová data jde o výstup ve formátu XML (GML).

Principem úspěchu automatizovaného stažení většího množství dat je rozpoznání použité technologie, formulace požadavku na konkrétní data (mapovou vrstvu/y a vymezení území) a jeho opakované volání s dynamicky se měnícími se parametry požadované oblasti.

4.1. Data z WMS

Velmi používaným způsobem publikování geografických dat je využití služby WMS (Web Map Service), autorem standardu je OGC (Open Geospatial Consortium) viz např. [16]. Jde o službu typu klient – server, která vrací georeferencovaná data. Služba umožňuje žádat o více mapových (tematických) vrstev a díky georeferenci je překrývat a vytvářet mapové kompozice. Služba vrací jeden z těchto typů grafických souborů: GIF, PNG, JPEG, TIFF, SVG nebo WebCGM. Mapové servery pro zobrazování požadovaných mapových výřezů využívají typ požadavku GetMap, který má několik povinných atributů. Příklad požadavku je uveden v: Skript 1

Skript 1. Ukázka WMS požadavku.

```
http://a-map-co.com/mapserver.cgi?VERSION=1.3.0&REQUEST=GetMap&
CRS=CRS:84&BBOX=-97.105,24.913,-78.794,36.358&
WIDTH=560&HEIGHT=350&LAYERS=AVHRR-09-27&STYLES=&
FORMAT=image/png&EXCEPTIONS=INIMAGE
```

Zdroj: Specifikace WMS [16]

Služba WMS disponuje mimo operace GetMap ještě: GetCapabilities, a GetFeatureInfo. Seznam atributů je popsán níže (tučně je zvýrazněna povinná položka).

- **GetCapabilities**
 - VERSION=version
 - **SERVICE=WMS**
 - **REQUEST=GetCapabilities**
 - FORMAT=MIME_type
 - UPDATESEQUENCE=string
- **GetMap**
 - **VERSION=1.3.0**
 - **REQUEST=GetMap**
 - **LAYERS=layer_list**
 - **STYLES=style_list**
 - **CRS=namespace:identifier**
 - **BBOX=minx,miny,maxx,maxy**
 - **WIDTH=output_width**
 - **HEIGHT=output_height**
 - **FORMAT=output_format**
 - TRANSPARENT=TRUE|FALSE
 - BGCOLOR=color_value
 - EXCEPTIONS=exception_format
 - TIME=time
 - ELEVATION=elevation
 - Other sample dimension(s)
- GetFeatureInfo
 - **VERSION=1.3.0**
 - **REQUEST=GetFeatureInfo**
 - **QUERY_LAYERS=layer_list**
 - **INFO_FORMAT=output_format**
 - FEATURE_COUNT=number
 - **I=pixel_column**
 - **J=pixel_row**
 - EXCEPTIONS=exception_format

Zdroj:[16]

Jak je vidět v ukázce uvedené v: Skript 1, jsou kromě „exceptions“ použity pouze povinné parametry dotazu. Mapové portály pracující na této technologii na pozadí posílají požadavky podobného typu a server vrací relevantní výsledky, jež jsou zakomponovány do okna webové aplikace či jsou přímo zobrazeny v tlustém klientovi (např. ArcMap).

4.2. Dlaždice

Při větším množství požadavků na WMS může dojít k tomu, že je server hodně vytížen. Markantní je to zejména v případě velkých výřezů a složitých kompozic. Pokud se k tomu přidá ještě „provozní špička“, je server přetížen a pro klienta to znamená dlouhou dobu odezvy. Pro takto exponované servery byla navržena technologie dlaždic (map tiles).

Dlaždice jsou předgenerované požadavky ve formě většinou čtvercových, bezešvých na sebe navazujících obrázků. V okamžiku, kdy klient požádá server o vrácení mapového výřezu, nedochází již k sestavování mapy a dynamickému generování obrázku ze všech zvolených vrstev, ale jsou klientovi odeslány odpovídající, předem připravené, dlaždice. Klient na první pohled nic nepozná – dostane stejnou mapu, ale celá operace je v případě složitějších požadavků rychlejší. Nevýhodou je, že při změně byť jednoho prvku v konkrétní vrstvě (např. zakreslení nového mostu), je třeba znovu vygenerovat celou soustavu dlaždic (tedy všechny mapové kompozice, které most zobrazují včetně všech měřítkových skupin, kde se ještě má změna projevit).

Servery podporující dlaždice pracují většinou podle standardu Web Map Tile Service (WMTS) konsorcia OGC nebo Tile Map Service (TMS) nadace Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Mapa, která je klientovi vrácena, je označována jako TileMap. Každá TileMap je složena ze sady dlaždic označovaných jako TileSet. Se vzrůstajícím měřítkem (s větší mírou detailů) dlaždic přibývá. Každá TileMap podporuje právě jeden souřadný systém a jeden typ obrázku. Při velkém množství dlaždic jsou kladeny mimořádné nároky na kapacitu úložiště (mapovou cache). Cache může být jednak u klienta, jednak u poskytovatele internetu (ISP – Internet Service Provider), ale také přímo na serveru. Z důvodu snížení počtu požadavků a přenosu dat je možné dlaždicím definovat datum expirace, po kterém je nutné dlaždici načíst znovu jak uvádějí zdroje: [23] a [17] Příklad požadavku na konkrétní dlaždici z Polského národního geoportálu je uveden v: Skript 2.

Skript 2. Ukázka WMTS požadavku

```
http://ars.geoportal.gov.pl/ARS/getTile.aspx?service=RASTER_TOPO&cs=
EPSG2180&fileIDX=L10X513Y847.jpg&DateStamp=20080901
```

Zdroj: [3]

4.3. Dočasný soubor

Dalším způsobem používaným při publikování prostorových dat je využívání tzv. dočasných souborů. Jde vlastně o dynamicky generované soubory v závislosti na klientských požadavcích. K prohlížení dat opět slouží uživatelská aplikace. Uživatel provede dotaz na výřez zájmového území, aplikace pošle serveru požadavek na vygenerování dočasného souboru s územím a zároveň do HTML stránky doplní požadavek na zobrazení tohoto souboru. Prohlížeč pak tento soubor stáhne a zobrazí.

Dočasné soubory jsou pojmenovány neintuitivně – obsahují často dlouhé identifikátory, které nemají nic společného s umístěním obrázku v souřadném systému nebo v systému vrstev (při použití dlaždic). Vazba na session má na svědomí to, že konkrétní odkaz na mapové okno prostým zadáním do jiného prohlížeče či do skriptu není funkční právě z důvodu vazby na session. Mapové portály tohoto typu využívají velké množství javascriptu, který zpříjemňuje

sice práci s aplikací, ale je velmi nepohodlný na obcházení aplikace a stahování dat skripty. Jedná se o typický případ Security through obscurity (tedy je známo, že existují některé slabiny v bezpečnosti, ale předpokládá se, že je útočník neobjeví nebo bude pracně je objevit) Prolomit tuto technologii je tedy pouze otázkou vytrvalosti.

Některé z těchto portálů disponují funkcí, která umožňuje zadat souřadnice a vycentrovat mapu na takto zadanou souřadnici. Tato funkce umožňuje do jisté míry časově náročnou analýzu javascriptu obejít, jen je nutné mít na paměti možnou přítomnost kontroly na sessions, která je předávána v cookie. Ukázka mapového portálu je uvedena na Obr. 3

Obr. 3. Ukázka mapového portálu používající dočasné soubory.



Zdroj: [10]

4.4. Data z WFS

Obdobou služby WMS je další standard pocházející od konsorcia OGC – tentokrát jde o Web Feature Service (WFS). Jde opět o službu typu klient – server, která vrací georeferencovaná data, nyní ale vektorová. Výsledkem požadavků je většinou soubor typu GML (Geographic

Markup Language), což je standard vyvinutý opět OGC vycházející z klasického XML (eXtensible Markup Language). Služba WFS umožňuje získávání dat na základě prostorových i neprostorových dotazů; transakční rozšíření služby WFS-T pak umožňuje i vytváření, mazání a změnu dat. Zdroj: [15]. Podstatné jsou příkazy typu: GetCapabilities, DescribeFeatureType a GetGmlObject. Příklad požadavku na konkrétní vrstvu je uveden v: Skript 3

Skript 3. Ukázka WFS požadavku.

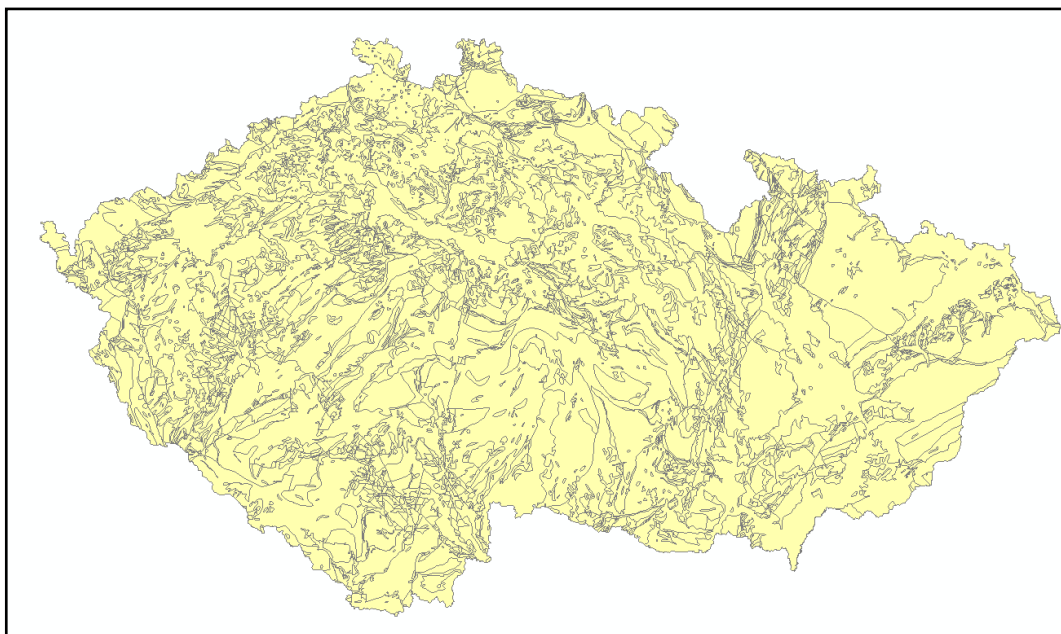
```
http://elwing.cenia.cz/ArcGIS/services/geology/MapServer/WFSServer?request=getfeature&typename=geology:geologie&service=wfs&version=1.0.0
```

Zdroj: autor

V ukázce ve: Skript 3 na adrese: <http://elwing.cenia.cz/ArcGIS/services/geology/MapServer/WFSServer> žádáme server o data, jejichž specifikace je za prvním otazníkem v adrese. Požadavek je typu „GetFeature“, žádáme o geology:geologie a jde o WFS 1.0.0 požadavek. Pokud není specifikováno, vrací server jako výstup XML/GML. V příloze práce je ukázka vráceného dokumentu (s volitelným parametrem „MaxFeatures=1“).

Takto získané GML je možné bez problémů zpracovat. Například v prostředí ArcGIS je možné data načíst pomocí Interoperability Connection. Po načtení mohou vypadat tak, jak je znázorněno na Obr. 4

Obr. 4. Vizualizace dat ze staženého GML souboru v prostředí ArcMap.



Zdroj: vizualizace dat: autor, data: CENIA

5. Praktická realizace útoků na data

Za účelem ověření teoretických předpokladů, zmíněných v minulých kapitolách bylo vybráno několik specifických mapových serverů, na kterých byl proveden pokus o stažení většího množství dat. Aby data byla použitelná, bylo nutné převzít nejen „obrazovou informaci“, ale umístit staženou část mapy (obrázku) do souřadného systému – tedy zajistit georeferenci. Níže je popsáno zdůvodnění výběru konkrétních mapových serverů.

5.1. Výběr mapových serverů

V zájmu zachování komplexního pohledu na problematiku bezpečnosti publikování prostorových dat na internetu bylo zapotřebí ověřit možnost stažení dat v podobě rastrové i vektorové.

Pro demonstraci možnosti stažení většího množství rastrových dat bylo zvoleno území na trojmezí států na severu ČR – tedy území okolo Hrádku nad Nisou v ČR, Zittau v Německu a Bogatynia v Polsku. Území bylo zvoleno záměrně takto, aby bylo možné zhotovit výslednou kompozici různých mapových zdrojů. Při výběru území byl brán zřetel na dostupnost online mapových zdrojů. Pro území České republiky byl zvolen mapový portál české informační agentury životního prostředí – CENIA na adrese <http://geoportal.cenia.cz> a jako konkrétní produkt základní mapa 1:10 000 v souřadnicovém systému S – JTSK. Jako Polský protějšek posloužil polský národní geoportál na adrese: <http://geoportal.gov.pl> a jako konkrétní produkt rastrová topografická mapa v měřítku 1:10 000 v zobrazení ETRS_1989_Poland_CS92. Posledním zdrojem pro výslednou mapovou kompozici byl atlas saského geoportálu na adrese: <http://www.atlas.sachsen.de/gps/erweitert.jsp>. Produktem byla opět rastrová topografická mapa 1:10 000 v zobrazení WGS_1984_UTM_Zone_33N.

Tab. 3. Přehled hlavních specifík vybraných mapových portálů

	Geoportál CENIA	Polský národní geoportál	Saský geoportál
URL	geoportal.cenia.cz	geoportal.gov.pl	www.atlas.sachsen.de/gps/erweitert.jsp
Typ služby	WMS	Dlaždice	WMS
Produkt	Topografická mapa 1:10 000	Topografická mapa 1:10 000	Topografická mapa 1:10 000
Zobrazení	S-JTSK	ETRS_1989 Poland_CS92	WGS_1984_UTM Zone_33N
Typ souboru	Image/PNG	Image/JPG	Image/PNG

Zdroj: autor

Na rozdíl od rastrových dat, jsou vektorová data specifická mimo jiné tím, že kromě informace o poloze s sebou nesou atributovou složku. Atributy, tedy popisná data, jsou velmi cenná a tak při demonstraci stahování vektorových dat bylo nutné pamatovat na zachování právě této složky. V praxi se vektorová data publikují nejčastěji dvojím způsobem. Prvním z nich je převedení na rastr a zobrazení např. v podobě PNG či JPG. Atributy jsou pak zobrazovány při dotazu na informaci o konkrétním prvku pomocí parametru WMS GetFeatureInfo. Druhým způsobem je využití WFS (Web Feature Service), avšak tento způsob publikování není tak rozšířen.

Při výběru dat pro tuto práci byl z již zmíněných důvodů zvolen server ČÚZK, který nabízí produkt ZABAGED (Základní Báze Geografických Dat) v měřítku 1:10 000. Celý produkt sestává ze 106 typů geografických objektů, které odrážejí skutečnost na území České republiky v podrobnosti a přesnosti srovnatelné se Základní mapou České republiky v měřítku 1:10 000 (ZM 10) Zdroj: [6]. Mimo jiných obsahuje tento produkt dvě kategorie objektů, které jsou pak rozděleny do tří vrstev. Konkrétně jde o polygonovou vrstvu „Sesuv půdy, suť“, liniiovou vrstvu „vodopád“ a bodovou vrstvu stejného označení.

Data jsou dostupná na adrese <http://geoportal.cuzk.cz/>, konkrétně je nutné zvolit v pravém horním rohu aplikace produkt ZABAGED – polohopis. Z vrstev byly vybrány 3 – polygonová vrstva „Sesuv půdy, suť“, liniiová vrstva „Vodopád - linie“ a bodová vrstva „Vodopád - bod“. Data byla v souřadnicovém systému v S-JTSK.

Záměrem vybrat zmiňované tři vrstvy bylo zvolit jevy na území ČR velmi řídké a tím odůvodnit žádost o bezplatné poskytnutí tří vrstev pokrývající celé území ČR. Této žádosti však nebylo vyhověno s odůvodněním, že pro účely vědeckých či kvalifikačních prací (diplomová, bakalářská či semestrální práce) je možné požádat o bezplatné poskytnutí maximálního počtu deseti kusů mapových listů (m.l.) produktu ZABAGED (klad listů je totožný se ZM 10). Jak uvádí [4], větší množství je možné schválit individuálně jen ve výjimečných a odůvodnitelných případech kompetentní osobou na ČÚZK.

Druhým zdrojem, ze kterého byla získána vektorová data, byl server České informační agentury životního prostředí – CENIA. Data dostupná přes WFS na adrese: <http://elwing.cenia.cz/ArcGIS/services/geology/MapServer/WFSServer>

5.2. Plánování útoku na mapový server

Před samotným stahováním dat je zapotřebí provést analýzu dostupných dat – tedy jaké existují datové zdroje. Pokud je již vybrán konkrétní mapový portál, ze kterého se chystáme automatizovaně stáhnout prostorová data, je zapotřebí:

- správně určit použitou technologii (ve smyslu kap. 4). Tato část je nezbytná pro další formulování požadavků na konkrétní mapové výřezy. K určení použité technologie mohou posloužit různé nástroje na analýzu webových stránek ve formě rozšíření do prohlížeče. Autor konkrétně používal rozšíření pro Firefox FireBug [14] a WebDeveloper Tools [19],
- definovat jaká data konkrétně stahovat. Požadavek vychází z účelu, ke kterému budou data použita. Jestli bude zapotřebí převést rastry na vektory, bude zvoleno větší rozlišení, než pokud půjde o např. letecké snímky, které budou prezentovány na displeji PC (bez jejich tištění). Rozlišení a formát dat má výrazný vliv na datový objem, který v případě automatizovaného stahování dat není možné podcenit jak z hlediska času ukládání a objemu stažených dat, tak i propustnosti linky do internetu,
- určit způsob ukládání souborů. Jmenná konvence by měla umožnit snadnou identifikaci souboru (ať jde o typ či geografické umístění). Je třeba brát v potaz to, že při stažení velkého území je toto uloženo na mnoha tisících výřezech (souborech) a jejich ukládání do jednoho adresáře není z hlediska jejich dalšího zpracování vhodnou volbou. Pro velké množství souborů se využívají vyvážené adresářové stromy, které ukládají soubory tak, aby v jednotlivých větvích byl vždy stejný počet souborů.
- umístit stažený mapový výřez do souřadnicového systému – definovat georeferenci a tu pak následně prověřit,
- zjistit, v jakém souřadnicovém systému jsou data publikována. Jako indicie může posloužit jeho volba přímo v mapové aplikaci či atribut CRS ve WMS požadavku. Podle zjištěného souřadnicového systému jej pak definovat,
- vymyslet způsob jak odstranit případné distorze obrazu (vodoznaky, copyright, měřítko...),
- vektorová data publikovaná pomocí rastrů převést, aby jejich výsledný formát byl skutečně vektorový. Podle zvolené symbologie a dalších okolností jde o různé náročné procedury, viz: 5.4,
- u čistě vektorových dat (WFS) jde hlavně o nalezení zdroje dat – samotná práce s daty je již snadná. Praktická ukázka je uvedena dále v textu viz: 5.4.

5.3. Rastrová data

Nejčastějšími formáty rastrových dat jsou obrázky JPEG (Joint Photographic Experts Group) a PNG (Portable Network Graphics). V obou případech jde o formát využívající kompresi, první ztrátovou, založenou na diskretní kosinové transformaci, druhý bezztrátovou, založenou na metodě slovníkové komprese zdroj: [27]. V případě všech tří serverů bylo zapotřebí pomocí skriptu napsaného v jazyce PHP (PHP Hypertext Preprocessor) získat obrazová data včetně georeference. Konkrétní postup pro každý server, protože tento se u každého mírně lišil, je popsán níže.

Mapový portál české informační agentury životního prostředí – CENIA, produkt Základní mapa 1:10 000

Server používá pro publikaci mapových produktů technologii od společnosti ESRI s proprietárním uživatelským rozhraním komunikujícím s návštěvníkem portálu. Toto rozhraní využívá služby IMS (Internet Map Server) – na základě požadavků návštěvníka portálu tyto překládá do WMS dotazu a zasílá je serveru a ten vrací odpovědi webové aplikaci ve formě obrázku, který se zobrazuje. Konkrétně se jedná o formát PNG. Cílem tedy bylo nasimulovat chování návštěvníka webu, který žádá o na sebe navazující mapové výřezy konkrétní mapové vrstvy a konkrétního území. Nejprve bylo nutné zjistit strukturu dotazu WMS, který vrací požadovaný mapový výřez v PNG a rozsah území, které je nutné stáhnout.

Aby bylo možné bezešvě spojit všechny tři části topografických map, musela na sebe území navazovat. Proto byl vybrán z české části výřez se souřadnicemi levého dolního rohu: $X = -717500$, $Y = -970500$ a pravého horního rohu: $X = -688000$, $Y = -945500$

Struktura dotazu na iniciální mapový výřez je následující:

Skript 4. Ukázka WMS požadavku na iniciální výřez ze serveru CENIA.

```
http://geoportal.cenia.cz/mapsphere/Map.aspx?BBOX=-717500:-  
970500:-717000:-  
970000&WIDTH=500&HEIGHT=550&M_Site=cenia&M_Servers=ikaros.cen  
ia.cz&M_Services=cenia_cuzk_b_zm10.map&M_Layers=1&M_WizID=78&
```

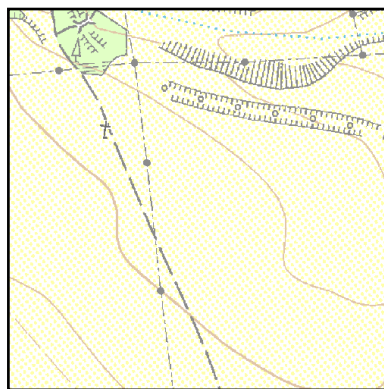
Zdroj: autor

Mapový produkt je v Křovákově zobrazení (osa X míří od západu na východ a na území celé ČR jsou hodnoty záporné – směrem na západ se hodnoty zvyšují, osa Y míří od severu k jihu a na celém území jsou hodnoty záporné, směrem k severu se hodnoty zvyšují). Hodnoty na osách jsou v metrech. Podle toho bylo zapotřebí formulovat smyčku skriptu a hodnoty přepsat

do požadavku WMS v části BBOX (Bounding Box). Souřadnice Bounding Boxu ve WMS dotazu mají následující význam: minimum X , minimum Y , maximum X , maximum Y .

Jelikož geoportál CENIA vrací obrázky „upravené“ o měřítko a Copyright, bylo nutné požádat o větší část území a z vráceného obrázku vzít pouze tu část, která nebyla „poškozena“ výše zmíněnými nepůvodními daty. Proto je v dotazu výška v části HEIGHT 550. Výsledný obrázek však byl o 20 pixelů (px) nahoře a 30 pixelů dole „oříznut“ a jeho výsledný rozměr je $500 \times 500 \text{ px}^2$. Hodnoty Bounding Boxu se na příslušných osách liší o 500 m (resp. o 550 m v severojižním směru z již zmíněného důvodu ořezu nepotřebných informací). Z toho plyne, že rozlišení obrázku je přesně 1 m na 1 px.

Obr. 5. Ukázka mapového výřezu staženého z CENIA (měřítko 1:10 000)



Zdroj: geoportal.cenia.cz

Stažené obrázky byly ukládány v nezměněné podobě (tedy ve formátu PNG) a byl k nim za účelem umístění do souřadnicového systému (georeference) zapsán textový soubor označovaný jako WorldFile. Ten má příponu odvíjející se od přípony originálního obrázku – na konec je přidáno písmeno „W“ - (JPGW pro obrázky formátu JPG, PNGW pro obrázky formátu PNG). Název souboru musí být identický s názvem souboru, ke kterému se georeference vztahuje (myšleno označení bez přípony). Tento textový soubor obsahuje šest řádků, jejichž význam je následující. Zpracováno dle [26]

- 1. řádek: velikost pixelu ve směru osy X v mapových jednotkách na pixel,
- 2. řádek: pootočení kolem osy Y ,
- 3. řádek: pootočení kolem osy X ,
- 4. řádek: velikost pixelu ve směru osy Y v mapových jednotkách na pixel,
- 5. řádek: souřadnice X středu levého horního pixelu obrázku,
- 6. řádek: souřadnice Y středu levého horního pixelu obrázku.

Skript 5. Ukázka georeferenčního souboru WorldFile pro Obr. 5.

```
1. 1
2. 0
3. 0
4. 1
5. -688499.5
6. -945500.5
```

Zdroj: autor

Hodnoty zapisované do PNGW souboru byly počítány automaticky podle WMS požadavku (velikost pixelu jeden metr má na svědomí necelé číslo v posledních dvou řádcích – jedná se totiž o střed pixelu). Stahování probíhalo ve smyčce „po řádcích“ a všech 2 951 souborů bylo staženo za cca 50 minut (včetně vygenerování PNGW georeference).

Následně bylo nutné v prostředí ArcGIS – ArcMap definovat každému obrázku zobrazení pomocí nástroje Define Projection. Pro automatizaci byla zvolena varianta příkazového řádku a načtení všech příkazů ze souboru. Soubor s příkazem bylo nutné nejprve vyrobit a to pomocí PHP skriptu, ale ideálním postup je definovat projekci pomocí jazyka Python. Vzorový příkaz pro definici zobrazení vypadá takto:

Skript 6. Ukázka příkazu pro definici zobrazení pro Obr. 5.

```
DefineProjection_management          cenia-100-717500--970000.png
PROJCS['S-
JTSK_Krovak_East_North',GEOGCS['GCS_S_JTSK',DATUM['D_S_JTSK',
SPHEROID['Bessel_1841',6377397.155,299.1528128]],PRIMEM['Gree
nwich',0.0],UNIT['Degree',0.0174532925199433]],PROJECTION['Kr
ovak'],PARAMETER['False_Easting',0.0],PARAMETER['False_Northi
ng',0.0],PARAMETER['Pseudo_Standard_Parallel_1',78.5],PARAMET
ER['Scale_Factor',0.9999],PARAMETER['Azimuth',30.288139752777
78],PARAMETER['Longitude_Of_Center',24.83333333333333],PARAME
TER['Latitude_Of_Center',49.5],PARAMETER['X_Scale',-
1.0],PARAMETER['Y_Scale',1.0],PARAMETER['XY_Plane_Rotation',9
0.0],UNIT['Meter',1.0]]
```

Zdroj: autor

Po spuštění skriptu ArcMap zpracovával jednotlivé příkazy mnoho hodin. Důvodem pomalého zpracování bylo načítání souborů do projektu. Při dalším zpracování byla tato volba vypnuta a výrazně to urychlilo práci. Takto upravená data byla připravena pro další použití.

Polský mapový portál, topografická mapa 1:10 000

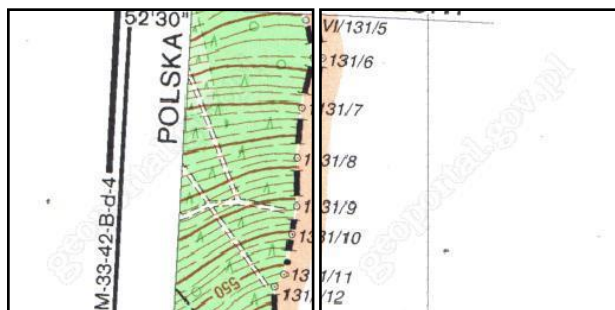
Server používá odlišnou technologii od té, který byla popsána v případě geoportálu CENIA. Polský mapový portál staví na produktu společnosti Intergraph a na mapových dlaždicích. Strategie pro stahování jednotlivých dlaždic proto byla mírně odlišná. Nebylo nutné formulovat WMS dotaz, ale dotazovat se na konkrétní mapovou dlaždici. Největší úskalí mohlo spočívat v neznalosti jmenné konvence dané měřítkové úrovni. Tedy jakou URL, resp. URI má sousedící dlaždice. To se však ukázalo jako lichý předpoklad, neboť jméno souboru na úrovni „přiblížení“ 10 mělo vždy prefix „L10“ a pak následovalo pořadové číslo dlaždice. Pořadové číslo rostlo postupně směrem na západ a skokově (po řadách) ve směru na sever. Cílem bylo tedy stáhnout opět vymezené území a to konkrétně od dlaždice s označením L10X513Y847 až po L10X556Y889 tedy celkem 1935 obrázků ve formátu JPEG. Stažení trvalo přibližně osmdesát minut. Pomalejší odezvu než v případě geoportálu CENIA si vysvětluji tím, že jde o navštěvovanější server, který je od nás „dále“ a proto pravděpodobně síťová komunikace není tak rychlá jako v případě serveru CENIA. Navíc se jedná o zcela jinou technologii a už vůbec není zřejmé, jaké jsou rozdíly v HW zázemí obou portálů.

Skript 7. Ukázka URL iniciální dlaždice Polského geoportálu

```
http://ars.geoportal.gov.pl/ARS/getTile.aspx?service=RASTER_T  
OPO&cs=EPSG2180&fileIDX=L10X513Y847.jpg&DateStamp=20080901
```

Zdroj: autor

Obr. 6. Ukázka dvou mapových dlaždic z Polského geoportálu (měřítko 1:10 000)



Zdroj: geoportal.gov.pl

Mapový produkt je v souřadném systému EPSG 2180 (také označováno jako ETRS 89/Poland CS92). Proto po stažení bude nutné provést konverzi, aby bylo možné připojit část území Polska k části území ČR.

Rozlišení stahovaných dlaždic je na desáté úrovni rovno 1,5625 m/px – jedna dlaždice o rozměru 256×256 pixelů zobrazuje území 400×400 m. Níže je zobrazena ukázka georeferenčního souboru.

Skript 8. Ukázka georeferenčního souboru WorldFile pro Obr. 6

```
1. 1.5625
2. 0
3. 0
4. -1.5625
5. 205199.54
6. 339200.28
```

Zdroj: autor

Parametr na řádce 4 je záporný proto, že obrázek je ukládán od vrchu dolů, zatímco tradiční kartézský systém souřadnic má orientaci osy opačnou.

Stejně jako v prvním případě bylo nutné definovat souřadnicový systém pro další použití v prostředí ArcGIS. Pro všech 1935 položek byl vygenerován příkaz automaticky PHP skriptem a následně v prostředí ArcMap spuštěn ze souboru. Skript byl prováděn cca 10 min., po předchozí zkušenosti byla vypnuta možnost načítání zpracovávaných souborů.

Skript 9. Ukázka příkazu pro definici zobrazení pro Obr. 6.

```
DefineProjection_management polsko-100-513-847.jpg
PROJCS['ETRS_1989_Poland_CS92',GEOGCS['GCS_ETRS_1989',DATUM['
D_ETRS_1989',SPHEROID['GRS_1980',6378137.0,298.257222101]],PR
IMEM['Greenwich',0.0],UNIT['Degree',0.0174532925199433]],PROJ
ECTION['Transverse_Mercator'],PARAMETER['False_Easting',50000
0.0],PARAMETER['False_Northing',-
5300000.0],PARAMETER['Central_Meridian',19.0],PARAMETER['Scal
e_Factor',0.9993],PARAMETER['Latitude_Of_Origin',0.0],UNIT['M
eter',1.0]]
```

Zdroj: autor

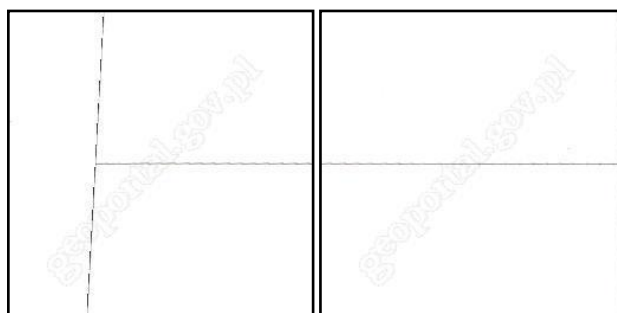
Posledním problémem u tohoto mapového serveru byla přítomnost vodoznaků na každé mapové dlaždici. Jelikož byl vodoznak přidán přímo do obrázku, nebylo možné jej jednoduše odstranit jako v případě geoportálu CENIA.

Topografické mapy jsou však specifické mj. tím, že obsahují relativně malé množství použitých barev. Jejich paleta čítá nikoli miliony jako je tomu u běžných fotografií, ale pouze několik desítek barev. Řešením je zredukovat v dlaždici použité barvy. Pro automatizaci byl zvolen následující postup:

- Vytvoření palety barev, které jsou použity na dlaždicích v zájmovém území,
- porovnání vzdálenosti každého pixelu dlaždice se všemi barvami z vytvořené palety a přiřazení té barvy palety, která má od původního pixelu v barevném prostoru RGB nejmenší kartézskou vzdálenost,
- tvorba palety byla prováděna pomocí software Adobe Photoshop. Z několika dlaždic, které zobrazovaly rozmanité území (a byly na nich použity různé barvy), byl vytvořen obrázek, který byl z původního 8bit RGB rastru převeden na paletový. Postupným snižováním počtu barev v paletě byla určena hranice počtu barev, kdy destrukce barevné informace neovlivňovala schopnost čtení mapy a přitom odstranění vodoznaku bylo uspokojivě vyřešeno. Nutno podotknout, že problém filtrování není hlavní náplní této práce a jistě by vydal na samostatnou práci.

Pro porovnání jsou na Obr. 7 znázorněny dvě mapové dlaždice, na kterých je dobře patrný vodoznak.

Obr. 7. Ukázka dvou původních mapových dlaždic stažených z Polského geoportálu



Zdroj: geoportal.gov.pl

Na dalším obrázku je ta samá dvojice. Obrázky ale prošly redukcí barevné informace a tak je vodoznak téměř nezatelný. Barevný posun od bílé ke světle šedé je neduh použitého algoritmu. Použitím již hotových propracovanějších algoritmů by jistě bylo možno dosáhnout lepšího výsledku. Stejně tak bychom dosáhli lepšího výsledku při jiném nastavení výchozí barevné

palety, avšak požadavky na zachování barevnosti a odstranění vodoznaku jsou v přímém rozporu a tak je třeba volit kompromis.

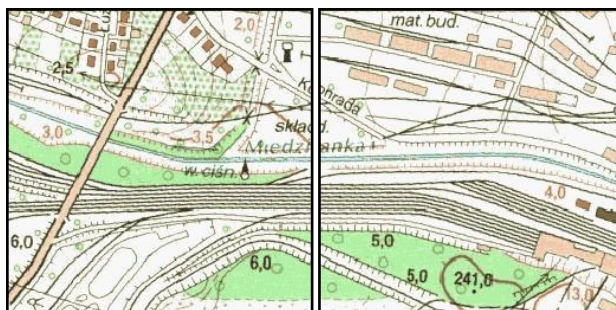
Obr. 8. Ukázka dvou upravených mapových dlaždic stažených z Polského geoportálu



Zdroj: geoportál.gov.pl

Pro demonstraci funkčnosti algoritmu je ještě nutné porovnat posun barev – tedy to, k jak velké degradaci barevné informace dochází, proto jsou uvedeny ještě Obr. 9 a Obr. 10, kde je možné změnu srovnat. Pozn: Kvalita tisku výrazně ovlivňuje oba obrazy, proto je lepší porovnávat v elektronické verzi práce.

Obr. 9. Ukázka dvou původních mapových dlaždic stažených z Polského geoportálu



Zdroj: geoportál.gov.pl

Obr. 10. Ukázka dvou upravených mapových dlaždic stažených z Polského geoportálu



Zdroj: geoportál.gov.pl

Mapový portál spolkové republiky Sasko, topografická mapa 1:10 000

Saský mapový portál (Sachsen Atlas) používá podobně jako mapový portál CENIA pro publikaci službu WMS. Nad službou je aplikace, která zajišťuje komfortní uživatelské rozhraní a předává požadavky od klienta službě a výsledky pak zpět vrací klientovi.

Mapové dílo je ve webové aplikaci dostupné v celkem pěti zobrazeních. Pro účely stahování bylo zvoleno zobrazení EPSG 25833 (také označováno jako ETRS 89/UTM Zone 33N). Mapový server poskytuje obrázky ve formátu PNG a rozměru, který je specifikován WMS požadavkem. Pro účely demonstrace možnosti stahování byl zvolen čtvercový rozměr 500×500 pixelů čtverečních stejně jako v případě WMS serveru CENIA. Adresa mapového výřezu území 500×500 metrů čtverečních má následující tvar:

Skript 10. Ukázka URL iniciální dlaždice Saského geoportálu.

```
http://www.landesvermessung.sachsen.de/ias/basiskarte4/service/SRV4TK10/WMSFREE_TK/wmsservice?VERSION=1.1.0&REQUEST=GetMap&SRS=EPSG:25833&BBOX=480715,5629486,481215,5629986&WIDTH=500&HEIGHT=500&LAYERS=TK10&FORMAT=image/png
```

Zdroj: autor

Za účelem bežešvého spojení všech tří mapových produktů byl vybrán výřez území o souřadnicích: 473215, 5628986, 495405, 5655120, přičemž význam je následující: souřadnice X levého dolního (LD) rohu, souřadnice Y LD rohu, souřadnice X pravého horního (PH) rohu, souřadnice Y PH rohu.

Z výše uvedeného je zřejmé, že je rozlišení stejné jako v případě výřezů ze serveru CENIA – tedy 1 m/1 px. Ukázka georeferenčního souboru je v: Skript 11

Skript 11. Ukázka georeferenčního souboru WorldFile.

```
1. 1
2. 0
3. 0
4. -1
5. 473215.5
6. 5629485.5
```

Zdroj: autor

Hodnoty zapisované do PNGW souboru byly počítány automaticky podle WMS požadavku (velikost pixelu jeden metr má na svědomí necelé číslo v posledních dvou řádcích – jedná se totiž o střed pixelu). Záporná hodnota na čtvrtém řádku je dána opačnou orientací os v systému pixelových souřadnic a souřadnic geografických.

Pro účely dalšího použití v prostředí ArcGIS bylo zapotřebí u všech souborů zvolit kartografické zobrazení. To bylo jako v předešlých případech uděláno automaticky pomocí PHP skriptu, který vygeneroval sadu příkazů do textového souboru. Příkazy byly v prostředí ArcGIS spuštěny načtením ze souboru. Celá operace pro všech 2 438 stažených obrázků trvala necelých 20 minut. Níže je ukázka definice zobrazení:

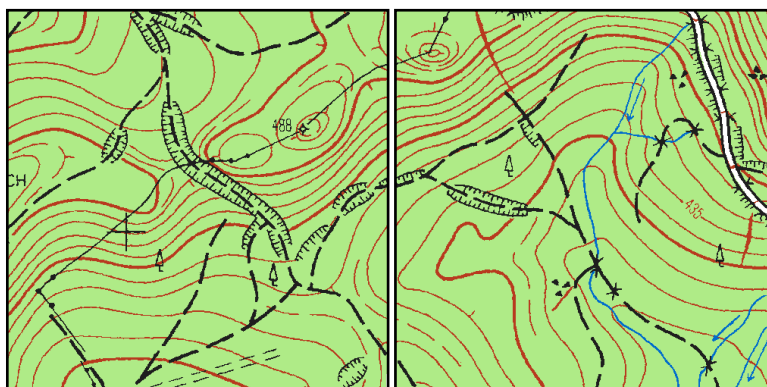
Skript 12. Ukázka příkazu pro definici zobrazení části Obr. 11

```
DefineProjection_management      sasko-100-473215-5629486.png
PROJCS['WGS_1984_UTM_Zone_33N',GEOGCS['GCS_WGS_1984',DATUM['D
_WGS_1984',SPHEROID['WGS_1984',6378137.0,298.257223563]],PRIM
EM['Greenwich',0.0],UNIT['Degree',0.0174532925199433]],PROJEC
TION['Transverse_Mercator'],PARAMETER['False_Easting',500000.
0],PARAMETER['False_Northing',0.0],PARAMETER['Central_Meridia
n',15.0],PARAMETER['Scale_Factor',0.9996],PARAMETER['Latitude
_Of_Origin',0.0],UNIT['Meter',1.0]]
```

Zdroj: autor

Mapový výstup v aplikaci je chráněn vodoznakem (průhledný PNG obrázek se šedým nápisem „Geoportal Sachsen“). Tento výstup je však přes výstup z WMS překládán a proto je snadné jej odstranit, resp. přímým voláním WMS k jeho zobrazení nedojde. Proto není třeba v tomto případě řešit odstraňování vodoznaku. Ukázka dvou stažených výřezů je na Obr. 11

Obr. 11. Ukázka dvou mapových výřezů stažených ze Saského geoportálu



Zdroj: Saský geoportál

5.4. Vektorová data

Vektorová data se publikují pomocí služby WFS (Web Feature Service). Jde opět o službu klient-server, kdy se klient dotáže na data a server mu je vrátí, na rozdíl od WMS však nikoli obrázek, ale GML (Geography Markup Language). Existuje však i jiný způsob jak získat vektorová data a to právě pomocí WMS. Jde o obrácený postup od toho, jakým postupuje server při publikaci. Ten po dotazu klienta přečte z uložště data (nyní uvažujeme vektorová) a klientovi je vrátí přes WMS ve formě obrázku. V závislosti na počtu vrstev, výřezu a měřítku server vždy dynamicky vygeneruje požadovanou mapu (obrázek). Díky vlastnostem WMS je možné se dotázat na jednu konkrétní vrstvu – to pak server vrátí pouze tu jednu. Po zavolání GetFeatureInfo server vrací atributy ve formě HTML či XML. A to je strategie, která byla využita k získání vektorových dat tří vrstev produktu ZABAGED.

Převod rastrů na vektory

Požadovaná data jsou k dispozici přes aplikaci Geoprohlížeč ČÚZK na adrese: http://geoportal.cuzk.cz/cuzk_wmsklient/Default.aspx?CRS=EPSG:2065&variant=ortofoto&BBOX=-770105.609547,-1182770.517039,-769654.054235,-1182431.850556.

Po zvolení kýženého produktu ZABAGED z comboboxu je zobrazeno výchozí místo a datové vrstvy. Vybráním vhodných vrstev, konkrétně označených „Vodopád (bod)“ - GB_BH180, „Vodopád (Linie)“ - GL_BH180, „Sesuv půdy, suť“ - GP_DB210 je možné například pomocí rozšíření FireBug vysledovat strukturu dotazu na pozadí, kterou se aplikace dotazuje WMS serveru. Cílem bylo stažení celého území České republiky pro každou ze zmiňovaných vrstev. Postup při získávání dat byl pro jednotlivé vrstvy odlišný je uveden níže.

Bodová vrstva – Vodopád (bod)

Při stahování bylo zvoleno rozlišení 1 m/1 px a výsledná velikost staženého rastru 1 000 px. Proto vypadal WMS požadavek například takto:

Skript 13. Ukázka struktury WMS dotazu.

```
http://geoportal.cuzk.cz/WMSDATA13/ZBG_C/wms.asp?SID=&request
=GetMap&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&FORMAT=image/png&CRS=EPSG:1
02067&BBOX=-905000,-1228100,-904000,-
1227100&WIDTH=1000&HEIGHT=1000&TRANSPARENT=True&LAYERS=GB_BH1
80&STYLES=;
```

Zdroj: autor

Datové vrstvy, jak je z URL vidět, jsou v souřadném systému EPSG 102067, což je S-JTSK_Krovak_East_North. Území ČR bylo pro účely stahování aproximováno obdélníkem se souřadnicemi LD rohu: $X = -905000$, $Y = -1228100$ a PH rohu: $X = -431000$, $Y = -935450$

(hodnoty jsou v metrech). Obdélník byl procházen po „řadách“ od jihu k severu. Celkem bylo staženo 294 řad po 475 čtvercích rozměru 1×1 km. Záměrně byla vybrána vrstva, která zobrazuje jevy na území ČR velmi řídké. Cílem bylo zredukovat obrovské množství stažených dat (téměř 140 000 souborů zabírajících na disku přes 0,5 GB). Nabízela se možnost každý rastr projít a zjistit, jestli obsahuje nějaký bod(y), nebo jestli je prázdný. Jelikož WMS vrací obrázky typu PNG, bylo možné pro selekci prázdných rastrů použít rychlejší metodu, a sice porovnávání velikostí. Z vlastností PNG a použité komprese plyne, že prázdný rastr je vždy datově méně objemný než rastr, který je neprázdný. Proto byla zvolena hranice 369 bytů, která „filtrovala“ prázdné rastry od neprázdných. Všechny, které měly menší velikost než limit, byly ihned po stažení smazány. Celková doba běhu skriptu byla téměř 10 hodin a po odmazání nepotřebných prázdných souborů zůstalo celkem 32 obrázků. V skriptu bylo nutné také ošetřit případ, kdy server obrázek nevrátí. Tyto případy byly detekovány a pokus o stažení se opakoval celkem pětkrát a pokud se to ani po pěti pokusech nepovedlo, byla o tom do logu zapsána informace.

Ihned při stažení souboru s obrázkem, který nebyl smazán, byla vytvořena georeference – WorldFile, který obrázku zajistil správné umístění v rámci souřadného systému. Ukázka takové georeference je uvedena níže:

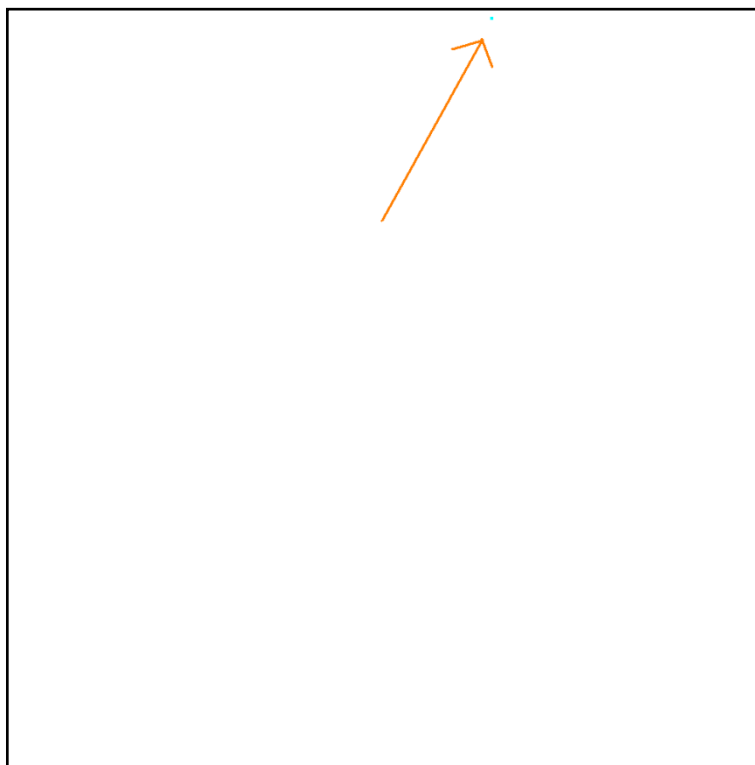
Skript 14. Ukázka georeferenčního souboru WorldFile k Obr. 12.

```
1. 1
2. 0
3. 0
4. 1
5. -463999.5
6. -1132100.5
```

Zdroj: autor

Výsledný obrázek může vypadat tak, jak je uvedeno na Obr. 12. Pro názornost byl jeden bod, znázorňující vodopád, zvýrazněn červenou šipkou, která samozřejmě v původních datech není.

Obr. 12. Ukázka mapového výřezu staženého z ČÚZK



Zdroj: ČÚZK, upraveno autorem

Pro soubory, které prošly filtrem, byl skriptem vygenerován textový soubor s příkazy pro ArcGIS, který zajistí definici zobrazení. Ukázka definičního příkazu je zde:

Skript 15. Ukázka příkazu pro definici zobrazení Obr. 12

```
DefineProjection_management vdp_body-104373--657000--1009100-  
-656000--1008100.png PROJCS['S-JTSK_Krovak_East_North'  
,GEOGCS['GCS_S_JTSK',DATUM['D_S_JTSK',SPHEROID['Bessel_1841',  
6377397.155,299.1528128]],PRIMEM['Greenwich',0.0],UNIT['Degre  
e',0.0174532925199433]],PROJECTION['Krovak'],PARAMETER['False  
_Easting',0.0],PARAMETER['False_Northing',0.0],PARAMETER['Pse  
udo_Standard_Parallel_1',78.5],PARAMETER['Scale_Factor',0.999  
9],PARAMETER['Azimuth',30.28813975277778],PARAMETER['Longitud  
e_of_Center',24.83333333333333],PARAMETER['Latitude_of_Center  
,49.5],PARAMETER['X_Scale',-1.0],PARAMETER['Y_Scale',1.0],  
PARAMETER['XY_Plane_Rotation',90.0],UNIT['Meter',1.0]]
```

Zdroj: autor

Načtením a spuštěním textového souboru se sadou příkazů pro definici zobrazení v aplikaci ArcMap došlo k vygenerování dvou XML dokumentů pro každý obrázek, které nesou informaci o zobrazení.

Po definování zobrazení bylo nutné ošetřit ty případy, kdy bod (je tvořen celkem šestnácti pixely) leží přesně na hranici dvou obrázků. Pro automatizaci byla zvolena strategie s použitím funkcí Merge a Dissolve, která v prvním kroku spojí obě části „bodu“ k sobě a v druhém kroku z těchto spojených částí udělá jeden celek. Za tímto účelem bylo nejprve nutné převést rastry na polygony funkcí Raster to polygon a následně všechny „body“ vložit do jednoho souboru. Na to byl použit příkaz Append, který přidal do předem připraveného SHP souboru každý bod. Pro správnost geometrie, bylo nutné převést polygony na body a to pomocí funkce Feature To Point s atributem „inside“. Pomocí VB skriptu byly spočítány souřadnice bodů a vyexportovány do CSV souboru, který sloužil jako zdroj dat při načítání atributů. Atributy byly opět zjišťovány automatizovaně pomocí skriptu. Nejprve byl na základě souřadnic bodů sestaven seznam URL s WMS požadavky. Konkrétní příklad požadavku je k vidění níže:

Skript 16. Syntaxe pro GetFeatureInfo

```
http://geoportal.cuzk.cz/WMSDATA13/ZBG/wms.asp?FEATURE_COUNT=
1&SID=&REQUEST=GetFeatureInfo&INFO_FORMAT=text/xml&VERSION=1.
3.0&I=2&J=2&BBOX=-656285,-1009678,-655285,-
1008678&SRS=EPSG:102067&WIDTH=1000&HEIGHT=1000&QUERY_LAYERS=G
B_BH180&LAYERS=GB_BH180&STYLES=
```

Zdroj: autor

Další skript pak zavoláním připravené URL získal ze serveru dokument XML, který byl rozebrán, a atributy z něj byly zapsány do textového souboru. Na základě identifikátoru byly jednotlivé řádky v aplikaci ArcMap spojeny pomocí „Join and relates“ a byl vyexportován finální soubor s atributy.

Výsledkem je celkem 38 bodů reprezentující vodopády. Přehledně jsou uvedeny v Tab. 4 na další straně:

Tab. 4. Výsledná tabulka atributů pro vrstvu Vodopád (bod)

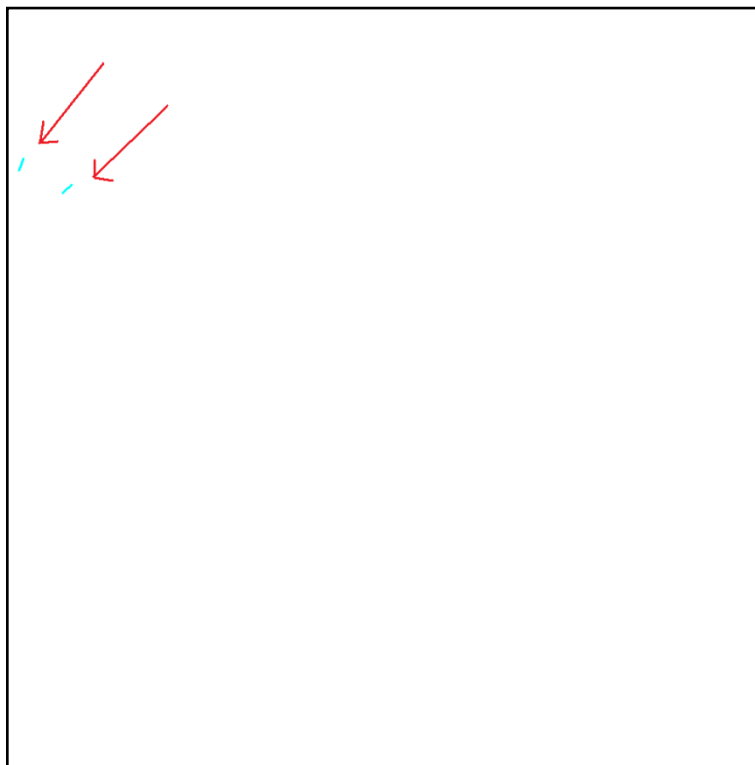
FID	Vodstvo	ID	Nazev	Jmeno	VodniTok
0	Vodopád(bod)	44	Novopacký vodopád	Novopacký vodopád	
1	Vodopád(bod)	18			
2	Vodopád(bod)	25	Adršpašské vodopády	Adršpašské vodopády	Metuje
3	Vodopád(bod)	28	Adršpašské vodopády	Adršpašské vodopády	Metuje
4	Vodopád(bod)	5			Litický p.
5	Vodopád(bod)	40	Velký Úpský vodopád	Horní Úpský vodopád	
6	Vodopád(bod)	39	Dolní Úpský vodopád	Dolní Úpský vodopád	
7	Vodopád(bod)	33	Huťský vodopád	Huťský vodopád	Huťský p.
8	Vodopád(bod)	32			
9	Vodopád(bod)	30	Průčelský vodopád	Průčelský vodopád	
10	Vodopád(bod)	36			
11	Vodopád(bod)	31	vodopád Podlešínského potoka	vodopád Podlešínského potoka	Podlešínský p.
12	Vodopád(bod)	4			Bobří p.
13	Vodopád(bod)	29	Bobří vodopád	Bobří vodopád	
14	Vodopád(bod)	7	Budovský vodopád	Budovský vodopád	
15	Vodopád(bod)	38	Mojžíř	Mojžíř	
16	Vodopád(bod)	19			Černý p.
17	Vodopád(bod)	26	vodopád Černého potoka	vodopád Černého potoka	Černý p.
18	Vodopád(bod)	17			Černý p.
19	Vodopád(bod)	3			
20	Vodopád(bod)	2			
21	Vodopád(bod)	16	Satinský vodopád	Satinský vodopád	
22	Vodopád(bod)	27	Bílá strž	Bílá strž	Bílý p.
23	Vodopád(bod)	14	Jordánský vodopád	Jordánský vodopád	
24	Vodopád(bod)	20	Šternovský vodopád		
25	Vodopád(bod)	46	Borový vodopád	Borový vodopád	
26	Vodopád(bod)	13	Stříbrský vodopád	Stříbrský vodopád	
27	Vodopád(bod)	24	Stříbrský vodopád	Stříbrský vodopád	
28	Vodopád(bod)	11	Žlebské vodopády	Žlebské vodopády	
29	Vodopád(bod)	6			Darovský p.
30	Vodopád(bod)	15	Dírky	Dírky	
31	Vodopád(bod)	9	Kamarád	Kamarád	Divoká Orlice
32	Vodopád(bod)	12	Polepský vodopád		Polepka
33	Vodopád(bod)	21	Pavlovický vodopád		
34	Vodopád(bod)	1	Bubovické vodopády	Bubovické vodopády	
35	Vodopád(bod)	10	Pod Strašidly	Pod Strašidly	
36	Vodopád(bod)	23	Skryjský vodopád	Skryjský vodopád	
37	Vodopád(bod)	43	Falkenštejský vodopád	Falkenštejský vodopád	

Zdroj: autor

Liniová vrstva – Vodopád (linie)

Při stahování liniové vrstvy byla situace podobná a to až do momentu, kdy bylo zapotřebí z rastrů získat liniové prvky. Nejprve tedy bylo nutné spustit skript na stahování mapových výřezů. Velikost území byla dána souřadnicemi LD a PH rohu obdélníku se souřadnicemi: LD $[X = -905000, Y = -1228100]$ a PH $[X = -431000, Y = -935450]$. Obrázky byly čtvercové o straně 1 000 px, rozlišení 1 m/1 px. Při pokusu o stažení byla provedena kontrola, jestli server ČÚZK nevrátil chybovou zprávu a skutečně se obrázek zdárně uložil. V případě, že ne, byl pokus o stažení opakován celkem pětkrát a pokud neúspěch přetrvával, byla informace zaznamenána do logu. Skript stahoval data 11 hodin. Pokud byl rastr prázdný, byl automaticky smazán na základě porovnání s prahovou hodnotnou velikosti neprázdného rastru. Po promazání nepotřebných rastrů jich zbylo celkem 14. Každý byl zároveň doplněn v okamžik stažení georeferencí.

Obr. 13. Ukázka mapového výřezu staženého z ČÚZK



Zdroj: ČÚZK, upraveno autorem

Georeferenční soubor WorldFile byl strukturou identický s tím, co je uveden v Skript 15.

Následovala automatizovaná definice zobrazení – pomocí PHP skriptu byl vygenerován textový soubor s příkazy pro ArcMap, který byl posléze v této aplikaci načten a spuštěn. Hromadně tak bylo nastaveno všem obrázkům zobrazení.

Pro případy, kdy by mohla linie přesahovat z jednoho obrázku do druhého (došlo k tomu ve dvou případech) bylo třeba tyto linie spojit. Nejprve byly obrázky převedeny na polygony funkcí Raster To Polygon bez zjednodušení okraje (No Simplify), pak bylo provedeno spojení „roztržených“ linií posloupností funkcí Merge a Dissolve, a následně byly takto propojené objekty opět převedeny na rastry funkcí Feature To Raster.

Skript 17. Ukázka syntaxe pro funkci Merge včetně parametrů

```
Merge_management simpl_line01_Merge1 C:\data\vektory\vdp-
linie\09_simplified_line\simpl_line01_Merge1_Merge.shp "ARCID
'ARCID' true true false 6 Long 0 6
,First,#,simpl_line01_Merge1,ARCID,-1,-1;GRID_CODE
'GRID_CODE' true true false 6 Long 0 6
,First,#,simpl_line01_Merge1,GRID_CODE,-1,-1;FROM_NODE
'FROM_NODE' true true false 6 Long 0 6
,First,#,simpl_line01_Merge1,FROM_NODE,-1,-1;TO_NODE
'TO_NODE' true true false 6 Long 0 6
,First,#,simpl_line01_Merge1,TO_NODE,-1,-1;MaxSimpTol
'MaxSimpTol' true true false 19 Double 0 0
,First,#,simpl_line01_Merge1,MaxSimpTol,-1,-1;MinSimpTol
'MinSimpTol' true true false 19 Double 0 0
,First,#,simpl_line01_Merge1,MinSimpTol,-1,-1"
```

Zdroj: autor

Klíčovým momentem celé této posloupnosti je funkce Thin, která z polygonu vyjádřeného shlukem pixelů v rastru udělá „užší“ polygon, které pak bude možné převést na linii. Skript 18 ukazuje, jak vypadá syntaxe funkce Thin včetně zvolených parametrů. Skript provádějící ztenčení pracoval 2h 45 minut.

Skript 18. Ukázka syntaxe pro funkci Thin včetně parametrů

```
Thin_sa C:\data\01 C:\data\thin01 ZERO NO_FILTER ROUND 3
```

Zdroj: autor

Dále bylo nutné převést rastr zpět na vektor. Skript 19 uvádí syntaxi.

Skript 19. Ukázka syntaxe pro funkci Raster To Polyline včetně parametrů

```
RasterToPolyline_conversion C:\data\thin01 C:\data\line01
ZERO 0 NO_SIMPLIFY VALUE
```

Zdroj: autor

Jelikož je výsledkem lomená čára, bylo žádoucí provést zjednodušení pomocí funkce Simplify Line, jejíž syntaxe je uvedena v: Skript 20

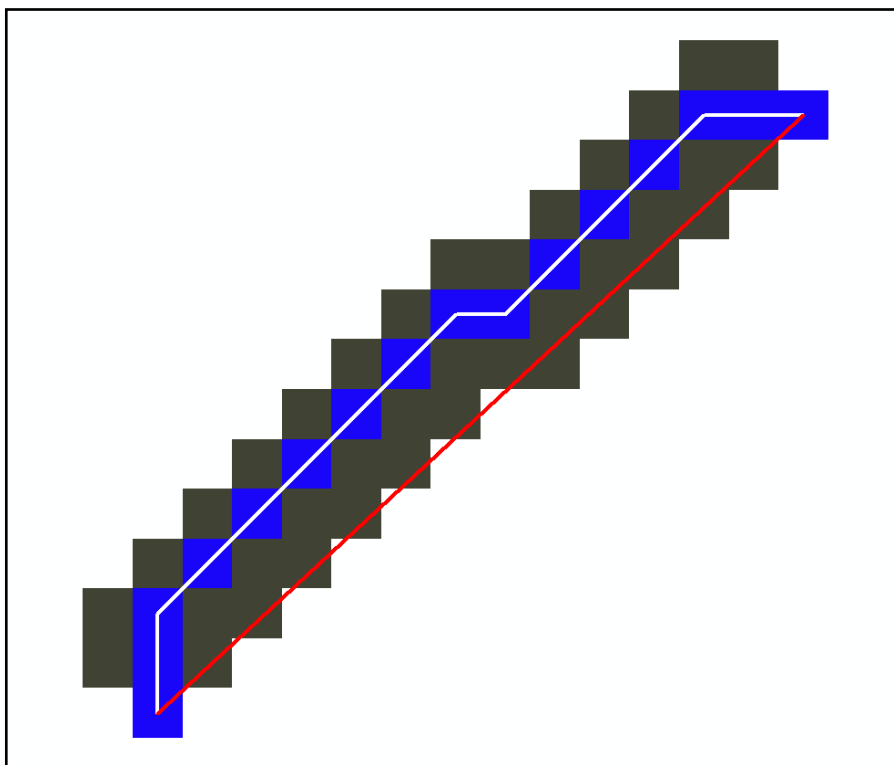
Skript 20. Ukázka syntaxe pro funkci Simplify Line včetně parametrů

```
SimplifyLine_management line01.shp simpl_line01.shp POINT_REM  
OVE '2 Meters' RESOLVE_ERRORS KEEP_COLLAPSED_POINTS CHECK
```

Zdroj: autor

Ukázka zmíněných kroků je na Obr. 14. Tmavě šedou barvou je znázorněn výchozí rastr, funkcí Thin z něj byla morfologicky část odfiltrována – výsledek je modře. Vektorizací tohoto zredukovaného rastru vznikla linie (Raster To Polyline – znázorněno bílou čarou). A konečně zjednodušení linie pomocí SimplifyLine byla vygenerována výsledná linie (červeně).

Obr. 14. Ukázka tvorby linií z rastru



Zdroj: autor

Pro takto získané linie bylo nutné stáhnout atributy. Dotazem na WMS ve tvaru, jaký je uveden v: Skript 21. Protože je součástí URL i parametr BBOX, což jsou de facto souřadnice objektu, je nutné tyto nejprve zjistit. Souřadnice byly spočteny pomocí skriptu, který vytvoří centroid polygonu. Jelikož se jedná o linie vyjádřené rastrem, nehrozí, že by polygon mohl být nekonvexní a souřadnice centroidu se mohly nacházet mimo něj.

Skript 21. Ukázka syntaxe pro dotaz na atributy pro vrstvu Vodopád (linie)

```
http://geoportal.cuzk.cz/WMSDATA13/ZBG/wms.asp?FEATURE_COUNT=
1&SID=&REQUEST=GetFeatureInfo&INFO_FORMAT=text/xml&VERSION=1.
3.0&I=2&J=2&BBOX=-546923,-1090338,-545923,-
1089338&SRS=EPSG:102067&WIDTH=1000&HEIGHT=1000&QUERY_LAYERS=G
L_BH180&LAYERS=GL_BH180&STYLES=
```

Zdroj: autor

Zavoláním URL s parametrem GetFeatureInfo server vrátí XML dokument s atributy. XML bylo zpracováno skriptem z přílohy. Výsledkem byl soubor CSV, který bylo možné pomocí Join and Relates připojit k původní atributové tabulce v ArcMap. Získané atributy jsou uvedeny v Tab. 5

Tab. 5. Výsledná tabulka atributů pro vrstvu Vodopád (bod)

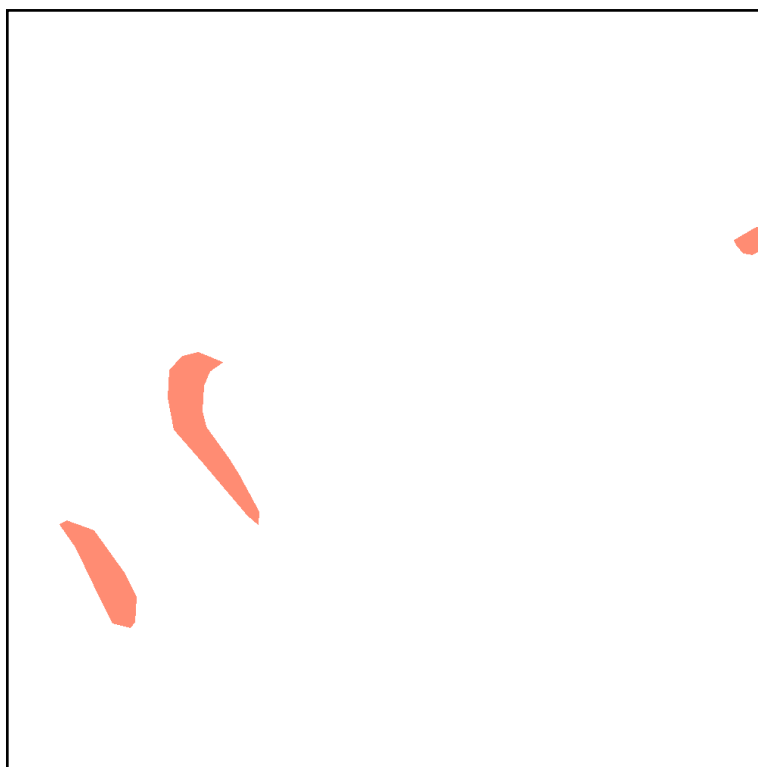
FID	Vodstvo	ID	Nazev	Jmeno	VodniTok
0	Vodopád(linie)	10	Rešovské vodopády	Rešovské vodopády	Huntava
1	Vodopád(linie)	3	Rešovský		Huntava
2	Vodopád(linie)	4			
3	Vodopád(linie)	15	Vrchlické vodopády		Vrchlice
4	Vodopád(linie)	5		vodopády Bílé Opavy	Bílá Opava
5	Vodopád(linie)	6		Nýznerovské vodopády	Stříbrný p.
6	Vodopád(linie)	2			
7	Vodopád(linie)	9	Bílého Labe	Bílého Labe	Bílé Labe
8	Vodopád(linie)	11	Dvorský vodopád	Dvorský vodopád	Dvorský p.
9	Vodopád(linie)	12	Malý Labský vodopád	Malý Labský vodopád	Labe
10	Vodopád(linie)	13	Pudlavský vodopád	Pudlavský vodopád	Pudlava
11	Vodopád(linie)	14	Mumlavský vodopád	Mumlavský vodopád	Mumlava
12	Vodopád(linie)	7		Pekelský vodopád	Pekelský p.
13	Vodopád(linie)	1		vodopád Velký Štolpich	Sloupský p.
14	Vodopád(linie)	8			

Zdroj: autor

Polygonová vrstva (Sesuv půdy, sut')

Poslední ze tří zástupců dat ZABAGED je polygonová vrstva nazvaná „Sesuv půdy, sut“. Opět se jedná o obrázky generované WMS serverem. Pro jejich získání tedy bylo nutné stáhnout celou ČR, souřadnice území jsou stejné jako v minulém případě. Obrázky byly čtvercové o straně 1 000 px, rozlišení 1 m/1 px. Stejně jako v minulých případech byla při pokusu o stažení provedena kontrola, jestli server ČÚZK nevrátil chybovou zprávu a skutečně se obrázek stáhl. V případě, že ne, byla tato událost ošetřena stejně jako v předchozím případě. Skript stahoval data celkem 12 hodin. Prázdné rastry nebylo nutné uchovávat a tak pokud byl rastr prázdný, byl automaticky smazán na základě porovnání s prahovou hodnotnou velikostí neprázdného rastru. Po promazání nepotřebných rastrů jich zbylo celkem 171. Každý byl zároveň doplněn v okamžik stažení georeferencí. Ukázka staženého obrázku je na Obr. 15

Obr. 15. Ukázka stažených polygonů



Zdroj: ČÚZK

Následoval stejný postup jako pro předchozí případy. Tedy vygenerování definičních příkazů zobrazení, jejich spuštění v prostředí ArcMap, vygenerování a spuštění skriptu, který převede rastry na polygony a přidá je do jednoho předem připraveného SHP souboru. Pro případy, kdy leží polygony na hranici rastru a přesahují tak do jiného obrázku (viz Obr. 15) bylo nutné tyto spojit pomocí příkazů Merge a Dissolve. Tím byly topologické rozdělení objektů. Aby nebyla hranice polygonu „zubatá“ byla pro vyhlazení spuštěna funkce SimplifyPolygon. Pak již následovalo jen spočítání souřadnic polygonů. Zde bylo nutné ošetřit případy, kdy jsou polygony konkávní. Jejich centroid by pak ležel mimo ně samé a dotazování se na atributy by

bylo pomocí GetFeatureInfo neúspěšné. Proto byla použita funkce FeatureToPoint s atributem „inside“ tak jak uvádí Skript 22

Skript 22. Ukázka syntaxe pro funkci FeatureToPoint včetně parametrů

```
FeatureToPoint_management 100706--899000--1016100--898000--  
1015100.png sesuvy.shp INSIDE
```

Zdroj: autor

Pomocí VBskriptu byly spočteny souřadnice bodů reprezentující polygony a vyexportovány do CSV souboru. PHP skriptem pak byly načteny souřadnice bodu, sestavena URL, kde je pro daný polygon informace o prvku a spolu s identifikátorem pro následné spárování zapsána do souboru. Příklad požadavku je uveden v: Skript 23

Skript 23. Ukázka URL s atributovým XML

```
http://geoportal.cuzk.cz/WMSDATA13/ZBG/wms.asp?FEATURE_COUNT=  
10&SID=&REQUEST=GetFeatureInfo&INFO_FORMAT=text/xml&VERSION=1  
.3.0&I=576&J=368&BBOX=-555882,-1198831,-555880,-  
1198829&CRS=EPSG:102067&WIDTH=1274&HEIGHT=835&QUERY_LAYERS=GP  
_DB210&LAYERS=GP_DB210&STYLES=
```

Zdroj: autor

Dalším skriptem byla z připraveného souboru načtena URL, staženo XML s atributy a tyto byly z XML přečteny a následně zapsány spolu s identifikátorem polygonu do jiného CSV souboru. V prostředí ArcMap bylo pomocí Join and Relates provedeno spojení atributů z CSV s daty. Atributy jsou zobrazeny v Tab. 6. Z úspěšných důvodů je celá tabulkou přílohou práce, v textu je pouze prvních 20 záznamů z celkových 205 prvků této vrstvy.

Tab. 6. Výběr prvních dvaceti atributů pro vrstvu Sesuv půdy, suť.

FID	NAZEV-RELIEF	ID	VRSTVA	NAZEV
0	ZABAGED:Terénní reliéf	42	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
1	ZABAGED:Terénní reliéf	41	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
2	ZABAGED:Terénní reliéf	40	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
3	ZABAGED:Terénní reliéf	34	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
4	ZABAGED:Terénní reliéf	147	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
5	ZABAGED:Terénní reliéf	39	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
6	ZABAGED:Terénní reliéf	44	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
7	ZABAGED:Terénní reliéf	23	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
8	ZABAGED:Terénní reliéf	144	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
9	ZABAGED:Terénní reliéf	32	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
10	ZABAGED:Terénní reliéf	145	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
11	ZABAGED:Terénní reliéf	33	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
12	ZABAGED:Terénní reliéf	146	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
13	ZABAGED:Terénní reliéf	30	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
14	ZABAGED:Terénní reliéf	139	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
15	ZABAGED:Terénní reliéf	31	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
16	ZABAGED:Terénní reliéf	208	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
17	ZABAGED:Terénní reliéf	43	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
18	ZABAGED:Terénní reliéf	207	GP_DB210	Sesuv půdy, suť
19	ZABAGED:Terénní reliéf	142	GP_DB210	Sesuv půdy, suť

Zdroj: autor

Vektory přes WFS

V kapitole 5.4 byla vektorová data získávána relativně obtížným způsobem. Bylo nutné nejdříve stáhnout rastry a posléze z nich vyrobit vektory. Složitá vektorizace linií, problémy při spojování prvků, hledání centroidů a parsování XML odpadá, pokud budeme data stahovat přímo ve vektorové podobě. Distribuce vektorových dat se děje většinou pomocí služby WFS (podrobněji v kapitole: Data z WFS).

Celý postup stažení dat pak sestává z několika málo kroků. Klíčové je získat URL, kde je služba WFS. Právě díky relativně malému rozšíření služby WFS to však může být problém. Následuje pak už jenom dotaz na dostupné vrstvy, jak je uvedeno v: Skript 24

Skript 24. Ukázka WFS požadavku na dostupné vrstvy (tabulky)

```
http://elwing.cenia.cz/ArcGIS/services/geology/MapServer/WFSS
erver?request=GetCapabilities
```

Zdroj: autor

Server vrátí GML s dostupnými daty (tabulkami) a dalším požadavkem na konkrétní vrstvu server již vrátí GML s požadovanými daty. Příklad požadavku na jednu vrstvu je uveden v: Skript 25

Skript 25. Ukázka WFS požadavku na vrstvu „geology:geologie”

```
http://elwing.cenia.cz/ArcGIS/services/geology/MapServer/WFSS
erver?request=getfeature&typename=geology:geologie&service=wfs
&version=1.0.0
```

Zdroj: autor

Data je možno dále zpracovávat například parsováním XML nebo vizualizovat v GIS softwarech. Příklad vizualizace dat z: Skript 25 je uveden na Obr. 4.

„Dočasné soubory“

V kapitole Technologie mapových serverů byly jednotlivé mapové servery klasifikovány. Poslední z typů je server produkující tzv. dočasné soubory. Jde o dynamicky generovaný soubor, který vzniká na žádost klienta. Jako příklad serveru s touto technologií byl vybrán mapový portál portugalského armádního geografického institutu na adrese www.igeoe.pt. Tento mapový portál je již staršího data vzniku a tak je optimalizován pro dnes již archaický internetový prohlížeč Internet Explorer 6 a v jiných (Mozilla Firefox, Google Chrome) nepracuje korektně. Tento server z hlediska zabezpečení implementuje několik mechanismů. Ty je možné rozdělit na ty, které chrání samotná data a na ty, které znesnadňují automatizované stažení většího množství dat. Do první skupiny patří přítomnost vodoznaku v datech. Do té druhé skupiny například vazba na relaci, neintuitivní pojmenování souborů a také nefunkčnost v jiných prohlížečích než v Internet Exploreru (IE), i když to jistě není primárním záměrem. Tato vlastnost, byť nepřímo, míru zabezpečení zvyšuje (lépe řečeno útočníkovi práci komplikuje), neboť pro IE neexistuje tolik doplňků pro vývojáře webu (např. FireBug či WebDeveloper Tools) jako pro ostatní prohlížeče.

Nicméně ani web a těmito mechanismy není zcela ochráněn. Existuje totiž způsob, jak automatizovaně navigovat robota (robotem je myšlen skript), který bude ukládat jednotlivé mapové výřezy. Je to možné díky funkci, která je zpřístupněna přes uživatelské rozhraní portálu a která umožňuje navigovat na zvolené souřadnice. Tato funkce je znázorněna na Obr. 16 červeným orámováním ikonky a dialogové okno pro zadání souřadnic je na témže obrázku.

Obr. 16. Ukázka ovládání mapové aplikace s funkcí „jdi na souřadnice“



Zdroj: [10]

Po odeslání dotazu se žádostí o přesměrování na konkrétní pozici se odešle požadavek ve tvaru URL znázorněné v: Skript 26

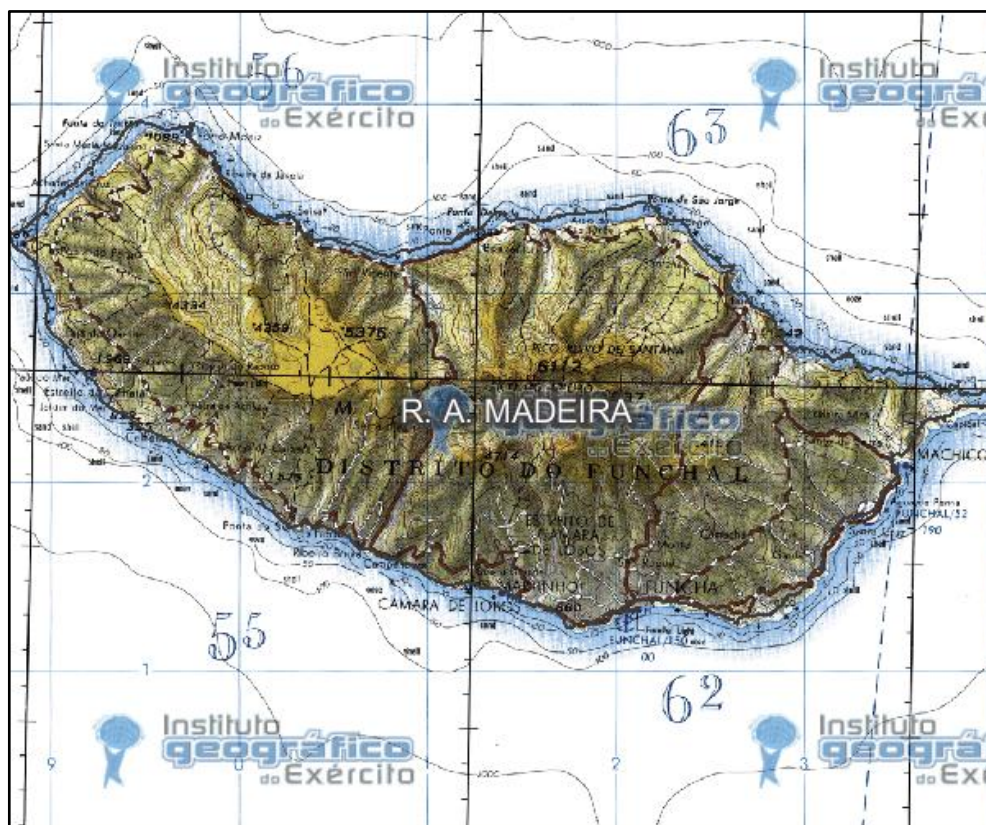
Skript 26. Ukázka URL požadavku na vycentrování výřezu mapy.

```
http://www.igeoe.pt/igeoearcweb/madeira/ExecCmd.asp?cmd=Cente  
r&Lng=-17.0000&Lat=32.8183&Scale=25000
```

Zdroj: autor

Navigační problém je tímto téměř vyřešen, neboť zbývá pouze najít při daném měřítku sousední střed mapového výřezu tak, aby bezešvě na ten první navazoval. Ze znalosti souřadnic středu mapového výřezu a rozměru staženého rastru je možné obrázek georeferencovat. Výsledek staženého souboru je znázorněn na Obr. 17

Obr. 17. Ukázka mapového výřezu produkovaného serverem s „dočasnými soubory“



Zdroj: [10]

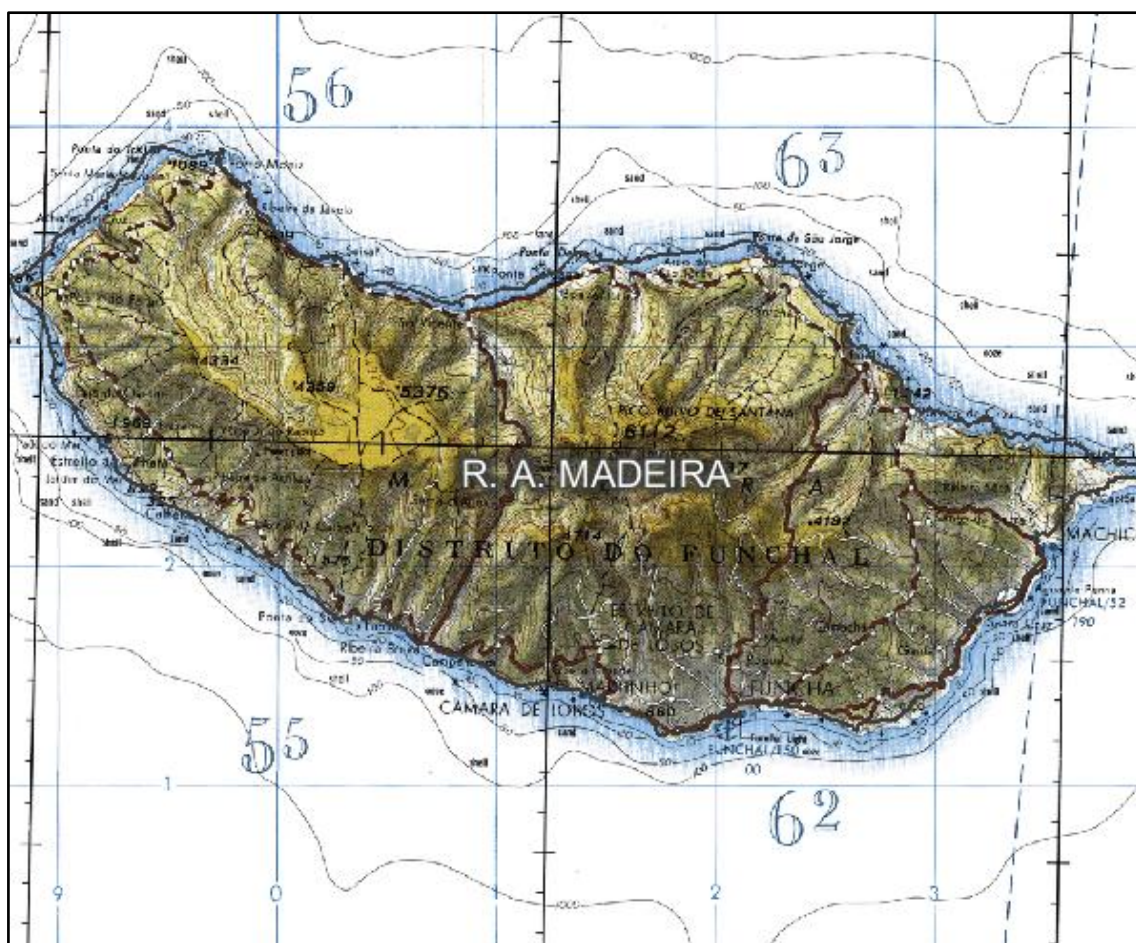
Pro automatizaci stačí podstrčit cookie, která má například tento tvar: ASPSESSIONIDASDQBSCRADLJBEICKFPHFGNKCNCNKBABN.

Stažená georeferencovaná data znehodnocuje navigační kříž uprostřed rastru a všudypřítomný vodoznak. S vodoznakem je možné se jednoduše vyrovnat díky tomu, že je do výstupu přidáván vždy na konkrétní pozici v obraze (nikoli však na geografickou pozici). Proto je možné požádáním o jiný výřez docílit toho, že dostaneme území jedno s vodoznakem a podruhé bez něj. Vzájemnou kombinací takto získaných rastrů vznikne rastr bez vodoznaku.

Obdobným způsobem je možné odstranit navigační kříž. Odstranění je snazší o to, že je kříž přítomen v obrázku pouze jednou.

Názorná ukázka zpracovaného rastru bez vodoznaků a navigačního kříže je na Obr. 18

Obr. 18. Ukázka mapového výřezu bez vodoznaků a navigačního kříže



Zdroj: [10]

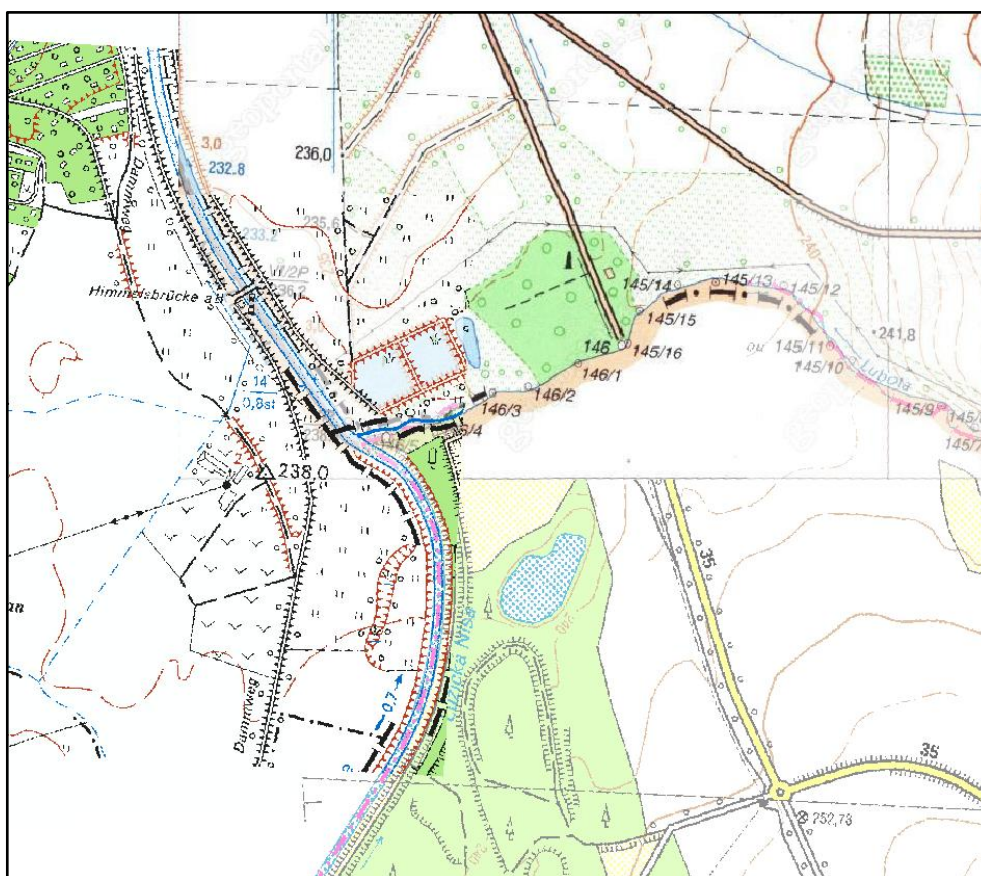
5.5. Hodnocení přesnosti stažených dat

V minulé kapitole byl demonstrován postup, jak byla získána rastrová i vektorová data. U posledně zmíněných bylo nutné získat i atributy. Data získaná automatizovaným stažením bylo nutné podrobit kontrole přesnosti. V této kapitole bude zhodnocena jejich přesnost včetně atributové složky.

Rastrová data

U rastrových dat byla kontrola provedena složením českých, polských a německých částí dat. Výsledná přesnost kompozice je ovlivněna použitou transformací z národních souřadných systémů do jednotného systému WGS84. Přesnost použitých transformací se pohybuje v řádu jednotek metrů. Spojení je vidět na Obr. 19.

Obr. 19. Výsledné složení dat ze tří mapových portálů



Zdroj: kompozice autor

Vektorová data

Pro zhodnocení vektorových dat vzniklých z dat rastrových byl jako ukazatel zvolen: střední kvadratická chyba, definovaný vztahem:

$$\sigma_{\Delta Y} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \Delta_i^2}, \text{ kde } \Delta_i = x_i - \mu. \text{ a } \mu \text{ je známá hodnota - tedy souřadnice s indexy „a“.}$$

V Tab. 7 jsou uvedeny souřadnice šesti bodů reprezentující bodovou vrstvu vodopádů. S indexy „a“ jsou uvedeny body, které byly získány na základě žádosti podané ČÚZK, s indexy „b“ jsou uvedeny souřadnice bodů, které vznikly stažením rastrů a následnou vektorizací. Poslední dva sloupce tabulky udávají kvadrát rozdílů souřadnic. Absolutní odchylka v žádném z případů nepřesáhla 1,5 m, průměrná odchylka je menší než 0,7 m a stření kvadratická odchylka je $\sigma_{\Delta X} = 0,348$ pro souřadnici X a $\sigma_{\Delta Y} = 1,193$ pro souřadnici Y .

Tab. 7. Hodnocení přesnosti vektorové vrstvy „Vodopád (bod)“.

Prvek číslo	souřadnice X_a	souřadnice Y_a	souřadnice X_b	souřadnice Y_b	$(X_a - X_b)^2$	$(Y_a - Y_b)^2$
1	-463361,424	-1132111,401	-463361,000	-1132110,000	0,17978	1,96280
2	-570297,994	-1052689,234	-570298,000	-1052690,000	0,00004	0,57305
3	-641621,254	-983905,772	-641621,000	-983907,000	0,06462	1,50688
4	-757640,663	-980746,528	-757641,000	-980748,000	0,11357	2,16678
5	-757239,495	-980696,466	-757239,000	-980697,000	0,24502	0,28516
6	-728038,062	-960204,205	-728038,000	-960205,000	0,00384	0,63203
					$\sigma_{\Delta X} = 0,348$	$\sigma_{\Delta Y} = 1,193$

Zdroj: autor

Hodnocení u liniových prvků bylo prováděno podobně. Linie však nejprve byly „rozloženy“ na jednotlivé uzly. Pro ně pak byla spočítána stejná statistika. V Tab. 8 jsou uvedeny stejné parametry, jako pro bodovou vrstvu. Absolutní odchylka u žádné ze souřadnic nepřesahuje 2,6 m, průměrná odchylka je menší než 3 m a stření kvadratická odchylka je $\sigma_{\Delta X} = 0,8255$ pro souřadnici X a $\sigma_{\Delta Y} = 1,8172$ pro souřadnici Y .

Tab. 8. Hodnocení přesnosti vektorové vrstvy „Vodopád (linie)“.

Prvek číslo	souřadnice X_a	souřadnice Y_a	souřadnice X_b	souřadnice Y_b	$(X_a - X_b)^2$	$(Y_a - Y_b)^2$
1	-725 525,080	-958 371,519	-725 524,500	-958 373,500	-725 525,080	-958 371,519
2	-725 526,513	-958 377,870	-725 526,500	-958 380,500	-725 526,513	-958 377,870
3	-652 386,299	-979 418,267	-652 386,500	-979 419,500	-652 386,299	-979 418,267
4	-652 377,073	-979 421,254	-652 375,500	-979 422,500	-652 377,073	-979 421,254
5	-652 260,902	-979 944,769	-652 261,500	-979 946,500	-652 260,902	-979 944,769
6	-652 248,874	-979 944,261	-652 247,500	-979 945,500	-652 248,874	-979 944,261
7	-651 365,313	-980 193,208	-651 365,500	-980 194,500	-651 365,313	-980 193,208
8	-651 354,566	-980 192,667	-651 353,500	-980 194,500	-651 354,566	-980 192,667
9	-648 500,024	-981 108,919	-648 499,500	-981 111,500	-648 500,024	-981 108,919
10	-648 498,375	-981 094,542	-648 497,500	-981 095,500	-648 498,375	-981 094,542
11	-639 842,666	-984 377,201	-639 842,500	-984 377,500	-639 842,666	-984 377,201
12	-639 840,900	-984 397,223	-639 840,500	-984 399,500	-639 840,900	-984 397,223
					$\sigma_{\Delta X} = 0,8255$	$\sigma_{\Delta Y} = 1,8172$

Zdroj: autor

Hodnocení polygonů předcházelo výběr dat. Byla vybrána jen ta data, která sobě odpovídala (tedy ta, pro která existoval protějšek dat získaných od ČÚZK). U polygonové vrstvy byla porovnávána plocha polygonů od ČÚZK s plochou, která vznikla jako průnik ploch ČÚZK a vektorizovaných rastrů. Průnik byl vyhotoven v prostředí ArcMap pomocí funkce Intersection a následně byl vyjádřen jejich relativní rozdíl. V 0 je uvedena plocha pro všech 53 polygonů. Jejich relativní rozdíl v ploše je menší než 2,5 % a absolutní rozdíl menší než 1,9 ha.

Tab. 9. Hodnocení přesnosti polygonové vrstvy „Sesuv půdy, sut“.

Prvek číslo	Plocha A	Plocha B	$(A-B)/A$	Prvek číslo	Plocha A	Plocha B	$(A-B)/A$
1	1 191,44	1 130,34	0,05	28	7 712,08	7 580,50	0,02
2	1 402,37	1 360,96	0,03	29	8 071,91	7 916,09	0,02
3	1 771,24	1 626,30	0,08	30	8 441,85	8 376,37	0,01
4	1 968,24	1 906,99	0,03	31	8 537,36	8 382,22	0,02
5	2 028,27	1 944,12	0,04	32	8 712,20	8 560,26	0,02
6	2 053,85	2 008,93	0,02	33	9 318,80	9 138,80	0,02
7	2 194,70	2 003,99	0,09	34	9 563,47	9 436,48	0,01
8	2 244,38	2 158,20	0,04	35	9 666,71	9 467,53	0,02
9	2 446,38	2 386,79	0,02	36	10 101,00	9 975,01	0,01
10	2 609,93	2 533,77	0,03	37	11 097,11	10 900,15	0,02
11	3 045,50	2 941,81	0,03	38	12 367,07	12 200,04	0,01
12	3 385,54	3 330,68	0,02	39	13 239,19	12 748,11	0,04
13	3 495,59	3 419,24	0,02	40	13 567,53	13 440,11	0,01
14	3 652,91	3 582,07	0,02	41	14 481,41	4 481,74	0,69
15	3 778,53	3 638,92	0,04	42	14 611,94	14 465,59	0,01
16	3 866,39	3 825,44	0,01	43	17 237,73	17 000,36	0,01
17	3 950,77	3 889,24	0,02	44	24 048,67	23 807,07	0,01
18	4 038,90	3 966,33	0,02	45	24 365,46	24 162,61	0,01
19	4 536,39	4 301,32	0,05	46	31 220,44	30 389,80	0,03
20	4 538,08	14 290,64	-2,15	47	31 828,46	30 670,44	0,04
21	4 907,95	4 560,00	0,07	48	54 989,37	53 689,17	0,02
22	4 912,18	4 835,27	0,02	49	55 178,32	53 267,25	0,03
23	4 945,92	4 792,86	0,03	50	58 041,22	56 586,69	0,03
24	5 570,15	5 536,10	0,01	51	65 781,20	65 112,83	0,01
25	5 813,76	5 735,73	0,01	52	89 223,37	86 456,49	0,03
26	5 878,62	5 804,68	0,01	53	89 606,12	86 590,66	0,03
27	6 410,73	6 353,12	0,01				
Celkem					797 648,70	778 666,18	1,024

Zdroj: autor

Vektorová data získaná přes službu WFS jsou v podstatě kopií původních dat a nejsou nikterak modifikovaná a proto nemá smysl diskutovat jejich přesnost. Tato se shodují s originálem.

6. Návrhy opatření ke ztížení automatického stahování

V kapitole 5 byl ukázán postup, jak získat automatizovaně geoprostorová data. Návrhy opatření je možné rozdělit na ty, které nejsou přímo na datech závislé (metoda publikace, omezení na IP, omezení na uživatelský účet apod.) a na ty, které se vztahují k datům (reprezentace dat, symbologie atd.).

6.1. Rastrová data

Rastrová data můžeme z hlediska jejich ochrany rozdělit na data obsahující málo barevné informace a ta, která jí mají více. Do první skupiny budou spadat rastry například topografických map, různé plány a výkresy, geologické mapy atd. Do druhé skupiny například letecké snímky. Jednou z metod jak „ochránit“ rastrová data (spíše však jde o znehodnocení) je opatřit je tzv. viditelným vodoznakem. To znamená do původních dat vložit obrazový vzorek a původní data vizuálně změnit tak, aby byl vodoznak viditelný, ale aby byla zachována možnost interpretace původního obrazu. Aby bylo opatření účinné a nebylo možné vodoznak jednoduše odstranit, je zapotřebí vodoznak vhodně aplikovat. Původní data proto rozdělme do následujících dvou skupin.

Rastry s malým počtem barev:

(příkladem jsou topografické mapy, plány, katastrální mapy...)

V kapitole 5.3 byla popsána metoda, jak je možné při nesprávném použití vodoznaku tento poměrně jednoduše z původních dat odstranit. Pro ztížení či znemožnění metodou redukce barev je možné původní obraz bez vodoznaku opatřit vzorkem, který nebude mít konstantní barvu. Redukce barev bude z důvodu přítomnosti většího množství různých barev méně úspěšná.

Při aplikování vzorku do původních dat (vkládání vodoznaku) je nezbytné rozmístit jej pravidelně (z hlediska geografických souřadnic), aby takto byla vždy chráněna všechna data. Špatným rozmístěním dat je možné rekonstruovat původní obraz (jako v případě portugalského armádního geografického portálu www.igeoe.pt). Pokud zůstanou dokonce původní data nechráněna a dodatečné informace (copyright) jsou vkládány až programově při sestavování stránky, je získání původních dat ještě snazší. Příkladem nedostatečně ošetřených původních dat jsou mapy z geoportálu CENIA nebo saského mapového portálu Sachsen Atlas (viz kapitola 5.3).

Rastry s velkým počtem barev:

(příkladem jsou letecké snímky, georeferencované fotografie, tematické mapy s rozsáhlou legendou atd.)

Metodu redukce barev zde nelze použít, neboť by velmi utrpěla kvalita výsledného obrazu. Existuje však metoda, kterou je možné se zbavit vloženého vodoznaku a ta spočívá ve

vícenásobném průchodu obrázku a průměrování sousedících pixelů známá jako „Inpainting“. Tato metoda využívá tzv. izofot – čar spojujících místa se stejnou hodnotou osvětlení. Zdroj:[11]. Pro ztížení možnosti odstranění vodoznaku platí, že je třeba vkládat barevný vodoznak a pravidelně jej rozmístit do původních dat.

6.2. Vektorová data

Vektorová data je možné publikovat jednak přímo – např. pomocí WFS nebo také nepřímo, použitím rastrů. Pro ochranu dat je toto rozdělení stěžejní.

Publikování vektorů převodem na rastry

Převodem vektorů na rastr se na první pohled může zdát, že se problém přeměnil v již ten výše zmiňovaný – publikování rastrových dat. Nicméně tato data mají svá specifika a proto u rastrů zmiňované vodoznaky problém neřeší. Důvodem je to, že vektorová data převedená na rastr jsou jen výjimečně zobrazována samostatně – často tvoří mapové kompozice. A u těchto kompozic není možné každou z vrstev opatřovat vodoznaky. V případě, že by vodoznaky byly na různých pozicích (myšleno tak, že by nebyly „v zákrytu“), byla by výsledná kompozice velmi nepřehledná a rušivě působící. V případě, kdy by byly „v zákrytu“, možnost zvolit různé vrstvy a někdy dokonce i jejich pořadí by vedlo k nepříjemně vypadajícím artefaktům způsobených průhlednostmi. Kompozice by byla nehezka a navíc by u vrstev, které mají řídce se vyskytující objekty, nemusel být objekt zasažen vodoznakem a tím pádem chráněn.

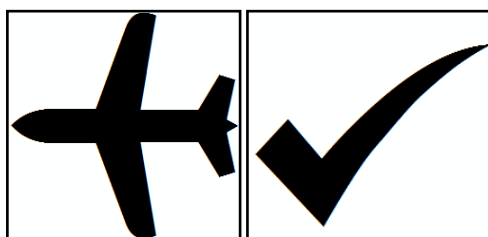
Získáním rastru práce pro útočníka nekončí a chce-li skutečně data vektorová, musí přistoupit k vektorizaci. Právě vektorizace může být problematická a to v závislosti na typu objektu (bod, linie, polygon) a zvolené reprezentaci (symbolologii). Jednoduše se bude například vektorizovat bod znázorněný kruhem, ale už hůře například konkávním polygonem s nekonstantní barevnou výplní. Doporučení pro publikování jednotlivých typů vektorových dat jsou uvedena dále:

Body:

Nejjednodušší na vektorizaci jsou symetrické objekty typu kruhu, čtverce, pravidelných mnohaúhelníků apod. Problém může nastat, pokud jsou body reprezentovány konkávními polygony, například letadélko, paprička, různé tvary šipek apod. U těchto objektů je problematičtější najít vlastní bod a při dotazování se na atributy, kdy jsou souřadnice bodu třeba, nemusí dojít ke správnému vrácení výsledku (dokonce k žádnému).

Příklady složitějších symbolů pro vyjádření bodových prvků jsou znázorněny na Obr. 20

Obr. 20. Ukázka složitější symbolologie bodů



Zdroj: autor

Linie:

Vektorizace linií se ukázala jako vůbec nejpracnější. Výše popsaný postup byl založen na využití morfologického filtru v podobě funkce Thin. Ztížením by jistě bylo, kdyby byly linie reprezentovány například vlnovkami či jinými nepravidelnými čarami, kde by morfologický filtr byl neúspěšný. Příklad je uveden Obr. 21

Obr. 21. Ukázka složitější symbolologie linií

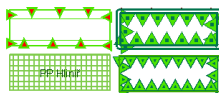


Zdroj: autor

Polygony:

Pro ztížení vektorizace polygonů platí vesměs stejná pravidla, jako byla uvedena u předchozích dvou kategorií vektorových dat. Složitá hrana a nestejněměrná výplň proces vektorizace komplikuje. Příkladem je znázornění polygonů na územním plánu velkých územních celků jihočeského kraje, kde jsou hranice složité, různobarevné, anebo je polygon šrafován. To však lze do jisté míry obejít morfologickými operátory.

Obr. 22. Ukázka složitější symbolologie polygonů



Zdroj: převzato z [12]

Publikování přes WFS

Služba WFS slouží k publikaci vektorových (tedy surových) dat. Z tohoto důvodu není možné data nikterak modifikovat (vkládat viditelné vodoznaky apod.). Jediným způsobem, jak kontrolovat přístup k datům, je využít metod autentizace. Tato metoda však spadá do kategorie těch, které nejsou přímo závislé na datech, a proto bude popsána dále.

Obecné metody

Druhou skupinou opatření jsou metody, které nejsou přímo závislé na datech. Často se jedná o metody, které se používají obecně nejen pro geografická data, a proto budou zmíněny pouze ty důležité, rozšířené nebo jednoduše aplikovatelné.

Autentizace/identifikace uživatele

Problém automatizovaného stahování může být elegantně vyřešen tím, že bude zobrazení prostorových dat k úspěšné autentizaci. Uživatel, který by data chtěl vidět, by nejprve musel projít registračním procesem a teprve poté by mohl data zobrazovat. Na základě známosti identity uživatele by bylo možné vyhodnotit, jaká data stahuje a v jakém množství. Metoda autentizace samozřejmě zhoršuje komfort služby v tom smyslu, že uživatele obtěžuje s registrací, s hesly apod.

Nabízí se také ponechat data volně dostupná - tedy bez nutnosti uživatele autentizovat a monitorovat stahovaná data na základě parametrů sítě. Je možné použít IP adresu, ze které přicházejí požadavky, jako identifikátor koncového uživatele, stanovit limit stažených dat a po jeho překročení již žádná data neposkytovat či zobrazit CAPTCHA (Completely Automated Touring Test to tell Computers and Humans Apart – plně automatický veřejný Turingův test k odlišení počítačů a lidí). Problém ale nastává v případě velkých neveřejných sítí, kdy za jednou IP adresou může být „schováno“ mnoho uživatelů, kteří tímto krokem budou zbytečně trestáni.

Mezi metody ověření uživatele můžeme zahrnout i identifikátor relace (session), který některé mapové portály používají. Slouží primárně ke správné funkci webu, ale přítomnost relace v kombinaci s dalšími kontrolními mechanismy na straně serveru zvyšují úsilí útočníka, který se snaží data získat automatizovaně. Při automatizovaném útoku je třeba relaci získat (tzv. unesení relace = session hijacking). Mezi další kontrolní mechanismy primárně určené pro správnou funkčnost webu patří například tzv. „user agent“, kterým prohlížeč hlásí, s kým server komunikuje. Pokud ve skriptu nepodstrčíme tento parametr, server nic nevrátí (konkrétně jde o Geoportál ČÚZK). Další často aplikovanou kontrolou je vyhodnocování parametru „referrer“. Jde o část HTTP hlavičky, která udává, ze které URI byl uživatel přeměrován. Vhodným nastavením je možné docílit toho, že je aplikace dostupná pouze z prohlížeče apod.

Mapové servery fungující na komerční bázi – v kapitole 3.6 zmíněné Google a Seznam jsou proti zneužití v podobě vykrádání dat poměrně dobře chráněny. Např. při větším množství dotazů z jedné IP adresy (nejen na mapy) je uživateli zobrazena CAPTCHA. U jiných služeb dostupných přes Google Maps API (například geokódování) je chráněno limitem (počtem dotazů za časovou jednotku) pro konkrétní API (Application Programming Interface) klíč a konkrétní doménu.

Složitější jmenná konvence v pojmenování dlaždic

U serverů založených na dlaždicích (TMS) je možné lépe data ochránit tím, že bude zvolena složitá (neuhodnutelná) jmenná konvence. V případě polského geoportálu je jsou dlaždice označeny LAAXBBYCC.jpg, kde AA znamená úroveň zvětšení, BB pořadové číslo ve směru x (tedy sloupec) a CC pořadové číslo ve směru y (tedy řádek). Pokud by byl název souboru aplikován hash, ten pak vyhledán v databázi a následně zobrazena správná dlaždice, jistě by to zvýšilo pracnost při automatizovaném stahování. Proti zase hovoří samotný důvod zavedení technologie dlaždic – totiž jejich rychlost. Dotazováním se do DB na hash dlaždice dojde ke zpomalení a tudíž ke ztrátě výhody.

7. Závěr

Práce uvádí teoretické základy mapových portálů, standardy, na kterých jsou postaveny a principy jejich fungování. V úvodu je objasněno chápání pojmu „prostorová data“ a vysvětlen jejich rozdíl od ostatních běžných dat, která nemají prostorovou složku a jiné atributy ve shora uvedené definici.

V dalších částech práce jsou popsány základní rozdíly mezi typy dat (rastr \times vektor) s přihlédnutím k jejich vlastnostem dále v práci zmiňovaných. Stejně tak jsou zmíněny technologie mapových serverů, způsob přenosu dat a jejich formáty. Tento úvod poslouží k bližšímu pochopení praktické části.

V praktické části je podniknut útok na rastrová i vektorová data v podobě automatizovaného stažení velkého množství dat. Rastrová data jsou cíleně vybrána ze tří mapových serverů ležících ve třech různých státech (ČR, Polsko, Německo), používající různé technologie stejně tak jako různé souřadnicové systémy. Demonstrace automatizovaného (semiautomatizovaného) stažení dat slouží k formulaci návrhů opatření, jak tomuto zabránit. Součástí práce je i složení území kolem trojmezí (Hrádek nad Nisou, Bogatynia, Zittau) v jeden celek a ukázat tak, rozdíl prostorových dat oproti obyčejným obrázkům.

Útok na vektorová data byl realizován na třech vrstvách produktu ZABAGED. Ukázka demonstruje úspěšnost stažení dat včetně vypořádání se s problémy vektorizace a získání atributů včetně hodnocení přesnosti oproti etalonu v podobě originálu dat vyžádaných od ČÚZK. Důkazem úspěšnosti je vyčíslena střední kvadratická chyba pro body (uzly) originálu dat a dat autorem práce vytvořených, jež nepřekračuje chybu zakreslení jednotlivých objektů do originálních podkladů produktu ZABAGED.

Cílem práce bylo navrhnout opatření, která by znesnadňovala automatizovaně získávat prostorová data. Praktická část práce dokázala, že je to v současné době možné a na základě zkušenosti nabytých při této praktické ukázce autor formuloval v předposlední kapitole

doporučení, jak tuto činnost potenciálnímu útočníkovi ztížit. Je třeba uvést, že všechna zabezpečení jsou jenom tak silná, jak silný je nejslabší článek celého systému a tak je dobré vždy zvážit, jestli je třeba vůbec data chránit a jestli důsledky ochrany nezpůsobí nepohodlí uživatelům či neztíží přístupnost dat.

Konzervativní datová politika Evropy je dnes již přežitkem a ukazuje to přijetí směrnice INSPIRE. Principem národních geoportálů je data a informace šířit a nikoli k nim omezovat přístup. Situace je jiná u komerčních subjektů, kde ochrana dat má svůj smysl a je také o poznání dále (viz např. CAPTCHA u Google či Seznamu).

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- AJAX** – Asynchronous Javascript And XML (asynchronní Javascript a XML)
- AOPK** – Agentura Ochrany Přírody a Krajiny
- API** – Application Programming Interface (rozhraní pro programování aplikací)
- BBOX** – Bounding **BOX** (ohraničující pravoúhelník)
- CAPTCHA** – Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Human Apart (plně automatický veřejný test pro odlišení počítačů a lidí)
- CENIA** – Czech **EN**vironmental **I**nformation **A**gency ()
- CRS** – Coordinate Reference **S**ystém (souřadný vztahový systém)
- ČÚZK** – Český Úřad Zeměměřický a Katastrální
- DB** – **Data**Base (databáze)
- GIF** – Graphic Interchange **F**ormat (obrazový formát dat)
- GIS** – Geographics **I**nformation **S**ystems (Geografické Informační systémy)
- GML** – Geography Markup **L**anguage (geografický značkovací jazyk)
- HTML** – Hyper**T**ext Markup **L**anguage (hypertextový značkovací jazyk)
- HW** – **Hard**Ware (hmatatelné součásti počítačů, resp. výpočetní techniky)
- INSPIRE** - **I**nfrastucture for **S**patial **I**nfo**R**mation in **E**urope (Infrastruktura pro prostorové informace v Evropě. směrnice)
- JFIF** – **J**PEG **F**ile **I**nterchange **F**ormat (obrazový formát dat)
- JPEG** – **J**oint **P**hotographic **E**xpert **G**roup (obrazový formát dat; konsorcium, jež ustavilo standard JPEG)
- MIDAS** – **M**eta**I**nformační **D**atabázový **S**ystém
- MIS** – **M**eta**I**nformační **S**ystém
- OGC** – **O**pen **G**eospatial **C**oncertium (standardizační organizace tvořící standardy v oblasti publikování geografických dat)
- OSGeo** – **O**pen **S**ource **G**eospatial **F**oundation (standardizační organizace tvořící standardy v oblasti publikování geografických dat)
- PNG** – **P**ortable **N**etwork **G**raphics (obrazový formát dat)
- RLE** – **R**un **L**ength **E**ncoding
- SRS** – **S**patial **R**eference **S**ystem (prostorový vztahový systém)
- SVG** – **S**calable **V**ector **G**raphics (obrazový formát dat)
- TIFF** – **T**agged **I**mage **F**ile **F**ormat (obrazový formát dat)
- UHUL** – Úřad pro **H**ospodářskou **Ú**pravu **L**esů
- URI** – **U**niversal **R**equest **I**dentifier
- URL** – **U**niversal **R**equest **L**ocator
- WFS** – **W**eb **F**eature **S**ervice (Webová služba poskytující vektorová data; standard OGC)
- WMS** – **W**eb **M**ap **S**ervice (Webová mapová služba; standard OGC)
- XML** – **e**X**t**ensible **M**arkup **L**anguage (rozšířený značkovací jazyk)
- ZABAGED** – **Z**ákladní **B**áze **G**eografických **D**at (mapový produkt ČÚZK)

Seznam obrázků

Obr. 1.	Příklad webové aplikace poskytující prostorová data.	12
Obr. 2.	Schéma fungování mapového serveru.....	13
Obr. 3.	Ukázka mapového portálu používající dočasné soubory.	22
Obr. 4.	Vizualizace dat ze staženého GML souboru v prostředí ArcMap.....	23
Obr. 5.	Ukázka mapového výřezu staženého z CENIA (měřítko 1:10 000)	28
Obr. 6.	Ukázka dvou mapových dlaždic z Polského geoportálu (měřítko 1:10 000).....	30
Obr. 7.	Ukázka dvou původních mapových dlaždic stažených z Polského geoportálu	32
Obr. 8.	Ukázka dvou upravených mapových dlaždic stažených z Polského geoportálu.....	33
Obr. 9.	Ukázka dvou původních mapových dlaždic stažených z Polského geoportálu	33
Obr. 10.	Ukázka dvou upravených mapových dlaždic stažených z Polského geoportálu.....	33
Obr. 11.	Ukázka dvou mapových výřezů stažených ze Saského geoportálu	35
Obr. 12.	Ukázka mapového výřezu staženého z ČÚZK.....	38
Obr. 13.	Ukázka mapového výřezu staženého z ČÚZK.....	41
Obr. 14.	Ukázka tvorby linií z rastru.....	43
Obr. 15.	Ukázka stažených polygonů.....	45
Obr. 16.	Ukázka ovládání mapové aplikace s funkcí „jdi na souřadnice“	49
Obr. 17.	Ukázka mapového výřezu produkovaného serverem s „dočasnými soubory“	50
Obr. 18.	Ukázka mapového výřezu bez vodoznaků a navigačního kříže	51
Obr. 19.	Výsledné složení dat ze tří mapových portálů.....	52
Obr. 20.	Ukázka složitější symbologie bodů.....	57
Obr. 21.	Ukázka složitější symbologie linií	57
Obr. 22.	Ukázka složitější symbologie polygonů.....	57

Seznam tabulek

Tab. 1.	Vybrané České mapové portály.	15
Tab. 2.	Vybrané evropské národní mapové portály.	16
Tab. 3.	Přehled hlavních specifík vybraných mapových portálů	24
Tab. 4.	Výsledná tabulka atributů pro vrstvu Vodopád (bod).....	40
Tab. 5.	Výsledná tabulka atributů pro vrstvu Vodopád (bod).....	44
Tab. 6.	Výběr prvních dvaceti atributů pro vrstvu Sesuv půdy, sut'.....	47
Tab. 7.	Hodnocení přesnosti vektorové vrstvy „Vodopád (bod)“	53
Tab. 8.	Hodnocení přesnosti vektorové vrstvy „Vodopád (linie)“	53
Tab. 9.	Hodnocení přesnosti polygonové vrstvy „Sesuv půdy, sut“	54

Seznam skriptů

Skript 1.	Ukázka WMS požadavku	19
Skript 2.	Ukázka WMTS požadavku	21
Skript 3.	Ukázka WFS požadavku	23
Skript 4.	Ukázka WMS požadavku na iniciální výřez ze serveru CENIA.....	27
Skript 5.	Ukázka georeferenčního souboru WorldFile pro Obr. 5.....	29
Skript 6.	Ukázka příkazu pro definici zobrazení pro Obr. 5.....	29
Skript 7.	Ukázka URL iniciální dlaždice Polského geoportálu.....	30
Skript 8.	Ukázka georeferenčního souboru WorldFile pro Obr. 6.....	31
Skript 9.	Ukázka příkazu pro definici zobrazení pro Obr. 6.....	31
Skript 10.	Ukázka URL iniciální dlaždice Saského geoportálu.....	34
Skript 11.	Ukázka georeferenčního souboru WorldFile.....	34
Skript 12.	Ukázka příkazu pro definici zobrazení části Obr. 11	35
Skript 13.	Ukázka struktury WMS dotazu.....	36
Skript 14.	Ukázka georeferenčního souboru WorldFile k Obr. 12.....	37
Skript 15.	Ukázka příkazu pro definici zobrazení Obr. 12	38
Skript 16.	Syntaxe pro GetFeatureInfo	39
Skript 17.	Ukázka syntaxe pro funkci Merge včetně parametrů.....	42
Skript 18.	Ukázka syntaxe pro funkci Thin včetně parametrů.....	42
Skript 19.	Ukázka syntaxe pro funkci Raster To Polyline včetně parametrů	42
Skript 20.	Ukázka syntaxe pro funkci Simplify Line včetně parametrů.....	43
Skript 21.	Ukázka syntaxe pro dotaz na atributy pro vrstvu Vodopád (linie).....	44

Skript 22.	Ukázka syntaxe pro funkci FeatureToPoint včetně parametrů	46
Skript 23.	Ukázka URL s atributovým XML.....	46
Skript 24.	Ukázka WFS požadavku na dostupné vrstvy (tabulky)	48
Skript 25.	Ukázka WFS požadavku na vrstvu „geology:geologie”	48
Skript 26.	Ukázka URL požadavku na vycentrování výřezu mapy.	50

Seznam použitých zdrojů

- [1] BAYER, Tomáš. *Algoritmy v digitální kartografii*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2008. 251 s.
- [2] CENIA, česká informační agentura životního prostředí. *INSPIRE* [online]. 2008 [cit. 2010-08-17]. Dostupné z WWW: <<http://inspire.gov.cz/o-inspire>>.
- [3] Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. *Geoportal* [online]. 2008 [cit. 2010-08-19]. Dostupné z WWW: <<http://maps.geoportal.gov.pl/webclient/>>.
- [4] Český úřad zeměměřický a katastrální. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. 21.05.2010 [cit. 2010-08-17]. Poskytování dat k diplomové, bakalářské nebo semestrální práci. Dostupné z WWW: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_STUD_PODM>.
- [5] Český úřad zeměměřický a katastrální. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. 21.05.2010 [cit. 2010-08-17]. Statut Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Dostupné z WWW: <http://www.cuzk.cz/GenerujSoubor.ashx?NAZEV=10-CUZK_STATUS>
- [6] Český úřad zeměměřický a katastrální. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. 21.05.2010 [cit. 2010-08-17]. Základní báze geografických dat ZABAGED®. Dostupné z WWW: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_ZABAGED>.
- [7] DRÁPELA, M., et al. *MULTIMEDIÁLNÍ UČEBNICE DĚJINY KARTOGRAFIE* [online]. 2005 [cit. 2010-08-17]. POČÁTKY KARTOGRAFIE. Dostupné z WWW: <<http://www.geogr.muni.cz/ucebnice/dejiny/obsah.php?show=31>>.
- [8] DRÁPELA, M., et al. *MULTIMEDIÁLNÍ UČEBNICE DĚJINY KARTOGRAFIE* [online]. 2005 [cit. 2010-08-17]. STÁTNI MAPOVÁ DÍLA. Dostupné z WWW: <<http://www.geogr.muni.cz/ucebnice/kartografie/obsah.php?show=17>>.
- [9] File-Extensions.org. *File-Extensions.org* [online]. 2010-08-27 [cit. 2010-08-28]. Itmap image, picture, photo file extension list. Dostupné z WWW: <<http://www.file-extensions.org/filetype/extension/name/bitmap-image-files>>.

- [10] Instituto Geográfico do Exército. *Instituto Geográfico do Exército* [online]. 2006 [cit. 2010-08-17]. IGeoESIG. Dostupné z WWW: <<http://www.igeoe.pt/igeoearcweb/madeira/default.asp>>.
- [11] *IPR Course: TA Lecture* [online]. 18.12.2002 [cit. 2010-08-14]. Introduction to Visible Watermarking. Dostupné z WWW: <http://www.cmlab.csie.ntu.edu.tw/~ipr/ipr2005/data/material/Introduction%20to%20Visible%20Watermarking.pdf>
- [12] Jihočeský kraj. *Mapový server jihočeského kraje : Mapa územního plánování* [online]. Koncept. 2005 [cit. 2010-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://gis.kraj-jihocesky.cz/mapy/upkoncept/legenda.png>>.
- [13] LANGR, Jan. *T-MAPY spol. s r.o. Hradec Králové - Geografická data* [online]. 2001 [cit. 2010-08-17]. Geografická data. Dostupné z WWW: <http://www.tmapy.cz/public/tmapy/cz/_aktualne/_clanky/geograficka_data.html>.
- [14] Mozilla Foundation. *Firebug* [online]. 24.8.2010 [cit. 2010-08-26]. Dostupné z WWW: <<http://getfirebug.com/>>.
- [15] Open Geospatial Consortium. *Web Feature Service Implementation Specification* [online]. 2005 [cit. 2010-08-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>>.
- [16] Open Geospatial Consortium. *Web Map Server Implementation Specification* [online]. 2008 [cit. 2010-08-5]. Dostupný z WWW: <http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=14416>.
- [17] Open Geospatial Consortium. *Web Map Tile Service Implementation Standard* [online]. 2010 [cit. 2010-08-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wmts>>.
- [18] Open Geospatial Consortium. *Geography Markup Language* [online]. 2008 [2010-08-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>>.
- [19] PEDERICK, Chris. *Web Developer* [online]. 30.6.2009 [cit. 2010-08-26]. Dostupné z WWW: <<http://chrispederick.com/work/web-developer/>>.

- [20] Portable Network Graphics#Comparison with Graphics Interchange Format .28GIF.29. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2. 12. 2001, last modified on 13.10.2010 [cit. 2010-08-17]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Portable_Network_Graphics#Comparison_with_Graphics_Interchange_Format_.28GIF.29>.
- [21] *Prohlížeč ČUZK* [online]. 2010 [cit. 2010-07-20]. Geoportál ČUZK. Dostupné z WWW: <http://geoportal.cuzk.cz/cuzk_wmsklient/Default.aspx?CRS=EPSG:2065&variant=ortofoto&BBOX=-770218.498375,-1182855.18366,-769541.165407,-1182347.183935>.
- [22] *SinteInfo.cz* [online]. 6.2010 [cit. 2010-08-24]. Profil webu a návštěvnost. Dostupné z WWW: <<http://www.siteinfo.cz/mapy.cz/uzivatele>>.
- [23] The Open Source Geospatial Foundation. *Tile Map Service Specification - OSGeo Wiki* [online]. 23.10.2006 [cit. 2010-08-17]. Tile Map Service Specification. Dostupné z WWW: <http://wiki.osgeo.org/wiki/Tile_Map_Service_Specification>.
- [24] Vysoká škola báňská, Institut geoinformatiky. *Metainformační systém MIDAS* [online]. 27. 5. 2009 [cit. 2010-08-28]. Metainformační systém MIDAS. Dostupné z WWW: <<http://gis.vsb.cz/midas/>>.
- [25] Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický. *Prostorová data* [online]. 2005 [cit. 2010-08-17]. Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. Dostupné z WWW: <http://www.vugtk.cz/slovník/1216_prostorova-data>.
- [26] World file. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 26.7.2002, last modified on 25.6.2010 [cit. 2010-08-12]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/World_file>.
- [27] ŽÁRA, Jiří; BENEŠ, Bedřich; FELKEL, Petr. *Moderní počítačová grafika*. Praha : Computer Press, 1998. 448 s. ISBN 80-7226-049-9.

Seznam příloh

Příloha 1 ks CD s elektronickou verzí práce, staženými daty a skripty.