

Web aplikácia pre zobrazovanie digitálnych máp VŠLP

Martin Zápotocký

Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, Ulica T. G. Masaryka 24,
96 053, Zvolen, Slovenská republika
zapotocky.martin@gmail.com

Abstrakt. V tejto práci sa zaoberáme problematikou webových mapových aplikácií pre zdieľanie geografických údajov na internete. Hlavným cieľom bolo interpretovať využitie webových aplikácií pre potreby výučby, praxe a výskumu v oblasti lesného hospodárstva. Tiež sme rozobrali komponenty pre tvorbu Internet GIS, vývojové rozhrania, webové mapové aplikácie lesného hospodárstva a životného prostredia na území Slovenskej republiky a charakteristiku záujmového územia – Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene (VŠLP). Dôkladnejšie sme analyzovali tvorbu geografickej databázy pomocou poskytnutých geografických údajov, úpravu vektorových vrstiev podľa základných kartografických zásad, následnú tvorbu webových mapových služieb a ich prenesenie a zobrazenie na internet pre širokú verejnosť. Výstupom práce je webová mapová aplikácia zameraná na zobrazovanie ortofotomáp a tematických vrstiev záujmového územia so zdieľaním informácií o jednotkách priestorového rozdelenia lesa pomocou kódovacích jazykov HTML, CSS a JavaScript, na čo sme využili odbornú literatúru, internetové zdroje a nadobudnuté zručnosti s vhodným softvérovým vybavením. Tvorba geografickej databázy sa uskutočnila v prostredí MS Access, úprava vektorových vrstiev a tvorba webových mapových služieb v prostredí ArcGIS a samotná tvorba webovej aplikácie v prostredí Microsoft Visual Studio. Práca nadväzuje na existujúcu aplikáciu pre zobrazovanie ortofotomáp územia Slovenskej republiky. Zároveň predkladáme materiál a metodické postupy využiteľné pri riešení problematiky tvorby webovej mapovej aplikácie pre potreby podobného charakteru.

Kľúčová slova: ArcGIS, geodatabáza, Internet GIS, WMS

Abstract. Web application for displaying digital maps of VŠLP. In this thesis we focused on problems of web mapping applications for sharing geographic information on the Internet. The main objective was to interpret significance of web applications for needs of teaching, practice and research in the field of forest management. Also, we have analyzed components for the creation of Internet GIS, development frameworks, web mapping applications in forestry and environment in the Slovak Republic and characteristics of territory of interest – Vysokoškolský lesnícky podnik Technickej univerzity vo Zvolene (VŠLP). We give emphasis to creation of geographic database by provided geographic data, modification of vector layers on the basis of cartographic principles, subsequent creation of web map services (WMS) and transporting and displaying of WMS on the Internet for general public. The output of this thesis is web mapping application focused on imaging of orthophotomaps and thematic layers of territory of interest to share information about spatial distribution of forest with the aid of coding languages HTML, CSS and JavaScript. For realisation of this thesis we drew on special literature, internet sources and gained experiences with

the suitable software. The creation of geographic database was conducted in MS Access software, modification of vector layers and creation of web map services in ArcGIS software and creation of web application in Microsoft Visual Studio. The thesis continues on existing Application for displaying orthophotomaps of the Slovak Republic. We enclose the materials and methodical progress utilized for solution of problems of web mapping application of the same character.

Keywords: ArcGIS, geodatabase, Internet GIS, WMS

1 Úvod

Zdieľanie geodát prostredníctvom internetu predstavuje v súčasnosti najpoužívanejšiu technológiu poskytovania dôležitých informácií o porastoch, ekosystémoch a krajine, čím umožňuje správne rozhodovanie sa pri riešení priestorových problémov reálneho sveta (nevhodné obhospodarovanie lesa v minulosti, nepovolené odlesňovanie, znečistenie, riešenie vlastníckych pomerov, ...). Preto je nutné uvedomovať si výhody zdieľania geografických informácií z rôznych oblastí života ľudí.

Geografické informácie, ktoré boli pôvodne dostupné len pre niekoľkých užívateľov, sa v súčasnosti zdieľané pre širokú verejnosť. Geografické dáta sú zvyčajne umiestnené v databáze a pripojené na web. V tomto zmysle sa najviac využíva ArcGIS Server, ktorý predstavuje bránu pre zobrazovanie údajov v externých klientoch, ako sú webové prehliadače. ArcGIS API for JavaScript následne slúži pre zobrazovanie mapových služieb v prehliadači. [1]

Práve tvorba podrobnej webovej mapovej aplikácie tohto záujmového územia predstavuje jednu z možností zlepšenia obhospodarovania lesných porastov. Téma zdieľania geografických informácií prostredníctvom internetu je v súčasnosti veľmi diskutovaná a preto sme sa rozhodli aplikovať v tejto diplomovej práci získané poznatky na území Vysokoškolského lesníckeho podniku vo Zvolene.

Výsledky, získané z tejto diplomovej práce, by mali slúžiť najmä pre efektívnejšiu distribúciu informácií medzi zamestnancami univerzity a VŠLP pre vedenie prevádzky, ako aj pre širšiu verejnosť. Zároveň pomôže poukázať na nedostatky v riadení, čím sa môžu tieto chyby odstrániť a tým nadobudnúť zadané ciele.

2 Výsledky

V tejto kapitole sú zhrnuté a opísané výsledky diplomovej práce, medzi ktoré môžeme zaradiť:

- upravené tematické vrstvy v projektoch v prostredí ArcMap,
- tvorba webových mapových služieb v prostredí ArcMap,
- geografická databáza v prostredí Microsoft Office Access,
- webová mapová aplikácia,
- samotná metodika práce, ktorá môže nájsť uplatnenie pri ďalšom vytváraní podrobných webových mapových aplikácií.

2.1 Tematické vrstvy a webové mapové služby

Úprava tematických vrstiev poskytnutých Ústavom lesných zdrojov a informatiky NLC prebehla v prostredí ArcMap. Všetky vrstvy tvoriace jednu výslednú výstupnú vrstvu v aplikácii boli pre potrebu tvorby mapovej služby uložené v samostatnom projekte .mxd. Pre našu webovú aplikáciu sme vytvorili niekoľko projektov:

- jprl_plochy - plochy porastov VŠLP s popisnými údajmi
- jprl_hranice – hranice porastov VŠLP s popisnými údajmi
- vrstevnice – vrstevnice územia s popisnými údajmi
- lesná cestná sieť – spevnené a nespevnené cesty, koľaje
- polohopis – ostatné údaje (vodstvo, miestne názvy, intravilán, ...)

Upravené vektorové vrstvy nám v ďalšom kroku poslúžili pre tvorbu webových mapových služieb. Pre každý projekt sme vytvorili jednu webovú službu. Názvy služieb sa zhodujú s názvami jednotlivých projektov.

Vrstvy jprl_plochy, jprl_hranice, vrstevnice a lesná cestná sieť je možné aktivovať v aplikácii cez box Vektorové vrstvy. Konštrukcia boxu umožňuje aktivovať viacej vrstiev súčasne. Vrstva polohopis je prioritne nastavená ako aktívna. Kliknutím na príslušné tlačidlo v menu je možné túto vrstvu vypnúť.

Okrem tematických vrstiev sme do aplikácie umiestnili aj sériu niekoľkých ortofotomáp prebratých z mapovej aplikácie „Ortofotomapy VŠLP“ umiestnenej na mapovom portáli TUZVO. Tieto je možné aktivovať obdobne ako pri vektorových vrstvách cez box Ortofotomapy. Vždy je možné mať aktívnu len jednu ortofotomapu, čo umožňuje konštrukcia boxu.

Po úprave vektorových vrstiev sme sa zamerali na vytvorenie webových služieb pomocou softvéru ArcMap. Ako predprípravu sme museli každú vrstvu, ktorú sme chceli použiť v našej aplikácii, rozdeliť do samostatného projektu (.mxd). Ak by sme všetky vrstvy nechali v jednom projekte, nebolo by ich možné samostatne zapínať a vypínať. Tento fakt sme však využili v niektorých prípadoch, keď sme v rámci jedného projektu ponechali viacej vrstiev. Ako príklad uvedieme projekt „lesná cestná sieť“, ktorý je zložený z líniových vrstiev pre cesty a koľajnice.

Z uvedeného vyplýva, že pre našu webovú aplikáciu sme vytvorili 5 projektov a teda aj 5 webových mapových služieb. 6 webových mapových služieb pre ortofotomapy sme prebrali z aplikácie Ortofotomapy VŠLP.

Mapové služby jprl_plochy a jprl_hranice sa zobrazujú pri každej mierke. Z dôvodu zabezpečenia prehľadného zobrazovania označení jednotlivých porastov sme využili zobrazovanie popisných údajov vo webovej aplikácii Lesnícky GIS. Toto označenie sa zobrazuje od mierky 1:5 000 a väčšej. Samotné čísla dielcov sa zobrazujú už od mierok väčších ako 1:10 000. Služba vrstevnice sa zobrazuje pri každej mierke, pričom jej popisné údaje sa objavujú od mierky 1:20 000 a väčšej. Mapová služba lesná cestná sieť je zložená z troch vektorových vrstiev. Vrstvy cesty_spevnene a zeleznice sa zobrazujú od mierky 1:30 000, vrstva cesty_nespevnene sa zobrazuje od mierky 1:15 000.

Mapová služba polohopis je pri spustení aplikácie aktivovaná. Obsahuje vrstvy, ktoré sme považovali za dôležité pre lepšie znázornenie daného územia a zároveň ktoré nie je vhodné zaradiť do samostatných mapových služieb. Ide o vektorové vrstvy:

- nazov_mesta_obce, intravilan – mestá a obce,
- miestny_nazov, nazov_objektu – miestne názvy, chaty, kafiléria, ...,

- kopec_medznik – kopce, medzníky,
- hranica_ku , nazov_ku – katastrálne územia,
- vodne_plochy, vodstvo, nazov_toku – vodstvo územia,
- plot, chodnik, budovy – ploty, chodníky, budovy.

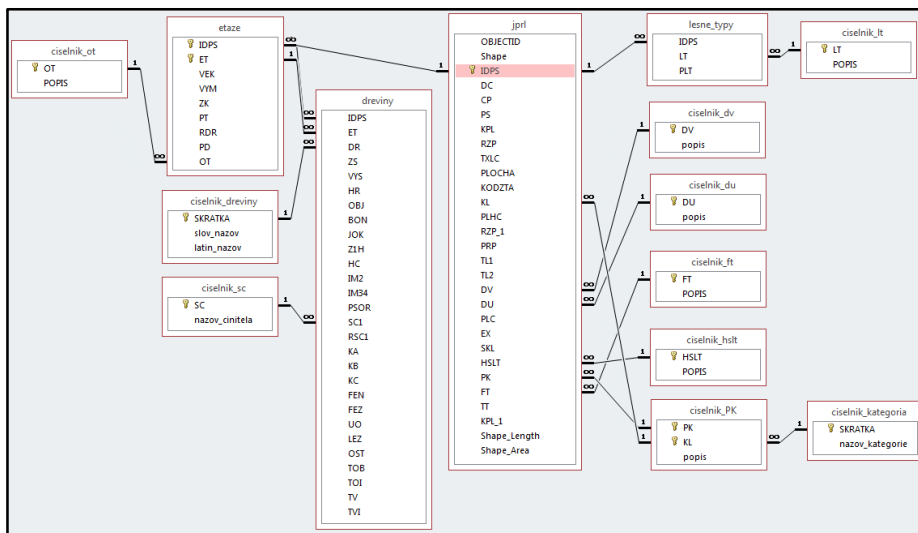
Uvedené vrstvy a ich popisné údaje sa zobrazujú pri mierkach, ktoré sme nastavili podľa vlastného uváženia s cieľom efektívneho zobrazovania.

2.2 Geografická databáza

Na tvorbu geografickej databázy sme mali k dispozícii shape-súbory územia VŠLP. Geometrické elementy sú uložené v súboroch .shp a popisné údaje sa nachádzajú v súboroch .dbf. Po analýze popisných údajov v tabuľke vslp_drevina, ktorá obsahuje údaje o jednotlivých JPRL, sme zistili, že ide o univerzálnu reláciu. Tento typ relácie sa v praxi nepoužíva, pretože je len ťažko realizovateľná a jej použitie je neefektívne, obsahuje redundantné údaje a nekonzistencie. Pre dodržanie normalizačných pravidiel a správne vytvorenie vzťahov medzi tabuľkami a číselníkmi sme túto tabuľku rozdelili na tri samostatné tabuľky, ktoré boli následne vhodne prepojené kľúčmi.

- tabuľka jpri: obsahuje údaje týkajúce sa iba jednotlivých jpri (sklon, expozícia, druh vlastníctva,...)
- tabuľka etaze: obsahuje údaje, ktoré sa viažu na jednotlivé etáže (výmera etáže, zakmenenie, rubná doba,...)
- tabuľka dreviny: obsahuje údaje, ktoré sa viažu na jednotlivé dreviny (zastúpenie, zásoba, bonita,...)

tabuľky sa nachádzali 3 atribúty, ktoré obsahovali významovo rovnaké hodnoty (lesné typy a ich percentá).



Obr. 1. Databázová schéma geodatabázy.

Okrem hlavných tabuliek sme za účelom zvýšenia porozumenia jednotlivých hodnôt vytvorili niekoľko číselníkov týkajúcich sa názvov kategórií a podkategórií lesov, slovenských a latinských názvov drevín, názvy škodlivých činiteľov a pod. Tiež sme museli vytvoriť asociačnú tabuľku pre lesné typy s ich percentuálnym zastúpením (vzťah medzi porastami a lesnými typmi – M:N), nakoľko v jednom riadku pôvodnej

2.3 Tvorba webovej mapovej aplikácie

Aplikovanie jednotlivých máp prebehlo pomocou vývojového rozhrania ArcGIS API for JavaScript spolu s knižnicou Dojo Toolkit. Proces programovania sa uskutočnil v prostredí Visual Studio, pričom aplikácia predstavuje webovú stránku vo forme webového formulára ASP.NET s príponou *.aspx*.

Umiestnenie mapových služieb do aplikácie sme vykonali pomocou tvorby premenných obsahujúcich literál poľa, pričom prvky poľa predstavujú samotné WMS. Takto sme vytvorili polia oddelene pre ortofotomapy a vektorové vrstvy. Odkaz na službu, uložený na serveri, je obsiahnutý v dvoch poliach. V jednom poli je zaznamenaná cesta k priečinku, v ktorom je služba uložená, v druhom poli je uvedený názov služby. Pre generovanie ortofotomáp sme v rámci ArcGIS API for JavaScript využili triedu *ArcGISTiledMapServiceLayer*, ktorá umožňuje pracovať s „kešovanými“ (angl. *cached*) službami. Takáto služba namiesto dynamicky zobrazovaných máp pristupuje k dlaždiciam (angl. *tiles*) z medzipamäte. Mapové dlaždice sú zvyčajne o rozmeroch 256x256 pixlov a sú na serveri organizované v špecifickej štruktúre. Rozsah mapy, ktorý je zobrazený pri práci s aplikáciou, determinuje, ktoré dlaždice sa zo servera stiahnu. Nakoľko sú tieto dlaždice malé, sú prehliadačom uložené do medzipamäte. Z tohto dôvodu, pri posúvaní po mape na nové miesto a následne späť, nedochádza k opätovnému stiahnutiu dlaždíc.

V porovnaní s dynamickými rastrovými údajmi, tieto nevyužívajú pri svojom zobrazovaní dlaždice. Pomocou ArcGIS API for JavaScript sa posiela požiadavka na ArcGIS Server o súčasnom rozsahu mapy. Ten vracia obrázok, ktorý zodpovedá danému rozsahu mapy. Týmto spôsobom sme zobrazili WMS obsahujúce vektorové vrstvy s využitím triedy *ArcGISDynamicMapServiceLayer*.

Vzhľadom na väčší počet služieb sme sa rozhodli prechádzať ich pomocou cyklov, čím sa kód bloku spúšťa po určený počet opakovaní. Z uvedeného úryvku kódu na obrázku č. ??? zároveň vyplýva, prečo sme odkaz na jednotlivé WMS museli rozdeliť do dvoch polí. Preto sme vytvorili dva cykly, osobitne pre ortofotomapy a vektorové vrstvy.

Pre zobrazovanie ortofotomáp a vrstiev v aplikácii sme využili knižnicu jQuery, v rámci ktorej sme vytvorili rozkladacie menu, v ktorom je možné ich zobrazenie pomocou vhodných komponentov (radiobox pre ortofotomapu, checkbox pre vektorovú vrstvu).

Aplikovanie jednotlivých máp prebehlo pomocou

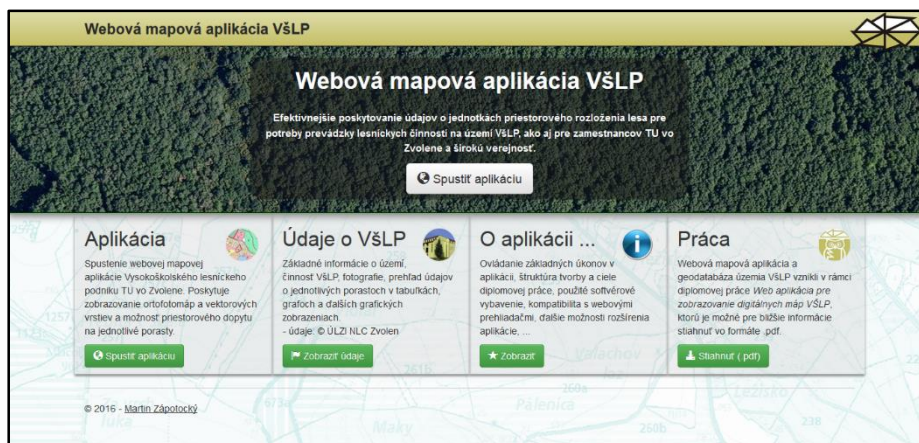
Na základe posúdenia z hľadiska poskytnutia všetkých výstupov prostredníctvom internetu, sme sa rozhodli vytvoriť úvodnú stránku, ktorá umožňuje:

- spustenie aplikácie,
- otvorenie prehľadu údajov VŠLP,
- otvorenie základných informácií o aplikácii,

- stiahnutie diplomovej práce.

Sprístupnenie k jednotlivým možnostiam je uskutočnené pomocou tlačidiel s krátkym popisom o ich obsahu. Umiestnenie samotnej webovej mapovej aplikácie je na mapovom serveri Technickej univerzity vo Zvolene na stránke <http://mapy.tuzvo.sk/cgis/>.

Pri tvorbe aplikácie sme museli brať do úvahy rozlišovaciu schopnosť monitorov, na ktorých bude aplikácia zobrazená, pričom sme zaznamenali správne zobrazenia na monitoroch s rozlíšením 1280 x 1024, 1366 x 768, 1900x1080 a 1900x1200. Z tohto dôvodu by mala byť aplikácia správne zobrazená na najčastejšie používaných monitoroch v súčasnosti. V tomto smere nám bola nápomocný grid systém v rámci knižnice Bootstrap.



Obr. 2. Uvodná stránka aplikácie.

Pre rozšírenie možností využitia webovej mapovej aplikácie sme vytvorili webovú stránku pre zobrazenie základných údajov o VŠLP a jednotlivých porastoch – Údaje o VŠLP. Bližšie sme postup tvorby stránky popísali v rámci postupu práce. Panel stránky ponúka možnosti zobrazenia:

- charakteristika územia, činnosť podniku,
- tabuľky geodatabázy (jprl, etáže, dreviny),
- grafy geodatabázy (podiel druhov vlastníctva / užívania, zásoby drevín, ...),
- ostatné údaje (kartogram sklonov jednotlivých porastov),
- odkaz pre www.tuzvo.sk/vslp.

2.4 Komponenty webovej mapovej aplikácie

Aplikovanie jednotlivých máp prebehlo pomocou vývojového rozhrania ArcGIS API for JavaScript spolu s knižnicou Dojo Toolkit. Proces programovania sa uskutočnil v prostredí Visual Studio, pričom aplikácia predstavuje webovú stránku vo forme webového formulára ASP.NET s príponou *.aspx*.

Pre zabezpečenie základných možností manipulácie a zobrazovania máp sme vytvorili niekoľko nástrojov a komponentov. Základné menu je zložené z nasledovných nástrojov:

- aktivácia doplnkových údajov (názvy miest a obcí, riečna sieť, ...)
- výber plochy pre priblíženie,
- výber plochy pre vzdialenie,
- pohľad späť,
- pohľad dopredu,
- zobrazenie celej mapy,
- posúvanie sa po mape.

V pravej dolnej časti aplikácie sa nachádzajú tlačidlá pre možnosť priblíženia/vzdialenia mapy vzhľadom na jej stred o jednu úroveň.

Rozbaľovacie menu v pravej časti aplikácie je rozdelené na niekoľko častí:

- Ortofotomapy,
- Vektorové vrstvy,
- Údaje o VŠLP,
- O aplikácii,
- Kontakt.

Ortofotomapy obsahujú sadu ortofotomáp, ktoré je možné aktivovať príslušným radioboxom. Pre účely našej aplikácie sme vybrali len tie, ktoré sú najvhodnejšie pre zobrazenie územia VŠLP. Vektorové vrstvy obsahujú vrstvy jednotiek priestorového rozdelenia lesa, vrstevnice a lesnú cestnú sieť. Údaje o VŠLP umožňujú prechod na webovú stránku, poskytujúcu základné informácie o území VŠLP ako aj o údajoch o jednotlivých porastoch v tabuľkovom a grafickom zobrazení. V časti O aplikácii sú uvedené základné informácie a autori použitých údajov. Kontakt obsahuje e-mailové adresy autora a vedúceho diplomovej práce.

Medzi ďalšie prvky aplikácie patrí mierka mapy, ikona signalizujúca načítavanie mapy, tlačidlá pre zdieľanie a ovládanie aplikácie.



Obr. 3. Web aplikácia pre zobrazenie digitálnych máp.

3 Záver

Hlavným cieľom diplomovej práce bolo na základe získaných poznatkov, podkladov v oblasti tvorby aplikácií uskutočniť tvorbu webovej mapovej aplikácie Vysokoškolského lesníckeho podniku TU vo Zvolene. S využívaním internetových technológií v poslednom desaťročí, webové služby sa objavili za účelom poskytovania dát na internete z dôvodu zvýšenia dopytu po geografických informáciách. [2] Z tohto dôvodu sme sa rozhodli pre tvorbu webovej mapovej aplikácie práve touto technológiou s využitím systému ArcGIS.

Okrem úprav tematických vrstiev a tvorby webových mapových služieb sme sa v prevažnej miere venovali oblasti viditeľnej časti webu „front-end“. Pre tvorbu rozsiahlejšej aplikácie a efektívnom poskytovaní údajov je potrebné venovať svoju pozornosť aj oblasti „back-end“ pre správu a spracovanie dát. Vzhľadom na potreby našej diplomovej práce sme sa tejto oblasti nevenovali.

Vysokoškolský lesnícky podnik a Technická univerzita vo Zvolene má záujem pokračovať pri postupnom vytváraní komplexného GIS, ktorý by napomáhal zamestnancom podniku pri manažmente územia, študentom univerzity ako vysokoškolská učebná pomôcka, ako aj verejnosti v rámci poskytovania taxačných údajov o jednotlivých porastoch a pri orientácii po pomerne rozsiahlej ploche prostredníctvom podkladových máp a vektorových vrstiev.

V súčasnosti obsahuje základné prvky webových mapových aplikácií. Dúfame, že v budúcnosti sa uskutoční komplexné spracovanie geografického informačného systému VŠLP, ktorý zefektívni činnosti nielen v rámci podniku, ale aj v rámci poskytovania hľadaných informácií pre verejnosť za účelom podpory rozhodovania v lese a krajine. Tiež touto prácou poskytujeme uplatnenie webovej mapovej aplikácie pre oblasť lesného hospodárstva, ukážku tvorby a prepojenia databázy a metodiku práce, ktorú je možné uplatniť pri realizácii možností zdieľania údajov na internete.

Referencie

1. RUBALCAVA, R. . *ArcGIS Web Development*. Manning Publications Co., 2015, Shelter Island. ISBN 978-1-617291-61-6.
2. SHI, S. . Design and development of an online geoinformation service delivery of geospatial models in the United Kingdom. *Environmental Earth Sciences*, roč. 74, č. 10. 2015. ISSN 1866-6280.