

IMPLEMENTÁCIA WEBOVÉHO PORTÁLU GIS PRE PODPORU PARTICIPÁCIE V LESNÍCKOM VÝSKUME

Martin ZÁPOTOCKÝ, Milan KOREŇ

Implementation of web-GIS portal for support of participation in forestry research

Abstract: The paper presents the participatory geographical information system (PGIS) designed for specific requirements of forestry research and forestry education. Information and communication technologies are commonly used in forest and wildlife management. Additional geographical data and tools are needed for planning and management of research project and education in forestry. PGIS was designed in three-tier architecture. It consists of metainformation catalogue, web map portal and a set of geographical web applications. Metainformation catalogue was extended to cover available sources of geographical data and map services related to forest environment. Geographical web applications present results of research projects in the form of interactive digital maps. Geoapplication focused on research plots was designed and implemented. Colour point clouds from terrestrial laser scanning and close-range photogrammetry are visualized in interactive 3D web application. The developed participatory GIS will facilitate close cooperation among researches, students and foresters in practice.

Keywords: forestry, interactive map, metadata, point cloud

Úvod

Prudký rozvoj informačno-komunikačných technológií stimuluje vytváranie nových aplikácií, ktoré umožňujú súčasne viacerým užívateľom naplňať, aktualizovať a spracovávať rozsiahle geografické údaje. Tomuto trendu sa prispôsobilo aj lesníctvo, kde moderné informačné technológie nachádzajú uplatnenie pre účely zabezpečenia podpory priestorového rozhodovania, efektívnym vedení lesníckej dokumentácie, priestorovom modelovaní určitých javov, zbere údajov, lesníckom výskume a výučbe, podpore lesného turizmu a ďalších oblastiach spojených s lesným prostredím. Geografické informačné systémy (GIS) v súčasnosti nachádzajú svoje uplatnenie predovšetkým pri územnom plánovaní, zhromažďovaní demografických informácií, informácií o infraštruktúre a prírodných zdrojoch. Zároveň sa skúmajú možnosti využitia GIS v oblasti praktickej starostlivosti o lesy, vedecko-výskumných a vzdelávacích aktivít. Jednou zo základných oblastí, ktoré Godchild (2010) uvádza ako nosné pri uberaní sa GIS v najbližšom období, je participácia určitej komunity občanov. Balram a Dragičević (2006) tvrdia, že využitie určitej komunity ľudí pomocou GIS zvýši zapojenie verejnosti do riešenia každodenných problémov reálneho sveta. Participatívny GIS (PGIS) zvyšuje ekonomickú návratnosť prostriedkov vynaložených na zber geografických údajov a je vhodným nástrojom pre tvorbu integrovaných aplikácií. Zároveň zabezpečuje porovnanie názorov a pohľadov rôznych záujmových skupín na sledované javy (Elwood, 2006).

Téma zapojenia odbornej verejnosti do procesu rozhodovania s využitím geoinformačných a webových technológií je v súčasnosti veľmi aktuálna a diskutovaná. Nové požiadavky verejnosti v posledných rokoch umožnili využitie GIS aj v ďalších oblastiach spoločenského života, kde je možné zapojiť rôzne komunity ľudí do budovania participatívneho GIS. Svoje uplatnenie nachádzajú pre potreby rozvoja regionálneho turizmu a jeho manažment (Sarky et al., 2017; Wolf et al., 2015), znižovania rizika a včasnej predpovede prírodných katastrof (Uson et al., 2016; Cheung et al., 2016), rozvoja poľnohospodárstva (Musakwa, 2017; Fagerholm et al., 2016) a i.

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

Skúmanie participácie verejnosti v lesníctve s využitím GIS bolo riešené v niekoľkých prácach len čiastočne pri zefektívnení manažmentu lesa miestnymi komunitami (Kelly et al., 2012; McCall a Minang, 2005) a riešení konfliktov medzi rôznymi záujmovými skupinami (Sandstrom et al., 2012). Minimum pozornosti bolo zároveň venovanej oblasti sprístupnenia priestorových informácií z oblasti vedy a výskumu (napr. Beran, et al., 2010). V súčasnosti nevidujeme systém, ktorý by komplexne združoval informácie o vedecko-výskumných a vzdelávacích aktivitách inštitúcií a univerzít v podobe webovej mapovej aplikácie.

V lesníckom výskume sa v poslednom období stávajú špeciálnym zdrojom priestorových informácií výstupy blízkej fotogrametrie a laserového skenovania v podobe mračien bodov. Súčasná webová technológia umožňuje sprístupnenie mračien bodov v prostredí webových prehliadačov v archeológii pri zobrazovaní historických pamiatok (Bianco et al., 2015), pre účely 3D vizualizácie terénu v lesnom hospodárstve (Prandi et al., 2015) alebo priestorové zobrazenie jaskynného systému (Silvestre et al., 2013).

Rozvoj webových aplikácií a virtuálnych modelov krajiny v poslednom období vytvoril prostredie, ktoré môžeme považovať za vhodné pre rozšírenie možností využitia PGIS (Brown, 2012). Prvotný rozvoj webového PGIS sa objavuje s nástupom éry web 2.0. Web sa stáva viac flexibilným a zároveň vytvára možnosti vizualizácie, zdieľania a analýzy geografických údajov (Bugs et al., 2010). Konvergencia nových interaktívnych webových technológií, s rastúcim obsahom (generovaný používateľmi) šíreným na internete, vytvára novú formu geografických informácií (Elwood et al., 2012). V kontexte webových PGIS sa objavuje výraz VGI (*volunteered geographic information*) ako označenie užívateľmi generovaného obsahu (Goodchild, 2007). Avšak pri využívaní VGI je potrebné zohľadniť niektoré otázky týkajúce sa kvality údajov pri posudzovaní ich platnosti (Haklay, 2013). Autori Meng a Malczewski (2010) odporúčajú využiť systém skôr ako doplnkový nástroj pre zabezpečenie participácie verejnosti a nie ako komplexná náhrada za tradičné spôsoby jej účasti. Zároveň musíme brať do úvahy aj skutočnosť, že hoci sa v súčasnosti stal internet masovým médiom, nie každý má k nemu prístup (Králíček a Král, 2011).

Rozvoj webových GIS prináša v oblasti lesného hospodárstva množstvo výhod ako internetové pripojenie a transparentnosť údajov, nezávislosť platformy a užívateľsky nenáročné softvérové a hardvérové vybavenie. Zároveň umožňujú záujmovým skupinám a komunitám participovať pri riešení problémov v lesnom hospodárstve, s ktorými sa každodenne stretávajú. V rámci lesníctva na území Slovenska registrujeme niekoľko systémov, ktoré spĺňajú uvedené skutočnosti a napomáhajú tak hospodáreniu v lesnom prostredí.

Národné lesnícke centrum – Ústav lesných zdrojov a informatiky (NLC-ÚLZI) v rámci svojej odbornej pôsobnosti disponuje jedinečnou databázou informácií o lesoch na Slovensku, ktorá sa tvorila niekoľko desaťročí v procese tvorby programov starostlivosti o lesy a monitoringu lesných ekosystémov. Kolektív pracovníkov NLC-ÚZI navrhol a riešil projekt *Lesnícky GIS* (ITMS kód 26220220015), ktorý bol podporený zo štrukturálnych fondov EÚ v rámci Operačného programu Výskum a vývoj (<http://gis.nlcsk.org/lgis/>). Hlavným cieľom projektu bolo vybudovať základy pre kvalitatívne nový lesnícky informačný systém (LIŠ) na princípoch podnikového GIS (Cibula et al., 2012). V predchádzajúcom období bol taktiež za účelom sprístupnenia informácií z oblasti poľovníctva riešený projekt *Poľovnícky GIS*. Súčasťou aplikácie je mapová časť umožňujúca priestorovú vizualizáciu poľovných revírov, ktorá je dostupná všetkým užívateľom. Oprávneným používateľom webová aplikácia umožňuje zobrazovať údaje poľovníckej štatistiky podľa aktívnych vrstiev v mapovej časti (poľovný revír, kraj, okres, poľovná oblasť atď.) doplnené grafmi. V súčasnosti webová aplikácia neobsahuje mapovú časť. Túto funkcionálnosť prebral Lesnícky GIS.

Ďalším produktom NLC v rámci Programu rozvoja vidieka SR 2014 – 2020 je interaktívny nástroj na mapovanie výskytu škodlivých činiteľov lesných drevín MAVYSK (www.los.sk/Mavysk). Aplikácia umožňuje mapovanie výskytu škodlivých činiteľov, sledovanie invázií hmyzích druhov a kontrolu prípadných realizovaných opatrení ochrany lesa do digitálnej mapy.

Vývoj GIS pre Vojenské lesy a majetky SR, š.p., prechádza v súčasnosti modernizáciou. Prvotné výsledky boli prezentované na Konferencii GIS ESRI 2017 (Čongrády a Hilbert, 2017). Autori prezentovali modernizáciu predchádzajúcej verzie mapového portálu pre záujmové územie. Mapový portál GIS Lesy SR je určený zamestnancom Lesov Slovenskej republiky, š. p., ktorí pracujú so systémom *WebGIS*. Aplikáciu je možné spustiť používateľmi zaradenými do domény spoločnosti Lesy SR, š. p. (Kolektív autorov YMS, 2017). Tiež je sprístupnená mobilná verzia umožňujúca

ňujúca načítanie podkladových máp, atribútov, výpočet geometrie, zobrazenie údajov katastra nehnuteľností a sprístupnenie údajov o poraste (Pôbiš a Hanula, 2017).

Spomenuté štúdiá a produkty podporujú participáciu odbornej verejnosti pri zbere a sprístupňovaní priestorových informácií a zefektívňujú tak hospodárenie lesného prostredia. Z rozboru produktov vyplývajú cieľové skupiny, ktorým sú aplikácie venované (lesní odborní hospodári, zamestnanci v štátnej správe, používatelia a vlastníci lesa). Menšia pozornosť je venovaná systémom pre podporu výskumu a výučby, ktoré tvoria nevyhnutný podklad pre prevádzkovú činnosť.

V príspevku prezentujeme výsledky budovania participatívneho GIS pre potreby vedecko-výskumných a vzdelávacích aktivít Lesníckej fakulty Technickej Univerzity (TU) vo Zvolene. Cieľom príspevku bolo navrhnuť a implementovať rozšírený metainformačný systém so špecifickými funkciami pre účely plánovania a riadenia vedecko-výskumných projektov, publikovania výstupov a ich sprístupnenie širokej odbornej verejnosti. Metainformačný systém je prepojený s geografickými mapovými webovými aplikáciami pre interaktívne 3D zobrazovanie mračien bodov a interaktívnu digitálnu mapu výskumných plôch. Zobrazovaním mračien bodov ako špeciálnych výstupov lesníckeho výskumu poskytujeme nový pohľad na publikovanie priestorových údajov vo webových aplikáciách lesného hospodárstva.

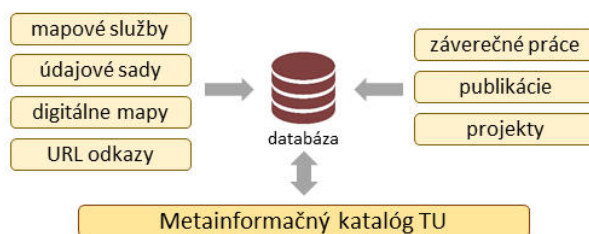
Systém vznikol za účelom podpory výskumu so zameraním na skvalitnenie rozhodovacích procesov pri obhospodarovaní lesa v krajine. Svojím obsahom sa zároveň môže špecializovať na sprístupňovanie informácií pre oblasť vzdelávania v odvetví lesného hospodárstva, zvyšovania povedomia o aktivitách lesníckeho výskumu a výučby, prípadne čerpania finančných prostriedkov zo štrukturálnych fondov Európskej únie a iných domácich a medzinárodných projektov.

2. Metodika práce

2.1 Úprava metainformačného katalógu Technickej univerzity vo Zvolene

Metainformačný katalóg je súčasťou mapového portálu Centra excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine (<http://mapy.tuzvo.sk>), ktorý bol vytvorený v rámci projektu ITMS 26220120069. Projekt bol realizovaný TU vo Zvolene a NLC vo Zvolene. Katalóg bol vytvorený ako softvér s otvoreným zdrojovým kódom, čo umožňuje jeho ďalší vývoj a rozširovanie funkcionality. Zabezpečuje ukladanie a zobrazovanie metaúdajov o mapových službách, digitálnych mapách a sadách údajov súvisiacich s lesníctvom (obr. 1). Pri jeho návrhu bola zohľadnená smernica 2007/2/ES a ďalšie platné legislatívne predpisy.

Po analýze pôvodných záznamov v katalógu sme zistili, že atribúty jednotlivých záznamov neboli kompletne, prípadne chýbali úplne. Išlo predovšetkým o atribúty rozsahu územia a URL zdroja ako rozhodujúcich metaúdajov pre vyhľadávanie a sprístupnenie služieb. Katalóg bolo zároveň potrebné rozšíriť o nové metaúdaje o mapových službách, digitálnych mapách a sadách údajov. Výber záznamov bol zameraný na informácie priamo alebo nepriamo spojené s lesným prostredím. Detail každého záznamu sme v prípade mapovej služby rozšírili o možnosť interaktívneho náhľadu, v ktorom môže užívateľ mapovú službu posúvať a približovať bez zobrazovania v mapovej aplikácii. Za účelom prehľadnosti obsahu katalógu sme vyhotovili dynamický prehľad o aktuálnom zložení v podobe grafov, ktorý je dostupný ako samostatná záložka metakatalógu. Súčasťou rozšírenia katalógu je geografická databáza vedecko-výskumných a vzdelávacích aktivít, ktorá je bližšie opísaná v kapitole 2.2 (obr. 1).



Obr. 1 Schéma upraveného metainformačného katalógu

2.2 Tvorba geografickej databázy vedecko-výskumných a vzdelávacích aktivít

Väčšina vedecko-výskumných aktivít a vybraných vzdelávacích aktivít je viazaných na výskumné plochy. Preto sa prevažná väčšina záverečných prác, publikácií alebo projektov viaže na konkrétnu geografickú lokalitu na území VŠLP alebo Slovenska. Údaje o výskumných plochách boli evidované jednotlivými pracoviskami TU vo Zvolene. Pri plánovaní a realizácii nových vedecko-výskumných úloh bolo vyhľadanie informácií o existujúcich výskumných plochách pomerne komplikované a časovo náročné. Z uvedeného dôvodu vznikla potreba vytvorenia databázy výskumných plôch, ich vyhľadávania a zobrazenia v interaktívnej mape. K výskumným plochám je možné pripojiť rôzne opisné a multimediálne informácie, vrátane odkazov na publikované práce.

Vzhľadom na rôznu obsahovú štruktúru záverečných prác, publikácií a projektov sme pre uvedené aktivity vytvorili samostatné atribútové tabuľky, ku ktorým sa prostredníctvom cudzích kľúčov pripájajú niekoľko číselníkov. Vzhľadom na rozsiahlosť databázovej schémy uvádzame v tabuľke 1 prehľad základných atribútov, ktoré sú spojené so sledovanými aktivitami.

Tab. 1 Prehľad vstupných údajov, ktoré sú viazané na sledované aktivity

Záverečné práce	Publikácie	Projekty
názov práce	názov publikácie	názov projektu
typ práce	kategória publikácie	kategória projektu
kraj	kraj	kraj
okres	okres	okres
odštepny závod	odštepny závod	odštepny závod
lesná správa	lesná správa	lesná správa
veľkoplošné ch. územie	veľkoplošné ch. územie	veľkoplošné ch. územie
maloplošné ch. územie	maloplošné ch. územie	maloplošné ch. územie
geomorfolog. celok	geomorfolog. celok	geomorfolog. celok
geomorfolog. podcelok	geomorfolog. podcelok	geomorfolog. podcelok
pracovisko	pracovisko	pracovisko
kľúčové slová	kľúčové slová	kľúčové slová
autor	kolektív autorov	garant
školiťel	zdroj polohy značky	spoluriešitelia
zdroj polohy značky	rok vydania publikácie	začiatok riešenia
rok vydania práce	obrázok	koniec riešenia
abstrakt	mračno bodov	obrázok
obrázok		webová stránka
mračná bodov		mračná bodov

Na naplnení geografickej databázy participovalo niekoľko zamestnancov a študentov Lesníckej fakulty, ktorí zhromaždili vstupné informácie o svojej vedecko-výskumnej činnosti. Databáza bola zároveň doplnená údajmi dostupnými v Univerzitnom informačnom systéme TU vo Zvolene (<https://is.tuzvo.sk/>).

Poloha bodov reprezentujúcich sledované aktivity boli zariadenia GNSS (presná poloha) alebo mapové podklady (orientačná poloha). Vo vytvorenej geografickej databáze sú všetky aktivity reprezentované bodmi. Zároveň je potrebné brať do úvahy skutočnosť, že väčšina aktivít je viazaná na výskumné plochy polygónového tvaru. Avšak pre zjednodušenie práce s digitálnou mapou a geografickej databázy sledovaných aktivít sme sa rozhodli o zaznamenanie polohy aktivít prostredníctvom bodov.

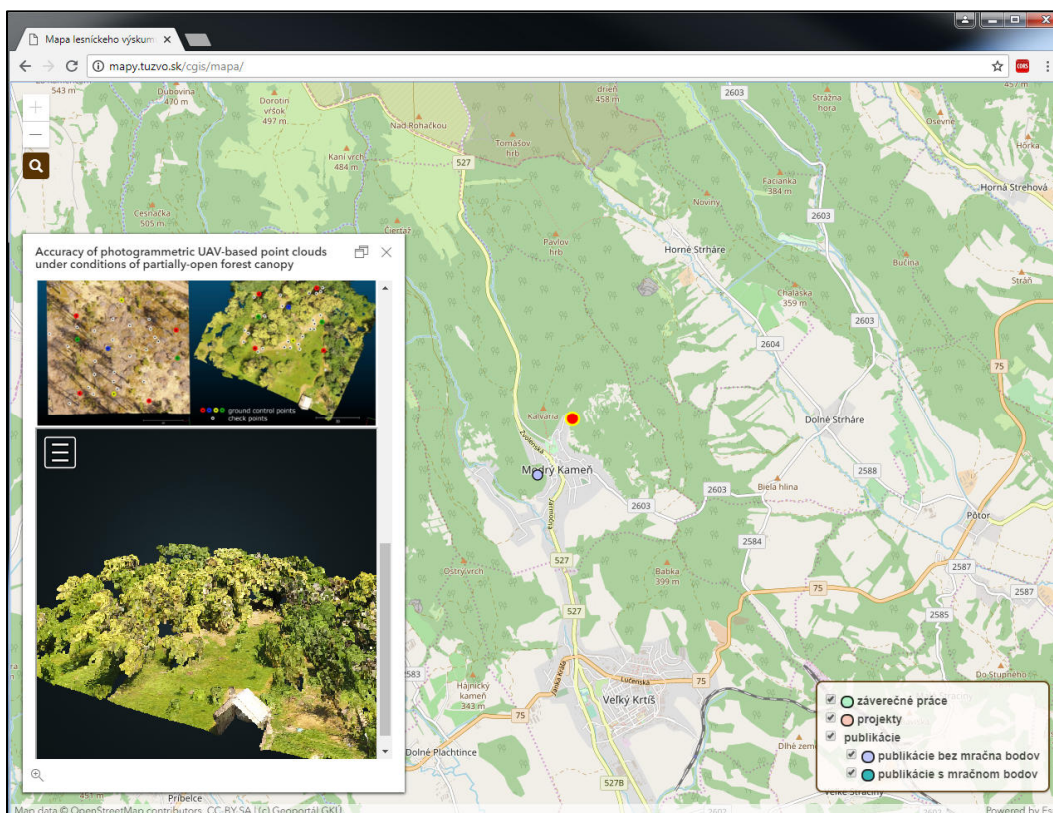
Informácie o odštepnych závodoch, lesných správach, veľkoplošných a maloplošných chránených územiach a geomorfologických celkoch sme získali prekrytom bodovej vrstvy aktivít s vektorovými vrstvami prostredníctvom štandardných GIS nástrojov.

2.3 Úprava mračien bodov pre účely publikovania na internete

Geografická databáza je okrem priestorových údajov rozšírená o bodové mračná (angl. *point clouds*), ktoré sú výstupmi pozemného laserového skenovania a blízkej pozemnej fotogrametrie. Zobrazovanie mračien bodov v systéme je implementované JavaScript knižnicou s otvoreným zdrojovým kódom *potree.js*. Konverzia mračien bodov vo formáte .las bola urobená v programe PotreeConverter 1.5, ktorý konvertuje súbory .las, .laz, .ply, .xyz alebo .ptx do binárneho formátu

potree. Následne produkt generuje jednoduchú webovú stránku (.html), ktorá je prepojená s kompresovaným mračnom bodov v samostatnom priečinku (Schütz, 2018). Súčasťou knižnice je súbor nástrojov pre reguláciu počtu bodov, meranie plôch a dĺžok, generovanie pozdĺžneho profilu, filtrovanie bodov a podobne.

Generované webové stránky sú pre účely publikovania v predloženej systéme uložené v samostatnom virtuálnom adresári na mapovom serveri TU vo Zvolene. Mračno bodov sa zobrazuje v okne interaktívnej mapy systému (angl. *pop-up*) prostredníctvom HTML elementu `<iframe>`, ktorý umožňuje vo webovej stránke vymedziť plochu pre vloženie inej webovej stránky (obr. 2).



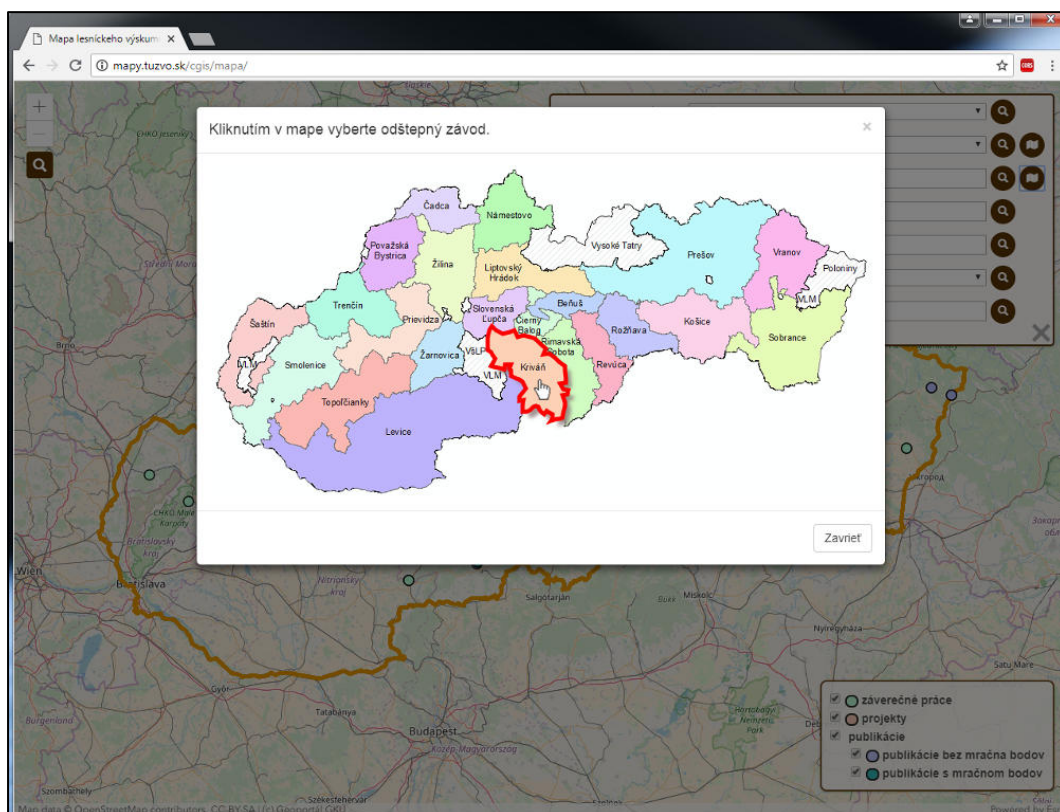
Obr. 2 Zobrazovanie mračna bodov v mapovom okne

2.4 Tvorba interaktívnej mapy lesníckeho výskumu a výučby

Architektúra vytvorenej geografickej aplikácie vychádza z trojvrstvovej architektúry zloženej z databázovej (Microsoft SQL Server), aplikačnej (ArcGIS for Server) a prezentačnej vrstvy, ktorú zabezpečuje webový server (Microsoft Internet Information Services). Viacvrstvová architektúra je výhodná z hľadiska efektívneho rozširovania, tvorby nových modulov a konfigurácie informačného systému. Oddelením jednotlivých súčastí systému sa skracaie čas na uvedenie do prevádzky a znižujú náklady na vývoj a integráciu nových funkcií.

Geografická aplikácia interaktívnej mapy bola implementovaná v jazykoch HTML5, CSS3 a JavaScript. Pri návrhu aplikácie sme vychádzali z niekoľkých publikácií, ktoré opisujú teoretické východiská implementácie mapových nástrojov a funkcií (Rubalcava, 2015; Doman, 2015; Li et al., 2011). Mapové nástroje a funkcie sú založené na knižnici ArcGIS API for JavaScript 4.7. Grafické používateľské rozhranie bolo dotvorené prostredníctvom knižníc jQuery a Bootstrap, ktoré sú verejne dostupné pod licenciou MIT.

Možnosť vyhľadávania výskumných plôch je rozšírená o výber časti územia prostredníctvom statickej obrysovej mapy vo formáte .png (obr. 3). Selektcia územia je sprístupnená prostredníctvom HTML elementu `` s atribútom `usemap` a elementov `<map>` a `<area>` s atribúmi `shape` (definovanie tvaru) a `coords` (definovanie súradníc lomových bodov v lokálnom systéme obrázka).



Obr. 3 Vyhľadávanie mapových značiek pomocou statickej mapy

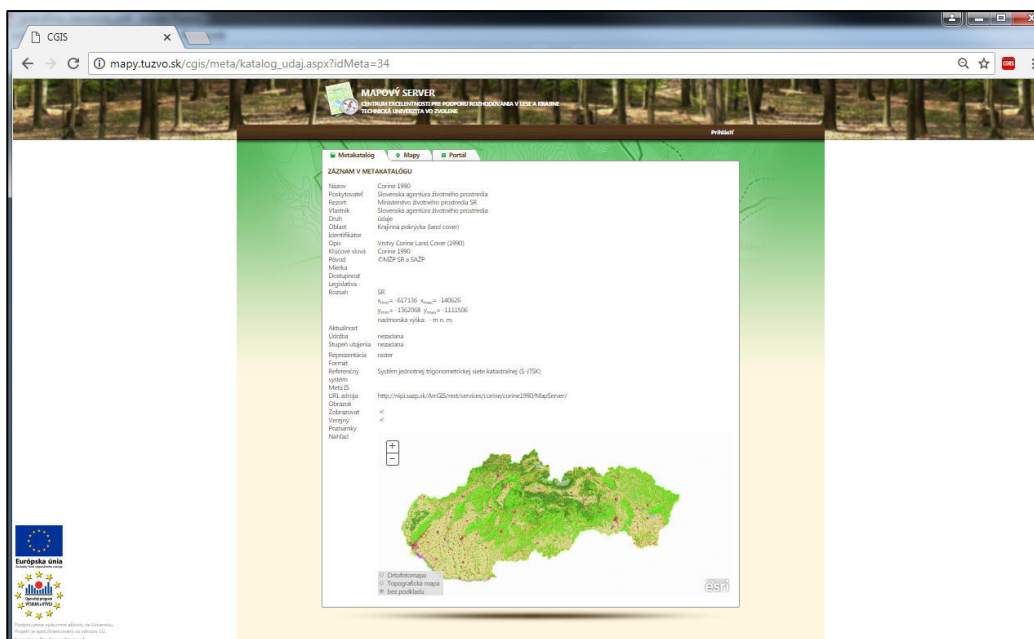
3. Výsledky

3.1 Metainformačný katalóg Technickej univerzity vo Zvolene

Do databázy metainformačného katalógu boli doplnené záznamy o zdrojoch geografických údajov a mapových webových služieb z domácich aj zahraničných zdrojov z mapového servera TU vo Zvolene a verejne dostupných mapových serverov patriacich subjektom verejného sektora (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Slovenská agentúra životného prostredia, Geodetický a kartografický ústav, Národné lesnícke centrum a iné) (obr. 4). Z hľadiska obsahu metakatalógu podľa druhu informácií tvoria najväčší podiel zdroje geografických údajov (53,7 %) a WMS služby (27,6 %) a digitálne mapy (13,0 %). Z hľadiska reprezentácie geografických údajov najväčší podiel má vektorová reprezentácia (54,5 %).

Okrem priestorových údajov predstavujú významný zdroj informácií aj statické webové stránky. Za týmto účelom sme vytvorili atribútovú tabuľku s interaktívnymi odkazmi na webové stránky, ktoré je možné vyhľadávať podľa kľúčového slova. Zároveň boli odkazy tematicky rozdelené do 14 kategórií podľa zamerania jeho obsahu s možnosťou ich filtrácie.

Metainformačný systém je dostupný na URL adrese <http://mapy.tuzvo.sk/>.



Obr. 4 Záznam upraveného metainformačného systému

3.2 Interaktívna mapa lesníckeho výskumu a výučby

Interaktívna mapa je vyhotovená na mapovom podklade OpenStreetMap. Pre účely zobrazovania priestorových údajov z geografickej databázy vedecko-výskumných a vzdelávacích aktivít sme vyhotovili 3 webové mapové služby:

- *záverečné práce* – údaje o diplomových, bakalárskych a iných prácach študentov,
- *publikácie* – údaje o domácich a zahraničných článkoch, monografiách, zborníkoch a i.,
- *projekty* – údaje o riešených a úspešne ukončených projektoch.

Geografickú databázu sme naplnili dostupnými údajmi o záverečných prácach, publikáciách a projektoch, ktoré boli realizované na výskumných plochách. Vzhľadom na skutočnosť, že niektoré aktivity boli viazané na viac ako jednu lokalitu, celkový počet bodových značiek je väčší ako počet bodov vo vrstve výskumných plôch.

V geografickej aplikácii sú k dispozícii možnosti výberu zobrazovaných mapových služieb, vyhľadávanie údajov podľa zvolených parametrov a priestorový dopyt. Priestorový dopyt umožňuje kliknutím na mapovú značku zobrazit' údaje z geografickej databázy prehľadnej tabuľke, ktorá sa zobrazuje v samostatnom okne. Taktiež je možné zobrazit' pripojené fotografie a mračná bodov.

Vyhľadávanie je v mape sprístupnené na dvoch úrovniach. Prvou úrovňou je vyhľadávanie prostredníctvom uvedenia textového reťazca vo voľnom textovom poli s automatickým dopĺňaním hľadaného textu. Druhou úrovňou je vyhľadávanie prostredníctvom zvolenia časti územia na statickej mape. K dispozícii sú statické mapy krajov a odštepnych závodov, ktoré umožňujú priestorový výber územia na vyhľadávanie mapových značiek.

Interaktívna mapa je dostupná na URL adrese <http://mapy.tuzvo.sk/cgis/mapa>.

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 (Zápotocký a Koreň, 2016). Svoje miesto nachádzajú aj pri riešení vedecko-výskumných projektov a vzdelávaní budúcich lesníkov. Z uvedených dôvodov sme rozšírili obsah a funkcie metain-

formačný katalóg TU vo Zvolene. Boli doplnené záznamy o mapových službách, digitálnych mapách a sádach geografických údajov, ktoré sú úzko spojené s lesným prostredím. Zároveň sme databázu katalógu rozšírili o súbor URL odkazov, ktoré odkazujú na dôležité webové stránky so zameraním na vedu, výskum a výučbu.

Ako súčasť katalógu bola vybudovaná interaktívna mapa lesníckeho výskumu a výučby, ktorá sprístupňuje údaje z geografickej databázy vedecko-výskumných a vzdelávacích aktivít. Databázu je možné prispôbovať a dopĺňať o nové výstupy vzhľadom na aktuálne vedecko-výskumné činnosti a potreby TU vo Zvolene. Špecifikom je zobrazovanie bodových mračien z pozemného laserového skenovania a pozemnej blízkej fotogrametrie. Interaktívne 3D modely slúžia na verné zobrazovanie lesných porastov, ktoré je vhodné pre vzdelávacie účely, sprístupňovanie výsledkov vedecko-výskumných projektov a v lesníckej prevádzke (Prandi et al., 2015; Rossmann et al., 2009).

V súčasnosti je jedným z navyše používaných zdrojov informácií o lesnom prostredí na území Slovenska aplikácia *Lesnícky GIS*. Vzhľadom na ciele a zameranie tejto aplikácie, jej obsah a funkčnosť sa sústreďuje predovšetkým na základné informácie o lesoch Slovenska. Metakatalóg a mapový portál TU vo Zvolene sa zameriava na sprístupnenie doplňujúcich informácií, ktoré sú potrebné pre riešenie vedecko-výskumných úloh, komplexné modelovanie lesných ekosystémov a vzdelávaciu činnosť. Slúži na publikovanie geografických údajov a výsledkov, ktoré boli získané v rámci vedecko-výskumných projektov a vzdelávacích aktivít.

Mapový portál bude ďalej rozširovaný do podoby participatívneho geografického informačného systému. Systém bude založený na báze participácie vedecko-výskumných pracovníkov, učiteľov a študentov Lesníckej fakulty pri zbere a aktualizácii geografických údajov a aktivitách spojených s lesným prostredím. Interaktívna mapa bude v ďalšom období rozšírená o možnosť editovania údajov o výskumných plochách oprávnenými užívateľmi systému, čím sa zabezpečí aktualizácia geografickej databázy viacerými užívateľmi.

Podakovanie: Príspevok bol vypracovaný s finančnou podporou grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky VEGA, projekt č. 1/0881/17.

Literatúra

- BALRAM, S., DRAGIČEVIĆ, S. (2006). *Collaborative geographic information systems*. Hershey, PA (Idea Group Pub.), 364 p.
- BERAN, B., INGEN, C., FATLAND, D. R. (2010). SciScope: a participatory geoscientific web application. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 22, pp. 2300-2312.
- BROWN, G. (2012). An empirical evaluation of the spatial accuracy of public participation GIS (PPGIS) data. *Applied Geography*, 34, pp. 289-294.
- BIANCO, I., DEL GIUDICE, M., ZERBINATTI, M. (2013). A database for the architectural heritage recovery between Italy and Switzerland. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5/W2, pp. 103-108.
- BUGS, G., GRANELL, C., FONTS, O., HUERTA, J., PAINHO M. (2010). An assessment of public participation GIS and Web 2.0 technologies in urban planning practice in Canela, Brazil. *Cities*, 27, pp. 172-181.
- CHEUNG, W., HOUSTON, D., SCHUBERT, J., BASOLO, V., FELDMAN, D., MATTHEW, R., SANDERS, B. F., KARLIN, B., GOODRICH, K. A., CONTRERAS, S. L., LUKE, A. (2016). Integrating resident digital sketch maps with expert knowledge to assess spatial knowledge of flood risk: A case study of participatory mapping in Newport Beach, California. *Applied Geography*, 74, pp. 56-64.
- CIBULA, R., JANKOVIČ, J., KAJBA, M., POLÁČIK, J. (2012). Lesnícky GIS – aplikované využívanie geopriestorových údajov a služieb geopriestorových údajov [online]. Enviro-i-fórum. Zvolen [online] [cit. 2016-07-07]. Dostupné na: <http://historiaenviroforum.sazp.sk/uploads/2012/10/page/prezentacie-3/Zbornik_2012.pdf>
- ČONGRÁDY, M., HILBERT, R. (2017). Moderný mapový portál. *Konferencia GIS ESRI 2017*, 18.-19.5.2017, Tále. [online] [cit. 2018-04-05]. Dostupné na: <<http://www.arcgeo.sk/o-nas/konferencia2017/>>
- DOMAN, K. (2015). *Mastering ArcGIS Server Development with JavaScript*. Birmingham, UK (Packt Publishing Ltd.).
- ELWOOD, S. (2006). *Negotiating Knowledge Production: The Everyday Inclusions, Exclusions, and Con-*

- traditions of Participatory GIS Research. *The Professional Geographer*, 58(2), pp. 197-208.
- ELWOOD, S., GOODCHILD, M. F., SUI, D. Z. (2012). Researching Volunteered Geographic Information: Spatial Data, Geographic Research, and New Social Practice. *Annals of the Association of American Geographers*, 102(3), pp. 571-590.
- FAGERHOLM, N., OTEROS-ROZAS, E., RAYMOND, C. M., TORRALBA, M., MORENO, G., PLIENINGER, T. (2016). Assessing linkages between ecosystem services, land-use and well-being in an agroforestry landscape using public participation GIS. *Applied Geography*, 74, pp. 30-46.
- GOODCHILD, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), pp. 211-221.
- GOODCHILD, M. F. (2010). Twenty years of progress: GIScience in 2010. *Journal of Spatial Information Science*, 1, pp. 3-20.
- HAKLAY, M. (2013). Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In SUI, D. Z., ELWOOD, S., GOODCHILD, M. F. (eds.). *Crowdsourcing Geographic Knowledge, Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*, pp. 105-122, New York (Springer).
- 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.
- KOLEKTÍV AUTOROV YMS, (2017). *GIS Lesy SR – používateľská príručka*, 69 p.
- KRALÍČEK, M., KRÁL, P. (2011). *Marketingová komunikace: Jak komunikovat na našem trhu*. 213 p., Praha (Vydavatelstvo Grada).
- LI, S., DRAGICEVIC, S., VEENENDAAL, B., (2011). *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*. London, UK (Taylor & Francis Group.).
- McCALL, M. K., MINANG, P. A., (2005). Assessing participatory GIS for community-based natural resource management: Claiming community forests in Cameroon. *Geographical Journal*, 171(4), pp. 340-356
- MENG, Y., MALCZEWSKI, J. (2010). Web-PPGIS usability and public engagement: A case study in Canmore, Alberta, Canada. *URISA Journal*, 1, pp. 55-64.
- MUSAKWA, W. (2017). Identifying land suitable for agricultural land reform using GIS-MCDA in South Africa. *Environment, Development and Suitability*, (in print).
- PÔBIŠ, I., HANULA, I. (2017). *WebGIS – novinky a typy k centralizovanému riešeniu GIS* (interný dokument spoločnosti LESY Slovenskej republiky, štátny podnik).
- PRANDI, F. PANIZZONI, G., MAGLIOCCHETTI, D., DEVIGILI, F., DE AMICIS, R. (2015). WebGL virtual globe for efficient forest production planning in mountainous area. In *Web3D '15 Proceedings of the 20th International Conference on 3D Web Technology*, Heraklion, Crete, Greece. pp. 143-151.
- ROSSMANN, J., SCHLUSE, M., SCHLETTE, C. (2009). The virtual forest: Robotics and simulation technology as the basis for new approaches to the biological and the technical production in the forest. In *13th World Multi-Conference Conference on Systems, Cybernetics and Informatics, WMSCI*. [online] [cit. 2018-04-05]. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/228964067_The_Virtual_Forest_Robotics_And_Simulation_Technology_As_The_Basis_For_New_Approaches_To_The_Biological_And_The_Technical_Production_In_The_Forest>
- RUBALCAVA, R. (2015). *ArcGIS Web Development*. Shelter Island (Manning Publications Co.).
- SANDSTROM, P., SÄNDSTROM, C., SVENSSON, J., JOUGDA, L., BAER, K. (2012). Participatory GIS to mitigate conflicts between reindeer husbandry and forestry in vilhelmina model forest, Sweden. *Forestry Chronicle*, 88(3), pp. 254-260.
- SARKY, S., WRIGHT, J., EDWARDS, M. (2017). Evaluating consistency of stakeholder input into participatory GIS-based multiple criteria evaluation: a case study of ecotourism development in Kurdistan. *Journal of Environmental Planning and Management*, 60(9), pp. 1529-1553.
- SCHÜTZ, M. (2018). *Potree.js*. [online] [cit. 2018-06-06]. Dostupné na: <<http://potree.org/index.html>>
- SILVESTRE, I., RODRIGUES, J. I., FIGUEIREDO, M., VEIGA-PIRES, C. (2013) Framework for 3D data modeling and Web visualization of underground caves using open source tools. In *18th International Conference on 3D Web Technology, San Sebastian, Spain*, pp. 121-128. [online] [cit. 2018-06-06]. Dostupné na: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2466549>>
- USON, T. J., KLONNER, C., HOFLE, B. (2016). Using participatory geographic approaches for urban flood risk in Santiago de Chile: Insights from a governance analysis. *Environmental Science & Policy*, 66, pp. 62-72.
- WOLF, I. D., WOHLFART, T., BROWN, G., BARTOLOME LASA, A. (2015). The use of public participa-

tion GIS (PPGIS) for park visitor management: A case study of mountain biking. *Tourism Management*, 51(11), pp. 112-130.

ZÁPOTOCKÝ, M., KOREŇ, M. (2016). Webová aplikácia pre sprístupnenie digitálnych máp Vysokoškolského lesníckeho podniku. *Kartografické listy*, 24(2), pp. 103-111.

S u m m a r y

Implementation of web-GIS portal for support of participation in forestry research

Public participation in decision-making process with support of geoinformation and web technologies is a current topic and it is discussed in various fields of social life. However, the exploration of the possibilities of public participation in forestry using GIS was solved only partially in a few studies oriented on effective management of forests by local communities and solving conflicts among different target groups.

In this article we modified and expanded a content and functions of the map web portal of the Technical University in Zvolen (<http://mapy.tuzvo.sk>). The metainformation catalogue was extended with new metadata about map services, digital maps and geographical data sets. The selection of the records was focused on information directly or indirectly related to the forest environment.

Part of the metainformation catalogue is a geographical database of research and educational activities. Separate attribute tables for scientific publications, research projects and students' theses were created in the database. Specified information about regions, districts, geomorphological regions and subregions, large-area and small-area territories were lined to records. Point clouds from terrestrial laser scanning and close-range photogrammetry were included into the geographical database. Visualisation of point clouds in web browser was enabled through open source code JavaScript library potree.js.

Part of the catalogue is an interactive map of forestry research and education. Several researchers and students of the Faculty of Forestry participated on the creation of the map's content and submitted information about their scientific and research activities (<http://mapy.tuzvo.sk/cgis/mapa>). Selected data from the University Information System of the Technical University in Zvolen (<https://is.tuzvo.sk/>) were also included in the database. During the first phase of building the catalogue, the geographic database was filled with records about theses, scientific publications and projects. Tools for displaying map services, spatial queries, attribute queries and pop-up windows were included in the current version of the geoapplication.

In the future, the interactive map will be extended with tools for on-line editing of attribute and geometric data to enable wide participation on update of the geographical database.

Fig. 1 Modified scheme of metainformation catalogue

Fig. 2 Point cloud displayed in map window

Fig. 3 Map markers searching with the aid of static map

Fig. 4 Modified record of metainformation catalogue

Tab. 1 A summary of the data that are linked to the monitored activities

Prijaté do redakcie: 30. júna 2018

Zaradené do tlače: júl 2018