

WEBOVÁ APLIKÁCIA PRE SPRÍSTUPNENIE DIGITÁLNYCH MÁP VYSOKOŠKOLSKÉHO LESNÍCKEHO PODNIKU

Martin ZÁPOTOCKÝ, Milan KOREŇ

Web application for publishing digital maps of the University Forest Enterprise

Abstract: In this work we present a map web application for accessing interactive digital maps of the University forestry enterprise of the Technical University in Zvolen. We proposed a geographical database into which we imported available thematic vector layers, raster digital terrain models, current and historical orthophotos. We created web map services in accordance with cartographic rules. Preparation of the geographic database, thematic layers and map services was conducted with the aid of ArcGIS for Desktop and the map application was implemented in HTML, CSS and JavaScript. It includes features for displaying orthophotos, forestry thematic layers, digital terrain and digital surface models. The map application is used for the purposes of teaching, research and solving practical problems in forestry.

Keywords: digital map, forestry, geographic database, Internet GIS, web map service

Úvod

Zdieľanie geografických údajov prostredníctvom internetu predstavuje perspektívnu technológiu poskytovania dôležitých informácií o lesných porastoch, ekosystémoch a krajine. Interaktívne digitálne mapy sú dôležitým nástrojom na riešenie vedecko-výskumných projektov a podporu priestorového rozhodovania v oblasti lesného hospodárstva. Sprístupnenie informácií o lesných porastoch je dôležité aj pre zvýšenie kvality plánovania a vykonávania lesníckych činností.

Mapové webaplikácie predstavujú prezentáciu mapového diela zo záujmovej oblasti doplneného o interaktívne odkazy na jednotlivé objekty a prvky na mape. Týmto spôsobom sa používateľom sprístupňujú rôzne druhy máp, ktorí si tak jednoducho bez inštalácie náročných softvérov môžu cez internetový prehliadač nájsť hľadané informácie o záujmovom území (Peng and Tsou, 2003). Klimánek a Čibulka (2008) opisujú využívanie mapových webslužieb pre tvorbu aplikácií ako užitočný prostriedok pre reprezentáciu geografických údajov na internete. Práve mapové webaplikácie sa v súčasnosti stali často používaným nástrojom vzhľadom na ich schopnosť uľahčiť poskytovanie informácií pre širokú odbornú verejnosť (Souza et al., 2009).

Činnosť Katedry hospodárskej úpravy lesov a geodézie na Lesníckej fakulte v spolupráci s Národným lesníckym centrom (NLC) vo Zvolene sa v posledných rokoch zamerala na zhromažďovanie nových druhov geografických údajov. Z dostupných zdrojov boli vytvorené geografické databázy, ktoré umožňujú vytvorenie mapových kompozícií v rámci desktopových geografických informačných systémov. Po každej zmene mapových podkladov je potrebné opätovne upovedomiť všetky osoby, ktoré s týmito údajmi pracujú, aby staré údaje nahradili novými, aktuálnymi. Tento spôsob spracovania nezodpovedá efektívnemu sprístupňovaniu informácií o území Vysokoškolského lesníckeho podniku (VŠLP).

Pre vyhotovenie podkladov za účelom vedenia lesníckej dokumentácie (Program starostlivosti o les, lesná hospodárska evidencia) sa využíva aplikácia *Lesnícky GIS* vytvorená Národným lesníckym centrom vo Zvolene, ktorá umožňuje odborným lesným hospodárom viesť dokumentáciu lesníckych aktivít. Vzhľadom na vedecko-výskumné a pedagogické využitie územia VŠLP sú na mapovú webaplikáciu kladené špecifické požiadavky z hľadiska jej obsahu aj funkčnosti.

Ing. Martin ZÁPOTOCKÝ, doc. Mgr. Milan KOREŇ, PhD., Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, ul. T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: zapotocky.martin@gmail.com, milan.koren@tuzvo.sk

VŠLP ako pracovisko Technickej univerzity (TU) vo Zvolene sa postupne zapája do modernizácie vykonávania lesníckych prác a výchovno-vzdelávacích činností na svojom území. Zo zamerania tohto subjektu vyplýva, že prostredníctvom internetu je potrebné zdieľať informácie o jednotlivých lesných porastoch formou priestorového a atribútového dopytu a ich vyhľadávanie prostredníctvom atribútových dopytov. Práve tvorba podrobnej mapovej webovej aplikácie predstavuje jednu z možností širšieho sprístupnenia geoinformačných technológií a ich využitia pre efektívne obhospodarovanie lesných porastov. Výsledná aplikácia je umiestnená na mapovom portáli TU vo Zvolene mapy.tuzvo.sk/vslp/.

Téma sprístupnenia geografických informácií na internete je v súčasnosti veľmi aktuálna a diskutovaná. V príspevku predkladáme súhrn poznatkov získaných pri implementácii aplikácie pre sprístupnenie interaktívnych digitálnych máp územia VŠLP v prostredí internetu.

1. Prehľad sprístupňovania informácií o lese na internete

V poslednom období bolo publikovaných niekoľko prác a webaplikácií so zameraním sa na správu a poskytovanie informácií o lesoch. Ústav pro hospodárskú úpravu lešů, Brandýs nad Labem, vyhotovil katalóg mapových informácií, ktorý slúži na sprístupnenie informácií z rôznych oblastí lesného hospodárstva (zdravotný stav lesov, diaľkový prieskum Zeme, reprodukčný materiál a iné, www.uhul.cz/mapy-a-data/katalog-datovych-informaci). Regionálny webový GIS s obsahom lesníckych mapových podkladov pre územie niektorých častí Poľskej republiky je dostupný na internetových stránkach rdlpzg.gis-net.pl a rdlpkrakow.gis-net.pl. Poskytovanie špeciálnych služieb zameraných na sprístupnenie informácií o lesných požiaroch v štátoch Európskej únie v časových radoch umožňuje aplikácia *The European Forest Fire Information System* (San-Miguel-Ayanz et al., 2012). Návrh a implementácia participatívneho webového GIS pre publikovanie informácií o lesoch a krajine je detailne opísaná v niektorých prácach (Kelly et al., 2012; Kolios et al., 2015; Shi, 2015 a i.). Prehľad a zhodnotenie voľne dostupných informácií o lesoch podrobnejšie spracovali Trombik a Hlásny (2013). Správe lesníckych údajov na území Slovenska so zameraním na hodnotenie úloh rôznych účastníkov v procesoch participatívnej a sieťovej správy v mestských lesoch Slovenska sa venovali Kozová et al. (2016). Zároveň je publikovaných niekoľko prác, ktoré opisujú potrebu participácie odbornej verejnosti pre podporu plánovania v lesnom hospodárstve (Bruna-García et al., 2014; Cantiani, 2012 a i.).

Na území Slovenska bola pre potreby poskytovania informácií o lesoch vyhotovená mapová aplikácia *Lesnícky GIS* (gis.nlcsk.org/lgis/). NLC – Ústav lesných zdrojov a informatiky v rámci svojej odbornej pôsobnosti disponuje jedinečnou databázou údajov o lesoch na Slovensku, ktorá sa tvorila niekoľko desaťročí v procese tvorby programov starostlivosti o les a pri rôznych prieskumoch a výskumoch lesných ekosystémov. Lesnícky GIS je budovaný s využitím dostupných databázových a geoinformačných technológií. Uvedené služby získavajú údaje zo širokej bázy priestorových a taxačných údajov, ktorou NLC disponuje. Ide o údaje z programov starostlivosti o les, lesnej hospodárskej evidencie, lesníckej digitálnej mapy a iných zdrojov (Cibula, 2012). Príkladom zdieľania údajov prostredníctvom internetu je aj webaplikácia MAVYSK (www.los.sk/Mavysk), ktorú vytvorila NLC – Lesnícka ochranná služba v rámci Programu rozvoja vidieka SR 2014 – 2020. Je zameraná na mapovanie výskytu škodlivých činiteľov, sledovanie invázií hmyzích druhov a kontrolu realizovaných opatrení ochrany lesa do digitálnej mapy. Problematika zdieľania geografických údajov pomocou internetu bola v minulosti riešená aj na Katedre hospodárskej úpravy lesov a geodézie na Lesníckej fakulte. Bola vytvorená mapová webaplikácia Arboréta Borová hora vo Zvolene (mapy.tuzvo.sk/ArboretumBH/), aplikácie pre zobrazovanie aktuálnych a historických ortofotomáp Slovenska (mapy.tuzvo.sk/hofm/) a digitálna mapa významných lesníckych miest na území Slovenskej republiky.

2. Metodika práce

2.1 Charakteristika záujmového územia

VŠLP je samostatná organizačná jednotka TU vo Zvolene. Na území VŠLP sa realizujú vedecko-výskumné úlohy a vykonávajú praktické cvičenia pre študentov TU vo Zvolene. V súčasnom období je výmera lesných pozemkov na území VŠLP 9 724 ha, z ktorých je 9 106 ha vo vlastníctve štátu.

Územie VŠLP rozprestierajúce sa prevažne v juhozápadnej časti Kremnických vrchoch predstavuje celistvý lesný komplex, ktorý vytvára modelové podmienky pre vykonávanie všetkých základných činností v lese. Je to spôsobené širokou škálou pedologických, klimatických a vegetačných pomerov na území, ktoré je situované v rozmedzí nadmorských výšok 250 – 1 025 m n. m.

Hlavným zameraním lesníckych činností v tomto záujmovom území je využívanie zásad prírode blízkeho pestovania lesa. Súčinnosť odborných pracovníkov podniku spolu s pedagogickými a vedecko-výskumnými pracovníkmi Lesníckej fakulty TU vo Zvolene sa zameriava na procesy obnovy programov starostlivosti o lesy (Macko, 2008).

2.2 Materiál a podklady

Zdrojom tematických vrstiev (hranice lesných porastov, polohopis a pod.) pre účely webovej aplikácie boli mapové podklady z rokov 2004 a 2014, ktoré vyhotovilo NLC – Ústav lesných zdrojov a informatiky vo Zvolene. Ortofotomapy z rokov 1978 a 2007 poskytlo tiež NLC – Ústav lesných zdrojov a informatiky vo Zvolene.

Farebné ortofotomapy vytvorené z leteckých snímok z roku 2011 s rozlíšením 10 cm a 30 cm z územia VŠLP spracoval doc. Ing. Bc. Miroslav Kardoš, PhD., Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, TU vo Zvolene. Letecké snímky z roku 2011 boli vytvorené digitálnou kamerou UltraCam X s rozlíšením 9420 x 14 430 pixelov a konštantou fotokamery 100,50 mm. Snímkovanie a údaje leteckého laserového skenovania za účelom spracovania mračna bodov a následnej tvorby digitálnych modelov reliéfu a terénu a ich odvodenín zabezpečila spoločnosť PHOTOMAP, s.r.o.

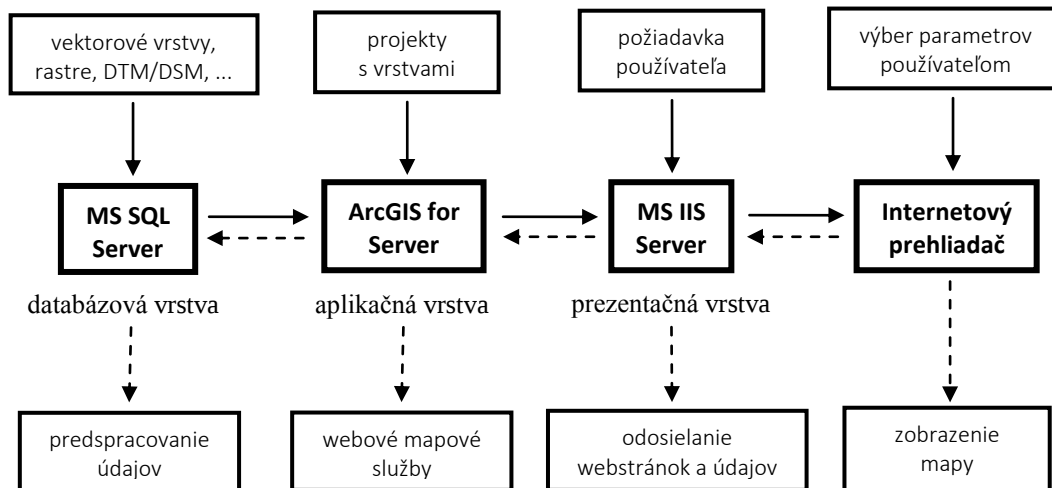
Do mapovej webovej aplikácie sme zaradili aj farebnú aktuálnu a čiernobielu historickú ortofotomapu Slovenska s rozlíšením 50 cm. Tieto ortofotomapy boli obstarané v rámci projektu Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine, ITMS 26220120069, ktorého riešiteľom bola TU vo Zvolene v spolupráci s NLC Zvolen. Historická ortofotomapa bola vytvorená z archívnych leteckých snímok Topografického ústavu plukovníka Jána Lipského v Banskej Bystrici. Historickú ortofotomapu vyhotovila spoločnosť GEODIS SLOVAKIA, s.r.o. Aktuálnu ortofotomapu vyhotovili spoločnosti EUROSENSE, s.r.o. a GEODIS SLOVAKIA, s.r.o.

2.3 Postup práce

Postup tvorby mapovej webl aplikácie bol rozčlenený na nasledujúce kroky:

1. príprava a import údajov do geografickej databázy,
2. vytvorenie projektov s tematickými vrstvami a ďalšími výstupmi,
3. tvorba mapových webslužieb,
4. implementácia mapovej webl aplikácie.

Mapová webová aplikácia bola vytvorená v trojvrstvovej architektúre, ktorá je znázornená na obr. 1. Je rozdelená na databázovú, aplikačnú a prezentačnú vrstvu. Databázová vrstva zaisťuje správu údajov, ukladanie, výber, agregáciu a predspracovanie údajov jednotlivých tematických vrstiev. Jej základom je relačný systém riadenia bázy údajov Microsoft SQL Server. Aplikačnú vrstvu tvorí ArcGIS for Server spoločnosti ESRI, ktorý sprístupňuje geografické údaje prostredníctvom webových mapových služieb. Mapové služby umožňujú prostredníctvom internetu zdieľať digitálne mapy vytvorené v prostredí GIS. Touto cestou sme z projektov vytvorených v prostredí ArcGIS for Desktop vyhotovili im prislúchajúce webové mapové služby. Prezentačná vrstva slúži na interaktívnu prácu s digitálnymi mapami a prezentáciu výsledkov v podobe dokumentov HTML a formulárov. V rámci našej aplikácie je prezentačná vrstva zabezpečená systémom Microsoft Internet Information Server. Zobrazovanie digitálnych máp (výber vrstiev, priblíženie, použitie nástrojov a i.) je možný s použitím bežných internetových prehliadačov.



Obr. 1 Architektúra systému

Vrstvy využívané v aplikácii pochádzajú z niekoľkých databáz z dôvodu zachovania logickej štruktúry skupín vrstiev. Samostatné databázy boli vytvorené pre ortofotosnímky, digitálne modely terénu a povrchu (DTM a DSM), tematické vrstvy a ďalšie geografické údaje. Pre tvorbu geografickej databázy porastov boli k dispozícii súbory shape - územia VŠLP, ktoré boli obsiahnuté v geografických databázach záujmového územia z roku 2014. Geometrické elementy boli uložené v súboroch *.shp* a opisné údaje sa nachádzali v súboroch *.dbf*. Vstupné údaje boli uložené v jednej databázovej tabuľke. Takéto uloženie nie je efektívne, pretože môže obsahovať redundantné údaje a nekonzistencie. Preto sme tabuľku vstupných údajov podľa normalizačných pravidiel rozdelili na tri samostatné tabuľky, ktoré boli následne vhodne prepojené primárnymi a cudzími kľúčmi:

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

Vektorové vrstvy pre účely mapovej webl aplikácie boli upravené s využitím modulu ArcMap systému ArcGIS for Desktop spoločnosti ESRI. Vzhľadom na veľké množstvo vrstiev záujmového územia bola uskutočnená ich selekcia podľa cieľov aplikácie. Išlo o výber vrstiev úzko súvisiacich s lesnými porastami a polohopisom územia. Modul ArcMap bol využívaný v prevažnej miere na účely nastavenia popisných údajov, vhodných mierok a farieb pre zobrazovanie vrstiev, pričom sa vychádzalo zo znakového kľúča lesníckej digitálnej mapy. Pri grafickom znázornení jednotlivých vrstiev sa prihliadalo na tmavý podklad lesníckej ortofotomapy. Z týchto dôvodov sa pre popisné údaje nastavila biela maska. Pre označenie porastov sme využili schému, ktorá pozostáva zo súboru troch číslíc - z dieťa, čiastkovej plochy a porastovej skupiny s postupným oddelovaním pomocou podtržníkov (napr. pre dielec č. 21, čiastkovú plochu „a“ a porastovú skupinu II. 21 a 2).

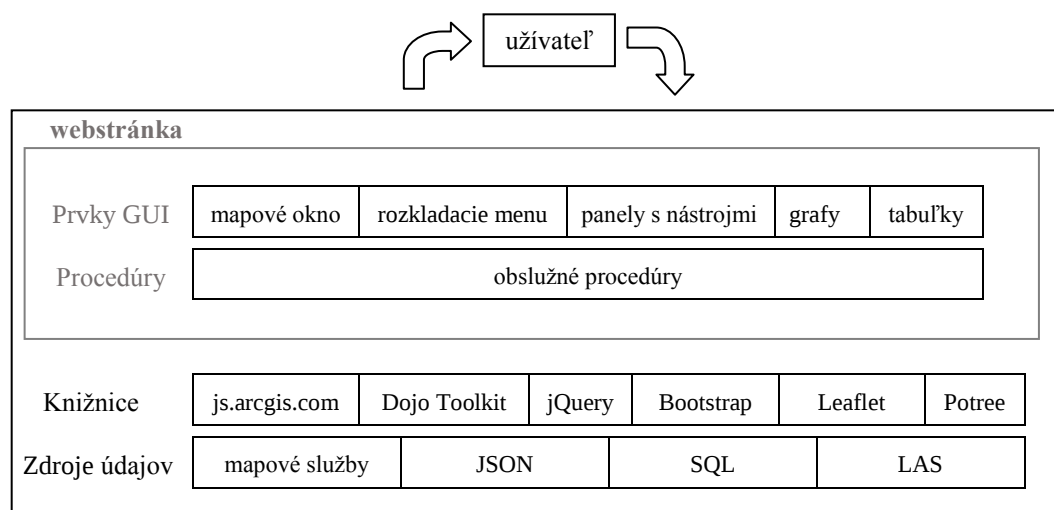
Vstupné mračno bodov pre tvorbu digitálneho modelu reliéfu pochádzalo z leteckého laserového skenovania, ktoré urobila spoločnosť PHOTOMAP, s.r.o. Zalietanie územia VŠLP sa uskutočnilo v letnom aj zimnom období. Pre potreby našej aplikácie sme využívali len bodové mračno z letného obdobia. Z bodového mračna bol interpoláciou vytvorený digitálny model reliéfu, digitálny model povrchu územia a odvodené morfometrické parametre. Výstupy z digitálnych modelov boli následne upravené do prislúchajúcej farebnej škály pre ich zobrazenie vo webovej aplikácii.

Okrem tematických vrstiev sme do aplikácie umiestnili aj sériu aktuálnych a historických ortofotomáp vyhotovených z leteckých snímok z rôznych časových období a s rôznymi rozlíšeniami.

Všetky vrstvy jednej mapovej webovej služby boli uložené v samostatnom projekte *.mxd*. Pre zobrazovanie grafického znázornenia percentuálneho zastúpenia drevín v aplikácii bola pre každú hlavnú drevinu vytvorená samostatná webová mapová služba. V prípade tvorby služieb z výstupov digitálnych modelov povrchov bolo potrebné nastaviť načítavanie dlaždíc z vyrovnávacej pamäte počítača. Zároveň sa nastavila minimálna a maximálna mierka pre dlaždice, ktoré sa ukladajú do vyrovnávacej pamäte.

Architektúra webovej aplikácie je znázornená na obr. 2. Zdrojmi údajov pre zobrazovanie vrstiev boli mapové webové služby z aplikačnej vrstvy ArcGIS for Server spoločnosti ESRI. Implementácia bola urobená v jazyku HTML, CSS a JavaScript. Pri tvorbe aplikácie sme vychádzali z niekoľkých publikácií opisujúcich teoretické východiská implementácie mapových nástrojov a funkcií (Rubalcava, 2015; Li et al., 2011). Aplikáciu sme vytvorili pomocou vývojového rozhrania ArcGIS API for JavaScript spolu s knižnicou Dojo Toolkit, ktorá tvorí neoddeliteľnú súčasť aplikácie (Rubalcava, 2015). Grafické používateľské rozhranie (GUI) tvorí mapové okno pre zobrazovanie vrstiev s rozkladacím menu pre výber vrstiev, ovládacím menu a panelmi nástrojov. S týmito prvkami môže používateľ pracovať a nastavovať mapovú kompozíciu podľa vlastných potrieb.

Súčasťou aplikácie je aj súbor webových podstránok pre poskytovanie informácií o prevádzkových činnostiach a zameraní záujmového územia, atribútových dopytov na jednotlivé porasty prostredníctvom prehľadných tabuliek, grafov a kartogramu. Pre budovanie podstránok sme použili voľne dostupné knižnice Bootstrap, jQuery a Leaflet.



Obr. 2 Architektúra webovej aplikácie

3. Výsledky

3.1 Zobrazovanie tematických vrstiev

Tematické vrstvy boli prerozdelené do jednotlivých projektov vzhľadom na ďalší postup tvorby mapových webových služieb. Z dostupných vektorových vrstiev sme vyhotovili niekoľko tematických celkov, ktoré sa zobrazujú v aplikácii (mapové podklady NLC Zvolen):

- *jprl_plochy* – obsahuje vektorovú vrstvu jprl s grafickým znázornením plôch porastov,
- *jprl_hranice* – obsahuje vektorovú vrstvu jprl s grafickým znázornením hraníc porastov,
- *vrstevnice* – vrstva vrstevníc,

- *lesná cestná sieť* – vrstvy spevnených a nespevnených ciest a železníc,
- *turistické chodníky* – vrstva turistických chodníkov na území,
- *polohopis* – vrstva vodných plôch, miestnych názvov, katastrálnych území a i.

Vrstvy *jprl_plochy*, *jprl_hranice*, *vrstevnice*, *lesná cestná sieť* a *turistické chodníky* je možné aktivovať v aplikácii cez box *Vrstvy*, ktorý je automaticky aktívny po spustení aplikácie. 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. Obsahuje vrstvy, ktoré sú dôležité pre lepšie znázornenie daného územia a zároveň ktoré nie je vhodné zaradiť do samostatných mapových služieb. Ide o vektorové vrstvy miest a obcí, miestnych názvov, vodstva, chodníkov a pod.

Okrem tematických vrstiev je v aplikácii umiestnená séria ortofotosnímkov, ktoré je možné aktivovať obdobne ako pri tematických vrstvách cez box *Ortofotomapy*. Vždy je možné mať aktívnu len jednu ortofotosnímkovú, čo umožňuje konštrukcia boxu. Po spustení aplikácie je automaticky aktivovaná farebná ortofotosnímková VŠLP s rozlíšením 10 cm. Používateľom sú dostupné nasledovné ortofotosnímky:

- farebná ortofotosnímková VŠLP (rok 2011, 10 cm rozlíšenie, Letecké snímky © PHOTOMAP, s.r.o., ortofotosnímková © Technická univerzita vo Zvolene),
- farebná ortofotosnímková VŠLP (rok 2011, 30 cm rozlíšenie, Letecké snímky © PHOTOMAP, s.r.o., ortofotosnímková © Technická univerzita vo Zvolene),
- aktuálna ortofotosnímková Slovenska (rok 2010, 50 cm rozlíšenie, Ortofotomapa © EURO-SENSE, s.r.o. a GEODIS SLOVAKIA),
- historická ortofotosnímková Slovenska (rok 1950, 50 cm rozlíšenie, Historické LMS © Topografický ústav Banská Bystrica, Historická ortofotomapa © GEODIS SLOVAKIA, s.r.o.),
- farebná ortofotosnímková VŠLP (rok 2007, 50 cm rozlíšenie, ortofotosnímková © Národné lesnícke centrum vo Zvolene),
- čierno-biela ortofotosnímková VŠLP (rok 1978, 50 cm rozlíšenie, ortofotosnímková © Národné lesnícke centrum vo Zvolene).

Aplikácia umožňuje zobrazovanie nasledovných výstupov z digitálneho modelu reliéfu:

- kombinácia nadmorských výšok a tieňovania,
- zobrazovanie výškových stupňov v 100-metrových intervaloch (hypsometria),
- sklony v stupňoch, expozícia v stupňoch, planárna, horizontálna a profilová krivosť, tieňovanie.

Aplikácia umožňuje zobrazovanie nasledovných výstupov z digitálneho modelu povrchu:

- kombinácia výstupov tieňovania a digitálneho modelu povrchu,
- zobrazovanie výškových stupňov v 100-metrových intervaloch (hypsometria),
- tieňovanie.

Ortofotomápy a digitálne modely povrchov sa dajú prekrývať s tematickými vrstvami. K mapovým webslužbám pre hypsometriu, sklony a expozíciu boli vyhotovené vysvetlivky znázorňujúce príslušné kategórie, ktoré sa zobrazujú po aktivovaní uvedených výstupov.

Tab. 1 uvádza zoznam všetkých tematických vrstiev použitých v aplikácii, ktoré boli rozdelené do piatich skupín.

Tab. 1 Skupiny tematických vrstiev

Lesné porasty	Ostatné vrstvy	Ortofotomápy	DTM a DSM	Polohopis
hranice porastov	vrstevnice	VŠLP 2011 (10 cm)	hypsometria	miestne názvy
plochy porastov	cesty spevnené	VŠLP 2011 (30 cm)	tieňovanie	intravilán
	cesty nespevnené	VŠLP 2007 (50 cm)	sklon v %	medzníky
	železnice	VŠLP 1978 (50 cm)	orientácia	riečna sieť
	turistické chodníky	AOFM 2010 (50 cm)	planárna krivosť	budovy
		HOFM 1950 (50 cm)	horizontálna krivosť	katastrálne územia
			profilová krivosť	ploty

3.2 Ďalšie možnosti aplikácie

Nástrojom *kreslenie*, vyhotoveným pomocou knižnice ArcGIS API for JavaScript, je možné kresliť základné geometrické tvary (body, línie, polygóny, kruh a i.). Používateľ si z ponuky zvolí geometrický tvar, ktorý chce nakresliť na mapovom okne. Línie a polygóny je možné kresliť aj voľným ťahom kliknutím myši. Dvojklikom na myši sa ukončí kreslenie línií a polygónov. Takto vytvorené objekty sa neukladajú do žiadnych z vrstiev. Tento nástroj predstavuje pomocníka, ktorý umožňuje načrtnúť používateľom rôzne geometrické tvary priamo v mapovom okne. Po kliknutí pravým tlačidlom myši na nakreslený objekt sa zobrazí menu s možnosťami editovania objektu, jeho premiestnenia a vymazania.

Pre rozšírenie možností využitia mapovej webovej aplikácie bola vytvorená stránka pre zobrazenie základných údajov o VŠLP a jednotlivých porastoch – *Údaje o VŠLP*. Panel stránky ponúka možnosti zobrazenia:

- charakteristika územia, činnosť podniku,
- tabuľky geografickej databázy (porasty, etáže, dreviny),
- grafy geografickej databázy (podiel druhov vlastníctva / užívania, zásoby drevín, ...),
- ostatné údaje (kartogram sklonov jednotlivých porastov),
- odkaz na stránky Vysokoškolského lesníckeho podniku (www.tuzvo.sk/vslp/).

Informácie sú poskytované v prehľadných paneloch, ktoré umožňujú ľahkú orientáciu k hľadaným údajom.

Pre rýchle priblíženie sa na niekoľko významných miest boli vyhotovené *záložky* pre automatické priblíženie sa k určitému územiu (Arborétum Borová hora, VŠLP, TU vo Zvolene, Stredisko služieb Lieskovec a Lesná správa Budča). Dané miesto je v mapovom okne vyznačené symbolom vlajky s popisným údajom.

Záver

V súčasnosti zohrávajú geografické informačné systémy dôležitú úlohu v lesnom hospodárstve, v ktorom sa využívajú v prevažnej miere na zabezpečenie plánovania a riadenia lesníckych činností. Z uvedených dôvodov sme na základe získaných podkladov záujmového územia a poznatkov z oblasti programovania aplikácií vytvorili mapovú webovú aplikáciu VŠLP TU vo Zvolene. Okrem úprav tematických vrstiev a tvorby mapových webových služieb sme sa v prevažnej miere venovali prezentačnej časti webu s označením *front-end*. Pre tvorbu rozsiahlejšej aplikácie a efektívne poskytovanie údajov je potrebné podrobnejšie rozpracovať oblasť označovanú ako *back-end* pre správu a spracovanie údajov z databáz.

VŠLP a TU vo Zvolene majú záujem pokračovať pri postupnom vytváraní komplexného GIS, ktorý by slúžil pracovníkom a študentom univerzity pre poskytovanie údajov o lesných ekosystémoch a pri orientácii po pomerne rozsiahlej ploche prostredníctvom interaktívnych digitálnych máp. V súčasnosti webová aplikácia obsahuje základné nástroje na prácu s digitálnymi mapami.

V ostatných rokoch bolo publikovaných niekoľko zahraničných prác venujúcich sa problematike návrhu a implementácie webových GIS v oblasti lesného hospodárstva. Hlavnou úlohou našej mapovej webovej aplikácie je poskytovanie tematických vrstiev úzko naviazaných na špecifické územie, ktoré je zamerané na lesnícky výskum a výučbu budúcich lesníkov. Mapová aplikácia obsahuje digitálne mapy a nástroje, ktoré nie sú dostupné v iných aplikáciách so zameraním na lesnícke informácie. Primárne ide o výstupy digitálneho modelu reliéfu a povrchu, ktoré sú rozhodujúce pre dopravnú-ťažbové technológie v lesníctve, ako aj časové rady ortofotosnímkov z rôznych období pre sledovanie vývoja lesných ekosystémov. Aplikáciu je možné prispôbovať a dopĺňať o nové výstupy vzhľadom na aktuálne vedecko-výskumné činnosti a potreby TU vo Zvolene. V súčasnosti sa na území Slovenskej republiky využíva aplikácia *Lesnícky GIS*, ktorá sa zameriava na komplexné poskytovanie údajov v oblasti lesného hospodárstva pre všetky lesné celky v krajine. Vzhľadom na veľký rozsah údajov a požiadaviek na jej funkčnosť (v prevažnej miere pre potreby tvorby Programov starostlivosti o les), aplikácia neposkytuje doplňujúce údaje, ktoré sú potrebné pre riešenie vedecko-výskumných úloh a komplexné modelovanie lesných ekosystémov. Uvedené údaje a výsledky, ktoré boli získané na Lesníckej fakulte v rámci vedecko-výskumných projektov, sprístupňujeme prostredníctvom vlastnej aplikácie.

Riešenie mapových webových aplikácií bude ďalej komplexne rozpracované do podoby participatívneho geografického informačného systému VŠLP, ktorý zvýši efektívnosť riešenia vedecko-výskumných a praktických úloh, ale aj v rámci poskytovania informácií pre účely podpory rozhodovania v lese a krajine a komplexného modelovania lesných ekosystémov. Okrem bežných mapových výstupov sa rozširovanie mapovej webovej aplikácie zameria na sprístupnenie výsledkov z mobilného laserového skenovania, ktoré sú v súčasnej dobe vysoko uplatniteľné pri získavaní údajov o lesných ekosystémoch. Zároveň aplikácia nájde uplatnenie pri riešení problematiky sprístupnenia lesa. Ide o poskytovanie údajov o gravitačnom potenciáli, priechodnosti a sprístupnení terénu, pozdĺžnych profiloch lesných ciest a podobne. Prostredníctvom geoprocesných služieb zdieľaných na internete budú môcť používatelia napríklad vykonávať sieťové a vzdialenostné analýzy pre potreby plánovania sústreďovania drevnej hmoty.

Príspevok bol vypracovaný s finančnou podporou Agentúry na podporu výskumu a vývoja (APVV) v rámci projektu Nová technológia manažmentu prírody – NEWTON, Technická univerzita vo Zvolene, APVV-0069-12.

Literatúra

- BRUNA-GARCÍA, X., MAREY-PÉREZ, M. F. (2014). Public participation: a need of forest planning. *IForest*, 7, pp. 216-226.
- CANTIANI, M. G. (2012). Forest planning and public participation: A possible methodological approach. *IForest*, 5, pp. 72-82.
- CIBULA, R. (2012). Lesnícky GIS – aplikované využívanie geopriestorových údajov a služieb geopriestorových údajov [online]. *Enviro-i-fórum*. Zvolen [cit. 2016-07-07]. Dostupné na: <http://historiaenviroiforum.sazp.sk/uploads/2012/10/page/prezentacie-3/Zbornik_2012.pdf>.
- KELLY, M., FERRANTO, S., LEI, S., UEDA, K., HUNTSINGER, L. (2012). Expanding the table: The web as a tool for participatory adaptive management in California forests. *Journal of Environmental Management*, 109, pp. 1-11.
- KLIMÁNEK, M., CIBULKA, M. (2008). Prezentace digitálních lesnických map pomocí webových mapových služeb. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 56, s. 293-298.
- KOLIOS, S., STYLIOU, CH., PETUNIN, A. (2015). A WebGIS platform to monitor environmental conditions in ports and their surroundings in South Eastern Europe. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, pp. 10-16.
- KOZOVÁ, M., DOBŠINSKÁ, Z., PAUDITSOVA, E., RAKYTOVÁ, I. (2016). Network and participatory governance in urban forestry: An assessment of examples from selected Slovakian cities. [online]. *Forest Policy and Economics*. [cit. 2016-10-10]. Dostupné na: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934116303112>>.
- LI, S., DRAGICEVIC, S., VEENENDAAL, B. (2011). *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*. London (Taylor & Francis Group.).
- MACKO, Š. (2008). *Vysokoškolský lesnícky podnik 1958 – 2008*. Zvolen (Technická univerzita vo Zvolene).
- SAN-MIGUEL-AYANZ, J., SCHULTE, E., SCHMUCK, G., CAMIA, A., STROBL, P., LIBERTA, G., GIOVANDO, C., BOCA, R., SEDANO, F., KEMPENEERS, P., MCINERNEY, D., WITHMORE, C., SANTOS DE OLIVEIRA, S., RODRIGUES, M., DURRANT, T., CORTI, P., OEHLER, F., VILAR, L., AMATULLI, G. (2012). Comprehensive Monitoring of Wildfires in Europe: The European Forest Fire Information System (EFFIS) [online]. *Approaches to Managing Disaster - Assessing Hazards, Emergencies and Disaster Impacts* [cit. 2016-10-10]. Dostupné na: <<http://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/InTech.pdf>>.
- PENG, Z., TSOU, M. (2003). *Internet GIS: distributed geographic information services for internet and wireless networks*. New Jersey (John Wiley & Sons, Inc. Hoboken).
- RUBALCAVA, R. (2015). *ArcGIS Web Development*. Shelter Island (Manning Publications Co.).
- SOUZA, C., PEREIRA, P., LINS, V., HAIASHY, S., SOUZA, D. (2009). Web-oriented GIS system for monitoring, conservation and law enforcement of the Brazilian Amazon. *Earth Science Informatics*, 2, pp. 205-215.
- SHI, S. (2015). Design and development of an online geoinformation service delivery of geospatial models in the United Kingdom. *Environmental Earth Sciences*, 74, pp. 7069-7080.
- TROMBIK, J., HLÁSNY, T. (2013). Free European data on forest distribution: overview and evaluation. *Journal of Forest Science*, 59, pp. 447-457.

Summary

Web application for publishing digital maps of the University Forest Enterprise

Sharing of geographical data via the Internet is a perspective technology for providing relevant information about forest ecosystems and the landscape, enabling the right decisions in dealing with spatial problems of the real world. Disclosure of information is necessary to increase the quality of teaching of forestry activities. Topic of disclosure of geographical information on the Internet is now much discussed so we decided to apply acquired knowledge about the Internet GIS for the University Forest Enterprise of the Technical University in Zvolen (Vysokoškolský lesnícky podnik).

Creation of mapping web application is divided into these following steps:

1. Preparing and importing data into geographical database,
2. Preparation of projects with thematic layers and other outcomes,
3. Creation of web map services,
4. Creation of web map application.

Preparation of geographic databases, thematic layers and map services was conducted with the aid of ArcMap and ArcCatalog modules of ArcGIS for Desktop. The application was implemented in HTML5, CSS3 and JavaScript.

The developed web map application of the University Forest Enterprise contains tools for displaying actual and historical orthophotos with different resolution, thematic layers of compartments, contours, forest road network, composition of tree species, hiking trails and important forestry places.

Application offers drawing tools that support functionality to create new geometries by drawing simple shapes (points, lines and polygons) and more complex objects (rectangle, circle and arrow). The user chooses from a selection of geometric shapes that wants to draw to the map window. After right-clicking on drawn shape it is possible to use editing, moving and deleting of shape. The toolbar is not a user interface component that is automatically seen on the page. Instead, it's a helper that you can use to sketch geometries on the map. For extension of options of application is provided set of web pages which contains information about characteristics of the area of interest and tables and charts about information of forest stands.

The web map application is a useful tool for teaching of Geoinformatics as an example of using of web technologies for providing forestry maps and information about forest ecosystems. It serves as a teaching material for subjects of the Faculty of forestry and the Faculty of Ecology and Environmental Sciences.

The University Forest Enterprise and the Technical University in Zvolen will continue with the development of a complex GIS that would help to effectively manage an area of interest. The application currently contains basic tools for work with digital maps. It will be extended to a participatory geographic information system of the University Forest Enterprise, which will support educational, scientific and practical activities.

Fig. 1 Architecture of system

Fig. 2 Architecture of application

Tab. 1 List of layers in groups

Prijaté do redakcie: 18. júna 2016

Zaradené do tlače: december 2016