

Vizualizácia geodát v prostredí internetu – teoretické východiská a praktické riešenia na vybranom príklade

Vladimír Bačík

Abstrakt

Okamžitá dostupnosť priestorových údajov v reálnom čase je v súčasnej dobe, dynamicky sa rozvíjajúcich informačno-komunikačných technológií, nevyhnutnou súčasťou fungovania všetkých odvetví národného hospodárstva. Znalosť reálnych dát a ich následné zhodnotenie a spracovanie je veľmi dôležitým momentom úspechu či už súkromných firiem, národných korporácií ale aj samotných jednotlivcov, ktorí sa aktívne podieľajú na formovaní spoločnosti ako otvoreného systému. Samotná problematika distribúcie a vizualizácie geodát v prostredí internetu je veľmi rozsiahla, preto v uvedenom príspevku upozorníme len na vybrané teoretické aspekty tohto fenoménu. Poukážeme na základné rozdiely fungovania aplikácií typu WebGIS a Web Mapping, na ich technologickú podstatu ako aj na konkrétne riešenie na vybranom príklade. Významnú časť príspevku venujeme problematike formátu SVG (Scalable Vector Graphics), ktorý v poslednej dobe zaznamenáva výrazné uplatnenie práve v oblasti publikovania geodát na internete. Praktická ukážka je zameraná na zobrazovanie vybraných dát zo sčítania obyvateľov, domov a bytov, na príklade obcí Trenčianskeho kraja v podobe tematických máp, ktoré boli zhotovené na báze využitia spomenutého vektorového formátu SVG.

ÚVOD

Primárna úloha internetu sa počas niekoľkých rokov veľmi zásadne zmenila, resp. rozšírili sa možnosti a technológie, ktoré umožňujú rôznymi spôsobmi publikovať rôzne objekty na internete. Od počiatku vývoja vzniklo viacero jazykov, ako aj rôznych formátov určených na zobrazovanie rozličných elementov. Pôvodná úloha internetu na šírenie jednoduchých textových dokumentov sa postupným rozvojom technológií a jazykov menila, pričom v súčasnosti k neodmysliteľným úlohám internetu patrí aj distribúcia geodát v tomto prostredí. Cieľom predkladaného príspevku je pohľad na túto špecifickú oblasť geografického výskumu z teoretického hľadiska. Druhou významnou úlohou je poukázať na formát SVG (Scaleable Vector Graphics)¹, ktorý umožňuje prezentovanie mapových výstupov (ako aj iných objektov) vo vektorovom formáte. V súčasnosti patrí tento formát medzi najvýznamnejšie v oblasti internetového mapovania. Praktické využitie tohto formátu si ukážeme na internetovej aplikácii, ktorá prezentuje výsledky zo sčítania obyvateľov, domov a bytov z roku 2001, na príklade obcí Trenčianskeho kraja.

1. Publikovanie máp na internete

Skôr ako budú definované základné princípy SVG, treba sa aspoň v stručnosti pozrieť na problematiku internetového mapovania ako takého. Pozornosť bude sústredená na princípy InternetGIS-ových aplikácií, ale aj na jednoduché príklady „webmappingu“. Na rozdiel medzi týmito dvoma druhmi publikácií máp v prostredí internetu poukážem v nasledujúcej časti.

S nástupom formátu SVG, ktorý pôvodne využívali predovšetkým grafici na tvorbu animácií objektov v prostredí internetu bez obmedzenia rozlíšenia obrazovky, vznikli aj nové možnosti práve v oblasti internetového mapovania, ktorého podstatou bolo dovtedy poväčšine prezentovanie mapových výstupov na internete v rastrovom formáte. Možnosťou vektorovej prezentácie a prepojenosť s databázou dalo tejto oblasti nový rozmer.

Internet ponúka rozličné spôsoby ako poskytovať, a aké dáta poskytovať, koncovým užívateľom. Spočiatku bola úloha internetu stanovená, len na prenos textových súborov. Prudký rozvoj technológie však v súčasnosti umožňuje oveľa hlbšie využitie tohoto komunikačného kanálu. Mnoho tvorcov GIS aplikácií je v súčasnosti postavených pred problém publikovania geografických dát v prostredí internetu. Práve nasadenie GIS (geografických informačných systémov) do tohto prostredia označujeme ako WebGIS, resp. InternetGIS. S nástupom internetových technológií sa výrazne urýchlila integrácia GIS do komplexných informačných systémov organizácií. GIS v súčasnosti už nie je budovaný ako samostatný a oddelený prvok informačného systému, ale stáva sa jeho logickou a neoddeliteľnou súčasťou. Pracovníci orgánov verejnej správy musia mať k plneniu svojich úloh dokonalý prehľad o spravovanom území. Podrobná znalosť záujmového územia, vrátane geografických väzieb a rýchly prístup k presným a aktuálnym informáciám, sú nevyhnutným predpokladom pre správne rozhodnutia [1]. Najvýhodnejšie spravovanie takéhoto rozsiahleho množstva informácií, viazaných na istý priestor, je za pomoci nasadenia GIS a samozrejme v konečnom dôsledku aj WebGIS, čím sa zabezpečí možnosť získania týchto dát na každom mieste kde existuje pripojenie k internetu. Skôr ako si povieme niečo o základných technológiách, treba si aspoň v stručnosti zadefinovať čo to vlastne geografické informačné systémy (GIS) sú. Existuje samozrejme veľké množstvo definícií, ktoré sa formovali počas samotného vývoja GISov, medzi „klasiku“ môžeme zaradiť napr. definíciu od DUEKERA z roku 1979.

¹ V odbornej literatúre sa pracuje len s anglickým termínom a preto ani nie je v práci uvádzaný preklad

„Špeciálny prípad informačného systému, kde databáza obsahuje pozorovanie (údaje o) priestorovo rozmiestnených objektov, aktivít, alebo udalostí, ktoré sú reprezentované v priestore ako body, čiary, alebo plochy. GIS manipuluje s údajmi o týchto bodoch, čiarach, plochách tak, aby boli možné ad hoc dotazy a analýzy.“

Známa je aj definícia ARONOFFA (1989), ktorý za GIS považuje „akýkoľvek súbor manuálnych alebo počítačových procedúr používaných k ukladaniu a manipulácii geograficky definovaných údajov [2].“

V súčasnosti sa najčastejšie predstava GISov spája s definíciou od firmy ESRI (Environmental Systems Research Institute), ktorá je jedným z popredných softwarových tvorcov v oblasti GIS aplikácií.

„GIS je organizovaný systém počítačového hardwaru, softwaru a geografických údajov (naplnenej bázy dát) navrhnutý na efektívne získavanie, ukladanie, upravovanie, obhospodarovanie, analyzovanie a zobrazovanie všetkých foriem geografických informácií.“

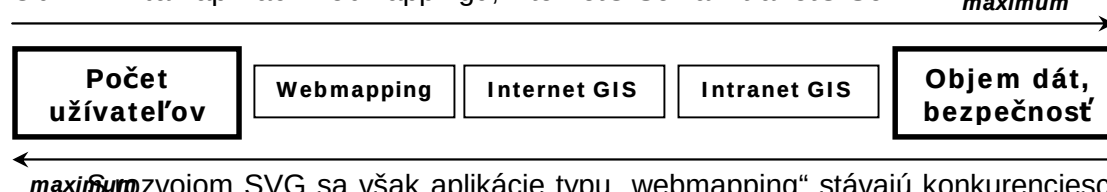
Vo vývoji GIS môžeme podobne ako pri iných procesoch pozorovať viaceré fázy. J. KAMENICKÝ (2002) vyčleňuje tieto základné fázy [3]:

1. fáza – dôraz na získavanie geografických dát
2. fáza – dôraz na tvorbu kartografických výstupov
3. fáza – dôraz na tvorbu užívateľských aplikácií
4. fáza – dôraz na metainformačný systém
5. fáza – dôraz na integráciu systému

Následne by sem bolo možné zakomponovať ako jednu z hlavných fáz aj samotné nasadenie GIS-u do prostredia internetu. Internet sa stal súčasťou vývojovej platformy GIS, a môžeme povedať že sa stal aj súčasťou celkovej architektúry GIS [4]. WebGIS predstavuje budúcnosť v oblasti nasadzovania GIS a možnosti zdieľania geodát rôzneho charakteru [5].

V úvode tejto časti bolo naznačené, že existuje istý rozdiel v možnostiach publikovania máp na internete. Niektorí autori nerozlišujú pojmy „WebMapping“ a „InternetGIS (WebGIS)“. Takéto synonymické chápanie pojmov však nie je správne, a preto na tento problém poukazujú mnohí autori venujúci sa tejto problematike. HELD, G., SCHAEFFER, O., VOGEL, A. (2003) zdôrazňujú rozdielnosť týchto pojmov a dávajú ich do súvislosti so stupňom interakcie na strane užívateľa. Pod pojmom „WebMapping“ rozumejú len jednoduché publikovanie máp na internete, zvyčajne vo výstupnom rastrovom formáte (napr. riešenie HTML Image Mapper firmy Alta4), pričom množstvo funkcií je nižšie ako pri InternetGIS aplikáciách [6]. Naopak „InternetGIS“ musí zabezpečovať niekoľko dôležitých funkcií, ako napríklad komunikáciu s databázou, možnosť vytvárania rôznych dotazov a konštrukciu analýz rôzneho charakteru. Odlišné sú aj aktualizčné nástroje v týchto aplikáciách, ktoré sú rozsiahlejšie pri aplikáciách typu InternetGIS. Týmto sa samozrejme zvyšuje interaktivita na strane klienta. Schematicky možno tento vzťah vyjadriť protipólovým postavením počtu užívateľov a objemu dát, ako aj ich bezpečnosti (Obr. 1). Prioritou aplikácii webmappingu je vzťah ku koncovým užívateľom, pričom pri aplikáciách typu Internet/Intranet GIS je dôraz kladený predovšetkým na objem dát a ich bezpečnosť.

Obr. 1: Vzťah aplikácii webmappingu, internetGISov a intranetGISov



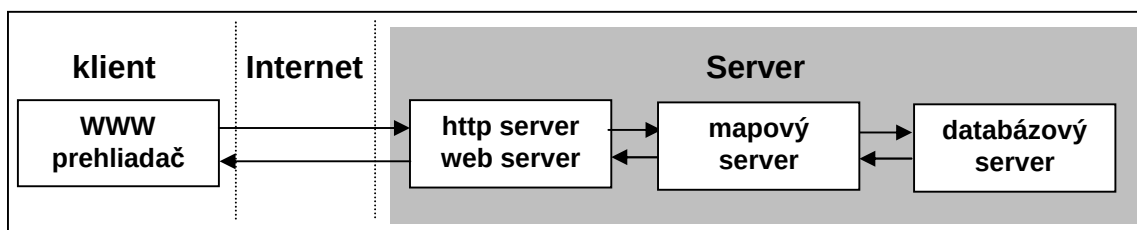
S rozvojom SVG sa však aplikácie typu „webmapping“ stávajú konkurencieschopnými aplikáciám typu InternetGIS a ich úspešné využitie sa opiera práve o väčší počet užívateľov pre ktorých sú tieto aplikácie určené. Aplikácie typu InternetGIS majú väčší význam pri využití v oblastiach, kde cieľová skupina užívateľov disponuje základnými znalosťami z oblasti GIS ako takých. Odovzdanie veľkého množstva funkcií a analytických nástrojov do

rúk laikov, môže pôsobiť dokonca kontraproduktívne. Aplikácie webmappingu majú jednoduché intuitívne ovládanie, zamerané zväčša na základné funkcie, ktorú sú však postačujúce zvolenému účelu ako aj cieľovej skupine užívateľov. Pre nasadenie aplikácie je teda vhodné v prípravnej fáze presné definovanie cieľov, ale predovšetkým cieľových skupín, ktoré budú danú aplikáciu využívať. Základným technologickým rozdielom medzi aplikáciami typu InternetGIS a Internetové mapovanie je použitie špeciálneho mapového servera (pri aplikáciách typu InternetGIS).

Samotná architektúra InternetGIS (obr. 2) je založená na princípe klient – server a pozostáva z niekoľkých častí [7]:

- **klient**, v podstate sa jedná o zobrazovaciu časť celého reťazca. Na strane klienta musí byť nainštalovaný štandardný prehliadač www stránok.
- **WWW server**, je vlastne pracovná stanica, výkonný PC stroj, alebo skupina zariadení, ktorá môže bežať na platforme Windows NT, alebo UNIX. Štandardne bývajú podporované servery komunikujúce pomocou ISAPI/NSAPI (Internet Server Application Programming Interface/Netscape Server Application Programming Interface) ako sú IIS, Netscape servery a O'Reilly's Website server
- **mapový server**, predstavuje v podstate program, ktorý preberie požiadavku zo servera od klienta, túto analyzuje, spracuje, načíta dáta a predá ich naspäť www serveru (podstatná zložka WebGIS).
- **databázový server**, obvykle sa používajú rôzne produkty (napr. Oracle, Microsoft SQL Server, DB2, MySQL, Ingres, atď.)

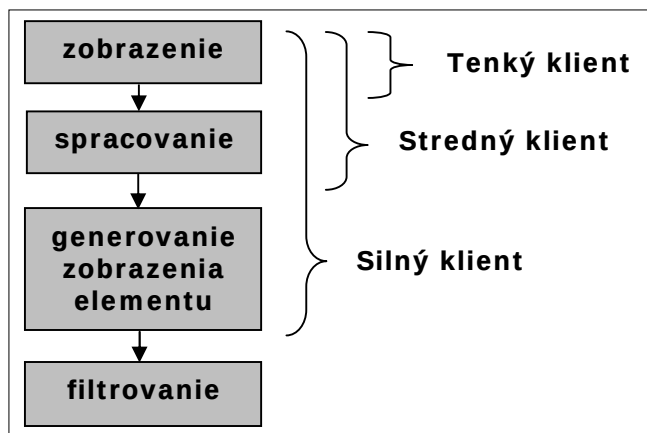
Obr. 2: Všeobecná architektúra InternetGIS (zjednodušená)
(spracované podľa ZIPF, A., 2003 [8])



V prípade klienta, ako jedného z článkov celej architektúry môžeme vyčleniť dva základné typy, a síce „tenký“ a „silný“ klient [9]. Podľa J. LAHUČKÉHO (2001) je „silný“ klient obvykle reprezentovaný klasickou aplikáciou, ktorá komunikuje s centrálnou GIS databázou [10]. Toto riešenie kladie určité nároky na užívateľský počítač, na druhej strane však znižuje zaťaženie centrálneho servera. Naproti tomu je „tenký“ klient reprezentovaný WWW prehliadačom, ktorý zobrazuje dáta poskytnuté zo servera. Na rozdiel od „hrubého“ klienta, nasadenie „tenkého“ klienta viac zaťažuje hlavný server. Podľa práce ALESHEIKH, A., HELALI, H., BEHROZ, H., (2001) je delenie klientov doplnené o úroveň stredného klienta (z pohľadu OpenGIS) a zároveň je toto delenie dané do súvislosti s umiestnením služieb. Na obr. 3, sú štyri stupne zobrazenia informácie, ktoré prechádzajú ako služby od zdroja dát až po zobrazenie k užívateľovi. Umiestnenie služieb s ohľadom na sieť bolo definované termínmi „silný“, „stredný“ a „tenký“ klient. Ak užívateľ používa počítač pripojený na sieť, a daný počítač obsahuje iba službu na zobrazenie, potom tento užívateľ používa tenký klient. Ak je na počítači dostupná aj služba na spracovanie, potom je použitý stredný klient, a ak počítač obsahuje aj službu generovania grafických prvkov, tak je použitý silný klient [11].

Samotné zobrazenie máp na strane klienta prebieha väčšinou pomocou ActiveX objektov alebo Java apletov [12]. ActiveX objekty boli vyvinuté firmou Microsoft Corporation. Jedná sa o plug-in, čiže malý program, ktorý je potrebné nainštalovať na strane klienta. Java aplety sú hotové, skompilované Java programy, ktoré sa pridávajú do klasickej HTML stránky [13].

Obr. 3: Pozícia klientov z pohľadu OpenGIS [11]



Keď hovoríme o WebGIS, tak nás najviac zaujíma zložka „Map server“, čiže mapový server. Každá významná spoločnosť pôsobiaca v oblasti GIS ponúka ako riešenie WebGIS svoje vlastné produkty. Medzi najznámejšie patria nasledujúce riešenia:

- Autodesk: Autodesk MapGuide
- Mapinfo: MapXtreme, MapXsite
- ESRI: ArcVIEW Internet Map Server, MapObjects Internet Map Server
- Intergraph: Geomedia Web Map
- Smallworld: SmallworldWeb
- Jshape Software: Jshape
- German National Research Center for IT: Descartes
- University of Minnesota: ForNet Map Server
- Geovap: GS Web
- Etak: Map Server
- University of Berkeley: GRASSLinks

Ako vidieť riešení je naozaj veľké množstvo, rozšírenie však zatiaľ rozhodne nekorešponduje s množstvom ponúkaných produktov. [14]. V literatúre sa najčastejšie stretávame s opisom jednotlivých produktov, pričom z pomedzi týchto je v súčasnosti najväčšia pozornosť venovaná tým, ktorých formáty sú najrozšírenejšie. Jedná sa hlavne o formát *.shp firmy ESRI a formát *.dwg a *.dxf (Autodesk) [15]. Produktu ESRI – Arc IMS, ktorého využitie a nasadenie v praxi je asi najrozšírenejšie, veľmi populárnym produktom sa v poslednej dobe stáva aj MapGuide od Autodesku, ktorému sa venovali vo svojich prácach napr. BINTER, J., (2002), FIKAR, P., (2003).

Väčšina horeuvedených produktov teda umožňuje výstup vo forme rastrových údajov, pričom každý produkt využíva vlastné vstupné formáty. Nejednotnosť týchto formátov vedie v súčasnosti k snahe zabezpečiť skĺbenie a vytvorenie štandardov, ktoré by tieto rozdiely minimalizovali do čo najväčšej možnej miery. Práve tento problém sa snaží riešiť z hľadiska technického, informačného a organizačného platforma OpenGIS (Open Geodata Interoperability Specification), ktorá je produktom, resp. bola sformulovaná OGC (Open GIS Consortium). Platforma OpenGIS je podľa OGC definovaná ako otvorené a vzájomne spolupracujúce spracovanie geografických informácií, alebo schopnosť zdieľať prehľadne heterogénne dáta a geoinformačné zdroje v sieťovom prostredí.

OGC bolo ustanovené v roku 1994, predstavuje fórum členov, združenie štátnych organizácií a organizácií súkromného sektora určené k rozvíjaniu OpenGIS technológií a integrácie spracovania geoinformácií do počítačového priemyslu (OGC, 1998).

V súčasnosti má viac ako 200 členov, prevažne z USA, Kanady, Európskych krajín a Japonska. Výhodou tejto organizácie je vysoká adaptabilita a dynamika v integrácii nových technológií a požiadaviek trhu do svojich noriem, ktorá vyplýva najmä z úzkej spolupráce s užívateľským segmentom [16]. Na domovskej stránke Open GIS (www.opengis.org) sú v sekcii „documents“ podrobné dokumenty o všetkých prijatých štandardoch. Za jeden z najrozsiahlejších a najširšie koncipovaných dokumentov je možné považovať práve sériu noriem a štandardov spravovaných OGC pod názvom *OpenGis Abstract Specification*. OGC si stanovilo na začiatku svojho fungovania 2 základné úlohy (OGC, 1998):

- zoskupiť vývojárov a užívateľov geografických zdrojov informácií vrátane predajcov, integrátorov, akademickej obce, vládnych agentúr a organizácií zaoberajúcich sa štandardami a zabezpečiť ich vzájomnú spoluprácu v oblasti spracovania geografických informácií, technologických špecifikácií a pracovať na podpore certifikovaných produktov s prvkami interoperability.
- synchronizovať spracovanie geoinformačnej technológie so súčasnými a novoobjavujúcimi sa informačnými technologickými štandardami založenými na otvorených systémoch a rodelenom spracovaní

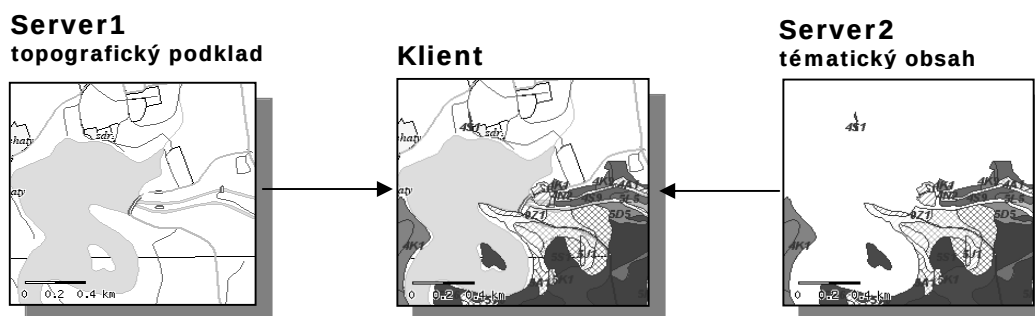
OGC vypracovalo viacero špecifikácií webových služieb, medzi základné patria (OGC, 2004):

- **Web Map Service (WMS):** Služba je určená k zobrazovaniu máp
- **Web Feature Service (WFS):** Služba je určená k prenosu vektorových dát (vo formáte GML²)
- **Styled Layer Descriptor (SLD):** Nejde o službu, ale o špecifikáciu pre rozšírenie WMS umožňujúcu užívateľovi definovať vlastné štýly pre zobrazenie prvkov mapy
- **Filter Encoding:** Špecifikácia popisuje implementáciu všeobecného dotazovacieho jazyka v XML. Služí vo WFS, Gazetteer Services a WRS pre dotazovanie.
- **Web Coverage Service (WCS):** Služba je určená na prenos vektorových aj rastrových dát.
- **Web Registry Server (WRS):** Služba vytvára rámec pre jednotný prístup k rôznym webovým službám. Podporuje katalógové služby pre vyhľadávanie v metadátach jednotlivých služieb.
- **coordinate transformation service (CT):** Služba je určená pre kartografické transformácie dát.
- **Gazetteer profile of WFS:** Špecifikácia popisuje implementáciu gazetteer služby pomocou WFS.
- **Geoparser Service:** Služba má umožňovať vyhľadávanie geograficky viazaných informácií v texte a ich lokalizácii.
- **Web terrain server (WTS):** Služba je určená k prenosu 3D scén.
- **Web Pricing & Ordering Service (WPOS) XML Configuration & Pricing Format (XCPF):** Služba je určená pre objednávanie a platenie dát a služieb.

Výhodou webových služieb je možnosť získania dát z viacerých serverov súčasne (Obr. 4), Uvedené mapové servery (WMS) môžu pracovať aj ako klient, takže je umožnené vzájomné kaskádovanie serverov („interakcia medzi strojmi“) [17].

² GML Geography Markup Language, je rozšírením jazyka XML pre transport a skladovanie geografických informácií, zahrňujúcich geometriu aj vlastnosti objektov

Obr. 4: Možnosť získania dát z viacerých serverov [17]

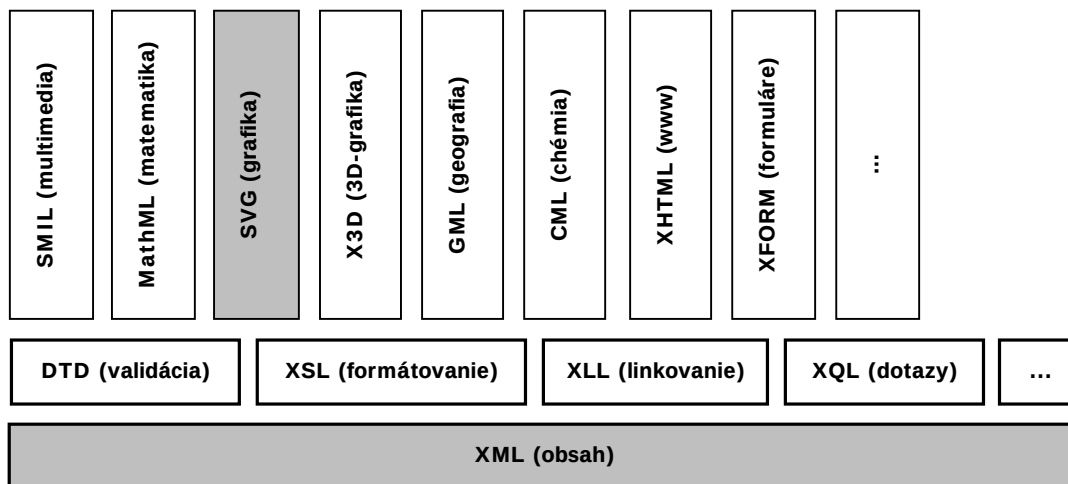


„Open source“ riešenia nadobúdajú neustále čoraz väčší význam. Jedným z takýchto, je aj SVG (Scaleable Vector Graphics). SVG je jazyk na popísanie dvojdimenzionálnej grafiky a grafických aplikácií v XML, vyvinutý konzorciom W3C (<http://www.w3.org/Graphics/SVG/>). Tento štandard je pomerne nový, ale jeho rozvoj je veľmi intenzívny, aj vďaka rozsiahlym možnostiam, ktoré sa neustále vyvíjajú [18], a nachádza veľmi rozmanité uplatnenie v rôznych oblastiach, WebGIS nevynímajúc. Pravdepodobne najväčšou výhodou tohto formátu je jeho flexibilita. Táto zabezpečuje jeho využitie v rôznych oblastiach. Svetový softwarový výrobcovia ako napr. Adobe a Corel už začali pridávať tento formát do svojich aplikácií ako podporovaný formát [19]. Podobne tak aj svetový tvorca rozsiahlych GIS programov, firma ESRI, do svojich produktov rady ArcGIS implementovala aj možnosť exportu máp práve vo formáte SVG.

2. Scalable vector graphics (SVG)

Vývoj Internetových štandardov neustále prináša nové, dokonalejšie možnosti publikovania vybraných elementov v celosvetovej sieti. Jedným z významných formátov umožňujúcich prezentáciu vektorových objektov v prostredí internetu predstavuje SVG. Konzorcium W3C definuje SVG ako jazyk na popísanie dvojdimenzionálnej grafiky a grafických aplikácií v XML (<http://www.w3.org/Graphics/SVG/Overview.html>). SVG definuje tri základné typy grafických objektov: vektorové tvary (vector graphics shapes), rastrové obrazy (raster images) a textové objekty. SVG využíva takzvaný „maliarsky algoritmus“, kde objekty vnútri dokumentu sú vykresľované v rovnakom poradí v akom sú zapísané v zdrojovom kóde (prvý objekt je opticky dole, neskôr popísané objekty ho pokrývajú) [20]. V praxi sa takmer vôbec nepracuje so slovenským prekladom tohto pojmu, podobne ako v iných prípadoch týkajúcich sa IKT. Možno však badať jednoznačné spojenie dvoch pojmov. Prvý „scalable“ možno voľne preložiť ako stupňovateľný (škálovateľný) zdôrazňuje možnosti ľubovoľného zmenšovania a zväčšovania objektov bez straty kvality obrazu. Toto súvisí s druhou zložkou slovného spojenia „vector graphics“ čo je samozrejme vektorová grafika, ktorá využíva základné elementy (body, línie, polygóny) na definovanie geografických objektov. Z hľadiska ďalšieho vývoja SVG je dôležitá jeho XML (extensible markup language) podstata. Táto predstavuje univerzálny štandard pre štruktúrované internetové dokumenty s dôrazom na maximálnu nezávislosť platformy a siete. XML sa neustále vyvíja a umožňuje bázu rozvoja pre ďalšie „dialekty“ (špecializácie, obr 5). [21].

Obr. 5: Schéma XML architektúry a dialektov³ [21]



Formát SVG je vyvíjaný od roku 1998 pod záštitou konzorcia W3C. Na vývoji sa podieľa pracovná skupina, ktorej členmi sú aj zástupcovia významných počítačových firiem ako Adobe, Apple, Corel, IBM, Microsoft, Macromedia, HP a mnohé iné. Prvá štandardizovaná verzia SVG 1.0 bola vydaná v septembri 2001. 1. januára 2003 bola uvedená verzia 1.1, ktorá rozdeľuje špecifikáciu SVG 1.0 na menšie časti v záujme implementácie SVG na menej výkonné zariadenia typu PDA a mobilných telefónov [20]. Definované sú dva základné profily (SVG Basic, SVG Tiny), súhrnne označované ako SVG Mobile Profiles. V súčasnosti je vyvíjaná verzia 1.2 (jej špecifikácia je na adrese: <http://www.w3.org/TR/SVGMobile12/>), ktorá by mala byť okrem iného obohatená o viaceré charakteristiky týkajúce sa textových elementov. Pred nástupom SVG existovala viacero vektorových formátov (a samozrejme stále existuje – SVF, PGML, VML, PDF,...), ktoré sú väčšinou priamo zviazané s jedným typom programu, prípadne jedným výrobcom. Jedným z cieľov formátu SVG je práve abstrahovanie od konkrétnej softvérovej platformy.

2.1 Syntaktické pravidlá tvorby SVG dokumentov

Pri práci s formátom SVG treba podobne ako pri iných jazykoch, resp. formátoch dodržiavať určité syntaktické pravidlá, ktoré zabezpečia bezchybné zobrazenie a funkcie vybraných projektov. Popísanie všetkých pravidiel, ktoré treba pri práci s SVG zachovať samozrejme presahuje rámec predloženého príspevku (podrobná špecifikácia a syntax je na stránke <http://www.w3.org/TR/SVGMobile12/>), avšak pre pochopenie treba objasniť niektoré základné princípy tvorby SVG dokumentov. V stručnosti treba opísať aspoň základné princípy nasledujúcich okruhov:

- iniciácia SVG dokumentu
- súradnicový systém a „viewBox“
- definovanie základných tvarov
- práca s textovými reťazcami
- transformácia objektov

³ Samotné dáta sú uložené v XML súboroch. Examinácia syntaxe a štruktúry sa vyskytuje v DTD (Document Type Definition). DTD definuje dátové typy, povolené tagy a hierarchiu. Pomocou XSL (Xstyle Sheets), čo je nasledovník CSS sa definujú triedy a vlastnosti objektov. XLL (Xlinking Language) zabezpečí prepojenie elementov a pomocou XQL (Xquery Language) sa vytvoria dotazy.

Každý dokument, ktorý je publikovaný na internete (samozrejme v príslušnom formáte) musí obsahovať základné údaje, ktoré umožnia jeho korektné zobrazenie. V prípade SVG súborov vyzerá iniciačný kód nasledovne:

```
<?xml version='1.0'?>
<!DOCTYPE svg PUBLIC '-//W3C//DTD SVG
20001102//EN' 'http://www.w3.org/TR/2000/03/WD-SVG-
20000303/DTD/svg-20000303-stylable.dtd'>
<svg width='100' height='100'>
vlastný kód
</svg>
```

V prvom riadku možno identifikovať, že sa jedná o súbor typu „XML“. Samotný obsah SVG časti je medzi párovým tagom <svg>. Do tejto časti sa umiestňujú všetky elementy, ktorých popis ukážem neskôr. SVG dokument je možné vložiť do štandardného HTML súboru pomocou troch základných tagov:

EMBED

```
<embed src="subor.svg" width="350" height="176" type="image/svg+xml"
name="map">
```

OBJECT

```
<object type="image/svg+xml" name="map" data="subor.svg" width="350"
height="176"></object>
```

IFRAME

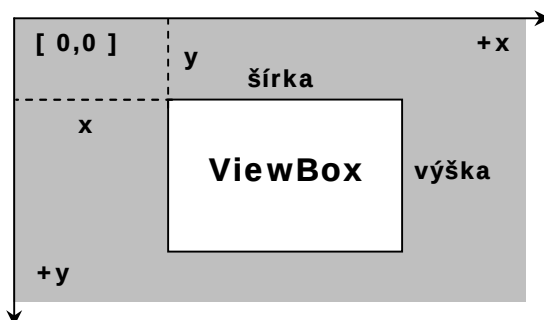
```
<iframe src="subor.svg" width="350" height="176" name="map"></iframe>
```

Pre popísanie jednotlivých elementov je dôležité aspoň v krátkosti poukázať na súradnicový systém používaný vo formátoch SVG. Počiatok tohto súradnicového systému je v ľavom hornom rohu. Súčasťou inicializačného svg tagu môže byť aj definovanie tzv. viewboxu, ktorým sa upresňuje rozsah zobrazovanej oblasti (obr. 6). Definovanie viewBoxu vyzerá nasledovne:

```
<svg width="300" height="180" viewBox="70 50 200 100">
```

Prvá hodnota tu predstavuje X súradnicu začiatku, druhá Y súradnicu počiatku, a ďalšie dve hodnoty popisujú šírku a výšku zobrazovanej oblasti.

Obr. 6: Súradnicový systém používaný v SVG [22]



Samotný viewBox teda upresňuje rozsah zobrazovanej plochy, na ktorej sa zobrazujú jednotlivé objekty. Tieto sa následne zapisujú na základe príslušnej syntaxe do tagu <svg></svg>. Pri zápise objektov treba dodržiavať pre zachovanie funkčnosti a korektného zobrazenia istú postupnosť krokov, základom je však práca so súradnicami jednotlivých bodov. Medzi základné tvary, ktoré možno pomocou SVG opísať patria:

- obdĺžniky (rectangles)
- kruhy, kružnice (circles)
- elipsy (ellipses)
- čiary (lines)
- lomené čiary (polylines)
- polygóny (polygones)
- cesty (paths)
- texty (text)

Všetky uvedené objekty využívajú na vykreslenie pozíciu súradníc X,Y vo vzťahu k zobrazovanej ploche definovanej pomocou viewBoxu, resp. súradnicového systému, elementy výšky a šírky, ako aj príslušné elementy pomocou ktorých sa rozlišujú (polomer elipsy, polomer kruhu). Odlišným spôsobom sa vykresľujú tzv. „path“ (možno preložiť ako cesta, v práci však budem používať výraz plocha). Základnú syntax pre zobrazenie elementu typu <path> možno zapísať nasledovne:

```
<path d="[zoznam bodov a príkazov pre znázornenie konkrétnych uzlov]"/>
```

V danom zápise sa môže vyskytnúť viacero príkazov, ktoré možno rozdeliť podľa toho na aké miesta v objekte sa vzťahujú [23,24]:

Príkazy pre začiatkové a koncové uzly

- M [X] [Y] / m [?x] [?y]
Moveto – príkaz nastaví polohu virtuálneho pera na súradnice X,Y bez kreslenia čiary
- Z / z
Closepath – príkaz na uzatvorenie vektorovej plochy (spojí koncový a začiatkový bod, bez nutnosti opätovného uvedenia súradníc prvého bodu)

Príkazy pre línie s uhlovými bodmi

- L [X] [Y] / l [?x] [?y]
Lineto: kreslí úsečku z počiatkového bodu na nové súradnice Z,Y
- H [X] / h [?x]
Horizontal lineto – kreslí horizontálnu líniu k bodu s uvedenou súradnicou X
- V [Y] / v [?y]
Vertical lineto – kreslí vertikálnu líniu k bodu s uvedenou súradnicou Y

Príkazy pre Bézierovu krivku

- C [X-uchytenie1] [Y-uchytenie1] [X-uchytenie2] [Y-uchytenie2] [X] [Y]
c [X-uchytenie1] [Y-uchytenie1] [X-uchytenie2] [Y-uchytenie2] [?x] [?y]
Curveto – kreslí Bézierovu krivku do bodu so súradnicami X,Y, ktorá prechádza cez dva uchytávacie body
- S [X-uchytenie2] [Y-uchytenie2] [X] [Y]
s [X-uchytenie2] [Y-uchytenie2] [?x] [?y]
Smooth curveto – vykreslí Bézierovu krivku do bodu sú súradnicami X,Y, pri ktorej je prvý záchytný bod zrkadlovým obrazom druhého záchytného bodu

Príkaz pre eliptickú krivku

- A [RX] [RY] [X-rotácia] [oblúk elipsy] [smer oblúku] [X] [Y]
a [RX] [RY] [X-rotácia] [oblúk elipsy] [smer oblúku] [?x] [?y]
Elliptical arc - kreslí eliptickú výseč do bodu so súradnicami X,Y, s polomerom RX a RY. Pomocou údaju o rotácii osi X môže byť elipsa otočená. Paramater pre oblúk elipsy môže nadobúdať dve hodnoty „0“ v prípade malej a „1“ v prípade veľkej poloosi. Pomocou smeru sa určuje či bude oblúk elipsy prebiehať v smere hodinových ručičiek (1), alebo proti smeru (0)

Rozdiel v použití malých a veľkých písmen spočíva v použití absolútnych a relatívnych súradníc. Pri použití absolútnych súradníc sa zapisuje príkaz veľkými písmenami (H,M,L...), naopak pri použití relatívnych súradníc sa využívajú malé písmená (h,m,l,...). Samotné vlastnosti (v zmysle vizuálnych znakov) možno veľmi pohodlne definovať pomocou kaskádových štýlov, ktoré tento formát podporuje. Posledným okruhom, ktorý v tejto časti popíšem je grupovanie a transformácia objektov. Grupovanie objektov sa vykonáva pomocou tagu <g></g> a jeho úlohou je spájanie objektov (zvyčajne rovnakého druhu, nie je to však podmienkou) do skupín. Ukázkovým príkladom je spájanie objektov do skupín bodov, čiar a polygónov, ktoré môžu predstavovať mapové vrstvy (mestá, cesty, okresy,...). Každé skupine sa prideli „id“, ktoré nám zaistí spojenie objektov do jednej skupiny. V prípade vrstvy okresov si skupinu označíme napr. <g id="okresy"></g>, pričom dovnútra zapíšeme všetky objekty, ktoré znázorňujú jednotlivé okresy. Potom pomocou jednoduchého javascriptu (uvedený v predchádzajúcej časti) môžeme potom danú skupinu objektov aktivovať (zapnúť viditeľnosť), alebo naopak zrušiť viditeľnosť tejto vrstvy. Spájanie objektov taktiež umožňuje vykonávať rôzne transformácie celej skupiny objektov (nemusíme formátovať jednotlivé objekty samostatne). Na každý objekt (skupinu) možno aplikovať väčšie množstvo transformácií súčasne. Samotné transformácie sa zaznamenávajú do atribútu „transform“, pričom hodnotou atribútu je zoznam transformácií, medzi ktoré možno zaradiť [24]:

- **Preloženie (Translate)**
Slúži na presun grafických elementov v smere XY
translate(tx,ty) -> translate(30,70)
- **Zmena mierky (Scale)**
Grafické elementy môžu byť zmenšené alebo zväčšené v smere X,Y
scale(sx,sy) -> scale(3,1)
- **Rotácia (Rotate)**
Grafické elementy môžu byť otočené o zadaný uhol, okolo ľubovoľného streda otáčania (ak nie je stred otáčania zadaný, jeho východisková hodnota je 0,0)
rotate(angle [centerX centerY]) -> rotate(10,30,70)
- **Naklonenie (Skew)**
Grafické elementy sú naklonené o zadaný uhol pozdĺž osi X, resp. Y.
skewX(angle) -> skewX(30)
skewY(anlgle) -> skewY(30)
- **matrix(a,b,c,d,e,f)** – všeobecná transformačná rovnica

Možnosti formátu SVG sú veľmi rozsiahle a v kombinácii s rôznymi skriptovacími jazykmi poskytujú obrovské možnosti vizualizácie rôznych javov. Aj keď existuje veľké množstvo špeciálnych programov na kreslenie dokumentov s možnosťou uloženia súborov v SVG, pochopenie základných pravidiel tvorby objektov pomocou SVG je nevyhnutnou súčasťou využívania tohto formátu.

2.2 Príklady SVG konvertorov v prostredí „desktopGIS“ aplikácií

Aplikácie postavené na princípe SVG v súčasnosti napredujú pomerne rýchlym tempom. Okrem existencie rôznych editorov, určených priamo na tvorbu grafiky v SVG, aj viacero svetových tvorcov grafických programov implementovalo export vo formáte SVG medzi štandardné funkcie. Obdobne je tomu aj pri programoch GIS, ktorých primárnou úlohou je tvorba a vizualizácia máp, na základe rôznych atribútov. Viacero firiem predstavilo špecializované riešenia, ktoré vystupujú ako nadstavby štandardných GIS nástrojov (Mapinfo, ArcVlew,...), pomocou ktorých možno hotové mapové zostavy exportovať v tomto formáte, čo je dobrým predpokladom pre ich publikovanie na internete. S narastaním významu formátu SVG sa samozrejme objavuje aj viacero špecializovaných programov, ktoré sa špecializujú práve na konverziu vybraných mapových formátov do tohto formátu. Príklady najznámejších konvertorov aj s ich internetovými stránkami sú v tab. 1.

Tab. 1: Vybrané príklady geografických konvertorov do formátu SVG

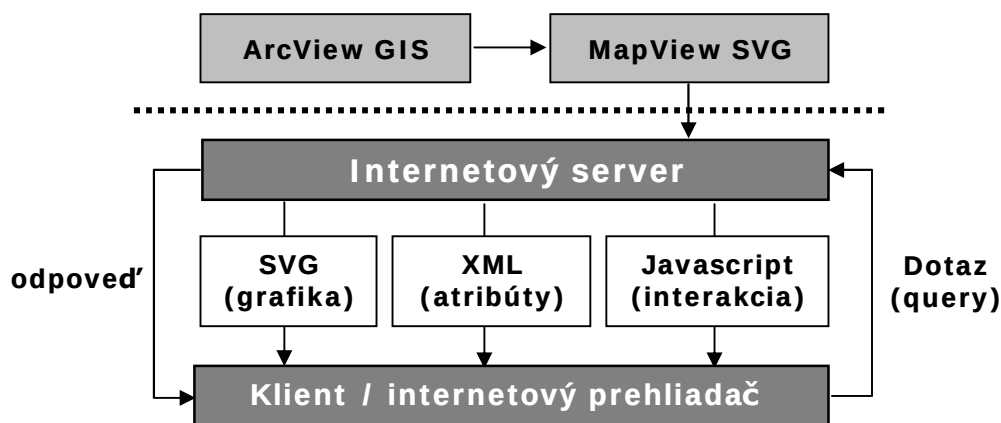
Program na tvorbu SVG	www stránka s informáciami	Platforma
Map2SVG	http://www.gis-news.de/svg/map2svg.htm	MapInfo
MapView SVG	http://www.mapviewsvg.com/	ArcVlew
SVGbuilder	http://www.svgbuilder.com/	MapInfo, ArcVlew
SVG MapMaker	http://www.tetrad.com/svgmapmaker/svgmapmaker.html	MapInfo
SVGMapper	http://www.svgmapper.com/	ArcView
GeoClipSVG Map	http://www.geoclip.fr/an/	-

V aplikačnej časti som využil program MapView SVG firmy UISMEDIA Lang&Muller. Výberu programu predchádzala prieskumná fáza, v ktorej bolo podrobnejšie analyzovaných viacero produktov, pričom výsledný produkt bol najzaujímavejší nielen po stránke poskytovania rôznych funkcií a celkovej komplexnosti, ako aj po stránke komunikácie zo strany tvorcov programu. Jedná sa o komplexnejšie riešenie, ktoré je okrem štandardných funkcií (približovanie, posúvanie mapy,...) obohatené o viaceré zaujímavé funkcie, ktorých existencie bola tiež významným bodom rozhodovania práve v prospech tohto riešenia. Medzi najzaujímavejšie funkcie tohto programu patrí:

- Export vektorových dát vo formáte SVG
- Podpora exportu rastrových dát
- Vypnutie / zapnutie jednotlivých tém v mapovom okne
- Zobrazenie atribútov objektu v podobe tabuľky / grafu
- Vyhľadávanie objektov pomocou atribútov (query builder)
- Zobrazenie grafickej mierky v závislosti od zobrazenia
- Zobrazenie hlavného mapového okna a navigačnej mapy (overview map)
- Využitie „hotlinks“ pre jednotlivé objekty
- Približovanie a vzdďľovanie
- Nástroje na meranie vzdďľalenosti a zobrazovanie súradníc

Princíp takto vytvorenej mapovej aplikácie je postavený na kombinácii viacerých formátov. Grafické elementy (mapa, legenda, prehľadná mapa, ...) sú definované vo formáte SVG. Atribúty pre jednotlivé vrstvy sú uložené v *.xml súboroch a interakcia sa uskutočňuje pomocou skriptov, ktoré sú uložené v súboroch *.js. Schematicky možno výslednú aplikáciu vytvorenú pomocou MapView SVG znázorniť nasledovne:

Obr. 7: Schéma aplikácie vytvorenej pomocou MapView SVG
(spracované podľa <http://www.mapviewsvg.com/description/index.html>)



Špecializované konvertory slúžia k exportu hotových mapových kompozícií do formátu SVG, pričom tieto sú určené predovšetkým pre ich následné publikovanie v prostredí internetu. Výhodou takto vytvorených máp je vysoký stupeň interakcie na strane klienta a rovnako táj samozrejme aj kvalita výstupných máp, keďže sa jedná o vektorový formát, ktorého základnou výhodou oproti rastrovým formátom je zabezpečenie vysokej kvality pri zväčšení originálnej mapy.

3. Mapová aplikácia na internete vo formáte SVG

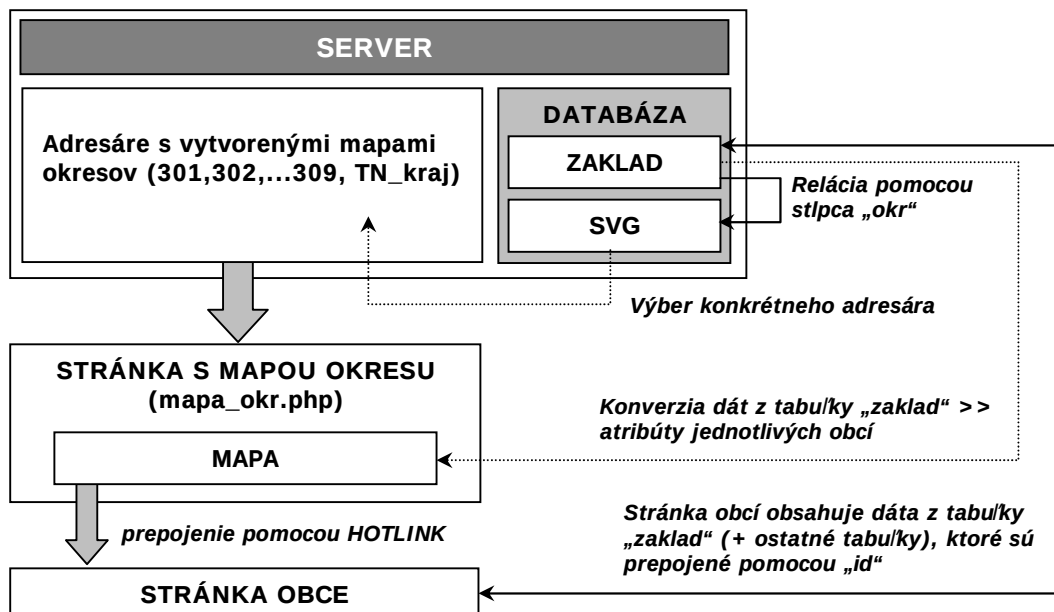
Vektorový formát SVG poskytuje výrazné možnosti jeho využitia v prostredí Internetu. Mapová aplikácia v tomto formáte je súčasťou širšie koncipovaného projektu, ktorý prezentuje výsledky zo sčítania obyvateľov, domov a bytov z roku 2001 pre obce Trenčianskeho kraja⁴. Formát SVG bol využitý na tvorbu tematického atlasu, ktorý znázorňoval vybrané charakteristiky metódou kartogramu a kartodiagramu., ako aj na zobrazovanie základných máp okresov.

Samotnému exportu hotových mapových kompozícií predchádzala príprava dát, ktorá sa uskutočnila v programoch Mapinfo, resp. ArcView. Pripravené mapové vrstvy, vrátane ich atribútových súčastí boli následne konvertované za pomoci príslušného programu (mapviewSVG) a uložené na disku servera. Ako bolo spomenuté, mapová časť predstavovala len jednu z mnohých častí internetovej aplikácie. Pre potreby zobrazovania mapy okresu musela byť vytvorená databázová tabuľka „svg“, v ktorej bola informácia o kóde okresu ako aj presnom umiestnení mapy na serveri. Schematicky je tento proces znázornený na obr. 8. Samotné mapy okresov sú do stránky „mapa_okr.php“ vložené pomocou tagu <iframe>, v ktorom sa využíva výpis z databázy o umiestnení príslušného mapového adresára:

```
<iframe src="<?php echo $row_svg->cesta ?>"></iframe>
```

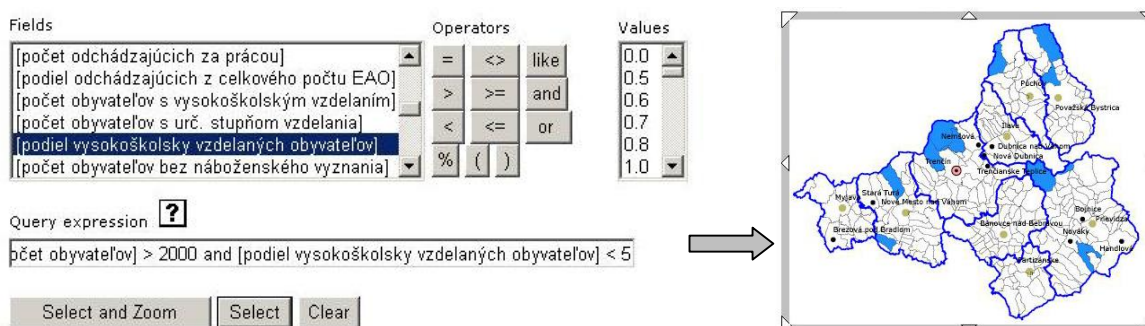
⁴ Adresa aplikácie: <http://www.sodbtn.sk/demo>

Obr. 8: Schéma zobrazenia mapy príslušného okresu a atribútov (príklad úrovne obcí)



V konkrétnych mapách možno využívať základné vlastnosti formátu SVG (zmenšovanie, zväčšovanie) ako aj ďalšie možnosti, ktoré sú výsledkom použitia java scriptov (meranie vzdialenosti, tlač,...). Dôležité sú ale predovšetkým funkcie, pomocou ktorých možno zistiť základné atribúty vybranej obce, ako aj možnosť tvorby dotazov pomocou nástroja „query builder“. Tento slúži na vyhľadanie obcí spĺňajúcich rôzne kritériá (podobne ako v prípade už spomínaného vyhľadávania), s tým rozdielom že výsledok je okamžite zobrazený na mape čo umožní vidieť niektoré priestorové špecifiká súvisiace s výberom. Pri tomto vyhľadávaní sa využívajú atribúty obcí zapísané v XML súbore a nie dáta uložené v databáze. Výhodou tohto spôsobu je možnosť tvorby dotazov aj v off-line režime. Na zadanie dotazu stačia základné znalosti jazyka SQL, pričom samotný výber sa uskutočňuje pomocou výberu atribútov a hodnôt myšou (Obr. 9).

Obr. 9: Zobrazenie výsledku vyhľadania obcí pomocou nástroja „query builder“



Na úrovni obcí je možné vyhľadávať objekty pomocou ktoréhokoľvek atribútu, ktorý je súčasťou danej mapovej vrstvy. Počet týchto atribútov na úrovni obcí predstavuje hodnotu 16.

Druhou oblasťou využitia formátu SVG bolo zaradenie „tematického atlasu“, ktorý znázorňuje vybrané ukazovatele na úrovni obcí Trenčianskeho kraja. Podobne ako v prípade máp okresov aj tu boli jednotlivé mapy uložené v samostatných adresároch na serveri, pričom základná informácia o ich lokalizácii bola uložená v databázovej tabuľke „svg_tm“

(stĺpce: id, názov, cesta). Tematické mapy sú veľmi hodnotným zdrojom informácií o územných celkoch, pomocou ktorých dokážeme v priestore veľmi jednoducho a rýchlo identifikovať základné špecifiká sledovaných regiónov. Táto časť aplikácie (stránka [tmapa.php](#)) obsahuje 14 tematických máp, ktoré znázorňujú vybrané charakteristiky obyvateľstva, domového a bytového fondu (využitie boli metódy kartogramu a kartodiagramu):

1. Trenčiansky kraj - základná mapa
2. Pohlavná štruktúra obyvateľstva
3. Podiel obyvateľov odchádzajúcich za prácou z celkového počtu ekonomicky aktívnych obyvateľov
4. Podiel obyvateľov bez vyznania z celkového počtu obyvateľov
5. Podiel vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov z celkového počtu obyvateľov (bez detí do 16 rokov)
6. Celkový počet domov
7. Podiel trvalo obývaných domov z celkového počtu domov
8. Počet domov určených na rekreáciu
9. Podiel domov určených na rekreáciu z celkového počtu domov
10. Počet trvalo obývaných bytov
11. Podiel trvalo obývaných bytov z celkového počtu bytov
12. Podiel bytov s vodovodom
13. Podiel bytov s kanalizáciou
14. Podiel bytov s plynom

Vo výsledných tematických mapách možno využiť všetky funkcie uvedené aj pri príklade máp na úrovni okresov. Tu boli však dáta v jednotlivých mapách upravené tak, aby sa zobrazovali len tie charakteristiky, ktoré súvisia s konkrétnou tematickou mapou. Preto aj možnosť použitia „query builder“ je zúžená na využitie konkrétnych atribútov danej mapovej vrstvy (napr. pri mape, ktorá znázorňuje podiel obyvateľstva s vysokoškolským vzdelaním sú atribúty obcí nasledovné: počet obyvateľov, počet obyvateľov s VŠ vzdelaním, počet ob. s určitým stupňom vzdelania, podiel VŠ vzdelaných a linka na ďalšie informácie danej obce - URL). V mapách bol využitý aj „mouse over efekt“, v každej mape pri dvoch vrstvách. Jednou bola vrstva obcí, pri ktorej sa po prechode myšou ponad vybranú obec zobrazí jej názov, a druhou vrstvou na ktorú sa táto funkcia vzťahovala bola konkrétna tematická vrstva. Pri aktivácii tejto sa zobrazila konkrétna hodnota (absolútna resp. relatívna) sledovaného javu.

Záverečné zhodnotenie

V súčasnosti existuje v prostredí internetu obrovské množstvo špecializovaných mapových portálov postavených na báze InternetGIS aplikácií, ale aj aplikácií typu jednoduchého internetového mapovania. S rozvojom formátu SVG sa stávajú tieto aplikácie veľmi významnými nástrojmi získavania geodát na Internete. Možnosť distribúcie geodát bez nutnosti zakúpenia a inštalovania mapového servera, ktorý nie je rozhodne cenovo zanedbateľnou položkou, dáva do rúk výrazné možnosti predovšetkým zástupcom samospráv, ktoré sa musia pasovať s rozličnými problémami a zakúpenie mapového servera rozhodne nepatrí medzi ich priority. Využitie vektorového formátu SVG je v našich podmienkach veľmi ojedinelou záležitosťou, ale množstvo príkladov zo zahraničia nám dáva jasný signál o rozsiahlych možnostiach využitia tohto formátu v budúcnosti v oblasti internetového mapovania. Využitie špecializovaných konvertorov umožňuje aj geografovi s minimálnou znalosťou programovacích jazykov distribuovať komplexné riešenia na internete a tým možnosť šírenia priestorových informácií širokým masám odbornej ale aj laickej verejnosti.

Literatúra:

- [1] **LANGR, J., (2002): Kvalitní geografická data – základ GIS pro veřejnou správu,** příspěvek na konferenci GIS Seč 2002, 6 str., dostupné na: <http://sec.upce.cz/nuke/sborniky/2002/>, přístup: 13. apríla 2003
- [2] **ARONOFF, S., (1989): GIS – A management Perspective,** in: Tuček, J., 1998: GIS – Geografické Informačné Systémy, Princípy a Prax, Computer Press, Praha, 1. vyd., str. 19
- [3] **KAMENICKÝ, J., (2002): T-MapServer – mapa na Webu,** 6 str., dostupné na: http://www.tmapy.cz/public/tmapy/cz/_aktualne/_clanky/tms_mapa_na_webu.html, přístup: 12. októbra 2003
- [4] **LUQUN, LI, JIAN, LI. (2003): The Study on Web GIS Architecture Based on JNLP,** 6.str., dostupné na: <http://www.isprs.org/commission4/proceedings/pdfpapers/271.pdf>, přístup: 12. januára 2004
- [5] **WILHELM, B., FRIEDRICH, A., GEIER, M., TÜRNU, S., (2003): Web-GIS Einsatz für den Tourismus,** dostupné na: http://129.187.38.40/schleching/daten/ergebnisse/5_WEBGIS.pdf, přístup: 15. január 2004
- [6] **HELD, G., SCHAEFFER, O., VOGEL, A., (2003): Internet GIS mit SVG,** dostupné na: http://www.geographie.hu-berlin.de/gk/gk/leute/publik/ringvl_03/vogel.pdf, přístup: 15. januára 2004
- [7] **KANIA, D., HORÁKOVÁ B., (1998): Inteligentní mapy na webu,** in: Geoinfo, č.4, Computer Press, str. 4-9
- [8] **ZIPF, A., (2003): GIS-Basierte StandInformationssysteme Im Internet: Wissenschaftliche Fragestellung, Technologie und Realisierung,** dostupné na: <http://dookie.geoinform.fh-mainz.de/~zipf/hd.zipf.deepmap-webgis.pdf>, přístup: 15. januára 2004
- [9] **LOWBER, P., (2001): Thin-Client vs. Fat-Client TCO,** 5. str., dostupné na: http://www.square1.nl/solutions/PDF/WhitePaper_Gartner_ThinClient_TCO.pdf, přístup: 20. november 2003
- [10] **ĽAHUČKÝ, J., (2001): Otvorená architektúra geografických informačných systémov a nástroje univerzálnej geografickej komunikácie,** Bratislava, PRIF UK, diplomová práca, 61 str.
- [11] **ALESHEIKH, A., HELALI, H., BEHROZ, H., (2001): WebGIS: Technologies and Its Applications,** 9 str., dostupné na: <http://www.isprs.org/commission4/proceedings/pdfpapers/-422.pdf>, přístup: 15. januára 2004
- [12] **DOYLE, A., (2000): Web Map Server Interface Specifications,** Open GIS Project Document 00-028, Open GIS Consortium, USA, 45 str. , dostupné na: <http://www.opengis.org/docs/00-028.pdf>, přístup: 12. januára 2004
- [13] **BRÚHA, L., (2002): Java: hotové riešenia,** Computer Press, Praha, 328 str.,
- [14] **BAČÍK, V., (2003): Informatizácia a internetizácia vo verejnej správe,** in: Geografické aspekty stredoeurópskeho priestoru, Geografie XIV, MU Brno, Pedagogická fakulta, str. 66 – 70
- [15] **KUDRNOVSKÝ, E., (2002): Otvorenosť informačných systémov o území,** príspevok na konferenciu GIS Seč 2003, 4 str., dostupné na: <http://sec.upce.cz/nuke/sborniky-/2003/data/upo/r/upo.pdf>, přístup: 18. októbra 2003
- [16] **HLÁSNY, T., (2001): Štandardy pre geoúdaje – vývoj a súčasný stav,** 18 str., dostupné na: http://topu.army.sk/zbornik02/7_Hlasny.pdf, přístup: 12. októbra 2003

- [17] **KAFKA, Š., (2003):** **Webové služby Open GIS konsorcia – nástroj pro vytváření prostorové infrastruktury**, příspěvek na konferenci GIS Seč 2003, 6 str., dostupné na: <http://sec.upce.cz/nuke/sborniky/2003/data/hsrs/r/web.pdf>, přístup: 19. oktobra 2003
- [18] **WINTER, A., (2000):** **Dynamically generated statistical Maps of Europe by**
- [19] **EDWARDS, S., (2003):** **Introduction to Jasc WebDraw**, dostupné na: http://www.svgopen.org/2002/papers/edwards__jasc_webdraw/index.html, přístup: 21. januára 2004
- [20] **ZABILKOVÁ, K., (2005):** **Využití SVG pro kartografické znázornění charakteristik dopravy** [diplomová práce], Západočeská univerzita v Plzni, Katedra matematiky, 110 str.
- [21] **NEUMANN, A., WINTER, A., (2003):** **Vector-based Web Cartography: Enabler SVG**, dostupné na: http://www.carto.net/papers/svg/index_e.shtml, přístup: 12. januára 2004
- [22] **HELD, G., (2003):** **Anforderungen an einen kartographischen Viewer für Business Intelligence Systeme, Diplarbeit, University of Applied Sciences – FH Karlsruhe**, 92 str., dostupné na: http://www.carto.net/papers/georg_held/diplomarbeit_georg.pdf, přístup: 1. marca 2006
- [23] **BARTH, Y., (2004):** **Nutzung von Servlets, JavaServer Pages, XML und XSL zur SVG-basierten Visualisierung raumbezogener Daten**, Diplomarbeit, Fachhochschule Stuttgart, 103 str.,
dostupné na:
http://www.carto.net/papers/yvonne_barth/2004_yvonne_barth_dfkviewer.pdf, přístup: 12. 4. 2006
- [24] **FIBINGER, I., (2001):** **Scalable Vector Graphics (SVG) Untersuchung des XML-Standards f.r zweidimensionale Vektorgraphiken und Erstellung eines SVG-Tutorials, Diplomarbeit, Fachhochschule Karlsruhe**, 115 str., dostupné na:
http://www.carto.net/papers/iris_fibinger/2001_03_iris_fibinger_svg_diplomarbeit.pdf,
prístup: 16. mája 2006