

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
Přírodovědecká fakulta
Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie



**TVORBA WEBOVÉHO INFORMAČNÍHO
SYSTÉMU TRAS INLINE BRUSLENÍ PRO PRAHU
A JEJÍ OKOLÍ**

**CREATION OF A WEB – GIS APPLICATION OF INLINE
TRAILS IN PRAGUE AND ITS SURROUNDING AREA**

Bakalářská práce

Jakub Jaroš

září 2009

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Stanislav Grill

Vysoká škola: Univerzita Karlova v Praze
Katedra: Aplikované geoinformatiky a kartografie

Fakulta: Přírodovědecká
Školní rok: 2008/2009

Zadání bakalářské práce

pro Jakuba Jaroše
obor Geografie a kartografie

Název tématu: Tvorba webového informačního systému tras inline bruslení pro Prahu a její okolí

Zásady pro vypracování

V teoretické části práce bude řešena tematika webových mapových služeb a standardů OGS. Bude též zmíněn přehled komerčních a volně stažitelných technologií.

Autor provede terénní šetření tras inline bruslení v Praze a okolí. Budou sesbírána a v jednom formátu uložena všechna potřebná data pro tvorbu mapového serveru.

Nosným úkolem bude tvorba funkčního webového mapového portálu pomocí pokročilých aplikací ESRI (ArcGIS Server). Portál podá informace nejen o lokalizaci tras, avšak budou též připojeny další důležité charakteristiky, jako např. délka, podélné profily, fotodokumentace.

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

Konzultant bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce:

Termín odevzdání bakalářské práce:

Platnost tohoto zadání je po dobu jednoho akademického roku.

.....

.....

Vedoucí bakalářské práce

Vedoucí katedry

V Praze dne

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou 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

.....

Jakub Jaroš

Poděkování

Na tomto místě chci poděkovat vedoucímu bakalářské práce Mgr. Stanislavu Grillovi za cenné rady a pomoc při zpracování. Dále pak Mgr. Pavlu Šárovi za zapůjčení GPS zařízení a Michaele Štěchové za připomínky k jazykové stránce odborné rešerše. V neposlední řadě děkuji své rodině za morální podporu v průběhu celého studia.

Tvorba webového informačního systému tras inline bruslení pro Prahu a její okolí

Abstrakt

Předmětem této práce je vytvořit webový geografický informační systém tras inline bruslení na území Prahy. V teoretické části je obsažen stručný úvod do problematiky GIS a práce s geografickými daty. Dále jsou shrnuty možnosti GIS ve webovém prostředí, způsoby prezentace geografických dat na internetu a technologie využívané při jejich distribuci. Součástí práce je také přehled významných komerčních a nekomerčních softwarových produktů z této oblasti. Větší pozornost je věnována webovým službám a mezinárodním standardům konsorcia OGC (WMS, WFS, GML atd.). V praktické části je zprvu popsán sběr a zpracování potřebných dat. Uveden je výčet všech datových vrstev, jež byly v práci využity. Prostor je věnován procesu vizualizace geodat v softwaru ArcGIS Desktop 9.3, především možnostem kartografických reprezentací. Stěžejní část textu se zabývá vytvářením webových služeb a sestavováním webové aplikace v ArcGIS Server 9.3. V závěru práce jsou pouze stručně popsány internetové stránky zhotovené za účelem prezentace dosažených výsledků.

Klíčová slova: mapové servery, webové služby, ArcGIS Server, OGC, GIS, geografická data, ArcGIS Desktop, kartografické reprezentace, inline trasy

Creation of a Web - GIS application of inline trails in Prague and its surrounding area

Abstract

The objective of this work is to create a web geographic information system with inline skating trails in Prague and its surrounding area. In the theoretical part there is a short introduction to GIS and to working with geographic data. Then, there is a brief summary of how to use GIS together with web applications. After that, there is a review of methods of how to present geographic data on the internet and of technologies that one uses when distributing such data. The theoretical part also contains a short overview of important commercial and non-commercial software applications from this area with main focus on web services and international standards of consortium OGC (WMS, WFS, GML, etc.). The first section of the practical part concerns collecting and processing necessary data. The work mentions all data layers that were used during the elaboration. Then, it describes the process of data visualization in ArcGIS Desktop 9.3, especially the possibilities of cartographic representation. The major part describes creating web services and building a web application in ArcGIS Server 9.3. At the end, the work briefly discusses the web site that was created in order to present achieved results.

Keywords: map servers, web services, ArcGIS Server, OGC, GIS, geographical data, ArcGIS Desktop, cartographic representations, inline skating trails

OBSAH

Přehled použitých zkratk	8
Seznam obrázků a tabulek	11
1 Úvod	13
2 Geografické informační systémy a web	15
2.1 GIS a geografická data	15
2.1.1 Úvod do GIS	15
2.1.2 Geografická data	16
2.1.3 Digitální model prostorových dat.....	16
2.1.3.1 Vektorový model	17
2.1.3.2 Rastrový model	17
2.1.4 Metadata.....	18
2.2 Distribuce geodat na webu	19
2.2.1 Způsoby distribuce geografických informací.....	19
2.2.2 Kartografie na webu	20
2.2.2.1 Mapy statické.....	21
2.2.2.2 Mapy dynamické.....	21
2.2.3 Mapové servery	22
2.2.3.1 Technologie	22
2.2.3.2 Architektura internetových GIS.....	24
2.2.3.3 Přehled dostupných mapových serverů	25
2.2.4 Webové služby	27
2.2.4.1 XML	28
2.2.5 Mezinárodní standardy v GIS	30
2.2.5.1 Web Map Service (WMS)	30
2.2.5.2 Web Feature Service (WFS)	32
2.2.5.3 Web Coverage Service (WCS)	33

2.2.5.4	Web Processing Service (WPS).....	34
2.2.5.5	Keyhole Markup Language (KML).....	35
2.2.5.6	Geography Markup Language (GML).....	36
2.2.5.7	Symbology Encoding Standard (SES) a Styled Layer Descriptor (SLD).....	36
2.2.5.8	Filter Encoding Standard (FES).....	37
3	Webový informační systém tras inline bruslení.....	38
3.1	Sběr dat.....	38
3.2	Zpracování dat.....	40
3.2.1	Použitý software.....	40
3.2.2	Transport a transformace dat.....	40
3.2.3	Vytváření, editace a příprava dat na vizualizaci.....	40
3.2.4	Vizualizace.....	43
3.2.4.1	Kartografické reprezentace.....	43
3.3	Distribuce dat.....	47
3.3.1	ArcGIS Server 9.3.....	47
3.3.1.1	ArcGIS Server Manager.....	48
3.3.1.2	Webové služby v ArcGIS Server 9.3.....	48
3.3.1.3	Webová aplikace.....	52
3.4	Webová prezentace.....	53
4	Diskuze a závěr.....	55
	Seznam zdrojů informací.....	57
	Seznam příloh.....	62

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK

API	A pplication P rogramming I nterface = rozhraní pro programování aplikací
AVI	A udio V ideo I nterleave = multimediální kontejner, formát pro ukládání multimédií
BMP	Microsoft Windows B itmap = formát pro ukládání rastrových grafických dat
BMZ	b loková m apa z ákladní
CENIA	Česká informační agentura životního prostředí
CORBA	C ommon O bject R equest B roker A rchitecture = architektura podporující tvorbu distribuovaných objektově orientovaných aplikací
CSS	C ascading S tyle S heets = kaskádové styly, stylový jazyk využívaný k formátování souborů některých značkovacích jazyků (HTML, XML, ...)
ČSN	Česká technická n orma, Česká soustava n orem
DCOM	D istributed C omponent O bject M odel = technologie podporující komunikaci mezi softwarovými komponentami v počítačové síti
DPI	D ots p er i nc = udává rozlišení rastrových grafických dat
DSSSL	D ocument S tyle S emantics and S pecification L anguage = stylový jazyk využívaný k formátování souborů XML
DTD	D ocument T ype D efinition = definice typu dokumentu, jazyk popisující strukturu XML souboru
ESRI	E nvironmental S ystems R esearch I nstitute = přední světový výrobce geoinformačního softwaru (především produkty ArcGIS)
FES	F ilter E ncoding S tandard, standard konsorcia OGC
FOSI	F ormating O utput S pecification I nstance = stylový jazyk využívaný k formátování souborů XML

GIF	Graphics Interchange Format = formát pro ukládání rastrových grafických dat
GML	Geography Markup Language , standard konsorcia OGC
GPS	Global Positioning System = družicový systém k určování polohy a času na Zemi
HDF-EOS	Hierarchical Data Format - Earth Observing System = formát pro ukládání dat z pozorování Země využívaný NASA
HTTP	Hypertext Transfer Protocol = internetový protokol pro přenos dat
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe = iniciativa Evropské komise pro geografická data
JPEG	Joint Photographic Experts Group = standardní metoda ztrátové komprese používané pro ukládání rastrových grafických dat (též formát těchto dat)
JSON	JavaScript Object Notation = textový formát určený pro výměnu dat, syntaxí blízký programovacímu jazyku JavaScript
KML	Keyhole Markup Language , standard konsorcia OGC
MOV	multimediální kontejner, formát souboru QuickTime pro ukládání multimédií
MPEG	Motion Picture Experts Group = skupina standardů používaných ke kódování audiovizuálních informací
NetCDF	Network Common Data Form = formát pro ukládání prostorových dat
NITF	National Imagery Transmission Format = skupina standardů pro ukládání digitálních obrazových dat
OGC	Open Geospatial Consortium = mezinárodní konsorcium působící na poli geoinformatiky
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor = skriptovací programovací jazyk dynamických internetových stránek
PNG	Portable Network Graphics = formát pro ukládání rastrových grafických dat
REST	Representational State Transfer = softwarová architektura distribuovaných systémů
RPC	Remote Procedure Call = vzdálené volání procedur
SES	Symbology Encoding Standard , standard konsorcia OGC
S-JTSK	souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SLD	Styled Layer Descriptor , standard konsorcia OGC
SOAP	Simple Object Access Protocol = protokol definující výměnu zpráv ve formátu XML v počítačové síti
SQL	Structured Query Language = strukturovaný dotazovací jazyk využívaný při práci s daty v relačních databázích
SŘBD	systém řízení báze dat

SVG	Scalable Vector Graphics = formát pro ukládání vektorových grafických dat
SWF	Small Web Format = formát pro ukládání vektorových grafických dat
TIFF	Tagged Image File Format = formát pro ukládání rastrových grafických dat
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration = registr webových služeb
URI	Uniform Resource Identifier = jednotný identifikátor zdroje, využíván k přesné specifikaci zdroje v počítačové síti, nejčastěji internetu
URL	Uniform Resource Locator = jednotný lokátor zdroje, využíván k přesné identifikaci zdroje v počítačové síti, nejčastěji internetu
VML	Vector Markup Language = formát pro ukládání vektorových grafických dat
VRML	Virtual Reality Modeling Language = formát pro ukládání 3D objektů
W3C	World Wide Web Consortium = mezinárodní konsorcium spravující webové technologie a standardy
WCS	Web Coverage Service , standard konsorcia OGC
WDSL	Web Services Description Language = jazyk určený k popisu webových služeb
WebCGM	Web Computer Graphics Metafile = formát pro ukládání vektorových grafických dat
WFS	Web Feature Service , standard konsorcia OGC
WMS	Web Map Service , standard konsorcia OGC
WPS	Web Processing Service , standard konsorcia OGC
X3D	Extensible 3D = formát pro ukládání 3D objektů
Xlink	XML Linking Language = značkovací jazyk určený k vytváření odkazů v souborech XML
XML	Extensible Markup Language = rozšiřitelný značkovací jazyk
Xpath	XML Path Language = značkovací jazyk určený k vytváření odkazů v souborech XML
Xpointer	XML Pointer = značkovací jazyk určený k vytváření odkazů v souborech XML
XSL	Extensible Stylesheet Language = stylový jazyk využíváný k formátování souborů XML
XSLT	Extensible Stylesheet Language Transformations = stylový jazyk využíváný k transformacím souborů XML

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1	Digitální modely prostorových dat	16
Obr. 2	Druhy map prezentovaných na webu	19
Obr. 3	Schéma distribuovaných GIS	22
Tab. 1	Komerční mapové servery	25
Tab. 2	Nekomerční mapové servery	25
Obr. 4	Vztah mezi základními komponenty webové služby	27
Tab. 3	Inline trasy zahrnuté v této práci	38
Tab. 4	Datové vrstvy tematického obsahu map této práce	40
Tab. 5	Datové vrstvy topografického podkladu map této práce	41
Obr. 5	Tematická část znakového klíče map této práce.....	42
Obr. 6	Ukázka využití kartografických reprezentací	43
Obr. 7	Práce s nástrojem Move Tool z nabídky kartografických reprezentací.....	45
Obr. 8	Přizpůsobení vzhledu liniových kartografických znaků pomocí kartografických reprezentací.....	45
Obr. 9	Využití volných reprezentací.....	46
Tab. 6	Webové služby podporované ArcGIS Serverem 9.3	47
Tab. 7	Vytvořené webové služby	48
Obr. 10	Princip fungování map caching, „rozřezání“ mapového výstupu na dlaždice pro jednotlivá měřítka	50
Obr. 11	Úvodní stránka webu Inline trasy v Praze	53

1 ÚVOD

O tom, že webová kartografie dnes prožívá svůj zlatý věk již zřejmě nemůže být pochyb. Společnost jednadvacátého století novému způsobu prezentace geografických dat přivykla velice rychle a dostupnost mapových děl prostřednictvím internetu je dnes považována za stejnou samozřejmost jako přístup k dennímu zpravodajství, předpovědi počasí či sportovním výsledkům. Ve snaze uspokojit požadavky co nejvíce uživatelů jsou navíc neustále vytvářeny nové mapové servery, jejichž zaměření a obsahová náplň je velmi rozmanitá. Od nejobecnějších map každodenně využívaných širokou veřejností se lze přes mapy turistické, historické, dopravní a jinak tematicky zaměřené dostat až k projektům silně specializovaným, určeným jen velmi úzké skupině uživatelů. Někam ke středu tohoto spektra se řadí také projekt vypracovaný v rámci této práce, webový informační systém tras inline bruslení na území Prahy.

Výběr tématu bakalářské práce ovlivnily především dvě skutečnosti. V první řadě to byla snaha promítnout své studium nabyté vědomosti z oblasti geoinformatiky do praxe. Velkou roli sehrál také můj aktivní zájem o bruslení na kolečkových bruslích a žalostná situace, do níž jsou bruslaři uváděni ve snaze získat alespoň základní informace o lokalitách, kde lze jejich oblíbený sport provozovat. Je až udivující, jak málo internetových stránek napříč českým internetem se tématem tras vhodných k inline bruslení zabývá. Dokonce ani pro území hlavního města Prahy není žádná změna k lepšímu patrná. Pokud nějaké zdroje informací na internetu jsou tak poskytují jen velmi málo údajů, v některých případech navíc chybných. Přinést řešení stávajícího problému většiny pražských bruslařů se snaží tato práce.

Možnosti jako rozšířit některý z momentálně fungujících projektů či vytvořit nový mapový server avšak z nekvalitních dostupných dat byly okamžitě zavrženy. Za hlavní cíl byla stanovena tvorba komplexního geoinformačního projektu, který by zahrnoval sběr potřebných dat, jejich zpracování i prezentaci prostřednictvím webu, a který by zájemcům poskytoval veškeré důležité informace o inline trasách v Praze. Zhodnotit, do jaké míry byl původní úmysl naplněn, je v tuto chvíli již na bruslařích samotných.

Práce samotná je rozdělena do dvou hlavních kapitol. První je věnována úplným základům z teorie geografických informačních systémů. Předně jsou řešeny otázky týkající se distribuovaných GIS, které jsou dnes považovány za jedno z nejdynamičtěji se rozvíjejících odvětví této oblasti. Neboť se v geoinformačních kruzích stále více operuje s pojmem interoperabilita, byla podstatná část textu věnována také webovým službám a standardům konsorcia OGC. V kapitole popisující praktickou část práce je pozornost věnována sběru dat, jejich zpracování v GIS, tvorbě mapového serveru a v závěru také sestavování webu určeného k prezentaci dosažených výsledků.

2 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY A WEB

2.1 GIS a geografická data

2.1.1 Úvod do GIS

Ačkoli se s termínem GIS na poli geovědních disciplín operuje velmi často, stanovit přesně jeho význam je přinejmenším obtížné. Definic, které se o to pokouší, je celá řada, reprezentují různé úhly pohledu a navzájem se odlišují především ve svém rozsahu. A právě obsažnost je parametrem, díky kterému lze jednotlivé výklady rozčlenit do dvou pomyslných skupin.

V užším pojetí je GIS chápán jako informační systém využívající počítačů pro práci s geografickými daty nebo též geodaty. V některých situacích je GISem míněn pouze určitý software, případně balík softwarů, umožňující geodata vytvářet, získávat, uchovávat, spravovat a upravovat. Z těchto dat je možné následně získávat geografické informace, jež mohou být prezentovány v podobě map, grafů, tabulek atd.

Komplexněji je na GIS nahlíženo jako na soubor všech článků podílejících se na práci s geografickými daty. Do tohoto souboru spadají kromě samotných dat také technická podpora v podobě hardware a software, infrastruktura tvořená obsluhujícím personálem, know-how a zvolené pracovními postupy a vše další, co se zpracováním dat souvisí (Štych ... [et al.], 2008).

V souladu s širším pojetím je také definice Koláře (2003, s. 11), dle kterého je GIS „celý komplex nástrojů zahrnující výpočetní techniku i programové vybavení pro sběr a kontrolu dat, jejich uskladnění, výběr, analýzu, manipulaci a prezentaci. S nástroji, které takovýto komplex poskytuje, lze získávat informaci o druhu a kvalitě krajinných prvků a o jejich vzájemných vztazích. Moderní GIS umožňuje ukládat a zpracovávat data z různých zdrojů, jakými jsou digitální mapy, digitální obrazová data, video a nejrůznější statistické registry. GIS je proto i systémem na vzájemné propojování různých datových zdrojů.“ Jedinečnost GIS oproti jiným informačním systémům pak vidí především ve schopnosti provádět analýzy prostorových dat.

Za zcela základní tvrzení, na němž jsou postaveny naprosto všechny definice, a které je třeba zdůraznit, lze považovat skutečnost, že geografické informační systémy jsou především nástrojem, určeným pro práci s geografickými daty.

Aby byl tento stručný úvod do GIS úplný, pak je nezbytné zmínit se také o vývoji geoinformatiky v několika posledních letech a nastínit trendy, které tento vývoj ovlivňují. Ačkoli dnes již pravděpodobně neexistuje odvětví společenského života, které by nebylo ovlivněno nástupem a rychlým rozvojem internetu, nikde se tento proces neprojevil tak výrazně jako právě v informatice a jí příbuzných oborech. V GIS se díky tomu dnes setkáváme s odklonem od využívání desktopových aplikací a přechodem k systémům fungujícím na principu webových služeb (Kollinger, 2004). A právě možnosti, způsoby a postavení GIS v distribuovaném prostředí internetu jsou hlavními tématy této práce.

2.1.2 Geografická data

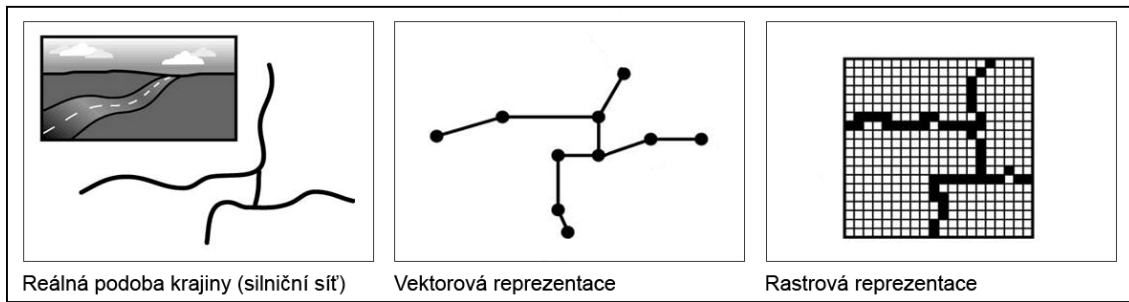
Jak bylo již deklarováno v předchozí kapitole, celý GIS slouží pro práci s geografickými daty a jakákoli činnost s tímto systémem je podmíněna správným chápáním tohoto termínu.

Jako geografická data jsou označována prostorová data popisující prvky či jevy na zemském povrchu (Kolář, 2003). Přívlastkem prostorový je vyjádřen vztah těchto dat k určitému místu v prostoru, a lze ho definovat například souřadnicemi. Kromě údajů o samotné alokaci nesou data ještě další údaje, například o tvaru či topologii jednotlivých znázorňovaných prvků či jevů. Vedle těchto informací vztažených k poloze jsou geodata nositeli ještě dalších informací o vlastnostech samotných prvků a jevů, které jsou uloženy nejčastěji jako hodnoty určitých atributů (např. počet obyvatel v daném sídle, hodnoty různých fyzicko-geografických měření na odlišných stanovištích).

2.1.3 Digitální model prostorových dat

Jak je uvedeno výše, geografická data jsou typická především tím, že jsou spjata s určitou polohou v prostoru, a kromě toho jsou nositeli atributové informace. Nejznámějším prostředkem k vyjádření prostorových vztahů mezi určitými prvky či jevy je mapa. Ta navíc dokáže, s dopomocí vhodně zvoleného znakového klíče, znázorňované entity blíže charakterizovat a popsat jejich vlastnosti (např. vyjádřit rozdílný počet obyvatel v sídlech pomocí různé velikosti znaků). Všechny součásti reálného světa jsou v mapách znázorněny pomocí tří základních geometrických primitiv, bodů, linií a polygonů.

Pokud jsou geografická data zpracovávána v prostředí GIS, nabízí se dva rozdílné přístupy, v jaké digitální podobě je zpracovávat. Jedná se o vektorový a rastrový model dat (viz obr. 1). Oba přístupy se výrazně liší, každý z nich má své výhody i nevýhody.



Obr. 1 Digitální modely prostorových dat (zdroj: http://www.indiana.edu/~gisci/courses/g338/images/scale_vector_raster.jpg)

2.1.3.1 Vektorový model

Ve vektorovém modelu jsou reálné prvky či jevy znázorňovány pomocí základních geometrických útvarů, bodem, linií a polygonem. Každá linie je dána minimálně dvěma body, které se označují jako vertexy (Štych ... [et al.], 2008). Pokud je průběh linie složitější tak, že mezi prvním a posledním bodem dochází ke změně jejího směru, jsou jako vertexy označovány i všechny body nacházející se v místech, kde se linie láme. Za polygon je považována uzavřená linie, jejíž počáteční i koncový bod se shodují, a která je tvořena minimálně třemi vertexy. K takto sestrojeným objektům jsou následně přidruženy další informace o atributech jednotlivých jevů či prvků, které geometrické tvary znázorňují.

Vektorový model je vhodný především pro práci s jasně vymezenými objekty, které lze snadno vyjádřit pomocí základních geometrických primitiv. Příkladem může být silniční síť, říční systém, zastavěné plochy... Kromě toho lze vektorový model využít pro data znázorňující polohu některých abstraktních prvků, hranic vegetačních pásů, izolinií atd.

Vektorovými formáty využívanými v GIS jsou například shapefile, coverage¹ (Štych ... [et al.], 2008) nebo GML. První dva zmiňované formáty jsou produktem společnosti ESRI. Třetí je mezinárodním standardem konsorcia OGC pro data ve vektorové podobě (více viz kap. 2.2.5.6).

2.1.3.2 Rastrový model

V rastrovém modelu jsou prostorová data kódována v pravidelné síti buněk. Tyto buňky mají nejčastěji čtvercový tvar, označují se jako pixely a jsou nejmenší jednotkou rastrové datové struktury ve zvoleném prostorovém rozlišení, kterou již nelze dále dělit. Každý pixel je definován svoji polohou v rámci sítě buněk a hodnotou sledovaného parametru, vyjadřující určitou vlastnost prvku či jevu reálného světa, který je pixelem reprezentován.

Rastrový model je vhodný pro prezentaci dat, která v každém bodě zájmového území nabývají určité hodnoty. Jak upřesňuje ve své práci Kolář (2003), jsou spojitě definovány na celém modelovém prostoru. Jako příklad lze uvést nadmořskou výšku, salinitu mořské vody,

¹ Termín coverage je zde použit ve významu vektorového topologického formátu určeného ke správě vektorových geografických dat. S pojmem coverage, který je popisován v kapitole 2.2.5.3 nijak nesouvisí.

atmosférický tlak... Rastry jsou také hojně využívány pro výstupy z interpolačních operací, jejichž cílem je vypočítat hodnoty určitého atributu pro celé zvolené území (např. srážkové úhrny).

Formátů využívaných pro ukládání rastrových dat je celá řada. Mezi nejrozšířenější patří grafické rastrové formáty TIFF, JPEG, BMP, GIF, PNG a mnoho dalších. Pokud mají takto uložená data nést informaci o tom, jakou část zemského povrchu reprezentují (mají být georeferencována), je třeba připojit zvláštní externí soubor, v případě TIFF je to např. soubor tfw.

Kromě toho existují ještě speciální rastrové formáty, které informace o georeferenci přímo obsahují, takovými soubory je např. GeoTIFF, Erdas Imagine... (Štych ... [et al.], 2008).

2.1.4 Metadata

Pojmem metadata jsou označována strukturovaná data o jiných datech. Na poli geoinformatiky je jejich úlohou poskytovat základní informace o geodatech. Obsahem takových metadat by měl být název datové sady, stručný popis jejího obsahu, datum vzniku, prostorový rozsah, použitý souřadnicový referenční systém, možnosti dalšího zpracování dat atd. Kromě toho by měla metadata obsahovat ještě metadata o sobě samých, tedy kdo je jejich autorem, kdy byla vytvořena apod. (Říha, 2007). Metadata přitom nemusí být spjata vždy pouze se samotnými daty, ale mohou informovat také o službách, které s daty pracují.

V dnešní době internetu, kdy je možné využívat data z mnoha různých zdrojů, je vytváření a následná publikace metadat velice důležitá. Urychluje se tím proces vyhledávání požadovaných geodat i služeb a uživatel se na jejich základě snadněji rozhodne, zda pro něj jsou určitá data či služby potřebné či nikoli (ESRI, 2002).

Stejně jako v případě jiných dat i u metadat je snaha standardizovat jejich podobu a usnadnit tak jejich vytváření a využívání. Vývojem norem pro geografická metadata se zabývá hned několik mezinárodních organizací, mezi nejvýznamější patří International Organization for Standardization (ISO), Federal Geographic Data Committee (FGDC) a European Committee for Standardization (CEN). V České republice je od roku 2003 práce s metadaty upravována normou ISO 19115 Geographic Information – Metadata (Říha, 2007).

Aby byl přístup k datům skutečně usnadněn, je snaha metadata sdružovat a jejich přehled poskytovat prostřednictvím metadatových portálů. Mezi nejznámější bezpochyby patří Geography Network, vyvíjený společností ESRI (ESRI, c2009b). V Česku se správou geografických metadat zabývá např. Metainformační databázový systém (MIDAS), fungující pod záštitou Vysoké školy báňské a České asociace pro geoinformace (VŠB-TU, c2003).

2.2 Distribuce geodat na webu

Rychlý rozvoj internetu přináší do světa kartografie a geoinformatiky zcela nové možnosti. I nadále je za nevhodnější nástroj pro prezentaci prostorových dat považována mapa, její podoba se však velmi razantně mění a stále častěji se mapy objevují v digitální podobě, předávající geografické informace svému uživateli přes monitor počítače, display mobilního telefonu či GPS zařízení.

Tvorba map v podobě webových mapových výstupů již není pouze výsostnou disciplínou kartografů. Na jejich vzniku se dnes intenzivně podílejí také programátoři, vývojáři internetových stránek a další specialisté z oboru informatiky.

Důsledkem toho se množství mapových produktů, jež má uživatel internetu k dispozici, výrazně zvětšuje, často však bohužel na úkor kvality. Některá díla dokonce nesplňují ani ty nejzákladnější kartografická pravidla, jakými jsou uvedení měřítko či legendy.

2.2.1 Způsoby distribuce geografických informací

Způsobů, jak šířit geografická data prostřednictvím internetu, je celá řada. Kollinger (2004) je ve své práci rozděluje do tří základních tříd.

Za nejsnadnější způsob lze považovat distribuci samotných dat, která si uživatel nejprve stáhne na svůj počítač, a teprve zde je vizualizuje, případně dále zpracovává. Taková data jsou většinou uložena v souborech různých formátů a práce s nimi vyžaduje speciální software. Od toho, zda uživatel potřebným softwarem disponuje či nikoli, se pak odvíjí, jak výhodný pro něj tento způsob distribuce dat je. V případě, že potřebné programové vybavení vlastní a plánuje s daty nakládat zcela specifickým způsobem, je toto řešení tím nejlepším. V opačném případě jsou pro něj data zcela nevyužitelná a ztrácí tak možnost získat z nich jakékoli další informace. Z hlediska poskytovatele je distribuce samotných dat obecně nevýhodná, neboť se tak otevírá poměrně snadná cesta k jejich zneužití. Z tohoto důvodu také není příliš častá, případně může být stahování dat zpoplatněno.

Za nejběžnější způsob šíření geodat považuje Kollinger (2004) jejich publikaci, jíž je míněno předávání geografické informace prostřednictvím mapových výstupů. Data jsou tedy nejprve zpracována, vizualizována a až následně poskytována dále. O tom, jaké informace budou v mapě obsaženy a jak budou data vizualizována, rozhoduje v plném rozsahu jejich poskytovatel, uživateli se v některých případech naskýtá pouze možnost zobrazovat a skrývat jednotlivé předpřipravené mapové vrstvy. Pro přístup k takto zpracovaným datům, jež jsou obvykle uložena v některém z běžně dostupných grafických formátů, není potřeba žádný specializovaný software a mapy mohou být zobrazeny i pomocí běžně dostupných internetových prohlížečů.

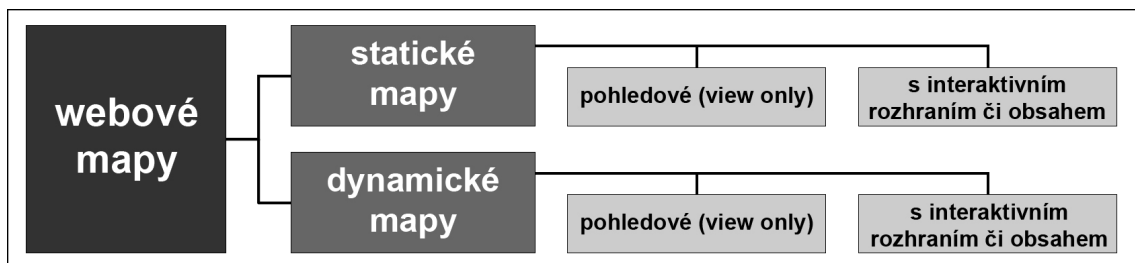
Třetí možností je geodata sdílet. Tento postup je založen na přístupu uživatele k datům uloženým na serveru, s nimiž může skrze webovou aplikaci dále manipulovat obdobně jako s daty uloženými na lokálním disku. Při tomto způsobu distribuce záleží na poskytovateli dat,

jaké operace budou uživateli povoleny, zda mu budou zpřístupněny pouze výsledky jednotlivých operací s vybranými daty či data samotná a mnoho dalších omezení. Zda je nezbytné aby uživatel disponoval nějakým dalším softwarem či si vystačí se standardními webovými prohlížeči plně závisí na charakteru jednotlivých využívaných služeb. Tato varianta šíření dat je z důvodu zvýšení interoperability velmi často realizována pomocí standardních webových služeb. Protože právě tento způsob dominuje v dnešním pojetí moderního GIS, je mu v této práci věnováno zvláštní místo (viz kap. 2.2.4).

2.2.2 Kartografie na webu

Již v předchozích kapitolách bylo uvedeno, že základním nástrojem pro prezentaci geodat je mapa. Tuto tezi potvrzuje také fakt, že ať je aplikován jakýkoliv z výše uvedených způsobů distribuce geodat, jeho výsledkem je téměř vždy mapový výstup, jež se více či méně podobá mapě v klasickém kartografickém pojetí². Pokud pomineme první variantu, kdy si uživatel musí mapu vytvořit sám, jedná se o mapy vytvořené na straně poskytovatele dat předávané uživateli prostřednictvím internetu. Se stále rostoucím počtem takto prezentovaných mapových produktů se v oblasti kartografie postupně utvořilo speciální odvětví s názvem Webová kartografie (Kraak, 2002).

Mapy se na internetu nacházejí mnoha podobách. Za základní rozdělení jednotlivých způsobů jejich prezentace lze považovat diferenciaci na mapy dynamické a statické, každá skupina se pak dále rozčleňuje na mapy interaktivní a pohledové, někdy označované jako „view only“ (viz obr. 2).



Obr. 2 Druhy map prezentovaných na webu (zdroj: <http://kartoweb.itc.nl/webcartography/webmaps/dynamic/d-view.htm>)

Za ne příliš vhodné považuje toto rozdělení Krátký (2004), který preferuje dělit mapy nejprve dle možností práce s nimi na interaktivní a pohledové, a až následně dle dynamičnosti na statické a dynamické. Dále vyjadřuje podporu pro dělení map především dle charakteru poskytovaných dat na rastrové a vektorové, neboť tento údaj považuje za zcela zásadní. Z tohoto hlediska dělí internetové mapy také kupříkladu Čerba (2006).

² Pouze málokdy je možné díla umístěná na internet klasifikovat jako mapy splňující všechna kartografická pravidla. Nejčastějším defektem bývá absence základních kompozičních prvků mapy: legendy, měřítko, směrovky...

Kromě výše uvedených způsobů je samozřejmě možné třídit mapy také dle klasických kritérií podle tématu, zobrazovaného území atd (Krátký, 2004)

Naprosto odlišný způsob klasifikace map ve webovém prostředí předkládá Kollinger (2004), který se opírá o rozličné způsoby komunikace mezi klientem a serverem. Tento způsob však není příliš obvyklý, proto nebude v této práci rozpracován podrobněji.

2.2.2.1 Mapy statické

Jedná se o nejčastější způsob prezentace map na internetu, využívaný především k šíření naskenovaných map vytvořených původně v analogové podobě. Hlavní výhoda spočívá v tom, že odpadá potřeba již existující mapy složitě vektorizovat a vytvářet z nich nové, od počátku digitální. Statickosti map se projevuje tak, že s nimi není možné provádět žádné další operace, a slouží tedy pouze k prohlížení. Nezastupitelnou roli sehrává tento způsob například v prezentaci map unikátních, jakými jsou mapy historické či mapy odlehlých koutů světa. Naskenováním a umístěním na web jsou tak tyto jedinečná díla zpřístupněna výrazně širšímu spektru uživatelů, než by tomu bylo v případě, že by zůstala pouze ve své analogové podobě. Kvalita statických map je silně závislá na skenovacím procesu. Často se lze setkat také s problémy, které pramení ze skutečnosti, že při tvorbě map se s jejich umístěním na web nepočítalo, a tudíž pro tento účel nejsou ani uzpůsobeny (Voženílek, [200-]) Typickým příkladem takového problému je snížená čitelnost mapy (Krátký, 2004).

Kromě statických map pohledových, nabízejících pouze pohled na stále stejné území ve stále stejné podobě, existují také statické mapy v interaktivní podobě. Ty disponují funkcemi, které rozšiřují uživateli možnosti při práci s mapou. Obvykle je mu umožněno posunovat mapovým výřezem, zoomovat, velmi často ve spojení s úpravami v zobrazovaném obsahu, zapínat a vypínat vrstvy, vyhledávat v mapách, zobrazovat informace o vybraných prvcích atd. (Krátký, 2004).

Do kategorie statických map interaktivních spadají také tzv. klikací mapy. Ve výkladu tohoto termínu se někteří autoři liší. Zatímco Voženílek [200-] staví pojem klikací mapa na stejnou úroveň jako pojem interaktivní mapa (v podstatě tyto termíny chápe jako synonyma), Čerba (2006) a Krátký (2004) vidí klikací mapy jako podkategorii map interaktivních, kdy mapa, resp. jednotlivé prvky v ní obsažené, vystupuje jako rozhraní, pomocí kterého je uživatel odkazován na další informace o jednotlivých mapových prvcích.

Za poznámku zde stojí uvést, že termín klikací mapy se používá také v terminologii webdesignu, kde se tak označuje jakákoli grafika vystupující na webových stránkách jako odkaz (Janovský, 2009).

2.2.2.2 Mapy dynamické

Mapy dynamické se obvykle vyznačují proměnlivostí mapových prvků či celého mapového pole. Velmi často jsou takové mapy prezentovány jako animace např. ve formátu GIF, v případě

složitějších animací pak v některém z videoformátů např. AVI či MPEG, MOV, či Flash formátu SWF.

Dle Kraaka (2001) spadají do dynamických map také 3D modely, umožňující uživateli interaktivně uzpůsobit prohlížení modelu (cesta kamery, výška kamery, rychlost pohybu....)

Dynamické mapy tedy vsází především na nezvyklé vyjádření prostorové informace a atraktivnost, tvořenou pohyblivými prvky či proměnlivou grafikou. Na první pohled je patrné, že tento způsob je vhodný pouze v některých případech, obecně především tam, kde jsou znázorňovány prvky či jevy dynamicky se měnící v čase. Jako příklad lze uvést mapování vývoje meteorologických událostí, změn využití krajiny, šíření virových onemocnění či různé prostorové modely budov a sídel, objevující se v poslední době na domovských stránkách některých obcí. Daní za takovéto ztvárnění jsou především zvýšené nároky na internetové připojení.

Zcela odlišné pojetí preferuje Kozáková (2005), která vymezuje interaktivní mapy kromě jiného na základě obsahu interaktivních komponentů (blikajících znaků, otáčejících symbolů atd.). Za dynamické pak považuje ty mapy, jež nabízejí uživateli možnost dynamicky zoomovat, přičemž jejich obsah se mění, dle zvoleného měřítka. Dochází zde tedy k záměně pojmů interaktivní a dynamický.

Nový způsob prezentace geografických informací v podobě webových map s sebou přináší celou řadu výhod. Mezi nejvýznamnější patří snadná editace a s tím spojená aktuálnost, poskytovaných informací, která je v případě analogových map, zaznamenávajících změny až s dalším výtiskem, velkým problémem. Kromě toho se umístěním mapy na internet mnohonásobně zvětšuje její dostupnost pro potenciální uživatele. Mnoho dalších výhod bylo již rozepsáno při popisu jednotlivých druhů map, jedná se například o propojenost odkazy na další informační zdroje a možnost ovládání mapy a přizpůsobování jejího vzhledu uživatelem, což úzce souvisí s využíváním rozšiřujících funkcí, jakými je měření vzdáleností, vyhledávání objektů a mnoho dalších.

2.2.3 Mapové servery

2.2.3.1 Technologie

Vznik prvních geografických informačních systémů, spadající do šedesátých let minulého století, je spojen s nasazením sálových resp. střediskových počítačů, kdy bylo ovládání těchto strojů vyhraněnou záležitostí úzké skupiny specialistů (Sklenička, 2006a).

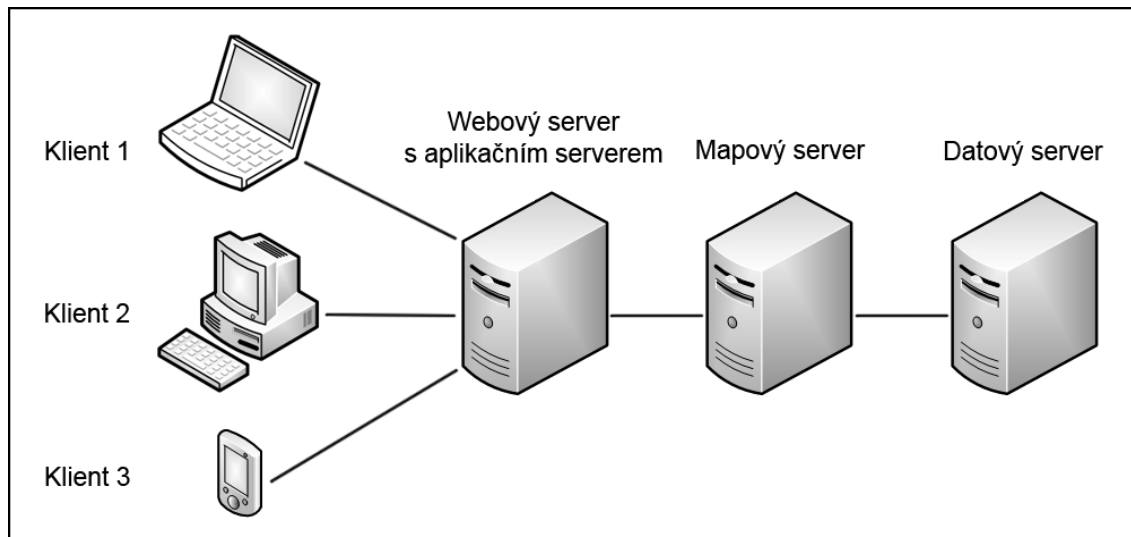
S nástupem stolních počítačů se objevují GIS ve své desktopové podobě. Zpravidla je možné rozlišit dvě různá pojetí, „stand-alone“ desktop GIS, kdy se veškerá práce s geografickými daty odehrává na jednom stolním počítači, a „two-tier“ (dvouvrstvý) klient – server model, kdy desktop GIS vystupuje v roli klienta a při zpracování úloh spolupracuje se serverem, od něhož nejčastěji získává potřebná data (Sklenička, 2006a). Za největší nedostatky tohoto řešení jsou považovány závislost na platformě a komunikačním rozhraní na straně

serveru a možnost spolupracovat v jednu chvíli pouze s jedním serverem (Kollinger, 2004). Přesto se však GIS díky dostupnosti potřebného počítačového vybavení velmi rychle rozšířil a dnes je v této podobě využíván širokým spektrem uživatelů a je nasazován při řešení mnoha rozličných úkolů.

Nejmodernější variantou jsou distribuované GIS, kdy spolu jednotlivé datové a programové komponenty komunikují prostřednictvím internetu, a to nezávisle na platformách, operačních systémech či použitých programovacích jazycích (Sklenička, 2006a). Kromě toho má uživatel možnost využívat data a funkcionalitu několika serverů zároveň, z nichž některé mohou vystupovat opět jako klienti a vysílat další požadavky na další servery. Rozdíl mezi rolemi klienta a serveru se tak značně vytrácí, což je také důvodem, proč se někteří autoři brání označení této architektury jako klient – server (Kollinger, 2004). Uživateli se touto cestou otevírá možnost snadného zpracování geografických informací prostřednictvím internetu, aniž by byl nucen pořizovat jakákoli data či softwarové vybavení. Pro vyřešení základních požadavků, kdy není třeba složitých analýz, mu postačí pouze běžný internetový prohlížeč.

Sklenička (2006a) v rámci distribuovaných GIS vymezuje ještě dvě možné varianty. První označuje jako model komponent distribuovaných objektů, jež je postaven na principech objektově orientovaného programování. Jednotlivé komponenty zde vystupují jako objekty a komunikují spolu nezávisle na operačním systému, platformách, aplikacích i použitých programovacích jazycích. Jako přední technologie využívané v tomto přístupu uvádí CORBA, DCOM/.NET a platformu Java.

Druhé řešení vidí ve využití webových služeb, kterým bude věnováno více pozornosti v kapitole 2.2.4.



Obr. 3 Schéma distribuovaných GIS (zdroj: Kollinger, 2004)

2.2.3.2 Architektura internetových GIS

Internetové GIS jsou založeny na spolupráci řady komponentů, cílem této spolupráce je obsloužit požadavky uživatele a zpětně mu poskytnout výsledky zpracovaných operací. Jednotlivé komponenty a jejich vazby jsou znázorněny na obr. 3.

Klient

Tento článek zajišťuje interakci mezi uživatelem a GIS aplikací. Klient je uživatelem ovládan obvykle skrze grafické uživatelské rozhraní. Umožňuje zadávat požadavky, které následně odesílá webovému serveru. Na druhé straně zpracovacího procesu přijímá výsledky dokončených operací a ty předává nazpět uživateli, nejčastěji v podobě grafického výstupu.

Z hlediska funkcionality klienta se rozlišují dva základní typy. Využití tenkého klienta (slabého klienta), které se někdy označuje jako client – side přístup (Čerba, 2006), předpokládá nižší zapojení klienta a vyšší zapojení serveru při zpracovávání požadavků, s čímž souvisí vyšší nároky na jeho výkon. Klient se tedy vůbec nedostává do kontaktu s daty samotnými, ta jsou zpracována na serveru a klientovi je předávána pouze jejich grafická interpretace, nejčastěji v nějakém rastrovém formátu (Říha, 2007). V takovém případě je server zatěžován nejen při vyřizování požadavků, ale také při každé interaktivní operaci s mapou, jako např. přiblížení či posun výřezu, kdy se na serveru musí vygenerovat nový rastrový obrázek a ten opět zaslat klientovi k zobrazení (Samec, 2006). Touto cestu může být jako klienta využito běžného webového prohlížeče s podporou Java appletu (Říha, 2007) a instalací potřebných Plug – inů pro práci s nestandardními formáty dat (Růžička, [200-?]).

Server – side přístup (Čerba, 2006) reprezentovaný tlustým klientem (silným klientem), je naopak orientovaný především na práci na straně klienta. Server, který obdrží zaslané požadavky, vyhledá patřičná data a ta zašle nazpět klientovi. Až na straně klienta pak dochází ke zpracování dat a následně také k předávání výsledků uživateli (Samec, 2006). Z tohoto vyplývá, že aby mohl uživatel zpracovávat geografická data, je nucen mít nainstalovaný patřičný software a disponovat kvalitním připojením k internetu, neboť objemy posílaných dat mohou být značné. S kompletním GIS na straně klienta se však zasvěcenému uživateli nabízí kompletní sada nástrojů pro zpracování geografických informací a uživatel není odkázán pouze na nástroje nabízené tenkým klientem (Čerba, 2006).

Z pohledu poskytovatele dat je tento způsob ne příliš vhodný, neboť jsou data stahována k uživateli a odtud mohou být snadno nelegálně šířena či jinak zneužita (Čerba, 2006).

Webový server

Webový server zde funguje jako spojovací článek mezi klientem zasílajícím požadavek a mapovým serverem, který tento požadavek zpracovává. Požadavek přicházející na webový server je nejprve vyhodnocen, je stanovena metoda, která byla k zadání požadavku využita, a následně je vyvolána příslušná operace na mapovém serveru s konkrétními hodnotami zadaných parametrů. Poté, co mapový server provede patřičné operace, navrátí výsledek webovému serveru a ten jej v podobě internetové stránky navrátí zpět klientovi (Cajthaml, 2005).

Dalším typem odpovědi na klientův požadavek může být aktivování Java appletu implementovaného do zobrazované internetové stránky. Java applet může rozšiřovat funkcionalitu webového prohlížeče a umožňovat některé další operace nad zobrazovanými daty, aniž by bylo nutné přeposílat požadavky na mapový server (Kollinger, 2004).

Mapový server

Právě mapový server je tím článkem, který vystupuje v roli geografického informačního systému. Na základě hodnot zadaných parametrů zpracovává dostupná data a výsledky navrácí zpět webovému serveru (Kollinger, 2004). V závislosti na možnostech serveru může uživatel provádět celou řadu operací od základních, jakými je zobrazení vybraných dat reprezentujících určité území, až po složité analýzy, interpolace či vytváření modelových studií. Značnou výhodou mapového serveru je skutečnost, že může vystupovat nejen jako server, ale také jako klient. Následně pak mohou být využity také operace a data dalších mapových serverů, čímž se možnosti uživatele jak zpracovávat geografická data mnohonásobně zvětšují. Tento postup je označován jako kaskádování serverů (Minář, 2008).

Datový server

Ačkoli datový server nepatří mezi nezbytné složky popisovaného řešení, pro velké objemy dat je zavedení SŘBD více než vhodné. Důvodem je především výrazně snadnější správa dat a následná práce s nimi, např. vyhledávání. Neboť se k uloženým datům přistupuje pomocí jazyka SQL, jsou tyto servery někdy označovány jako SQL servery (Kollinger, 2004).

2.2.3.3 Přehled dostupných mapových serverů

Při vytváření webového GIS se nabízí celá řada produktů, které je možné využít. Výběr některého z nich je ovlivněn především dvěma faktory, funkcionalitou a náklady. Práce s komerčními produkty renomovaných firem je výrazně finančně náročnější, na druhou stranu přináší svému uživateli mnohostranné využití a servis ze strany výrobce. Druhou skupinu tvoří mapové servery dostupné zdarma, které se svou funkcionalitou mohou vzájemně velice lišit. Některé z nich jsou však plnohodnotnými soupeři i pro komerční konkurenci. Zvláštní postavení zauímají tzv. open source řešení, jejichž zdrojový kód je „otevřený“, a je tedy možné do něj nahlížet a dále ho upravovat. Častým omylem je chápání open source produktů jako produktů zdarma. Většina z nich je sice skutečně poskytována bezplatně, o jejich využívání, především pak výdělečném, to ale již platit nemusí a je třeba respektovat podmínky stanovené jejich licencí.

Tabulky 1 a 2 přináší základní přehled používaných mapových serverů. Podrobněji jednotlivé produkty popisovány nebudou, neboť by taková charakteristika vyžadovala důkladnou analýzu každého z nich a tím přesahovala daleko za rámec této rešerše. Více prostoru bude dáno pouze produktu ArcGIS Server (viz kap. 3.3.1), neboť byl použit při zpracování mapového serveru k této práci.

Tab. 1 Komerční mapové servery (zdroj: vlastní)

Mapový server	Autor	Webové stránky
ArcGIS Server, ArcIMS, ArcGIS Image Server	ESRI	http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisserver/ http://www.esri.com/software/arcgis/arcims/ http://www.esri.com/software/arcgis/serverimage/
ERDAS Image Web Server	ERDAS	http://www.erdas.com/tabid/84/currentid/1062/default.aspx
Geo Web Publisher	Bentley	http://www.bentley.com/cs-CZ/Products/Bentley+Geo+Web+Publisher/
GeoMedia WebMap Professional	InterGraph	http://www.intergraph.com/literature/geomedia_webmap.pdf
MapInfo ProServer	MapInfo Corporation	http://www.mapinfo.co.uk
MISYS-WEB	Gepro	http://www.gepro.cz/geograficke-informacni-systemy/misys-a-misys-web/misys-web/
T-MapServer	T-Mapy	http://www.tmapy.cz/public/tmapy/cz/_software/twist/_mapy.html
TopoL Internet Server	TopoL Software	http://www.topol.cz/help/tis/index.html

Tab. 2 Nekomerční mapové servery (zdroj: vlastní)

Mapový server	Autor	Webové stránky
ALOV Map/TMJava	ALOV	http://www.alov.org
deegree2	Project Steering Committee	http://www.deegree.org
Geoserver	tým nezávislých vývojářů	http://geoserver.org
Grasslinks	.	.
JShape	JShape software	http://skyscraper.fortunecity.com/redmond/829/jshape2.htm
MapGuide Open Source	Autodesk*	https://mapguide.osgeo.org
MapIt!	tým nezávislých vývojářů	http://www.mapit.de
UMN MapServer	University of Minnesota	http://mapserver.org

Poznámka:

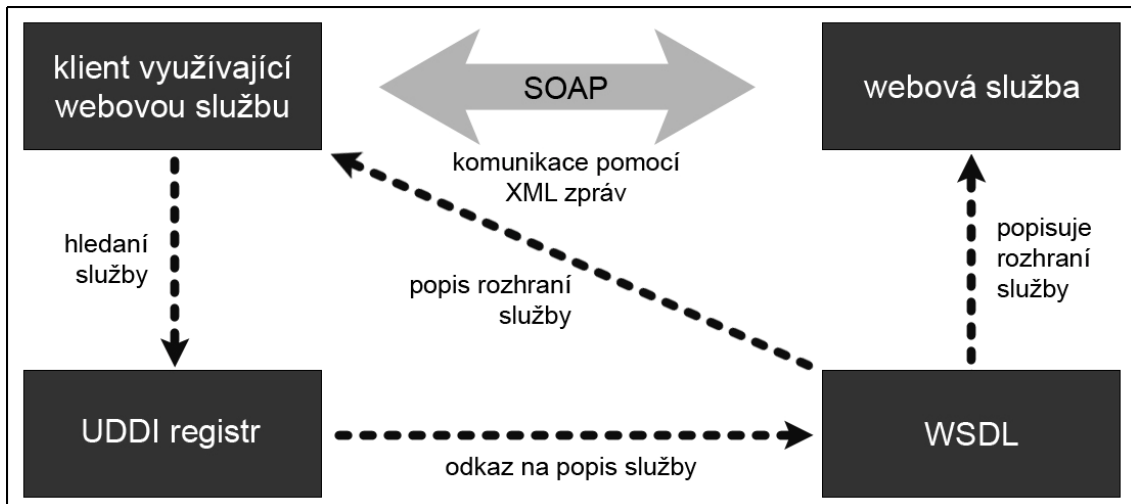
* společnost Autodesk nejprve vydávala svůj produkt jako komerční, během vývoje se z něj však postupně stal open source software

2.2.4 Webové služby

Jak uvádí definice konsorcia W3C, webovými službami jsou označovány softwarové systémy navržené pro podporu interakce mezi nezávislými zařízeními a jejich aplikacemi připojenými do počítačové sítě (Brown; Haas, 2004). Obecný termín zařízení je zde použit záměrně, neboť webových služeb mohou kromě počítačů využívat také např. mobilní telefony, navigace aj. Ačkoli je výše uvedená definice zcela relevantní, pro bližší pochopení celé problematiky příliš nedostačuje a je rozhodně nezbytné ji rozšířit.

Z pohledu uživatele je zřejmě nejzásadnější skutečnost, že mu webové služby umožňují přistupovat k datům na vzdálených serverech, tato data zpracovávat a získávat nazpět požadované výsledky. Zadávání požadavků, jejich odeslání i následná prezentace výsledků obdržených ze serveru je zajišťována pomocí webové aplikace, spuštěné na uživatelově počítači. Pokud bylo v úvodu řečeno, že webové služby umožňují interakci mezi počítači, o webových aplikacích lze říci, že umožňují interakci mezi počítačem a člověkem. Zásadní rozdíl je také v postavení serveru a webové aplikace vůči webové službě, zatímco server tuto službu poskytuje, webová aplikace ji využívá (Talich, 2005), přičemž uživatelů využívajících prostřednictvím svých aplikací určité služby může být celá řada. A právě skutečnost, že webové služby může využívat více uživatelů a díky kaskádování serverů může uživatel využívat provázanosti různých služeb z různých serverů, klade důraz na interoperabilitu těchto služeb. Ta je zajištěna na úrovni přenosu dat, pro který je využíváno otevřených, platformě nezávislých formátů a standardních protokolů.

První technologií, která byla schopna vykonávat procedury, jež byly uloženy mimo lokální disky, byla RPC (Wikipedia, [200-?a]). Ta byla následně vystřídána webovými službami postavenými na protokolu SOAP a standardním formátu XML (viz následující kap.). SOAP je základním protokolem, jímž se řídí zasílání XML zpráv, sloužících k přenosu požadavků na server a zpětně pak také k přenosu odpovědí mezi jednotlivými články. Celá komunikace přitom probíhá přes protokol HTTP. Na protokol SOAP navazují další dva standardy, UDDI a WDSL. UDDI představuje registr všech dostupných webových služeb, čímž se případným klientům usnadňuje jejich vyhledávání. WDSL je jazyk, postavený na základech XML, který slouží k popisu webových služeb. V každém WSDL souboru je uveden název dané webové služby, výčet metod, které služba poskytuje, a datové typy vstupních i výstupních hodnot. (Vít ... [et al.], 2005). Vztahy mezi jednotlivými články webové služby znázorňuje obr. 4.



Obr. 4 Vztah mezi základními komponenty webové služby (zdroj: <http://www.kosek.cz/diplomka/html/websluzby.html>)

Kromě webových služeb založených na využití protokolu SOAP se objevují ještě služby vycházející ze softwarové architektury REST (Fielding, 2000). Z hlediska uživatele je postup stejný jako v předchozím případě, opět zadává požadavky a získává odpovědi skrze webovou aplikaci a její, nejčastěji grafické, rozhraní. Značný rozdíl je však v komunikaci mezi webovou aplikací a serverem. Při implementaci tohoto způsobu již není využíváno žádných dalších protokolů, ale celá komunikace se odehrává v protokolu HTTP. Požadavky odeslané na server mají podobu URI a využívá se v nich běžných metod HTTP protokolu. Každé URI směřuje k jednomu zdroji, přičemž za zdroj je považován jakýkoli druh informace (dokument, obrázek, záznam v databázi...). Po zpracování požadavku navrací server výsledek v podobě reprezentace zdroje a odesílá jej klientovi (webové aplikaci) (Chodil, 2007). Data přitom mohou být zpracovávána v podobě XML, tedy obdobně jako tomu bylo u řešení předešlého, nebo ve formátu JSON, což je textový formát určený pro výměnu dat, syntaxí blízký programovacímu jazyku JavaScript (JSON, [200-]).

2.2.4.1 XML

XML (eXtensible Markup Language) je značkovací jazyk, vytvořený a nadále vyvíjený konsorciem W3C. Výsostné postavení si vydobyl především v oblasti zpracování dat, kam stejnojmenný formát XML, do nějž jsou data ukládána, přináší zcela nové možnosti při jejich správě a sdílení. Mezi hlavní přednosti XML, které je dnes již mezinárodním standardem, patří jeho platformní nezávislost a otevřenost, neboli volný přístup ke specifikaci, dostupné na webových stránkách W3C. Na rozdíl od proprietárních formátů různých společností, jejichž specifikace většinou zveřejněny nebývají a pro jejichž užívání je třeba zvláštního softwaru, může být XML formát zpracován v jakékoli aplikaci naprogramované v libovolném programovacím jazyce a fungující na rozličných operačních systémech (Kosek, c2000). Díky výše uvedeným vlastnostem hraje XML nezastupitelnou roli také v oblasti webových služeb a jeho stručný popis tak nelze v této kapitole opomenout.

Při bližším pohledu na data uložená v XML je zřejmé, že se jedná o jednoduchý textový formát založený, podobně jako HTML, na značkách. Ani počet ani podoba těchto značek není nijak omezena a autor si vytváří potřebné značky sám. Musí však být splněna podmínka, že každá značka počáteční musí mít také odpovídající značku koncovou. Takovýto pár se označuje jako element a jeho vlastnosti je možné dále upravovat pomocí atributů uvedených v počáteční značce. Právě elementy jsou základními stavebními kameny syntaxe XML. Na rozdíl od „jazyka webových stránek“ značky popisují význam textu, který je v nich uzavřen, a nikoli pouze způsob, jak bude tento text formátován. Zde je na místě říci, že XML se striktně drží pravidla oddělovat obsah dat od formy jejich prezentace (Albrechtová, 2007).

I když je volné používání vlastních značek v XML velkou výhodou, mohou nastat situace, kdy je naopak třeba, aby soubor obsahoval pouze určité elementy, případně aby byly strukturovány určitým způsobem. Jako příklad lze uvést jakýkoli program pracující s daty ve formátu XML, který očekává, že data na vstupu budou mít určitou podobu. Pokud by tomu tak nebylo, daný program by jistě nedokázal data zpracovat. Aby k takovým případům nedocházelo, využívá se tzv. schémových jazyků, z nichž nejznámější jsou DTD, XML – Schema, Relax NG či Schematron (Albrechtová, 2007). Všechny společně slouží k přesnému stanovení elementů a atributů, jež budou v souboru obsaženy, co mohou obsahovat a jakým způsobem s nimi lze dále pracovat.

Jak již bylo naznačeno dříve, XML soubor neobsahuje žádné údaje o tom, jak mají být data v souboru uložena ve výsledku zobrazena. Pro tento účel slouží skupina jazyků obecně označovaná jako jazyky stylové. Za nejznámější lze považovat kaskádové styly (CSS), které se využívají především při tvorbě webových stránek v HTML a v XML jsou využívány pouze pro jednodušší formátování. Ucelené řešení, vhodné i pro náročné aplikace, představuje jazyk XSL, který lze kromě běžného formátování využít také k transformacím jednotlivých XML dokumentů do XML dokumentů s jinou strukturou, HTML nebo textového formátu. Kromě těchto dvou jazyků se lze setkat ještě s jazykem DSSSL nebo v minulosti používaným jazykem FOSI. Hlavní výhodou oddělení stránky obsahové od formální spočívá v tom, že na jeden XML soubor lze aplikovat více způsobů formátování, či naopak více XML souborům přiřadit jeden jednotný způsob zobrazení a tím dosáhnout jejich homogenního vzhledu (Kosek, c2000).

Další podobnost s HTML je v oblasti odkazování. I XML umožňuje ve svých souborech využívat odkazy, a to jak na jednotlivé části v rámci jednoho dokumentu, tak na dokumenty jiné. Kromě toho lze navíc vytvářet např. i vícesměnné odkazy sloužící k propojení více dokumentů dohromady.

Odkazováním v XML se zabývají standardy XPath, XPointer a XLink. První dva uvedené zajišťují odkazování v rámci jednoho dokumentu, přičemž díky XPointer je možné odkazovat na vybrané elementy označené bodem, případně na úseky vymezené dvěma body. Standard XLink se využívá pro odkazování mezi více dokumenty (Albrechtová, 2007).

2.2.5 Mezinárodní standardy v GIS

Právě aplikace webových služeb v kombinaci s využitím mapových serverů je tím nejzákladnějším stavebním kamenem architektury distribuovaných GIS. Aby však tento velmi složitý systém fungoval, je nezbytné jasně stanovit základní pravidla a od všech zainteresovaných článků vyžadovat jejich striktní dodržování.

Za předního hráče v oblasti standardizací v GIS je považováno Open Geospatial Consortium (OGC), jež je mezinárodní organizací sdružující 386 různých komerčních i nevýdělečných společností, vládních organizací, univerzit a dalších subjektů, působících na poli geoinformatiky. Od svého založení v roce 1994 vydalo celou řadu otevřených specifikací webových služeb, datových formátů a značkovacích jazyků, z nichž ty nejdůležitější jsou přiblíženy v následujícím textu (OGC, [200-]).

K zajištění interoperability mezi jednotlivými komponenty distribuovaných GIS přispívají také další organizace. Díky velmi úzkému vztahu k webovým technologiím nelze opomenout konsorcium W3C, jehož standard XML je popisován výše. Z organizací, zabývajících se standardizací v GIS, jsou to dále např. ISO či INSPIRE (Sklenička, 2006b).

2.2.5.1 Web Map Service (WMS)

Názvem Web Map Service je označována pravděpodobně nejvyužívanější webová služba zaměřená na práci s geografickými daty. Dle specifikace OGC je určena k dynamickému poskytování georeferencovaných map, jež jsou vizuální reprezentací dat, uložených na serveru. Základním rysem WMS je tedy skutečnost, že uživatel nemá přístup k datům samotným a požadované informace jsou mu předávány právě v podobě map, sestavených mapovým serverem. Na tomto místě je třeba zdůraznit, že pojmem mapa se v definici OGC rozumí digitální obraz znázorňující geografická data, a dochází tak k odklonu od chápání mapy v klasickém kartografickém pojetí. V souladu s definicí OGC pak bude tento termín využíván také v této práci, přesněji v kapitolách o webových službách a dalších standardech konsorcia. Text této kapitoly vychází z (Beaujardiere, 2006) není-li uvedeno jinak.

Jak již bylo poznamenáno v kapitole o webových službách, požadavky uživatele jsou serveru předávány pomocí protokolu HTTP. Konkrétně lze využít metod GET a POST, přičemž první z nich musí být dostupná vždy. Rozdíl mezi oběma spočívá ve způsobu, jakým jsou požadavky formulovány. Zatímco v metodě GET slouží ke komunikaci řetězce URL, do nichž jsou parametry vymezující jednotlivé požadavky přímo zakomponovány, základem metody POST je zasílání zpráv ve formátu XML. Ačkoli obě metody vedou ke shodným výsledkům a často se mohou vzájemně zastupovat, v některých situacích je vhodné použít právě jednu z nich. Kupříkladu při definování složitějších požadavků je praktičtější upřednostnit metodu POST.

V rámci WMS jsou k dispozici tři operace, GetCapabilities, GetMap a GetFeatureInfo. Volání každé z nich je spojeno se zadáním určitých parametrů, mezi nimiž lze rozlišovat parametry povinné, nezbytné pro úspěšné zpracování daného úkonu, a volitelné. Zvláštní

postavení zaujímá operace GetCapabilities, která je vedle WMS také součástí všech dalších služeb OGC.

GetCapabilities

Cílem této operace je poskytovat metadata o konkrétní službě WMS. Jejich obsahem jsou základní údaje o serveru, popis uložených dat a přehled parametrů, které se vážou k jednotlivým operacím, včetně hodnot, jakých mohou parametry nabývat. Díky těmto informacím je následně možné správně formulovat požadavky na server a naplno tak využít možnosti příslušné WMS (Hreško, 2007).

Přestože GetCapabilities slouží ke zjištění parametrů náležících určité operaci, sama zadání určitých parametrů při svém volání vyžaduje. Povinně je třeba uvést, jaká operace je vlastně od serveru vyžadována (v tomto případě GetCapabilities) a s jakou službou je tato operace spojena (zde se službou WMS). Mezi volitelné parametry spadá určení formátu, v němž má server odpověď odeslat, či stanovení verze WMS, jež je požadována.

GetMap

Právě tato operace slouží k získání požadované informace prostřednictvím map, zpracovaných v některém z podporovaných grafických formátů. Parametrů, jež se k operaci GetMap vážou, je celá řada. Povinné zahrnují upřesnění služby, o níž je server žádán, a dále definují kritéria pro sestavení mapy, kterou má server navrátit. Uživatel tak může ovlivnit, jaké datové vrstvy budou v mapě obsaženy a stanovit jejich jednoduché formátování, do jakého souřadnicového systému budou data zasazena, prostorově vymezit zájmové území, jež má být zmapováno, nebo určit, v jakém grafickém formátu bude mapový výstup uložen a vytyčit jeho rozměry.

Pokud bude v jednotlivých vrstvách vybráno totéž území a vrstvy budou zobrazeny ve stejném souřadnicovém systému, dojde k jejich přesnému překryvu a otevře se tak cesta k velmi rychlému a efektivnímu vytváření „skládaných“ map. Jakým způsobem budou jednotlivé vrstvy vizualizovány, lze ovlivnit jednak přímo v požadavku výběrem některého ze stylů, nebo definováním vlastního mapového klíče dle standardů SLD a SES (více viz kap. 2.2.5.7)(Hreško, 2007). Mezi parametry určující podobu výstupu spadá dále nastavení průhlednosti pozadí a výběr barvy výplně v oblastech nepokrytých daty, jejichž zadání není povinné, a naopak striktně vyžadovaná volba výšky a šířky mapového výstupu.

S průhledností přímo souvisí volba grafického formátu mapy, neboť ne všechny grafické formáty, podporované službou WMS, nastavení průhlednosti pozadí umožňují. Vhodné jsou k tomuto účelu např. rastrové formáty PNG či GIF. Pro případy, kdy není třeba vyhovět požadavku na průhlednost, jsou k dispozici ještě dva rastrové formáty, JPEG a TIFF. Často opomíjenou skutečností je, že služba WMS dokáže pracovat také s vektorovými formáty, jakými jsou SVG a WebCGM (Říha, 2007).

Pomocí volitelných parametrů je dále možné přesněji specifikovat vrstvy, jež se mají k sestavení mapy použít, na základě času sběru dat a nadmořské výšky či si vybrat formát, v němž bude server odesílat hlášení o výjimečných událostech a chybách.

GetFeatureInfo

Jediná operace, jejíž podpora není pro WMS servery povinná nabízí způsob, jak získat bližší informace o prvcích obsažených v mapě. Aby bylo možné ji úspěšně vykonat, je nejprve třeba definovat mapu, na jejíž prvky se bude operace dotazovat. Splnění takové podmínky je zaručeno začleněním parametrů operace GetMap mezi parametry této operace. Při odeslání požadavku si pak server nejprve vytvoří mapu a až následně pracuje s jejími prvky. Kromě parametrů převzatých z GetMap obsahuje operace také parametry vlastní, které upřesňují dotazy na jednotlivé mapové prvky. Mezi ně patří uvedení souřadnic prvku, určení vrstvy, ve které se nachází a výběr formátu, v němž bude navržena odpověď.

V současnosti je platná specifikace OpenGIS® Web Map Service (WMS) Implementation Specification, verze 1.3.0. Aktuální verze využívaná WMS Serverem je uvedena v metadatech služby.

2.2.5.2 Web Feature Service (WFS)

Je další službou určenou pro práci s daty uloženými na serveru prostřednictvím protokolu HTTP. Jak uvádí Říha (2007), hlavním cílem této služby je zajistit přenos dat ve vektorové podobě. K tomu účelu je využíváno formátu GML. Kollinger (2004) fungování WFS popisuje v několika krocích. Po odeslání požadavku klientem jsou data uložená na serveru v některém ze standardních vektorových formátů nejprve převedena do formátu GML. Takto jsou předána nazpět klientovi a dle definovaných stylů zobrazena v požadované podobě. Přenos dat ve standardizovaném formátu GML přitom zajišťuje datovou interoperabilitu.

Skutečnost, že data jsou touto službou poskytována včetně hodnot svých atributů, otvírá uživateli možnost dále je zpracovávat např. prováděním analýz. Vlastníci takových dat je však uvolňují pouze velmi opatrně, serverů poskytujících službu WFS je tak výrazně méně než v případě WMS. Přístup k serverům, disponujícím touto službou, může být, v některých případech, i placený. Přesto je její implementace vhodná např. na serverech, jejichž cílem je právě poskytování dat, např. informace o hranicích ochranných pásem, pozemků atd. V souvislosti s využíváním WFS pak Říha (2007) upozorňuje, že data, s nimiž je pracováno, mohou mít díky nezgeneralizované podobě a formátu GML značný datový objem. A zároveň také poukazuje na fakt, že pro práci s WFS je třeba tlustého klienta.

Stejně jako u dalších služeb je i fungování WFS postaveno na protokolu HTTP a jeho dvou základních metodách GET a POST (viz kap. o WMS).

Operace podporované službou Web Feature Service jsou:

GetCapabilities

Jedná se o obdobnou operaci jako v případě WMS. Je zaměřena na tři základní cíle, informovat uživatele o schopnostech serveru, o typech nabízených geografických prvků a vracet seznam operací, které lze provádět nad jednotlivými typy dat (Skoupil, 2008).

DescribeFeatureType

Výsledkem této operace je popis jednotlivých typů geografických prvků nabízených službou WFS (Skoupil, 2008). Klient obdrží příslušné XML schéma, na jehož základě je schopen určit, o jaký typ objektu se jedná (Říha, 2007).

GetFeature

Dle definice OGC navrácí na základě požadavku klientovi konkrétní geografické prvky. Výběr prvků je realizován pomocí implementace standardu Filter Encoding, který je popisován níže (Panagiotis, 2005a).

GetGmlObject

Klientovi jsou navraceny jednotlivé objekty ve formátu GML, na něž je odkazováno v požadavku pomocí jedinečných XML ID. Odkazování je realizováno za pomoci XLink. Dále je možné zvolit, zda má operace vracet také elementy, na něž je odkazováno vnořenými odkazy, jež jsou součástí požadovaných objektů (Skoupil, 2008).

Transaction

Zatímco předchozí operace umožňovala data uložená na serveru pouze získat, pomocí Transaction je možné data na server dokonce přidávat, modifikovat či mazat. K tomuto účelu zahrnuje operace Transaction tři metody, InsertFeature, UpdateFeature a DeleteFeature (Panagiotis, 2005a).

LockFeature

Umožňuje zamknout jeden či více prvků po dobu určité transakce (Panagiotis, 2005a).

Na základě operací, které je schopna služba WFS poskytovat, rozlišuje Specifikace OGC tři různé varianty.

- 1) Basic WFS. Tato verze v sobě zahrnuje operace GetCapabilities, DescribeFeatureType a GetFeature. Někdy je tato verze označována jako read-only WFS.
- 2) XLink WFS. Kromě tří základních operací podporuje navíc GetGmlObject. Ta může být požadována samostatně nebo v rámci operace GetFeature (Skoupil, 2008).
- 3) Transaction WFS. Rozšíření Basic WFS o operaci Transaction. Nepovinně pak mohou být zahrnuty také GetGmlObject a LockFeature.

Aktuální verze je 1.1.0 popisována specifikací OpenGIS Web Feature Service (WFS) Implementation Specification.

2.2.5.3 Web Coverage Service (WCS)

Web Coverage Service je, podobně jako služby předchozí, určena k získávání geografických dat uložených na serveru za pomoci základních metod protokolu HTTP (viz kap. o WMS). Data jsou uživateli předávána v podobě blízké rastrům s tím rozdílem, že formáty podporované WCS

umožňují zachytit časoprostorové proměny reprezentovaných jevů. Výstupy této služby jsou označovány termínem coverage, pro nějž zatím neexistuje český ekvivalent. Kupříkladu Říha (2007) popisuje coverage jako jakési „rozložení“ a definuje ho jako soubor hodnot pokrývajících určitý prostor. Pro lepší pochopení se často uvádí rozdíl mezi službami WMS a WCS. Zatímco v rastrech poskytovaných WMS nesou jednotlivé pixely pouze informaci o své barvě a výstup lze jen jednoduše zobrazit, náleží každé buňce v coverage hodnota určitého atributu a s výsledkem je možné, kromě jeho prohlížení, dále pracovat, provádět různé výpočty, interpolace atd. Kromě toho dokáží coverage zpracovávat data z určitého území, pořízená v různém čase a dávají tak možnost analyzovat vývoj sledovaných procesů. Z aktuálních témat lze tak pozorovat např. ubývání ledové pokrývky Země, změny klimatu, změny ve využívání půdního fondu atd. Formáty, které WCS pro ukládání dat v této podobě využívá, jsou GeoTIFF, HDF-EOS, NITF a NetCDF.

Stejně jako ostatní webové služby nabízí i WCS operaci GetCapabilities, doplněnou ještě o operace DescribeCoverage a GetCoverage.

GetCapabilities

Také v rámci WCS plní tato operace obdobnou roli jako u služeb ostatních. Jejím cílem je poskytovat základní metadata o službě samotné, o jejích operacích a datech, s nimiž může služba pracovat.

DescribeCoverage

Rozšiřuje základní informace získané předchozí operací a předává tak uživateli veškeré údaje o dostupných coverage, které potřebuje pro další práci s nimi. Odpovědí je zpráva ve formátu XML, jejímž obsahem je např. prostorové vymezení dat, informace o čase, kdy byla data získána či rozpětí hodnot, popisujících znázorněný jev.

GetCoverage

Poslední operace slouží k získání konkrétních coverage na základě parametrů odeslaných serveru. Jaké parametry je třeba zadat a jakých hodnot mohou nabývat, je zřejmé z výsledků dvou předchozích operací, a proto je nezbytné, aby tyto operace operaci GetCoverage vždy předcházely. Jistou podobnost s GetCoverage lze nalézt u operací GetMap a GetFeature, které plní stejnou funkci, pouze s rozdílným typem dat.

Aktuální verze standardu o WCS je 1.1.2.

Text této kapitoly vychází především z (Whiteside; Evans, 2008).

2.2.5.4 Web Processing Service (WPS)

Web Processing Service je jedinou webovou službou konsorcia OGC, která není zaměřena na poskytování geografických dat, nýbrž na jejich zpracování (geoprocessing). Účelem její specifikace však není nabídnout uživateli početní, logické ani žádné jiné úkony, ale obecně definovat rozhraní mezi klientem a serverem tak, aby byl uživatel schopen využít

„geoprocessingové“ funkce, které jsou poskytovány na různých serverech. Díky tomu se výrazně rozšiřuje spektrum procesů³, jež jsou uživateli k dispozici, a to po stránce kvality i kvantity. Rozmanitost využití WPS ještě podtrhuje fakt, že jednotlivé procesy mohou být prováděny jak na datech umístěných přímo na serveru, tak na datech, která na server uživatel sám odešle. Data mohou být navíc ve vektorové i rastrové podobě, standardně ve formátech GML či GeoTIFF. I tato služba je založena na komunikaci prostřednictvím protokolu HTTP při využití jeho metod GET a POST (viz kap. o WMS).

Obsah kapitoly o WPS vychází z (Schut, 2007).

Při práci s WPS se využívá tří základních operací, kterými jsou GetCapabilities, DescribeProcess a Execute.

GetCapabilities

Podobně jako v předchozích případech i zde je operace GetCapabilities předurčena k získávání základních metadat o samotné službě WPS a „geoprocessingových“ funkcí poskytovaných konkrétním serverem.

DescribeProcess

Operace je zaměřena na získávání podrobných informací o procesech nabízených serverem. Ve svém výsledku popisuje, jaká data mohou do procesů vstupovat, v jakém formátu musí být serveru předána a naopak, v jakém formátu budou vráceny výstupy jednotlivých procesů.

Execute

Umožňuje uživateli spustit vybraný proces a dle zvolených parametrů zpracovat data na vstupu.

Aktuální verze specifikace WPS je 1.0.0.

2.2.5.5 Keyhole Markup Language (KML)

Keyhole Markup Language je formátem postaveným na základech XML a využívá se k reprezentaci a popisování geografických dat ve webovém prostředí. Původně se jedná o produkt společnosti Keyhole, kterou v roce 2004 získala korporace Google a začala jej hojně využívat ve svých projektech Google Maps, Google Earth a Google Mobile (Wikipedia, [200-?b]). Od roku 2008 patří KML ve verzi 2.2.0. mezi standardy OGC (Viletová, 2009). Svojí strukturou a účelem se v mnohém podobá formátu GML, možnosti jeho využití jsou však širší a kromě 2D vektorových objektů dokáže pracovat také s objekty třírozměrnými (Vohnout, 2009).

³ Procesem je míněna operace či úkon probíhající na připojeném serveru. Ačkoli slovo proces zde není zcela nejvhodnější, bylo použito záměrně, neboť termínu operace je v textu již využíváno ve spojení s funkcionalitou jednotlivých webových služeb.

2.2.5.6 Geography Markup Language (GML)

GML je značkovací jazyk postavený na základech XML, který vznikl za účelem vytváření, ukládání a přenosu geografických dat ve vektorové podobě (Portele, 2007). Hlavním úkolem těchto dat je co nepřesněji reprezentovat skutečnou podobu reálného světa. Pro tyto potřeby jsou využívány tzv. prvky, přičemž každý z nich je definován svými vlastnostmi a geometrií. Mezi vlastnosti spadá jméno, typ a hodnoty atributů daných prvků, v oblasti geometrie rozlišuje GML pět základních tvarů, bod, linii, křivku, plochu a polygon. Od verze 3.0 jsou podporovány také složitější prvky, které umožňují práci s 3D objekty, nesou informaci o topologii ve dvourozměrném prostoru a celkově rozšiřují možnosti využití tohoto jazyka (Albrechtová, 2007). Z důvodu geografické povahy znázorňovaných dat je v rámci GML také zakořeněna možnost definovat souřadný systém, v němž jsou prvky definovány (Lake, [200-?]). Vnitřní struktura souboru GML je pevně stanovena schématy XML. Do verze 3.0 to byla tři základní schémata, geometry.xsd, xlink.xsd a feature.xsd. Ve vyšších verzích se od jejich využívání upustilo a vytvořila se schémata nová, z nichž lze, pouze jako ilustrativní příklad, uvést např. gml.xsd, dynamicFeature.xsd, topology.xsd, coordinateReferenceSystems.xsd, feature.xsd, atd. (Albrechtová, 2007). Dnes je aktuální verze 3.2.1.

Při popisu GML je také třeba upozornit, že jsou geografická data ukládána jako text, a nedisponují tedy žádnou grafickou podobou. Pro jejich vizualizaci je potřeba nejprve je transformovat do některého z grafických vektorových formátů, a přiřadit tak každému typu prvků určitou grafickou podobu (Lake, [200-?]). Pro převod se využívá XSLT a příslušný stylový procesor (např. Saxon, Xalan). Za vyhovující grafické formáty lze označit SVG, VML, VRML případně, jak uvádí Říha (2007), X3D.

2.2.5.7 Symbology Encoding Standard (SES) a Styled Layer Descriptor (SLD)

Jak již bylo nastíněno v kapitole o WMS, možnosti vizualizace dat jsou v rámci této služby velice omezené a obdobná situace je také u služeb ostatních. Z tohoto důvodu se přistupuje k aplikaci standardu SLD, který se pokouší ve spolupráci se standardem SES zmiňované nedostatky odstranit.

Následující text vychází z (Müller, 2006) a (Lupp, 2007).

Symbology Encoding je jazyk vycházející z XML, pomocí kterého lze definovat, jak mají být jednotlivé prvky, případně coverage, v mapě zobrazeny, a to včetně jejich popisu. Kromě jednoduchého nastavení tvaru, velikosti a barvy mapových znaků, kdy jsou všechny typově identické prvky znázorněny stejně (všechny vodní toky znázorněny modrou linií o stejné šířce), je navíc možné vizualizovat jednotlivé prvky v závislosti na hodnotách jejich atributů (vodní toky s velkým průtokem širší linií a naopak).

Druhý standard se zabývá správnou implementací SES ve službách WMS, WFS a WCS.

2.2.5.8 Filter Encoding Standard (FES)

Tento standard OGC definuje XML kódování filtrovacích dotazů. Samotné filtrování je založeno na dotazovacím jazyku OpenGIS® Common Catalog Query Language, jehož syntaxe je velice podobná jazyku SQL.

Obecně se filtrování využívá pro vytyčení objektů, s nimiž hodlá uživatel dále pracovat. Výběr objektů je determinován dvěma základními ukazateli, polohou prvku a hodnotami jeho atributů.

Původně byla tato specifikace součástí standardu WFS, neboť slouží k výběru prvků, které uživatel požaduje od serveru. Později se však její využití rozšířilo i na další služby (WCS, Web Registries, ...) a stala se samostatným dokumentem (Panagiotis, 2005b).

3 WEBOVÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM TRAS INLINE BRUSLENÍ

Jako praktický příklad distribuovaného GIS byl v rámci této práce vytvořen webový informační systém tras inline bruslení na území Prahy. Jeho vývoj lze rozdělit do čtyř fází, kterými jsou sběr dat, jejich zpracování, tvorba mapového serveru a sestavení vlastního webu určeného k prezentaci výsledků.

3.1 Sběr dat

Navzdory tomu, jaké oblibě se teší inline bruslení v řadách pražských sportovců, neexistuje žádný ucelený zdroj informací, jež by podrobně dokumentoval jednotlivé trasy vhodné pro tuto aktivitu. Na webových stránkách zasvěcených bruslení je většinou uveden pouze velmi stručný přehled příhodných terénů, doplněný o jejich nejzákladnější popis. Ten je navíc mnohdy nepřesný nebo dokonce zcela chybný. Z tohoto důvodu bylo nezbytné přistoupit k vlastnímu terénnímu měření.

Jako odrazový můstek byl vzat seznam tras uveřejněný na internetových stránkách www.inline-online.cz⁴. S ohledem na vlastní průzkum pak byly čtyři trasy vyřazeny, neboť nesplňovaly ani základní předpoklady k provozování inline bruslení. V areálu, který je na webu označen jako Vítkov, zcela chybí omezení provozu, v případě lokalit Petřín – Růžový sad a Kavčí Hory nebyl žádný terén s povrchem dostačující kvality nalezen. Trasa Strašnice – Malešice byla zredukována pouze na Malešický park, neboť zbytek trasy je veden po vysoce frekventované dopravní komunikaci. Až po dokončení terénních prací byla na webu popsána stezka Hlavní nádraží – Libeň, a z tohoto důvodu není do informačního systému zapracována.

⁴ Ačkoli web www.inline-online.cz prošel ,v období mezi sběrem dat a dokončením této práce, rekonstrukcí, jeho obsahová stránka byla pozměněna pouze minimálně.

Kromě vyřazení některých tras byl seznam také o jednu trasu v úseku Černý Most – Dolní Počernice obohacen. Ve výsledku bylo zpracováno deset tras o celkové délce 48,7 km (viz tab. 3).

Tab. 3 Inline trasy zahrnuté v této práci (zdroj: vlastní)

Název	Délka (km)*	Charakter**
Běchovice	0,340	dráha - okruh
Černý Most – Dolní Počernice	2,477	trasa
Dolní Počernice – Dolní Měcholupy	4,604	trasa
Horní Počernice – Šestajovice	3,021	trasa
Ladronka	2,710	park - okruh
Letná	7,414	park
Malešice	3,232	park
Pobřežní cesta	11,639	trasa
Stromovka	5,832	park
Troja	7,481	trasa

Poznámky:

* V případě parků je délkou trasy míněna celková délka všech průjezdných úseků.

** Označení trasa naznačuje, že stezka vede z bodu A do bodu B. Park znamená, že se v dané lokalitě k bruslení využívá síť cest a chodníků v městské zeleni.

Cílem terénních prací bylo získat základní parametry o každé popisované trase, které mohou přímo či nepřímo ovlivnit bruslení v dané lokalitě. Ve výsledku bylo polohově zaměřeno 505 bodů zájmu, nesoucích informace o šířce trasy, kvalitě povrchu a značnickými liniemi. Kromě údajů bezprostředně spjatých s povrchem trasy byly dále monitorovány úseky s osvětlením, místa výrazného stoupání či klesání, úseky, kde je trasa vedena po dopravní komunikaci, popřípadě místa, kde trasa dopravní komunikaci křížuje. Dále byly shromážděny informace o občerstveních, půjčovnách bruslařského vybavení, skateparcích, dětských hřištích, lavičkách a jiných odpočívadlech v blízkosti tras.

K lokalizaci jednotlivých bodů bylo využito zařízení GPS značky Garmin, model 60 CSx. Přesnost měření se dle údajů zobrazovaných na displeji pohybovala do pěti metrů, což lze vzhledem k účelu měření označit za dostačující. Šířka tras byla zaznamenána vždy v místě její změny a měření bylo prováděno standardním ocelovým pásmem. Za nejspornější údaj lze označit hodnocení kvality povrchu. Otázka této klasifikace byla dokonce konzultována s Ing. Mondscheinem ze Stavební fakulty ČVUT. Společně jsme však došli k závěru, že vzhledem k tématu práce není využití exaktních metod klasifikace dle ČSN 13036 – 1 nezbytné a jednotlivé povrchy byly nakonec posuzovány na základě empirických postupů, vizuálního a hmatového vjemu. Při konečné klasifikaci bylo využito také fotografií jednotlivých povrchů. Veškeré měřicí práce probíhaly v období od 23. 12. 2008 do 11. 3. 2009 a k tomuto období jsou získaná data aktuální.

V rámci terénního průzkumu byla pořízena také fotodokumentace popisovaných tras. Některé reprezentativní fotografie jsou umístěny na webu, který je součástí této práce.

3.2 Zpracování dat

3.2.1 Použitý software

Ze široké nabídky geoinformačních programů byl zvolen produkt společnosti ESRI ArcInfo, který je součástí skupiny označované jako ArcGIS Desktop 9.3. V porovnání s ostatními produkty této skupiny je jeho velkou předností výrazně širší funkcionalita. Při práci bylo využíváno jeho tří integrovaných aplikací, ArcMap, ArcCatalog a ArcToolbox, čtvrtá aplikace ModelBuilder své uplatnění nenalezla (ARCDATA, c2009).

3.2.2 Transport a transformace dat

Prvním krokem byl přenos dat ze zařízení GPS do prostředí ArcMap. Aby byla data dále použitelná, bylo nezbytné převést je ze souřadnicového systému WGS 1984, v němž byla uložena zařízením GPS, do souřadnicového systému S-JTSK Krovak East North. Ten byl také zvolen jako výchozí projekce datového rámce celého projektu, neboť je pro data pokrývající Českou republiku nejvhodnější.

Aplikace ArcMap nabízí dvě cesty, jak transformace souřadnicových systémů dosáhnout. První způsob spočívá v definování souřadnicového systému přímo ve vlastnostech datového souboru (v tomto případě shapefile) a vede k tzv. on-the-fly transformaci, kdy jsou data uložená v různých souřadnicových systémech transformována při jejich vykreslování a je tak možné zobrazit je v jednom datovém rámci. K takto rychlému přepočtu souřadnic je však využíváno zjednodušených transformačních rovnic a dochází ke ztrátám přesnosti, v některých případech až v řádech desítek metrů (Fajt, [200-]). Pro potřeby této práce byl takový způsob neakceptovatelný a bylo přistoupeno k transformaci pomocí operace **Project**, která je součástí ArcToolboxu a dosahuje výrazně přesnějších výsledků.

3.2.3 Vytváření, editace a příprava dat na vizualizaci

Vzhledem k povaze mapovaných prvků, bylo třeba na základě naměřených dat, uložených v podobě bodů, vytvořit líniovou datovou vrstvu, která by lépe vyjadřovala průběh inline tras. Aby bylo možné jednotlivé stezky vektorizovat s dostatečnou polohovou přesností, byly jako podkladová data využity ještě datové vrstvy blokové mapy základní pro území Prahy (dále jen BMZ). Vytváření nových dat, stejně jako editace dat již vytvořených, bylo realizováno za pomoci základních funkcí **Editoru**. Vektorizace byla prováděna v měřítku 1:1000 a trasy byly rozděleny na úseky vymezené zaměřenými body zájmu. Dle jejich povahy pak byly danému úseku přiřazeny patřičné atributy, týkající se šířky trasy, kvality povrchu a označení liniemi. Na základě šířky byly trasy rozděleny do čtyř skupin, šířka méně než 1,5 m, 1,5 – 2,99 m, 3 –

4,49 m a více než 4,49 m. Šířka 1,5 m je stanovena jako základní, neboť se stále ještě jedná o dostatečný rozměr umožňující bruslení různými technikami, bez výrazného omezování bruslařova pohybu. Tento údaj je však pouze orientační a nebyl podložen žádnou odbornou studií. Z hlediska kvality byly vytyčeny čtyři třídy povrchu, vynikající, dobrý, špatný a povrch, tvořený dlažebními kostkami (velmi těžko sjízdný až nesjízdný). Po kompletním zpracování všech tras byly linie generalizovány s cílem potlačit ostré lomy a vyhladit tak jejich průběh. Aplikována proto byla další z operací ArcToolboxu *Smooth Line* s parametry *Smoothing Algorithm* nastaveným na hodnotu *Peak* a *Smoothing Tolerance* 10 m. Před operací byla také aktivována ochrana koncových bodů linií, kontrola topologických chyb naopak požadována nebyla.

Vektorizací inline tras byla získána základní datová vrstva. K vytvoření dalších liniových datových vrstev (osvětlení, místa stoupání a klesání, ...) bylo využito editačního nástroje *Trace Tool*, který zaručuje, že budou všechny nově vznikající vrstvy polohově totožné. Bodové prvky (občerstvení, půjčovna, ...) na rozdíl od liniových vektorizovány nebyly a bylo využito přímo bodů zájmu zaměřených v terénu.

Celkem byly k vektorizaci využity informace z 254 bodů zájmu. Zbytek bodů využit nebyl, například body reprezentující lavičky a další odpočívadla byly nakonec vypuštěny kvůli proměnlivému umístění laviček v průběhu roku. Ve výsledku byly vytvořeny čtyři vrstvy liniové a tři bodové. Vrstva inline tras byla dodatečně rozdělena na tři samostatné vrstvy s ohledem na vizualizované prvky, tedy na vrstvy znázorňující šířku tras, kvalitu povrchu a značení liniemi. Důvodem k tomuto kroku byl pozdější požadavek na vytvoření služeb WFS a WMS, resp. skutečnost, že tyto služby nelze vytvářet nad mapovým souborem, v němž odkazuje více reprezentací k jedné datové vrstvě. O tématech vytváření služeb a kartografických reprezentacích je psáno v dalším textu. Celkový přehled datových vrstev tematického obsahu podává tabulka 4.

Tab. 4 Datové vrstvy tematického obsahu map této práce (zdroj: vlastní)

Liniové vrstvy:	Bodové vrstvy:
KLESANI_STOUPANI	BODOVA_NEBEZPECI
KOMUNIKACE	BODOVA_PRISLUSENSTVÍ
OSVETLENI	INFO_TABULE
TRASY_kvalita	
TRASY_linie	
TRASY_sirka	

Pro mapový server byly vytvořeny dva topografické podklady, které se zobrazují v závislosti na zvoleném měřítku. Pro měřítko 1 : 40 000 a menší byly využity datové vrstvy z digitální geografické databáze ArcČR 500. Konkrétně šlo o vrstvu krajů, zástavby, dopravních komunikací, železnice, vodních ploch a vodních toků. Protože byla dostupná data zpracována pro celé Česko, bylo nezbytné je předem upravit. Pomocí příkazu *Select By Attributes* byl

z vrstvy krajů dle atributu NAZEV vybrán pouze kraj Hlavní město Praha a vybrané prvky vyexportovány do nové datové vrstvy kraj_praha. Podle hranice jediného polygonu této vrstvy byly následně oříznuty také zbývající vrstvy. Pro tuto operaci byla využita funkce **Clip** z nabídky ArcToolbox. V případě měřítek větších než 1 : 40 000 byl aplikován mnohem podrobnější topografický podklad sestavený z mapových listů BMZ, které byly všechny spojeny do jedné datové vrstvy topo_podklad. K tomuto účelu posloužila další z funkcí ArcToolbox **Merge**. Sloupce atributové tabulky nesoucí nepotřebné atributy byly následně odstraněny za použití funkce **Delete Field**. Celkový přehled datových vrstev topografického podkladu podává tab. 5.

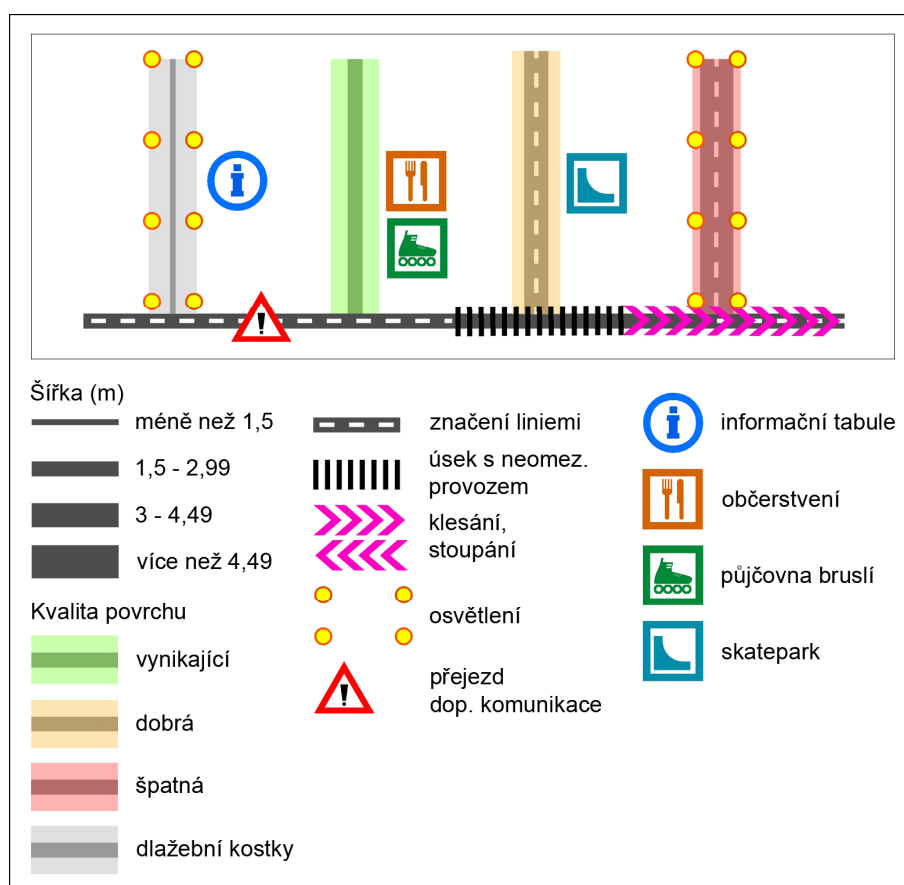
Tab. 5 Datové vrstvy topografického podkladu map této práce (zdroj: vlastní)

Polygonové vrstvy:	Liniové vrstvy:
kraj_praha	silnice
topo_podklad	vodni_toky
vodni_plochy	zeleznice
zastavba	

3.2.4 Vizualizace

Jednou z hlavních předností mapy je její schopnost předávat velké množství informací o znázorňovaných prvcích a jevech pomocí vhodně zvolené sady symbolů (kartografických znaků), označované jako znakový klíč. Ten byl navržen také pro mapy určené k prezentaci dat na mapovém serveru a následně podle něj byly vizualizovaný všechny prvky reprezentující data, popisovaná v předchozí kapitole. Tematická část znakového klíče je znázorněna na obr. 5.

Zatímco vizualizace topografického podkladu byla provedena pouze prostým přiřazením grafické podoby jednotlivým prvkům, v případě tematického obsahu bylo využito tzv. kartografických reprezentací.



Obr. 5 Tematická část znakového klíče map této práce (zdroj: vlastní)

3.2.4.1 Kartografické reprezentace

V oblasti mapové tvorby pomocí softwaru ArcInfo představují kartografické reprezentace velice silný nástroj. Jejich cílem je umožnit autorovi mapy vytvářet kartograficky správná grafická vyjádření mapovaných prvků, aniž by docházelo k zásahům do původních dat.

V praxi se postupuje tak, že je jednoduchá vizualizace dat převedena na kartografickou reprezentaci, která může být následně samostatně editována. Aby k tomu mohlo dojít, je však nezbytné nejprve umístit data do geodatabáze (Urban, 2006). Grafická podoba kartografických

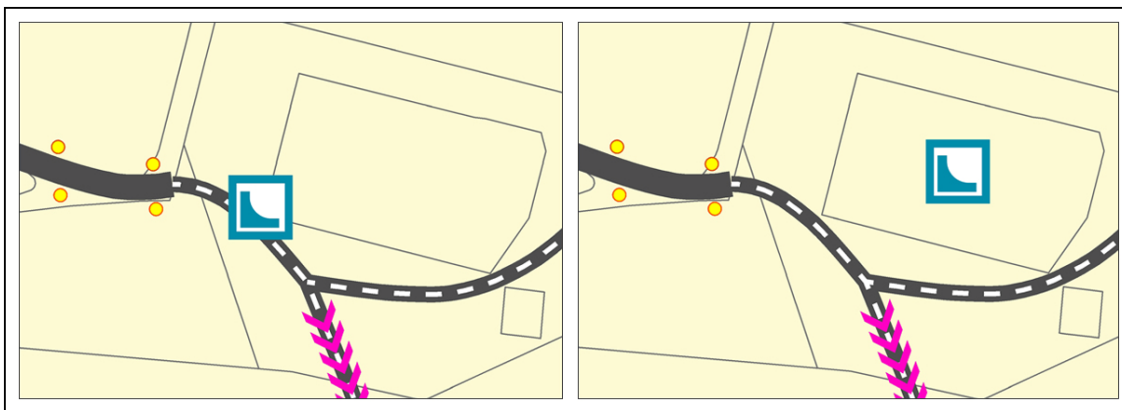
reprezentací se upravuje stejně jako jednoduchá vizualizace na kartě *Symbology*, v okně vlastností vrstvy (*Layer Properties*). Kartografické znaky jsou znázorněny na základě vybraného pravidla, kterých může být i několik (znaky ve stejné vrstvě mohou nabývat různých podob). Každé pravidlo je tvořeno minimálně jednou vrstvou a na každou vrstvu může být aplikován jeden nebo více geometrických efektů. Kromě základního nastavení vrstev ovlivňujícího velikost znaků a barvu, a přidávání geometrických efektů, má vliv na výslednou podobu znaku také pořadí v jakém jsou uspořádány (vrstvy výše překryjí vrstvy níže). Jako příklad lze uvést vytváření kartografického znaku pro železnici, který je tvořen linií s pravidelně se střídajícími černými a bílými poli. V některém z pravidel takové reprezentace jsou definovány dvě vrstvy, v každé vrstvě je vytvořena jedna linie, černá a bílá. Na první vrstvu (na pořadí černé a bílé nezáleží) je aplikován geometrický efekt *Dashed*, který způsobí, že se z linie plné stane přerušovaná. V místech, kde byla linie přerušena, pak vystupuje do popředí linie z vrstvy druhé a dotváří požadovaný vzhled. Ačkoli je geometrických efektů velké množství a poskytují pestré možnosti vizualizace, může nastat situace, kdy ani toto vše pro správné kartografické vyjádření nestačí. Například je-li potřeba znázornit určitý prvek nestandardně oproti ostatním prvkům ze stejné vrstvy. V takových případech přichází na řadu tzv. volné reprezentace (*Free Representation*), kdy je kartografický znak rozložen na základní grafické elementy, které je možné editovat samostatně. Díky této možnosti lze již vzhled výsledné mapy zcela přizpůsobit představám autora (Urban, 2006). Důležité však je uvědomit si, že převedením na volnou reprezentaci se změní pravidlo, dle kterého je reprezentace vizualizována, a jakékoli úpravy tohoto pravidla se na volné reprezentaci již neprojeví. Proto je vhodné provádět úpravy skrze volné reprezentace až v úplném závěru prací. Alespoň jednoduché využití kartografických reprezentací je demonstrováno na obr. 6.



Obr. 6 Ukázka využití kartografických reprezentací (zdroj: vlastní)

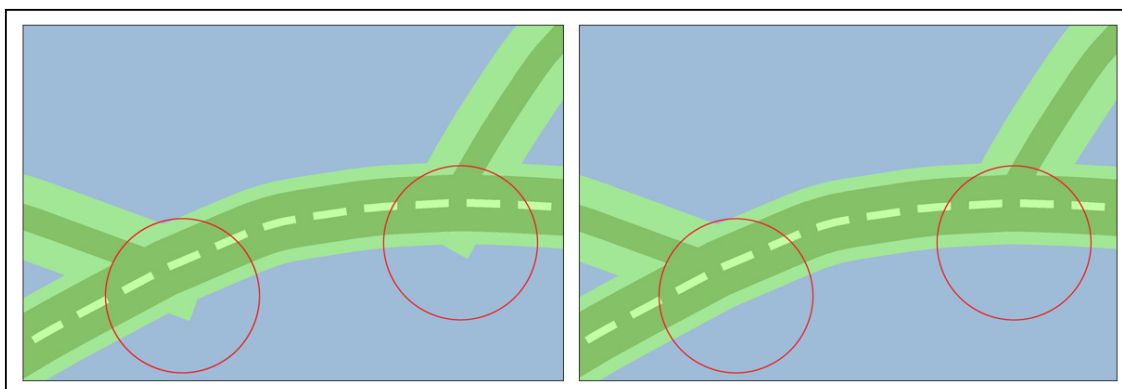
Problematika kartografických reprezentací je velice rozsáhlá a pro bližší seznámení s ní v této práci bohužel není prostor. Více informací k tomuto tématu je však možné nalézt na webových stránkách společnosti ESRI (ESRI, 2009), v českém jazyce je zacházení s reprezentacemi velmi podrobně popsáno v bakalářské práci Michaely Hakenové (Hakenová, 2008). V následujícím textu budou blíže popsány pouze postupy a řešení využitá v této práci.

Aby bylo vůbec možné kartografické reprezentace využít byla nejprve vytvořena osobní geodatabáze (*Personal Geodatabase*) a do ní importovány všechny tematické datové vrstvy. Následně byly tyto vrstvy přidány do prostředí ArcMap a pomocí příkazu *Convert Symbology to Representation* k nim byly vytvořeny příslušné reprezentace. Reprezentace datových vrstev znázorňujících šířku a kvalitu tras byla sestavena ze čtyř pravidel, přičemž každé pravidlo popisovalo vizualizaci prvků určité kategorie (jedno pravidlo pro úseky široké méně než 1,5 m, další pravidlo pro úseky široké 1,5 – 2,99 m atd.). Na žádnou z vrstev obou reprezentací nebyly aplikovány geometrické efekty, pouze datové vrstvě znázorňující kvalitu povrchu byla nastavena průhlednost 40% (*Layer Properties – Display – Transparent*). Poprvé byly geometrické efekty využity při vytváření reprezentace pro vrstvu se značením liniemi. Aplikován byl efekt *Dashed* a postup byl podobný jako u výše uvedeného modelového příkladu s železnicí. Na obdobném principu jsou postaveny také reprezentace vyjadřující změnu sklonu trasy a vymežující úseky s neomezeným provozem dopravních prostředků. V obou případech byla liniová vrstva reprezentačního pravidla nahrazena za bodovou (příkazy *Remove layer, Add new marker layer*) a linie vytvořeny jako soubor pravidelně se opakujících bodových znaků. Symboly (fialová šipka, úzký černý obdélník) byly vytvořeny pomocí editačního nástroje *Marker Editor*, který dává možnost navrhnout si své vlastní bodové znaky. Aby se znaky skutečně opakovaly, bylo ještě třeba stanovit polohu bodového znaku na *Along line* a vhodně upravit mezeru mezi znaky (*Step*). Podobně byla vytvořena také reprezentace znázorňující osvětlení jednotlivých tras, s tím rozdílem, že nebyla vytvořena pouze jedna vrstva s opakujícím se bodovým znakem, nýbrž vrstvy dvě. Obě vrstvy byly navíc sestrojeny se stejnými parametry, důsledkem čehož byl jejich dokonalý překryv, takže se vizuálně jeví jako vrstva jediná. Taková podoba však nebyla žádoucí a byl aplikován geometrický efekt *Offset*, pro obě vrstvy s opačnými hodnotami, který způsobil odsunutí bodových znaků ve směru kolmém na průběh linie do vzdálenosti stanovené stejnojmenným parametrem *Offset*. Zbývající vrstvy byly již všechny bodového charakteru a byly vizualizovány za pomoci předem připravených symbolů, importovaných do prostředí ArcMap ve formátu BMP, který je jediným podporovaným formátem určeným k tomuto účelu. V samotné vizualizaci bodových znaků kartografické reprezentace příliš velkou roli nesehrály, jejich potenciál se však naplno projevil při kartograficky správném umístění jednotlivých symbolů, díky čemuž bylo možné zabránit vzájemnému překrývání linií tras a symbolů bodových prvků. Celý problém i s jeho řešením pomocí nástroje *Move Tool* je zachycen na obr. 7. Mimo to je na obrázku zřetelná také úprava napojení přerušované linie v místě křižovatky. Toho je dosaženo přidáním kontrolního bodu (*Insert Control Point Tool*) do místa, kde se na jednu linii napojuje linie jiná.



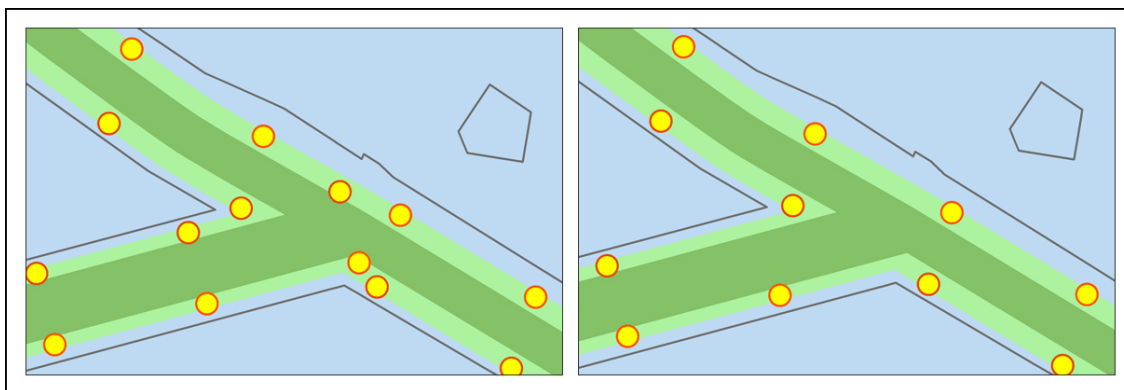
Obr. 7 Práce s nástrojem *Move Tool* z nabídky kartografických reprezentací (zdroj: vlastní)

Některé další kartografické konflikty bylo možné odstranit pouze jednoduchou změnou parametrů vrstev v dané reprezentaci. Tímto způsobem byly upraveny také konce linií (*Caps*) u reprezentace kvality povrchu, takže ve výsledku nedocházelo k rušivým přetahům v oblasti křižovatek, jak je zřejmé z obrázku 8.



Obr. 8 Přizpůsobení vzhledu liniových kartografických znaků pomocí kartografických reprezentací (zdroj: vlastní)

Při zpracování mapových podkladů se vyskytly také situace, kdy bylo potřeba využít možností volných reprezentací (*Free Representation*). Konkrétním případem byla úprava reprezentace osvětlení v místech křižovatek, kde docházelo k nežádoucímu prolínání kartografických znaků obou linií. Díky převedení na volnou reprezentaci (*Convert to Free Representation*) bylo možné nejen vymazat poslední pár nepotřebných symbolů zleva se připojující linie, ale také odstranit pouze horní symbol páru předposledního. Popisovaná situace je opět lépe patrná z obrázku 9.



Obr. 9 Využití volných reprezentací (*Free Representation*)(zdroj: vlastní)

Navzdory tomu, jak silným nástrojem kartografické reprezentace jsou, zůstaly některé problémy nevyřešeny. Nepomohly přitom ani opakované konzultace s odborníky z technické podpory společnosti ARCDATA. Asi nejzřetelnějším příkladem je vznik prázdných klínů v místě spoje dvou linií. Nepatrně je tato situace zachycena na obr. 7. Zde dochází ke vzniku klínu v místě spojení přerušované linie s linií plnou. Ačkoli z tohoto pohledu závažnost celého konfliktu příliš nevynikne, pravdou je, že čím ostřejší je úhel, který mezi sebou linie svírají, tím rušivěji tento defekt působí.

3.3 Distribuce dat

Podobně jako v případě zpracování dat, byl i v případě tvorby webového GIS upřednostněn produkt společnosti ESRI. Za hlavní přednosti ArcGIS Serveru 9.3 oproti ostatním řešením lze považovat kompatibilitu s projekty vytvořenými v softwaru ArcMap a dostupnost ArcGIS Serveru na serveru Přírodovědecké fakulty, jež spadá pod správu katedry aplikované geoinformatiky a kartografie.

3.3.1 ArcGIS Server 9.3

Je jedním ze tří produktů společnosti ESRI, zaměřených na šíření geografických dat v počítačové síti (internet i intranet). Nejvíce se od zbývajících řešení, ArcIMS a ArcGIS Image Server, odlišuje svojí komplexností a výrazně rozšířenou funkcionalitou. Zatímco ArcGIS Image Server je zaměřený především na distribuci obrazových dat (ve formátech TIFF, IMG, JPEG, GeoTIFF atd.)(ESRI, [200-]) a řešení ArcIMS lze dnes považovat za překonané, nabízí ArcGIS Server svému uživateli ucelený software s celou řadou rozmanitých využití. Díky důrazu na komplexnost je možné geografická data nejen distribuovat, ale také spravovat v rozsáhlých geodatabázích, jež jsou dostupné díky rozšíření ArcSDE a využívají některého z uznávaných SŘBD (Microsoft SQL Server, Oracle, PostgreSQL atd). Pro prezentaci dat jsou k dispozici předpřipravené webové aplikace, které lze přizpůsobit vlastním potřebám. Editace těchto aplikací je však velice omezená a pro náročnější aplikace je vhodnější naprogramovat aplikaci novou, které daným požadavkům vyhoví. Jedním z kladů využívání ArcGIS Serveru je také

výrazná technická podpora ze strany ESRI, ať už se jedná o kvalitně zpracovanou a velmi obsáhlou nápovědu v rámci webu ESRI Support Center nebo internetové stránky ESRI Resource Centers, poskytující celou řadu názorných ukázek a dalších zdrojů využitelných při práci se serverem. Text o ArcGIS Serveru 9.3 vychází z (ESRI, 2009) není-li uvedeno jinak.

3.3.1.1 ArcGIS Server Manager

Slouží jako webové rozhraní ArcGIS Serveru a umožňuje velice intuitivně a efektivně využívat celou jeho funkcionalitu. Pomocí Manageru lze vytvářet, spravovat, a případně také mazat webové služby. Obsažen je také průvodce, pro sestavení jednoduché webové aplikace, jež dokáže mapové služby obsluhovat. S dostatečným oprávněním je odtud také možné nastavovat a dále spravovat celý software. Díky webovému rozhraní je pak možné obsluhovat ArcGIS Server také vzdáleně, aniž by bylo potřeba instalovat celý software na používaný počítač.

3.3.1.2 Webové služby v ArcGIS Server 9.3

Stejně jako v mnoha jiných případech jsou i v tomto data uložená na serveru obsluhována pomocí webových služeb. Díky tomu lze k datům přistupovat nejen za pomoci specializovaných GIS software, ale kupříkladu pouze s webovým prohlížečem. Služeb, které je možné publikovat je značné množství, a jsou shrnuty v tab. 6.

Tab. 6 Webové služby podporované ArcGIS Serverem 9.3 (zdroj: http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3/java/index.htm#what_can_you_publish.htm)

Typ poskytovaných služeb	Poskytované služby	Popis	Požadovaný zdroj dat
Geocode services	Geocoding	poskytuje přístup k lokalizátorům adres	lokalizátor adres (.loc, .mxs, SDE dávkový lokalizátor)
Geodata services	Geodata	poskytuje přístup k datům v geodatabázích pro jejich dotazování, extrakci a replikaci	soubor s připojením k databázi (.sde), osobní či souborová geodatabáze, mapový soubor odkazující na data v geodatabázi
	WCS	vytváří služby WCS dle příslušného standardu OGC	
	WFS	vytváří služby WFS dle příslušného standardu OGC	
Geometry services	Geometry	poskytuje přístup externím aplikacím ke geometrickým výpočtům (např. geografické projekce)	nevyžaduje GIS zdroj
Geoprocessing services	Geoprocessing	poskytuje přístup ke geoprocessingovým funkcím poskytovaných serverem nebo funkcím, jež jsou spjaty s konkrétními vrstvami	mapový soubor s vrstvou nástrojů nebo souborem toolboxu (.tbx)
Globe services	Globe	poskytuje přístup k obsahu souborů globe	soubor globe (.3dd, .pmf)

Typ poskytovaných služeb	Poskytované služby	Popis	Požadovaný zdroj dat
Image services	Imaging	poskytuje přístup k rastrovým datasetům a datům poskytovaných službami ArcGIS Image Serveru	rastrový dataset, soubor vrstvy odkazující na rastrový dataset, zkompilovaná definice image služby (.ISDDef)
	WCS	vytváří služby WCS dle příslušného standardu OGC	
	WMS	vytváří služby WMS dle příslušného standardu OGC	
Map services	Geoprocessing	poskytuje přístup ke geoprocessingovým funkcím poskytovaných serverem nebo funkcím spjatým s konkrétními vrstvami	mapový soubor (.mxd, .pmf)
	KML	umožňuje vytvářet z mapových souborů soubory .kml	
	Mapping	poskytuje přístup k obsahu mapových souborů	
	Mobile Data Access	umožňuje extrakci dat z mapových souborů do mobilních zařízení	
	Network Analysis	řeší síťové analýzy pomocí rozšíření Network Analyst	
	WCS	vytváří služby WCS dle příslušného standardu OGC	
	WFS	vytváří služby WFS dle příslušného standardu OGC	
	WMS	vytváří služby WMS dle příslušného standardu OGC	

V rámci praktické části této práce byly vytvořeny tři webové služby, přičemž všechny spadají do skupiny Map services. Zdrojová data k těmto službám jsou uložena v osobních geodatabázích (*Personal Geodatabase*) Tematicky_obsah a Topograficky_podklad. URL a mapové soubory jednotlivých služeb jsou uvedeny v tab. 7.

Tab. 7 Vytvořené webové služby (zdroj: vlastní)

Název služby	Inline_trasy_v_Praze_Mapping
Mapový soubor	Inline_trasy_v_Praze_Mapping.mxd
URL	http://geo.natur.cuni.cz:8399/arcgis/services/jaros/Inline_trasy_v_Praze_Mapping/MapServer
Název služby	Inline_trasy_v_Praze_Mapping_WFS_WMS
Mapový soubor	Inline_trasy_v_Praze_Mapping_WFS_WMS.mxd
URL	http://geo.natur.cuni.cz:8399/arcgis/services/jaros/Inline_trasy_v_Praze_Mapping_WFS_WMS/MapServer/WMServer
Název služby	Inline_Praha_Mapping_Caching
Mapový soubor	Inline_trasy_v_Praze_Mapping_Caching.mxd
URL	http://geo.natur.cuni.cz:8399/arcgis/services/jaros/Inline_Praha_Mapping_Caching/MapServer

Za základní službu lze považovat první z výše uvedených. Její mapový soubor obsahuje všechny zpracované datové vrstvy a uživatelům tak poskytuje veškeré dostupné informace. Díky tomu byla také jako jediná vytvořená služba zpřístupněna skrze webovou aplikaci. Ze služeb vzdálených serverů byla k aplikaci připojena ještě jedna služba poskytující barevnou ortofotomapu s prostorovým rozlišením 1 m. Tuto WMS službu nabízí informační agentura CENIA a je dostupná z URL http://geoportal.cenia.cz:80/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap/cenia_b_ortorgb1m_sd.

Původně měla aplikace obsahovat ještě další služby vzdálených serverů, od tohoto kroku však muselo být upuštěno. V případě WMS služby ze serveru Magistrátu hlavního města Prahy, jež má poskytovat ortofotomapu z aktuálního snímkování, byla důvodem značná polohová nepřesnost, dosahující až 115 m. Další služba ze serveru agentury CENIA, pomocí níž měla být v aplikaci vytvořena vrstva názvů ulic, nebyla funkční vůbec. Především absence této vrstvy je velkým nedostatkem, neboť data topografického podkladu žádným popisem nedisponují a výrazně se tak zhoršuje schopnost orientace v mapě. Pro úspěšné provozování mapového serveru v budoucnosti je odstranění tohoto problému přímo podmínkou.

Kromě výše popisované služby kategorie Mapping byly vytvořeny ještě služby WFS a WMS odpovídající standardům OGC. Obě jsou postaveny na vlastním mapovém souboru, ve kterém nejsou zahrnuty datové vrstvy topografického podkladu, jejichž zveřejnění je ze strany poskytovatele dat zakázáno. Vzhledem ke zvýšené pozornosti, která byla standardům WFS a WMS, jsou zde uvedeny alespoň dvě praktické ukázky dotazování na základní operace:

- URL operace GetCapabilities, webová služba WFS:

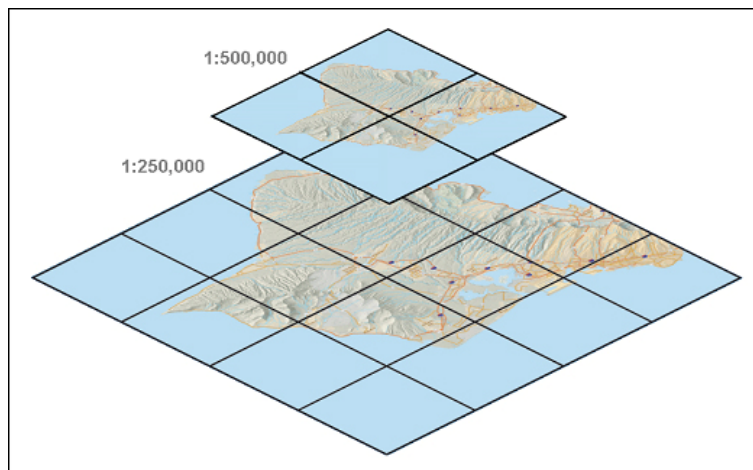
http://geo.natur.cuni.cz:8399/arcgis/services/jaros/Inline_trasy_v_Praze_Mapping_WFS_WMS/MapServer/WFSServer?service=WFS&request=getcapabilities&version=1.3.0

- URL operace GetMap, webová služba WMS:

http://geo.natur.cuni.cz:8399/arcgis/services/jaros/Inline_trasy_v_Praze_Mapping_WFS_WMS/MapServer/WMServer?VERSION=1.3.0&REQUEST=GetMap&CRS=CRS:84&BBOX=14.356,50.0792,14.359,50.080&WIDTH=1900&HEIGHT=450&LAYERS=0,1,3,4,5,6,7,8&STYLES=&EXCEPTIONS=application/vnd.ogc.se_xml&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFF&TRANSPARENT=TRUE

Poslední služba, opět z kategorie Mapping, byla vytvořena za účelem otestovat funkcionalitu ArcGIS Serveru označovanou jako map caching. Tímto termínem se označuje specifický způsob zpracování, ukládání a prezentování geodat na serveru. Geografická data jsou nejprve běžně vizualizována a vytvořený mapový soubor je nahrán na server. Po vytvoření webové služby je však tato služba dále editována a na kartě **Caching** je zvoleno vykreslování mapy za pomoci přednastavených dlaždic (*Using tiles from a cache that you will define below*). Podmínkou pro využití map cachingu je definování tzv. měřítkové řady (*Scales*). Pro každé vybrané měřítko jsou pak z mapového souboru vygenerovány mapové výstupy v jednom z grafických formátů PNG a JPEG, které jsou následně „rozřezány“ na jednotlivé díly (*Tiles*)

dle stanovených parametrů (rozměry dílů, rozlišení, ...). Tyto díly označované jako dlaždice jsou uloženy na serveru a při načítání mapy do webové aplikace postupně zobrazovány namísto zdlouhavého vykreslování samotných vizualizovaných dat. Princip map cachingu je zachycen na obr. 10. Text tohoto odstavce vychází z (ESRI, 2009e).



Obr. 10 Princip fungování map caching, „rozřezání“ mapového výstupu na dlaždice pro jednotlivá měřítka (zdroj: http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3/java/cache_concept.png)

Pro vytvářenou mapovou službu byly vygenerovány dlaždice v měřítkách 1 : 160 000, 1 : 80 000, 1 : 40 000, 1 : 20 000, 1 : 10 000, 1 : 5 000, 1 : 2 500 a 1 : 750. Jako grafický formát byl zvolen PNG, rozlišení bylo nastaveno na 96 DPI. Přednastavená velikost strany dlaždice 512 pixelů zůstala ponechána.

Ke komplikacím došlo při volbě způsobu generování dlaždic. Ty je totiž možné generovat z kompletního mapového výstupu nebo pro jednotlivé vrstvy. Při aplikaci prvního způsobu se nejprve z vybraných vrstev utvoří mapa pro dané měřítko a ta je následně „rozřezána“. Jednotlivé dlaždice tak obsahují všechny mapové prvky ze všech zvolených vrstev a takto jsou také prezentovány uživateli. Ve výsledku to znamená, že vykreslování mapy ve webové aplikaci se výrazně urychlí, uživatel však ztrácí kontrolu nad vykreslovaným obsahem, neboť již nemůže ovlivnit, jaké vrstvy mají být zobrazeny nebo naopak skryty. Pro potřeby této práce, kdy je manipulace s vrstvami zcela zásadní, tak nemohl být tento způsob využit. Vytváření dlaždic dle druhého postupu je podobné, dlaždice jsou však vytvářeny nejen pro všechna vybraná měřítka, ale navíc pro všechny zvolené vrstvy, zobrazené v těchto měřítkách. V podstatě lze říci, že pro každé měřítko je vytvořena mapa obsahující pouze jednu vrstvu a ta je „rozřezána“. Poté, co jsou pro určité měřítko takto zpracovány všechny vrstvy, se přechází na měřítko další a celý proces se opakuje. Důležité přitom je, aby byly jednotlivé dlaždice ukládány ve formátu PNG, jež podporuje průhlednost pozadí. Jinak by sice bylo možné jednotlivé vrstvy ve webové aplikaci aktivovat a naopak, neprůhledné pozadí by však bránilo v zobrazení prvků z vrstev umístěných v pozadí. Také je třeba uvědomit si, že počet vrstev obsažených v mapě je přímo úměrný počtu dlaždic, které je třeba vygenerovat, uložit na server a následně s nimi pracovat. S rostoucím počtem vrstev se tak rozdíl v rychlosti vykreslování mapy, s a bez využití map

cachingu, postupně stírají. Tato skutečnost nakonec sehrála rozhodující roli, takže vytvořená služba nebyla k webové aplikaci připojena.

3.3.1.3 Webová aplikace

Již v úvodu k ArcGIS Serveru 9.3 bylo zmíněno, že software disponuje předpřipravenými webovými aplikacemi, pomocí kterých lze přistupovat k vytvořeným webovým službám a odpadá tak potřeba programovat aplikace vlastní. K tomuto řešení bylo přistoupeno také v této práci.

Zásadním krokem je výběr mapových vrstev, které budou v aplikaci obsaženy. Ten je v první řadě realizován připojením určitých webových služeb, ať již ze serveru místního či vzdáleného, a dále pak volbou samotných vrstev v rámci každé služby. V této fázi lze alespoň minimálně ovlivnit také jejich pořadí, způsob, jakým budou vizualizovány, či text, který je bude reprezentovat v přehledu obsahu mapy. Z možností nastavení stojí za zmínku ještě definování výchozího a plného rozsahu mapy. Při testování aplikace se však ukázalo toto nastavení jako nefunkční.

Z hlediska ovládání poskytuje aplikace veškeré základní operace s mapou, jakými jsou pohyb mapového výřezu, zoom, aktivace a deaktivace vrstev, identifikace vybraného prvku či měření ploch a vzdáleností. Tuto základní funkcionalitu lze navíc rozšířit přidáním některého z úkolů (*Tasks*). Díky tomu je možné obohatit aplikaci o nástroje k editaci datových vrstev, pokud jsou k aplikaci připojeny služby typu geoprocessing či geocoding je možné přidat některé „geoprocessingové“ úkoly či úkoly pro vyhledávání adres (ESRI, 2009c). Rozšíření funkcionality však v této práci využito nebylo.

Výslednou podobu aplikace lze ještě přizpůsobit výběrem směrovky, měřítka či vrstev, jež budou znázorněny v přehledu obsahu mapy (*Table of Contents*). V posledním kroku vytváření webové aplikace lze přidat odkazy na internetové stránky spjaté s tématem aplikace a vybrat některé z připravených barevných schémat aplikace.

Cenou za velmi rychlou a snadnou prezentaci dat pomocí předpřipravených aplikací je bohužel značné množství nedostatků, které jejich užívání doprovází. Za zcela nepřijatelné lze označit zpracování všech základních kartografických kompozičních prvků mapy. Legenda, která v aplikaci zastoupena v podobě přehledu obsahu mapy (*Table of Contents*) naprosto nereflexuje zvolené měřítko a velikost jednotlivých kartografických znaků, která je při změně měřítka proměnlivá, zůstává v legendě stálá. Kvůli tomu se zcela vytrácí smysl využívat v mapě různé velikosti kartografických znaků pro vyjádření rozdílné hodnoty určitého atributu, neboť z legendy stejně není patrné, jaká velikost znaků v mapě odpovídá určité hodnotě daného atributu. Kartograficky chybně jsou zpracovány také měřítko a směrovka. Kromě toho je k dispozici pouze anglická sada symbolů, která je pro mapovou aplikaci v českém jazyce nedostačující. Údaje o tvůrci aplikace se v aplikaci samotné nezobrazují vůbec.

Přístup k webovým službám a prezentace geodat prostřednictvím předpřipravených aplikací naštěstí není jediné řešení a tvůrce webových služeb si může naprogramovat aplikaci vlastní,

splňující jednak požadavky jeho a jednak požadavky stanovené kartografickými pravidly. Pro vytváření jednodušších aplikací se nabízí možnost využít ArcGIS JavaScript API, případně ArcGIS API for Flex. Obě technologie jsou velmi podrobně popsány na internetových stránkách ESRI Resource Center (ESRI, c2009a). K programování pokročilých aplikací v prostředí jazyka Java či .NET nebo přizpůsobení aplikací vytvořených pomocí Manageru ArcGIS Serveru 9.3 je k dispozici Application Developer Framework (ADF)(ESRI, 2009d).

Také v rámci této práce byla snaha vytvořit kartograficky správnou webovou aplikaci, jež by příhodným způsobem zpřístupnila vzniklé mapové služby. Jako nejschůdnější byla zvolena cesta skrze využití ArcGIS JavaScript API. Nepřekonatelnou překážkou se však stalo připojení potřebných REST služeb k aplikaci, pomocí nichž by mohla být geografická data prezentována a od tohoto počínání muselo být upuštěno. Otázka vybudování plnohodnotné webové aplikace je však stále živá a v budoucím rozvoji tohoto projektu zaujímá prioritní postavení.

3.4 Webová prezentace

Již několikrát bylo v této práci zdůrazněno, že jejím cílem není vytvořit pouze několik webových služeb a k nim příslušnou aplikaci, ale že je zde tvorba webového informačního systému pojata jako velice komplexní projekt. Právě z tohoto důvodu byly práci věnovány samostatné internetové stránky, které slouží nejen k propagaci celého projektu, ale také jako další zdroj informací o popisovaných inline trasách a jako vstupní brána k webové aplikaci mapového serveru. Kromě stručného popisu všech tras je uživateli k dispozici také bohatá fotogalerie, zachycující aktuální podobu jednotlivých stezek. Drtivá většina použitých snímků je vlastnictvím autora této práce. Dále slouží web jako rozcestník a na stránce odkazů podává přehled nejnavštěvovanějších stránek s tematikou inline bruslení. Zde jsou také uvedeny odkazy na WMS a WFS zprovozněné na serveru. Úvodní stránka webu je zachycena na obrázku 11.

K sestrojení webu bylo využito jazyka HTML v jeho verzi 4.01 Transitional. Formátování bylo zajištěno připojením externí šablony CSS. S ohledem na účel, byl web sestaven ve zcela statické podobě bez aplikace pokročilých technologií jako JavaScript, PHP či databázových systémů. V tuto chvíli jsou stránky optimalizovány pro prohlížeče Internet Explorer a Opera.

Ve výsledné podobě byly stránky umístěny na server Přírodovědecké fakulty UK a dostupné jsou z URL: <http://natur.cuni.cz/~jaros3/html/index.html>. Vzhledem k povaze některých dat je přístup na server chráněn heslem.

The screenshot shows the homepage of the website "Inline trasy v Praze". The header features a green map of Prague on the left and a silhouette of two people roller skating on the right. Below the header is a navigation bar with three buttons: "Úvodní stránka", "Mapový server", and "Odkazy". A sidebar on the left contains a "Přehled tras" button and a list of districts: Běchovice, Černý Most - Dolní Počernice, Dolní Počernice - Dolní Měcholupy, Horní Počernice - Šestajovice, Ladronka, Letná, Malešice, Pobřežní cesta, Stromovka, and Troja. The main content area has a title "Inline trasy v Praze..." followed by introductory text and a photograph of a paved path in a park.

Inline trasy v Praze

Úvodní stránka Mapový server Odkazy

Přehled tras

- Běchovice
- Černý Most - Dolní Počernice
- Dolní Počernice - Dolní Měcholupy
- Horní Počernice - Šestajovice
- Ladronka
- Letná
- Malešice
- Pobřežní cesta
- Stromovka
- Troja

autor: Jakub Jaroš
kontakt: jakub_mailbox@seznam.cz
Web "Inline trasy v Praze" vznikl jako součást bakalářské práce v roce 2009, psané na Katedře aplikované geoinformatiky a kartografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.

Inline trasy v Praze...

...jsou webem, který se snaží vyplnit mezeru na "českém internetu" a poskutnout příznivcům inlinového sportu základní informace o trasách vhodných k bruslení na území hlavního města Prahy prostřednictvím map.

Za tímto účelem bylo provedeno důkladné terénní šetření jednotlivých stezek, jehož výsledky jsou zde prezentovány. U každé trasy byly zjišťovány parametry jako poloha, délka, kvalita, šířka, osvětlení, značení liniemi, atd. Ze získaných dat byly následně sestaveny tematické mapy, které jsou dostupné pod odkazem Mapový server.

Každé trase je pak věnován zvláštní prostor, kde se nachází její stručný popis a fotogalerie sestavená ze snímků pořízených během průzkumu.

Internetové stránky Inline trasy v Praze vznikly jako součást bakalářské práce "**Tvorba webového informačního systému tras inline bruslení pro prahu a její okolí**". Práce vznikla na půdě Katedry aplikované geoinformatiky a kartografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze v roce 2009 a jejím autorem je Jakub Jaroš."

Obr. 11 Úvodní stránka webu *Inline trasy v Praze* (zdroj: vlastní)

4 DISKUZE A ZÁVĚR

Rozhodnutí, pojmout tuto práci jako ucelený geoinformační projekt s sebou přineslo celou řadu důsledků. Z těch pozitivních lze zmínit budování projektu na pevných základech v podobě kvalitní sady vstupních dat, naprostou volnost při zpracování mapového serveru nebo třeba možnost zvolit si a dále upravovat vzhled webových stránek dle tématu i funkčních potřeb. Daní za takto rozsáhlé řešení pak byla především značná časová náročnost a nutnost potýkat se s řadou elementárních problémů spojených s činnostmi, které spolu příliš nesouvisely (přenos dat z GPS do prostředí GIS vs. formátování tlačítek pro web pomocí stylů CSS). Navzdory všem překážkám však byla práce úspěšně dokončena a v rámci možností byly splněny veškeré předem vytyčené cíle.

Díky mapovému serveru se podařilo zpřístupnit důležité informace o inline trasách na území Prahy. Povědomí o jednotlivých trasách je dále rozšiřováno také díky bohaté sbírce aktuálních fotografií a stručným popisům umístěným na webu. Tematicky laděné internetové stránky jsou zároveň efektním výchozím bodem k mapovému serveru.

Od obdobných projektů, kterých je navíc velmi málo, se tento odlišuje především zpracováním tematických map. Zatímco jiné servery využívají různá předpřipravená řešení (nejčastěji Google API) a jednotlivé trasy jsou zde lokalizovány pouze pomocí bodových, či jednoduchých liniových znaků, mapy ze serveru Inline trasy v Praze disponují vlastním znakovým klíčem a předávají tak podstatně více informací. Kromě toho nelze opomenout aktuálnost dat, které není na mnoha serverech věnována dostatečná pozornost a jak mapy tak popisy pak neodpovídají skutečné podobě tras. Za zmínku také možná stojí, že na rozdíl od jiných projektů je projekt Inline trasy v Praze nekomerční a je zaměřen ryze na bruslařské terény. Návštěvník webových stránek tak nebude atakován reklamními bannery ani jinou komerční inzerací. Na druhou stranu je třeba konstatovat, že oproti jiným stránkám je web k této práci zcela statický a postrádá tak kupříkladu prostor k diskusi mezi návštěvníky.

Vývojovou fází, v níž se projekt nachází nyní rozhodně nelze považovat za konečnou. V první řadě je to již ze samotné podstaty zpracovávaného tématu nemožné, neboť počet tras i

jejich kvalita se naštěstí neustále zvyšuje. Druhým důvodem je celá řada nedostatků, které je třeba postupně odstranit. Za největší lze označit současnou podobu webové aplikace využívané pro přístup k mapovému serveru. Další překážka se skrývá v podmínkách upravujících veřejné využívání použitých dat a technologií, které zatím brání otevřenému přístupu z řad široké veřejnosti.

Ačkoli sám jsem přesvědčen o tom, že se v práci skrývá velký potenciál a po odstranění posledních chyb by mohla mnohým zájemcům o inline bruslení přinést velký užitek, nezbývá mi než si zde vypůjčit jednu z úvodních myšlenek a pouze konstatovat, že oprávněné hodnocení toho, do jaké míry byl můj prvotní úmysl naplněn nemůže provést nikdo jiný než bruslaři sami.

SEZNAM ZDROJŮ INFORMACÍ

- ALBRECHTOVÁ, Z. 2007. *Ukládání geodat do XML nativních databází* [online]. Plzeň, 2007. 125 s. Diplomová práce na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity na katedře matematiky. Vedoucí práce Ing. et Mgr. Otakar Čerba. Dostupné z URL: <http://www.gis.zcu.cz/studium/dp/2007/Albrechtova__Ukladani_geodat_do_XML_nativnich_databazi__DP.pdf>.
- ARCDATA PRAHA. c2009. ArcGIS Desktop [online]. ARCDATA PRAHA, c2009 [cit. 2009-08-02]. Dostupné z URL: <<http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/esri/arcgis-desktop>>.
- BROWN, A.; HAAS, H. 2004. *Web Services Glossary* [online]. [S.l.] : W3C, 2004 [cit. 2009-06-14]. Dostupné z URL: <<http://www.w3.org/TR/ws-gloss/>>.
- CAJTHAML, J. 2005. *Využití webových mapových serverů* [online]. 2005 [cit. 2009-04-22]. Dostupné z URL: <<http://klobouk.fsv.cvut.cz/~cajthaml/publikace/brnoKK05.pdf>>.
- ČERBA, O. 2006. *Mapy na Internetu* [online]. Plzeň : Západočeská univerzita, 2006. 87 s. Dostupné z URL: <<http://www.gis.zcu.cz/studium/pok/Materialy/Book/index.html>>.
- ESRI. 2002. *Metadata and GIS* [online]. ESRI, 2002 [cit. 2009-04-16]. Dostupné z URL: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/metadata-and-gis.pdf>>.
- ESRI. 2009a. *An overview of representations* [online]. ESRI, 2009, poslední aktualizace 14.4.2009 [cit. 2009-08-04]. Dostupné z URL: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=An_overview_of_representations>.
- ESRI. 2009b. *ArcGIS Server 9.3 Help* [online]. ESRI, 2009 [cit. 2009-08-17]. Dostupné z URL: <<http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3/java>>.
- ESRI. 2009c. *ArcGIS Server 9.3 Help : Configuring tasks* [online]. ESRI, 2009 [cit. 2009-08-20]. Dostupné z URL: <http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3.1/java/configuring_tasks.htm>.

- ESRI. 2009d. *ArcGIS Server 9.3 Help : Developing with ArcGIS Server: An Overview* [online]. ESRI, 2009 [cit. 2009-08-20]. Dostupné z URL: <http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3/java/index.htm#develop_with_server.htm>.
- ESRI. 2009e. *ArcGIS Server 9.3 Help : What is map caching?* [online]. ESRI, 2009 [cit. 2009-08-19]. Dostupné z URL: <http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3/java/index.htm#what_is_map_caching.htm>.
- ESRI. c2009a. *ArcGIS Resource Center : Web Applications* [online]. ESRI, c2009 [cit. 2009-08-20]. Dostupné z URL: <<http://resources.esri.com/arcgisserver/index.cfm?fa=applications>>.
- ESRI. c2009b. *Geography Network : Access a world of information* [online]. ESRI, c2009 [cit. 2009-04-16]. Dostupné z URL: <<http://www.geographynetwork.com/aboutus/index.html>>.
- ESRI. [200-]. *ArcGIS® Image Server* [online]. ESRI, [200-] [cit. 2009-08-05]. Dostupné z URL: <<http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/esri-image-server.pdf>>.
- FAJT, J. [200-]. Geometrické transformace v GIS [online]. [200-] [cit. 2009-08-02]. Dostupné z URL: <<http://www.gis.zcu.cz/studium/ugi/referaty/05/GeometrickeTransformace/index.html>>.
- FIELDING, R. T. 2000. *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures* [online]. Irvine, 2000. Disertační práce na University of California. Dostupné z URL: <<http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>>.
- HAKENOVÁ, M. 2008. *Sbírka příkladů kartografických reprezentací v ArcGIS 9.2* [online]. Olomouc, 2008. 74 s. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého na katedře geoinformatiky. Dostupné z URL: <http://gislib.upol.cz/dprace/bakalarske/hakenova08/sbirka_prikladu.pdf>.
- HREŠKO, J. 2007. *Návrh aplikácie pre zobrazovanie geografických dát prostredníctvom WMS* [online]. Brno, 2007. 36 s. Bakalářská práce na Fakultě informatiky Masarykovy univerzity. Vedoucí práce RNDr. Rudolf Richter, CSc. Dostupné z URL: <http://is.muni.cz/th/72616/fi_b/bc.pdf>.
- CHODIL, L. 2007. *Budování REST aplikací v Javě* [online]. Brno, 2007. 72 s. Diplomová práce na Fakultě informatiky Masarykovy univerzity. Vedoucí práce RNDr. Tomáš Pitner, Ph.D. Dostupné z URL: <http://is.muni.cz/th/60622/fi_m/dp.pdf>.
- JANOVSKÝ, D. 2009. *Jak psát web: Map* [online]. 2009, poslední aktualizace 22. 6. 2009 [cit. 2009-08-03]. Dostupné z URL: <<http://www.jakpsatweb.cz/enc/map.html>>. ISSN 1801-0458.
- JSON. [200-]. *Úvod do JSON* [online]. JSON, [200-] [cit. 2009-06-16]. Dostupné z URL: <<http://www.json.org/json-cz.html>>.
- KOLÁŘ, J. 2003. *Geografické informační systémy 10*. 2. přeprac. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2003. 161 s. ISBN 80-01-02687-6.

- KOLLINGER, M. 2004. *Návrh a implementace finančně nenáročného způsobu publikace geografických dat v síti Internet* [online]. Plzeň, 2004. 85 s. Diplomová práce na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity na katedře matematiky. Vedoucí práce Ing. Karel Jedlička. Dostupné z URL: <http://www.kma.zcu.cz/DATA/zaverecne_prace/2004/Kollinger__Navrh_a_implementatione_financene_nenarocneho_zpusobu_publikace_geografickych_dat_v_siti_internet_DP.pdf>.
- KOSEK, J. c2000. *XML pro každého : podrobný průvodce*. 1. vyd. Odpovědný redaktor Petr Somogyi. Praha : Grada Publishing, c2000. 164 s. ISBN 80-7169-860-1.
- KOZÁKOVÁ, M. 2005. *Kartografické hodnocení webových map* [online]. 2005, poslední aktualizace 15. 1. 2005 [cit. 2009-04-19]. Dostupné z URL: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2005/Sbornik/cz/Referaty/kozakova.pdf>.
- KRAAK, M. J. 2001. *Dynamics web maps* [online]. Web Cartography, 2001, poslední aktualizace 11. 5. 2001 [cit. 2002-04-23]. Dostupné z URL: <<http://kartoweb.itc.nl/webcartography/webmaps/dynamic/dynamic.htm>>.
- KRAAK, M. J. 2002. *Trends in cartography* [online]. Web Cartography, 2002, poslední aktualizace 17. 4. 2002 [cit. 2002-04-23]. Dostupné z URL: <<http://kartoweb.itc.nl/webcartography/webbook/ch02/ch02.htm>>.
- KRÁTKÝ, M. 2004. *Mapy na Internetu* [online]. Praha, 2004. 51 s. Ročníková práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie. Vedoucí práce Ing. Pavel Váňa. Dostupné z URL: <<http://kratas.borec.cz/down/mapy.pdf>>.
- LA BEAUJARDIERE, J. 2006. *OpenGIS® Web Map Service Implementation Specification* [online]. Ver. 1.3.0. Open Geospatial Consortium, 2006 [cit. 2009-04-06]. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>>.
- LAKE, R. [200-?]. *Introduction to GML Geography Markup Language* [online]. W3C, [200-?] [cit. 2009-07-25]. Dostupné z URL: <<http://www.w3.org/Mobile/posdep/GMLIntroduction.html>>.
- LUPP, M. 2007. *Styled Layer Descriptor profile of the Web Map Service Implementation Specification* [online]. Ver. 1.1.0. Open Geospatial Consortium, 2007 [cit. 2009-07-29]. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/standards/sld>>.
- MINÁŘ, M. 2008. *Mapová aplikace pro zobrazování epidemiologických dat na webu* [online]. Brno, 2008. 43 s. Bakalářská práce na Fakultě informatiky Masarykovy univerzity. Vedoucí práce prof. RNDr. Jiří Hřebíček, CSc. Dostupné z URL: <http://is.muni.cz/th/143200/fi_b/xminar1-bc_prace.pdf?lang=en>.
- MÜLLER, M. 2006. *Symbology Encoding Implementation Specification* [online]. Ver. 1.1.0. Open Geospatial Consortium, 2006 [cit. 2009-07-29]. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/standards/symbol>>.

- OGC. [200-]. *About OGC* [online]. Open Geospatial Consortium, [200-] [cit. 2009-07-04]. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/ogc>>.
- PANAGIOTIS, V. A. 2005a. *Web Feature Service Implementation Specification* [online]. Ver. 1.1.0. Open Geospatial Consortium, 2005 [cit. 2009-04-08]. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>>.
- PANAGIOTIS, V. A. 2005b. *OpenGIS® Filter Encoding Implementation Specification* [online]. Ver. 1.1.0. Open Geospatial Consortium, 2005 [cit. 2009-07-29]. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/standards/filter>>.
- PORTELE, C. 2007. *OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard* [online]. Ver. 3.2.1. Open Geospatial Consortium, 2007 [cit. 2009-07-25]. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>>.
- RŮŽIČKA, J. [200-?]. *Seminář Základy publikování prostorových dat na WWW* [online]. [200-?] [cit. 2009-04-23]. Dostupné z URL: <<http://gis.vsb.cz/seminarWWW/Uvod.htm>>.
- ŘÍHA, J. 2007. *Distribuce map pomocí webových služeb* [online]. Praha, 2007. 60 s. Bakalářská práce na Fakultě stavební Českého vysokého učení technického na katedře mapování a kartografie. Vedoucí práce Ing. Petr Soukup, Ph.D. Dostupné z URL: <<http://geo2.fsv.cvut.cz/~soukup/bkl/riha/data/!WS.htm>>.
- SAMEC, M. 2006. *Rozšíření mapového serveru ArcIMS o editační funkce* [online]. Brno, 2006. 55 s. Diplomová práce na Fakultě informatiky Masarykovy univerzity. Vedoucí práce RNDr. Petr Glos. Dostupné z URL: <http://is.muni.cz/th/51074/fi_m/Prace.pdf>.
- SCHUT, P. 2007. *OpenGIS® Web Processing Service* [online]. Ver. 1.0.0. Open Geospatial Consortium, 2007 [cit. 2009-04-12]. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wps>>.
- SKLENIČKA, R. 2006a. *Specifikace Web Coordinate Transformation Service jako součást distribuovaných GIS* [online]. 2006, poslední aktualizace 13. 12. 2006 [cit. 2009-04-22]. Dostupné z URL: <http://www.fce.vutbr.cz/veda/JUNIORSTAV2007/Sekce_6.1/Sklenicka_Radek_CL.pdf>.
- SKLENIČKA, R. 2006b. *Interoperabilita v GIS podle specifikací OGC* [online]. 2006 [cit. 2009-07-04]. Dostupné z URL: <<http://gist.fsv.cvut.cz/~sklenicka/sklena/interoperabilitaOGC.pdf>>.
- SKOUPIL, M. 2008. *Vizualizace stavu životního prostředí s využitím webových mapových služeb* [online]. Brno, 2008. 49 s. Diplomová práce na Fakultě informatiky Masarykovy univerzity. Vedoucí práce prof. RNDr. Jiří Hřebíček, CSc. Dostupné na URL: <http://is.muni.cz/th/4101/fi_m/skoupil_dp.doc>.
- ŠTYCH, P. ... [et al.]. 2008. *Vybrané funkce geoinformačních systémů*. Praha : Česká kosmická kancelář, 2008.

- TALICH, M. 2005. *Webové služby XML jako stavební kameny webových aplikací* [online]. 2005, poslední aktualizace 17. 3. 2009 [cit. 2009-06-15]. Dostupné z URL: <<http://www.sdruk.cz/sec/2005/sbornik/2005-2-233.pdf>>.
- URBAN, P. 2006. *Kartografická reprezentace dat v ArcGIS 9.2* [online]. 2006 [cit. 2009-08-04]. Dostupné z URL: <<http://old.arcdata.cz/download/ArcRevue/2006/3/07b-Kartograficka-reprezentace92-Urban.pdf>>.
- VILETOVÁ, Z. 2009. *Webová vizualizace turistických stezek na Lanzarote* [online]. Plzeň, 2009. 66 s. Diplomová práce na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity na katedře matematiky. Vedoucí práce Ing. et Mgr. Otakar Čerba. Dostupné z URL: <http://www.kma.zcu.cz/DATA/zaverecne_prace/2009/Viletova_Lanzarote_turisticke_cesty_DP.pdf>.
- VÍT, I. ... [et al.]. 2005. *Databázový svět : Visual FoxPro a webové služby I* [online]. 2005 [cit. 2009-06-15]. Dostupné z URL: <<http://www.dbsvet.cz/view.php?cisloclanku=2005010501>>.
- VOHNOUT, P. 2009. *Portál pro staré mapy* [online]. Plzeň, 2009. 49 s. Diplomová práce na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity na katedře matematiky. Vedoucí práce Doc. Ing. Václav Čada, CSc. Dostupné z URL: <http://www.kma.zcu.cz/DATA/zaverecne_prace/2009/Vohnout_Portal_pro_stare_mapy_DP.pdf>.
- VOŽENÍLEK, V. [200-]. *Internetové proměny atlasových děl* [online]. [200-] [cit. 2009-04-18]. Dostupné z URL: <http://www.kge.tul.cz/soubory/projekty/atlas_ERN/pages/experti/textB_8.html>.
- VŠB-TU Ostrava, c2003. *O projektu* [online]. VŠB-TU Ostrava, c2003 [cit. 2009-04-17]. Dostupné z URL: <http://gis.vsb.cz/midasprax/o_projektu/o_projektu.htm>.
- WHITESIDE, A.; EVANS, J. D. 2008. *Web Coverage Service (WCS) Implementation Standard* [online]. Ver. 1.1.2. Open Geospatial Consortium, 2008 [cit. 2009-04-11]. Dostupné z URL: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>>.
- WIKIPEDIA. [200-?a]. *Remote procedure call* [online]. Wikipedia, [200-?], poslední aktualizace 6. 6. 2009 [cit. 2009-06-15]. Dostupné z URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_procedure_call>.
- WIKIPEDIA. [200-?b]. *Keyhole Markup Language* [online]. Wikipedia [200-?], poslední aktualizace 9. 7. 2009 [cit. 2009-07-23]. Dostupné z URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Keyhole_Markup_Language>.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 DVD s elektronickou verzí práce