

VÝKON MAPOVÉHO KLIENTA A ZOBRAZOVACÍCH SLUŽIEB ZBGIS[®]

**Richard FECISKANIN, Radoslav CHUDÝ, Alexandra BENOVÁ,
Tatiana HARCINÍKOVÁ, Martin IRING, Miroslav KOŽUCH,
Jerguš MORAVČÍK, Vladimír PELECH, Tomáš SCHMIDT,
Hana STANKOVÁ, Juraj VALIŠ, Eva MIČIETOVÁ**

Performance of ZBGIS[®] map client and view services

Abstract: Map view services and Web mapping applications are the main tools that cover the increasing demand of geographical data. One of the most important aspects of a positive perception of the web application or service from the user point of view is speed. Therefore, we focused on ZBGIS[®] map client and view services performance tests and their comparison with other similar portals. We chose these portals for comparison: Geoportal ČÚZK (geoportal.cuzk.cz) portal with a similar position in the neighbouring Czech Republic; award-winning Swiss Federal Geoportal (geo.admin.ch) and portal for Comenius University in Bratislava Science Park – Activity 2.5 (uvp.geonika.sk), which represents other comprehensive solution emerging in Slovakia; it is an example of how positive effect has a compliance with the rules for the web applications performance. Several other parameters may decide on the applicability (especially for map services), these are also evaluated. Unlike map services performance testing, presented performance testing of web mapping applications is unique. Testing and evaluating the performance of web mapping applications was carried out by comparing compliance with accepted recommendations for the performance of Web applications. Recommendations were designed by the impact of quantitative indicators, which directly or indirectly affect the performance of web applications. Performance of map services were evaluated in accordance with the prescribed procedure in the part Quality of Services of Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services.

Keywords: ZBGIS, web map application, view services, performance

Úvod

Dopyt po geografických dátach neustále narastá, či už u odbornej, ale hlavne u neodbornej verejnosti. Hlavnými nástrojmi, ktoré pokrývajú tento dopyt sú zobrazovacie mapové služby a webové mapové aplikácie. Webové mapové aplikácie sú najčastejším bodom prístupu ku geografickým dátam u neodbornej verejnosti, pretože v súčasnosti nemajú žiadne špeciálne nároky na hardvér a softvér používateľa, postačuje len moderný webový prehliadač. Pre použitie v GIS riešeniach, ale aj vo webových aplikáciách sú určené štandardizované mapové služby. My sa venujeme zobrazovacím službám (podľa špecifikácií Web Map Service (WMS) a Web Map Tile Service (WMTS)), ktoré sú v prípade údajov ZBGIS[®] dostupné bez poplatku.

Mgr. Richard Feciskanin, Ph.D., Mgr. Radoslav Chudý, Mgr. Alexandra Benová, Ph.D., Mgr. Tatiana Harciniková, Mgr. Martin Iring, Mgr. Miroslav Kožuch, Ph.D., Mgr. Jerguš Moravčík, Mgr. Vladimír Pelech, Mgr. Tomáš Schmidt, Mgr. Hana Stanková, Ph.D., Ing. Juraj Vališ, Ph.D., doc. RNDr. Eva Mičietová, Ph.D., Katedra kartografie, geoinformatiky a DPZ, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4
e-mail: feciskanin@fns.uniba.sk, chudy@fns.uniba.sk, benova@fns.uniba.sk, harcinikova@fns.uniba.sk, iring@fns.uniba.sk, kozuch@fns.uniba.sk, moravcik@fns.uniba.sk, pelevh@fns.uniba.sk, schmidt@fns.uniba.sk, stankova@fns.uniba.sk, valis@fns.uniba.sk, miciet@fns.uniba.sk

Jedným z najdôležitejších aspektov pozitívneho vnímania webovej aplikácie alebo služby používateľmi je rýchlosť. Zamerali sme sa preto na testy výkonu mapového klienta a zobrazovacích služieb ZBGIS[®] a ich porovnanie s inými podobnými portálmi. O možnostiach použitia (najmä pri mapových službách) rozhodujú viaceré ďalšie parametre, ktoré tiež hodnotíme. Príspevok preto pozostáva z dvoch častí. V prvej časti prezentujeme porovnanie webových mapových aplikácií (kap. 1 a 2) a v druhej časti porovnanie zobrazovacích mapových služieb (kap. 3). Do porovnania sme zvolili: Geoportál ČÚZK (Český úřad zeměměřický a katastrální) (geoportal.cuzk.cz), portál s podobnou pozíciou v susednej Českej republike; oceňovaný švajčiarsky federálny geoportál (geo.admin.ch) a portál pre Univerzitný vedecký park UK v Bratislave (UVP) – aktivita 2.5 (uvp.geonika.sk), ktorý predstavuje iné komplexné riešenie vznikajúce v našich podmienkach.

Na rozdiel od výkonového testovania mapových služieb je testovanie výkonu webových mapových aplikácií ojedinelé. Tento príspevok sa venuje aj tejto dôležitej oblasti, a tým zaplňa túto medzeru. Iné typy testovania ako výkonové testovanie (testovanie spoľahlivosti, bezpečnosti, použiteľnosti, ...) nie sú súčasťou príspevku vzhľadom na jeho tému a rozsah. Ďalšie testovanie aplikácií hlavne používateľsky orientované by však bolo veľmi zaujímavé, pretože často býva opomínané.

Všetky porovnávané portály ponúkajú zobrazovacie služby WMS a WMTS. Ich porovnanie však nebolo jednoduché, vzhľadom na rozdielny prístup k rozdeleniu a obsahu vrstiev, ako aj k použitiu jednotlivých štandardov služieb. Najrelevantnejšie z tohto pohľadu bolo porovnanie ZBGIS[®] s Geoportálom ČÚZK.

Testované veličiny a ich hodnoty prezentujeme sumárne vo forme tabuliek a grafov. Výsledky sú komentované, doplnené grafickými prílohami. Nechýba celkové zhodnotenie a formulovali sme aj odporúčania na zlepšenie výkonu a ďalších aspektov porovnávaných produktov.

1. Mapový klient ZBGIS[®] a porovnávané webové aplikácie

Najdostupnejšou formou prístupu ku geografickým dátam pre širokú neodbornú verejnosť sú webové (klientské) mapové aplikácie, niekedy nazývané aj mapové portály. Základnými priestorovými údajmi na Slovensku sú údaje ZBGIS[®] – ZBGIS[®] je lokalizačným a geometrickým základom národnej infraštruktúry pre priestorové informácie (Zákon č. 215, 1995). Preto považujeme Mapový klient ZBGIS[®] za jeden z najdôležitejších prvkov zabezpečujúci sprístupnenie referenčných údajov a informácií ZBGIS[®], čo je definované ako jeden z cieľov projektu Elektronické služby katastra nehnuteľností – ZBGIS (Ministerstvo financií Slovenskej republiky, 2009). V určitých aspektoch, hlavne výkonových, však kvalita tejto aplikácie nezodpovedá jeho dôležitosti. To dokumentujeme v nasledujúcej podkapitole, najmä porovnaním s inými webovými aplikáciami. Predtým však predstavíme aplikácie vstupujúce do porovnania.

Podľa vlastnej charakteristiky (Geodetický a kartografický ústav, 2015) je **Mapový klient ZBGIS[®]** webová aplikácia, ktorá slúži na prácu s údajmi ZBGIS[®]. Je to komplexný nástroj pre zobrazovanie, vyhľadávanie a analýzu priestorových údajov a mapových služieb ZBGIS[®], externých mapových služieb a vlastných údajov, ako aj pokročilú tvorbu mapových výstupov. Jeho využitie je viacúčelové a bezplatné pre všetkých používateľov. Aplikácia je dostupná na adrese: <https://zbgis.skgeodesy.sk/tkgis/>.

Aplikácia bola spustená spolu s geoportálom 2. 5. 2013 (Deák et al., 2014). Mapový klient ponúka základnú funkcionálnu ako ovládanie zobrazenia, výber vrstiev, zobrazenie legendy, získanie informácií o objektoch. Umožňuje meranie a kreslenie do mapového poľa, ovládanie zobrazených prvkov mapovej kompozície a jej uchovanie, tlač mapového výstupu. Obsahuje vyhľadávanie v geografickom názvosloví. Podporuje pridávanie externých údajov vo forme pripojenia WMS, alebo vybraných vektorových súborových formátov (musí byť „zabalený“ ako ZIP). Umožňuje spúšťať a zobrazovať výsledok geoprocených úloh (podporuje 6 úloh).

Geoportál ČÚZK obsahuje webovú mapovú aplikáciu nazývanú **Geoprohlížeč geoportálu ČÚZK**. Je charakterizovaná ako aplikácia formou tenkého klienta, umožňuje pracovať s mapou, prehliadať služby založené na priestorových dátach, vyhľadávať geografické objekty, spravovať a sprístupňovať mapové kompozície (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2015). Aplikácia je dostupná na adrese: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>.

Aplikácia prešla výraznou úpravou v roku 2012 (Český úrad zememěřický a katastrální, 2013). Odvtedy je funkcionálna priebežne doplňaná. Mapová aplikácia rovnako ponúka základnú funkcionálnu ako ovládanie zobrazenia, výber vrstiev, zobrazenie legendy, získanie informácií o objektoch. Umožňuje meranie, ovládanie zobrazených prvkov mapovej kompozície a jej uchovanie, tlač mapového výstupu. Obsahuje vyhľadávanie a rozšírené vyhľadávanie (podľa kategórií). Podporuje pridávanie externých údajov vo forme pripojenia WMS alebo WMTS.

Webová mapová aplikácia **MapViewer federálneho geoportálu švajčiarskej konfederácie** je dostupná na adrese <http://map.geo.admin.ch>. Jej zdrojové kódy sú voľne dostupné na <https://github.com/geoadmin/mf-geoadmin3>. Vlastná charakteristika označuje aplikáciu ako intuitívnu aplikáciu na vyhľadávanie, zobrazovanie a používanie geografických informácií. Umožňuje interaktívnu prezentáciu máp a pridanie špecializovaných (tematických) geografických dát prostredníctvom webového prehliadača (Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2015).

Aktuálna majoritná verzia aplikácie bola spustená 17. 1. 2013 (Oesch, 2015). Aplikácia získala viacero domácich aj medzinárodných ocenení. Funkcionálna je takisto veľmi podobná ostatným prezentovaným aplikáciám. Obsahuje základnú funkcionálnu ako ovládanie zobrazenia, výber vrstiev, zobrazenie legendy, získanie informácií o objektoch a dátových sadách. Umožňuje meranie (so zobrazením profilu), kreslenie a tlač mapového výstupu. Zobrazuje časové rady a vizuálne porovnávanie rôznych vrstiev. Obsahuje plnotextové vyhľadávanie. Podporuje pridávanie externých údajov vo forme pripojenia WMS alebo formátu KML. Pri použití v mobilnom zariadení ponúka offline režim so stiahnutím vybraných mapových podkladov.

Aplikácia **mapový portál pre Univerzitný vedecký park UK v Bratislave – aktivita 2.5** je špecifická svojim zameraním na dáta environmentálneho zdravia. Samotnú aplikáciu je však možné porovnávať so všeobecne zameranými portálmi. Táto aplikácia je súčasťou projektu, ktorý prebieha a je stále vo vývoji, dostupná je na adrese: <http://uvp.geonika.sk/map/>. Na stránkach projektu je charakterizovaná ako mapový portál zameraný na prezentáciu priestorových dát (geodát), s ktorými pracuje aktivita 2.5 projektu UVP a dát, ktoré sú jeho výstupom. Poskytne možnosti štatistických a iných analýz týchto dát. Neobmedzuje sa na dáta projektu, umožňuje pripojenie dát z externých mapových služieb a zobrazenie vybraných lokálnych súborových formátov geodát.

V dobe spracovania príspevku (máj 2015) je mapová aplikácia označená ako beta verzia. Aplikácia takisto ponúka základnú funkcionálnu ako ovládanie zobrazenia v mapovom poli, výber vrstiev, zobrazenie legendy, získanie informácií o objektoch, interaktívnu severku. Pre interné vrstvy ponúka možnosť filtrovania objektov. Umožňuje meranie, export mapového poľa. Podporuje pridávanie externých údajov vo forme pripojenia WMS alebo formátov KML, GPX, GeoJSON a TopoJSON (spôsobom drag&drop). Umožňuje vytvárať kombinované priestorové dopyty nad vrstvami.

2. Výkon webových mapových aplikácií

V tejto časti prezentujeme metodiku testovania výkonu webových mapových aplikácií, dokumentujeme a hodnotíme dosiahnuté výsledky jednotlivých aplikácií a porovnáваме ich navzájom. Výkonové testovanie webových aplikácií (najmä s ohľadom na načítanie aplikácie) ako jeden z typov testovania bolo zvolené z viacerých dôvodov. Rýchlosť načítania je kľúčovým prvkom, ktorý rozhoduje o zotrvaní na stránke a využití jej služieb. A žiadna z aplikácií si nemôže dovoliť ignorovať svoj slabý výkon s odôvodnením výnimočnosti pridanej hodnoty samotnej aplikácie (Timoney, 2013). A to aj napriek tomu, že pre 3 zo 4 testovaných aplikácií majú výnimočné postavenie na štátnej úrovni. Rýchlosť práce v aplikácii má takisto významné postavenie pri vnímaní spokojnosti s aplikáciou používateľom. Tu však na výkon vplyva viacero faktorov, ktoré je veľmi ťažko odlíšiť (a objektívne hodnotiť). Obyčajne však úzkym hrdlom býva sieťová komunikácia, vzhľadom k architektúre klient – server (špeciálne pre používateľov s nižšou kvalitou pripojenia). Najväčší objem dát tvoria mapové podklady (z mapových služieb), a tým rýchlosť práce v aplikácii výrazne ovplyvňuje rýchlosť ich načítania. Preto výsledky testovania služieb WMS a WMTS uvedené v kap. 3 treba vnímať aj v tomto kontexte.

2.1 Metodika testovania

Testovanie a hodnotenie výkonu webových mapových aplikácií prebiehalo na základe porovnania súladu s uznávanými odporúčaniami pre výkonnosť webových aplikácií. Proces je riešený

v dvoch fázach. Prvou fázou je získanie kvantitatívnych ukazovateľov, ktoré priamo alebo nepriamo vplyvajú na výkon webovej aplikácie. Sú to napríklad počty dopytov (potrebných na získanie všetkých zdrojov aplikácie), ich typy, spôsob vyvolania, objem prenášaných dát, rýchlosť odozvy servera a iné. Tieto sú následne v druhej fáze hodnotené na základe ich vplyvu na výkon webovej aplikácie.

Prvé známe odporúčania týkajúce sa výkonu webových aplikácií priniesol Souders (2007). Vznikli z testovania v spoločnosti Yahoo!. Neskôr sa stali základom nástroja *YSlow* pre hodnotenie výkonu webových aplikácií. Pravidlá zahrnuté v *YSlow* boli doplnené a modernizované v rámci nástroja *sitespeed.io*. Zoznam pravidiel s ich popisom a skóre prezentuje Hedenskog (2015). Tieto pravidlá sme využili pre hodnotenie vybraných mapových portálov. Do hodnotenia boli zahrnuté výsledky z testovacej služby *WebPagetest* (<http://www.webpagetest.org/>). Doplnkový charakter malo testovanie výkonu službou *PageSpeed*, vo forme *PageSpeed* skóre (<https://developers.google.com/speed/pagespeed/insights/>).

Testovanie pre získanie časových údajov načítania jednotlivých častí stránky bolo vykonávané opakovanými požiadavkami, bez použitia vyrovnávacej pamäte prehliadača (pre každý test sa hodnotilo prvé aj opakované načítanie). Časové hodnoty sú priemerom zo 7 nezávislých testov. Pre minimalizovanie rozdielov kvôli geografickej polohe bol využitý uzol zo služby *WebPagetest* lokalizovaný vo Viedni (identifikovaný ako ec2-eu-central-1). Osobitne bol generovaný výstup pre grafické porovnanie načítania, tu služba neumožňovala detailnejšie nastavenie parametrov. Test bol preto lokalizovaný v Dulles, Virginia, USA, vykresľovanie zabezpečoval prehliadač Firefox so zobrazovacou plochou 1280 x 800 pixlov.

Výsledky sú prezentované z konkrétneho testu, ale testy boli opakovane vykonávané náhodne počas doby niekoľkých dní s cieľom odhaliť prípadnú abnormalitu vo výsledkoch.

Pri porovnávaní jednotlivých mapových aplikácií sme sa sústredili na tie položky hodnotenia, ktoré majú vo výsledkoch podľa hodnotenia *sitespeed.io* výrazne negatívny dopad na výkon. Preto sú pri prehľade výsledkov a hodnotení spomínané len tie, kde aspoň jedna z testovaných aplikácií dosiahla výsledok označený ako výrazne negatívny.

2.2 Výsledky a hodnotenie

Webová aplikácia mapový klient ZBGIS[®] (vo výsledkoch označená skráteno ZBGIS) dosiahla v desiatich hodnotených položkách hodnoty spadajúce do kategórie výrazne negatívne. Zároveň výrazne negatívne bolo aj celkové skóre 70/100. Rovnako bolo hodnotené aj celkové skóre 77/100, ktoré dosiahla aplikácia Geoprohlížeč geoportálu ČÚZK (vo výsledkoch ČÚZK). Táto aplikácia dosiahla výrazne negatívne označenie pri 6 položkách, z ktorých boli 2 exkluzívne voči mapovému klientovi ZBGIS. MapViewer federálneho geoportálu švajčiarskej konfederácie a mapový portál pre Univerzitný vedecký park UK v Bratislave – aktivita 2.5 (vo výsledkoch SWISS resp. UVP) neboli ani v jednej z 21 položiek hodnotené výkonovo výrazne negatívne a dosiahli skóre 97/100 a 95/100. Celkovo tak dostávame 12 položiek, v ktorých aspoň jedna z aplikácií dosahuje výrazne negatívny výsledok. Tieto položky a ich hodnoty detailnejšie predstavíme. Primárne je uvedený ich anglický názov, kvôli lepšej ďalšej referencii. Prehľad dosiahnutých hodnôt v týchto položkách zobrazuje tab. 1. Výsledky sú tu v súlade s metodikou *pagespeed.io* rozdelené a označené ako: v poriadku, mierne negatívne a výrazne negatívne (odlíšené farebnosťou pozadia).

Critical Rendering Path Score (skóre kritického procesu vykresľovania) vyjadruje jeden z najdôležitejších aspektov, ktorý ovplyvňuje rýchlosť (a spôsob) vykresľovania obsahu stránky – množstvo obsahu, ktorý je potrebné načítať, kým sa začne obsah webovej stránky (aplikácie) vykresľovať. V ideálnom prípade by sa nemal načítavať žiadny obsah, ktorý nie je nevyhnutný pre vykreslenie stránky (alebo je časťou) predtým, ako začne proces vykresľovania (v hlavičke stránky). Skóre mapového klienta ZBGIS v tejto položke hodnotenia je hrozné – 0/100. Uvedená aplikácia absolútne porušuje odporúčané najvhodnejšie postupy v tejto oblasti. Nedostatok sa prejavuje o to viac, že množstvo obsahu a počet nevyhnutných sieťových požiadaviek pred vykresľovaním je rovnako nevhodne veľký a nie je vôbec optimalizovaný (viac v ďalších položkách hodnotenia). Aplikácia ČÚZK má v tejto položke hodnotenia takisto výrazne negatívny výsledok (50/100), kým ostatné porovnávané aplikácie SWISS a UVP dosiahli zhodne 95/100.

Tab. 1 Výsledky výkonového testovania webových mapových aplikácií – kvantitatívne parametre zhody s výkonovými odporúčaniami

Kritérium	webová aplikácia			
	ZBGIS	ČÚZK	SWISS	UVP
Rule Score	70/100	77/100	97/100	95/100
Critical Rendering Path Score	0/100	50/100	95/100	95/100
Number of JS synchronously inside head	6	4	0	0
Number of SPOF per page	5	0	0	0
Number of JS files per page	111	18	1	2
Number of CSS files per page	8	10	1	1
Number of CSS images per page	4	16	0	0
Number of requests per page	135	87	5	6
Document Weight	282,4 kB	14,5 kB	18,8 kB	2,9 kB
JS File Weight Per Page	985,8 kB	657,8 kB	284,2 kB	118,2 kB
Total page weight	1679,6 kB	950,9 kB	349,5 kB	133,1 kB
Requests Without Expires	13	3	1	1
Cache Time	1 rok	1 týždeň	1 rok	1 rok
PageSpeed Score	50/100	76/100	89/100	95/100

Number of JS synchronously inside head (počet javascriptových súborov načítaných synchronne v hlavičke) úzko súvisí s predchádzajúcim aspektom. Javascriptové súbory by sa mali načítavať až na konci vykresľovacieho cyklu, ich umiestnenie v hlavičke je nevhodné. Aplikácie ZBGIS a ČÚZK dosiahli spoločne výrazne negatívny výsledok s počtom 6, resp. 4 súbory. Aplikácie SWISS a UVP uvedené pravidlo dodržiavajú.

Number of SPOF (single point of failure) per page (počet jediných bodov zlyhania) rovnako súvisí so spôsobom načítavania a vyjadruje počet externých zdrojov (z externých domén) načítaných v hlavičke HTML dokumentu, ktoré môžu spôsobiť prerušenie alebo spomalenie vykreslenia (rizikom je to, že sú zväčša bez dosahu autora aplikácie). Tento nevhodný spôsob načítavania využíva ZBGIS v piatich prípadoch, ostatné aplikácie ho nepoužívajú.

Položky **Number of JS files per page** (počet javascriptových súborov na stránke), **Number of CSS files per page** (počet CSS súborov na stránke), **Number of CSS images per page** (počet CSS obrázkov na stránke) a sumárna položka **Number of requests per page** (počet dopytov na stránke) hodnotia negatívny dopad nevyhnutnej sieťovej réžie každej sieťovej požiadavky. Negatívny dopad sa výrazne zníži s nástupom sieťového protokolu HTTP 2.0. Nižší počet dopytov je však stále výhodnejší (kvôli obmedzeniam počtu súčasných požiadaviek na jednu doménu je pri ich vyššom počte vhodné rozdelenie na niekoľko rôznych domén). Pri celkovom počte požiadaviek je výrazný rozdiel medzi testovanými aplikáciami. Kým SWISS a UVP pre načítanie samotnej aplikácie (bez požiadaviek na mapové podklady) potrebujú 5, resp. 6 požiadaviek, v prípade ČÚZK je to 87 a ZBGIS dokonca 135 požiadaviek. Aplikácia ZBGIS načítava 111 javascriptových súborov, čo je obrovský počet a je znakom minimálnej optimalizácie vykonávaného kódu. Horšiu bilanciu ako ZBGIS má len ČÚZK v položkách počtu CSS súborov a počet CSS obrázkov na stránke – počet obrázkov slúžiacich na štýlovanie. To je jedna z položiek, ktorá je v prípade

ČÚZK označená ako výrazne negatívna, kým ostatné aplikácie dosahujú lepšie hodnotenie – obrázky majú integrované pomocou Data URI a používajú font s ikonami (v prípade SWISS a UVP).

Množstvo prenesených dát dokumentujú položky **Document Weight** (veľkosť HTML dokumentu), **JS File Weight Per Page** (veľkosť javascriptových dokumentov) a **Total page weight** (celková veľkosť aplikácie). Vo všetkých spomenutých ukazovateľoch zaostáva aplikácia ZBGIS. Pozoruhodná je hlavne hodnota 282,4 kB veľkosti základného HTML dokumentu, pričom to je veľkosť po gzip kompresii (celková veľkosť je 1445,5 kB). Množstvo prenesených dát je tu takmer 100-krát väčšie ako pri aplikácii UVP, ktorá má naopak základný dokument najmenšej veľkosti. Veľkosť základného dokumentu je o to dôležitejšia, že nie je možné ho uchovávať vo vyrovnávacej pamäti prehliadača a musí sa vždy načítavať. Toto je ďalší z dôležitých faktorov, ktoré spôsobujú výrazne pomalé načítavanie aplikácie ZBGIS. V celkovej veľkosti prenesených dát (bez mapových podkladov) sú aplikácie rozvrstvené v poradí od najväčšieho objemu ZBGIS, ČÚZK, SWISS a UVP. Vo veľkosti typov zdrojov HTML, CSS, javascript je vo všetkých najhoršia práve aplikácia ZBGIS, pričom jedine veľkosť CSS (254,4 kB) je hodnotená iba ako mierne negatívna.

Requests Without Expires (požiadavky bez uvedenia expirácie), **Cache Time** (čas uchovania) sú položky súvisiace s možnosťou využívať vyrovnávaciu pamäť počítača pre rýchlejšie opätovné načítanie aplikácie. Výrazne negatívne hodnotenie dosiahla opäť aplikácia ZBGIS, ktorá pri 13 zdrojoch nevyužíva tento mechanizmus. Ak je však expirácia uvedená, jej doba je 1 rok, čo je hodnotené dobre. Rovnakú hodnotu používajú aplikácie SWISS a UVP. Aplikácia ČÚZK má pre niektoré zdroje nastavený kratší čas expirácie (1 týždeň), čo je hodnotené ako nedostatočné.

Pre ilustráciu uvádzame aj celkové hodnotenie službou *PageSpeed*, ktorá prináša ďalší pohľad na ukazovatele výkonu a ich váhy pre celkový výkon. Hodnoty **PageSpeed skóre** zodpovedajú hodnoteniu *sitespeed.io* v prípade aplikácií ČÚZK a UVP. Mierne nižšie (stále však pozitívne) hodnotenie ako pri *sitespeed.io* získala aplikácia SWISS – 89/100. Pohľad na aplikáciu ZBGIS bol v porovnaní so *sitespeed.io* ešte kritickejší. Pri opakovanom hodnotení tejto aplikácie služba vypočítala rôzne skóre (niekedy dokonca nedokázala úspešne test vykonať), hodnoty však oscilovali okolo úrovne 50/100. Dôvodom boli výkyvy odozvy servera, čo podľa (Google Developers, 2015) môže indikovať zásadný problém výkonu servera.

Výsledkom prezentovaných hodnôt je rýchlosť načítania a vykreslenia obsahu používateľovi. Tabuľka 2 znázorňuje parametre rýchlosti načítania získané v teste *sitespeed.io* integrovaným meraním pomocou služby *WebPagetest*. Prezentované sú priemerné hodnoty **Speed Index** (index rýchlosti) – čas v milisekundách, ktorý uplynie, kým sú viditeľné časti stránky vykreslené a **Visual Complete** (vizuálne dokončenie) – čas v milisekundách, ktorý uplynie, kým sa vykonajú všetky vizuálne zmeny. Obe charakteristiky boli merané pri prvých načítaniach aplikácie, ako aj pri opakovaných načítaniach (s využitím vyrovnávacej pamäte prehliadača).

Tab. 2 Výsledky výkonového testovania webových mapových aplikácií – rýchlosť načítania

Kritérium	webová aplikácia			
	ZBGIS	ČÚZK	SWISS	UVP
Speed Index (firstView)	14779 ms	6242 ms	3934 ms	1614 ms
Speed Index (repeatView)	8808 ms	2149 ms	3242 ms	1486 ms
Visual Complete (firstView)	15394 ms	7686 ms	5353 ms	2597 ms
Visual Complete (repeatView)	10181 ms	2646 ms	3699 ms	2283 ms

Vo všetkých charakteristikách podľa očakávania zaostávala aplikácia ZBGIS. Pri prvom načítaní sa v priemere vykreslila až za viac ako 15 sekúnd. Naopak aplikácii UVP na to stačilo približne 2,5 sekundy. A to ešte výsledok ovplyvňuje výkon externej WMTS služby, ktorá sa používa ako mapový podklad. V prípade aplikácií ZBGIS a ČÚZK vidno významné zlepšenie pri opakovanom načítaní, ČÚZK hodnotami predstihla pri tejto charakteristike aplikáciu SWISS. Aplikácie SWISS a UVP nepreukazujú významné zlepšenie pri opätovnom načítaní, čo je najmä z dôvodu toho, že už čas prvého načítania je výrazne optimalizovaný.

Uvedené porovnanie rýchlosti načítania a vykreslenia obsahu dobre dokumentuje obr. 1. Je to výstup zo služby *WebPagetest*. Znázorňuje časový priebeh vykresľovania jednotlivých aplikácií (je to medián z troch testov prvého načítania aplikácie). Rámom označené obrazovky indikujú vizuálnu zmenu. Kým aplikácia UVP hneď zobrazí základné rozhranie aplikácie a postupne načítava funkčné prvky a mapové pole s podkladovou mapovou vrstvou, aplikácia SWISS to rieši s určitým odstupom, rozhranie vykresľuje až po načítaní funkčných prvkov. V čase, keď sú už aplikácie UVP a SWISS kompletne vykreslené a pripravené, pri ZBGIS a ČÚZK nie je ešte žiadna známka akéhokoľvek vykresľovania. Nepochopiteľne, až úsmevne, pôsobí aplikácia ZBGIS, ktorá po 12-tich sekundách bez známky aktivity zobrazí okno znázorňujúce, že sa aplikácia načítava a je potrebné počkať.

Je logické, že s množstvom funkcionality musí narastať objem zdrojov (kódy, grafické prvky), ale rozdiel by nemal byť významný a tento efekt nie je dôvodom výrazných rozdielov medzi rýchlosťou načítania porovnávaných aplikácií. Je to z dôvodu toho, že hlavnú časť zdrojov tvoria všeobecne knižnice, knižnice pre mapové riešenia a knižnice pre prvky používateľského rozhrania. Až na ďalšej úrovni je samotný aplikačný kód. Hovorí sa zväčša o pravidle 80/20, kde 20 % základnej funkcionality tvorí 80 % kódu. Preto pridávanie doplnkovej funkcionality nemá významný negatívny vplyv na výkon.

Neznamená to však, že treba do aplikácie zahrnúť akúkoľvek funkcionalitu, pretože môže byť niekedy niekomu potrebná. To je jeden z častých koncepčných nedostatkov, čo potvrdzuje aj Timoney (2013). Často sú pri mapových portáloch zreteľné úzke (až nevhodné) väzby na tradičné analógové produkty. Príkladom je použitý mierkový rad (s rôznymi násobkami mierky) v mapovom klientovi ZBGIS. Ten je viazaný na numerické hodnoty mierok, čo pri použití na obrazovke nemá žiadnu výpovednú hodnotu, vzhľadom na to, že fyzická veľkosť (príp. logická veľkosť pri zariadeniach s hodnotou *device pixel ratio* > 1) obrazového elementu, ktorá ovplyvňuje výslednú veľkosť obrazu, sa pri zariadeniach líši rádovo v desiatkach percent. Preto jedným z príkladov nevhodne zvolenej funkcionality je v prípade mapového klienta ZBGIS uvádzanie číselnej mierky. Podobne funkcia zobrazenia (zapnutia/vypnutia) severky, ktorá nesmeruje na sever (pri použití predvoleného súradnicového systému a zobrazenia), vôbec nespĺňa svoj účel. Zámer neobjasňuje ani dokumentácia, popis tejto funkcionality chýba (Sevitech, 2013). Tieto príklady poukazujú na slabú optimalizáciu v oblasti funkčného riešenia webovej aplikácie, detailne sa im však venovať nebudeme, pretože je to mimo hlavného zamerania príspevku.

3. Hodnotenie výkonnosti, kapacity a obsahu mapových služieb

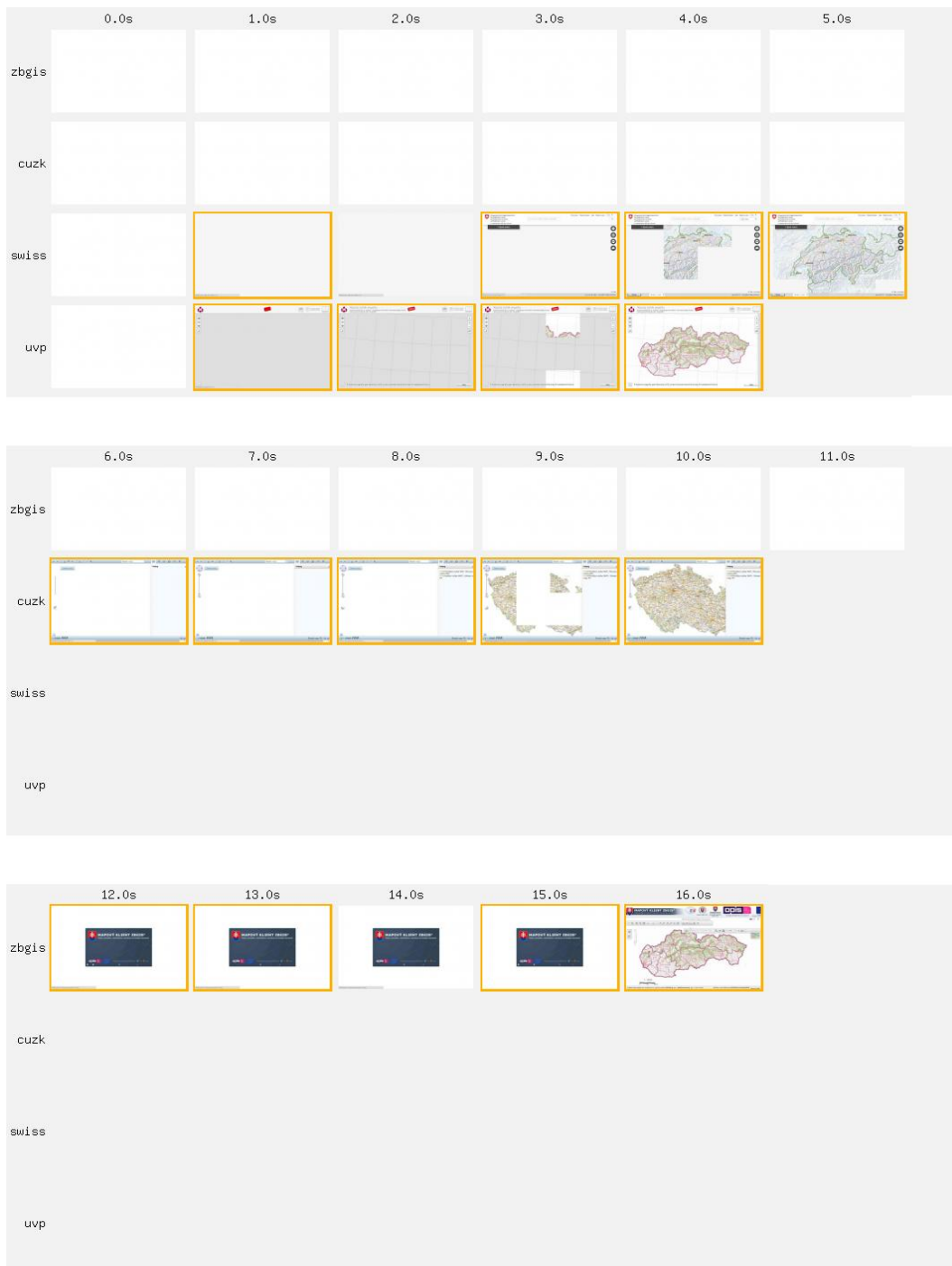
V tejto časti prezentujeme metodiku testovania výkonu a kapacity mapových služieb WMS a WMTS poskytovanými ÚGKK SR (ZBGIS), ČÚZK, švajčiarskym národným portálom a mapovým portálom pre Univerzitný vedecký park UK v Bratislave – aktivita 2.5. Okrem hodnotenia výkonu a kapacity hodnotíme aj sémantický obsah vybraných mapových služieb. Dokumentujeme a hodnotíme dosiahnuté výsledky jednotlivých služieb a porovnáваме ich navzájom.

3.1 Metodika testovania výkonu a kapacity mapových služieb

Problematike hodnotenia a spôsobom testovania webových služieb sa venovalo viacero autorov. Kliment a Cibulka (2011) sa vo svojej práci zaoberali testovaním vyhľadávacích a zobrazovacích služieb podľa INSPIRE požiadaviek. Autori postavili hodnotenie služieb striktne na báze metodiky stanovenej smernicou INSPIRE. Prínosom je aj práca Ardielli et al. (2012), v ktorej sa jej autori zamerali detailne na hodnotenie výkonu, kapacity a stresovému testovaniu zobrazovacích služieb, pričom skúmali aj vzájomné závislosti faktorov vplyvujúcich na výkon a kapacitu, napr. mierka, veľkosť odpovede a iné. Hicks et al. (1997) špecifikovali 5 typov klientských testov: test vstupných údajov, funkčné testovanie, stresové testovanie, testovanie kapacity a testovanie výkonu.

Základný rámec na testovanie podáva Nariadenie komisie (ES) č. 976/2009 z 19. októbra 2009, ktorým sa vykonáva smernica Európskeho parlamentu a Rady 2007/2/ES, pokiaľ ide o sieťové služby. Vo svojich prílohách I – III uvádza požiadavky na vyhľadávacie, zobrazovacie služby a na ich kvalitu. Kvalita zobrazovacích služieb je hodnotená na báze nasledovných kritérií:

- **Výkonnosť** – pri 470 kilobajtovej snímke (napr. 800 × 600 pixlov s 8-bitovou hĺbkou farby) je čas odpovede na odoslanie počiatočnej odpovede na požiadavku zobrazovacej služby



Obr. 1 Vizualne porovnanie časového priebehu vykresľovania

- „získať mapu“ (*GetMap*) v bežnej situácii najviac 5 sekúnd. Bežná situácia predstavuje časy mimo prevádzkovej špičky. Je nastavená na 90 % času.
- **Kapacita** – minimálny počet simultánne vybavených požiadaviek na zobrazovaciu službu je 20 požiadaviek za sekundu na dosiahnutie naplnenia kvalitatívnych kritérií.
 - **Dostupnosť** – pravdepodobnosť dostupnosti sieťovej služby je 99 % času.

Vyššie uvedené parametre sú upresnené v rámci technických návodov (Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services v 3.1).

Merania kvality služby je potrebné vykonávať:

- Na strane servera služby, ktorý je vystavený do prostredia Internet.
- Na úrovni centrálného sieťového nodu v rámci infraštruktúry, kde je potrebné brať do úvahy čas prenosu údajov po sieti.

Meranie výkonnosti musia okrem vyššie uvedených spĺňať nasledovné kritériá:

- Referenčná požiadavka na server dopytuje len jednu vrstvu zobrazovacej služby.
- Požiadavky na server by mali byť posielané s dynamicky sa meniacim parametrom BBOX.
- Odpoveď služby musí byť validná vzhľadom na zdrojové údaje, nad ktorými služba pracuje a zároveň s parametrami uvedenými v odpovedi služby na požiadavku *GetCapabilities*, napr. minimálna a maximálna mierka.
- Prázdny obrázok nie je považovaný za validnú odpoveď, pokiaľ sú vzhľadom na parametre (BBOX, mierka a iné) dostupné zdrojové údaje.
- Doba odpovede do 5 sekúnd je vzťahovaná na prvý bajt vrátený službou do internetu.
- Minimálne 90 % požiadaviek musí splniť dobu odpovede do 5 sekúnd, nakoľko normálna situácia predstavuje 90 % času.

Meranie kapacity musí byť vykonané nasledovným spôsobom:

- Test musí byť vykonaný po dobu jednej minúty, pričom každú sekundu je na server posielaných 20 požiadaviek. Meranie by malo byť vykonané minimálne raz, pred spustením služby do produkčného prostredia a následne by malo byť monitorované v pravidelných intervaloch na zabezpečenie súladu s požiadavkami.
- Frekvencia testovania kapacity je odporúčaná na mesačnej báze, počas údržby systému.
- Požiadavky na server musia pozostávať z 90 % požiadaviek *GetMap* a 10 % na *Get View Service metadata (GetCapabilities)*.

Meranie kapacity musí byť v súlade aj s požiadavkami na výkonnosť a obidve kritériá musia byť splnené súčasne.

Dostupnosť služby musí byť meraná nasledovným spôsobom:

- Na službu musí byť smerované minimálne 10 požiadaviek za hodinu počas celej jej doby životnosti. Požiadavky môžu byť v takej istej štruktúre, ako pri meraní výkonnosti a kapacity.
- Služba môže byť nedostupná 3,63 dňa za rok. Do tohto času sa neráta čas na údržbu systému, pričom o údržbe systému musia byť používatelia oboznámení minimálne 1 týždeň vopred, napríklad prostredníctvom Geoportálu.
- Plánovaný čas na údržbu je odporúčaný menej ako 10 hodín za mesiac.

Na základe vyššie definovaných parametrov sme zostavili metodiku, ktorou sa otestovali vybrané WMS a WMTS služby. Na testovanie sme využili nástroj Apache Jmeter 2.13, ktorý bol nasadený na počítači s procesorom Intel(R) Core(TM) i7-4712HQ CPI@ 2.30GHz so 16 GB RAM pamäť s operačným systémom Windows 8.1. Rýchlosť internetového pripojenia bola 100/100 Mbps. V zmysle metodiky uvedenej v Technických návodov pre INSPIRE zobrazovacie služby, by malo hodnotenie výkonu a kapacity merané na strane servera alebo z centrálného nodu, ktorý je v tej istej sieti ako mapový server s cieľom odstránenia chýb a odchýlok, ktoré môžu vzniknúť pri prenose údajov po sieti. V našom prípade sme však nemali prístup na mapové servery, a preto boli merania vykonané na internetovej sieti. Pre elimináciu prípadných výkyvov siete boli okrem požiadaviek na jednotlivé mapové servery odosielané aj požiadavky na server s pravdepodobnou vysokou dostupnosťou (server www.google.sk) a na základe tohto bolo možné odhaľovať prípadné výkyvy.

Každá WMS služba bola testovaná parametrami uvedenými v tab. 3 a WMTS pomocou parametrov uvedených v tab. 4. V prípade WMS služieb sme oproti metodike definovanej v INSPIRE technických návodoch pre zobrazovacie služby upravili tak, že nebola dopytovaná len jedna vrstva, ale skupiny vybraných vrstiev. Skupiny vrstiev boli vybrané z praktického hľadiska, kde používatelia pracujú vo väčšine prípadov so skupinami tematických vrstiev, nie so samostatnými vrstvami a má preto význam hodnotiť skupiny vrstiev.

Tab. 3 Parametre pre testovanie výkonu a kapacity WMS služieb

Popis parametra	Hodnota parametra
Verzia	1.3.0
Vrstvy	Podľa každej WMS služby
Formát	image/png
Požiadavka	GetMap
Šírka	800px
Výška	600px
BBOX	súradnice generované dynamicky pre mierky 1:5 000, 1:10 000, 1:25 000
Súradnicový systém	ZBGIS EPSG 102067, ČÚZK EPSG 5514, SWISS EPSG 21781
Cache control	No cache
Počet virtuálnych používateľov	20

Tab. 4 Parametre pre testovanie výkonu a kapacity WMTS služieb

Popis parametra	Hodnota parametra
Verzia	1.0.0
Vrstvy	Podľa každej WMTS služby
Formát	image/png
Požiadavka	GetTile
Riadok	Dynamicky generované
Stĺpec	Dynamicky generované
Tilematrix	Podľa každej WMTS služby
TilematrixSet	ZBGIS EPSG 102067, ČÚZK EPSG 5514
Cache control	No cache
Počet virtuálnych používateľov	50,100

Pre testovanie výkonnosti WMTS služieb sme upravili počet paralelných používateľov/požiadaviek na mapový server na hodnotu 50 a 100.

Zoznam testovaných mapových služieb je uvedený v tab. 5. Služby boli vybrané tak, aby u každého poskytovateľa bolo možné testovať služby pracujúce nad rovnakým druhom priestorových údajov. V prípade švajčiarskeho portálu sa jedná len o jednu WMS službu, ktorá publikuje všetky rôznorodé tematické vrstvy, avšak neposkytuje úplne ekvivalentné vrstvy ako organizácie ČÚZK a ÚGKK. Okrem týchto služieb sme overili aj výkonnosť mapovej služby vznikajúcej v projekte Univerzitný vedecký park UK v Bratislave.

Tab. 5 Zoznam testovaných WMS služieb

ID	Poskytovateľ	Popis	URL
1	ZBGIS	ZBGIS - všetky kategórie	https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_wms_featureinfo/service.svc/get
2	ZBGIS	Digitálny model reliéfu (DMR3.5)	https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_dmr3_wms/service.svc/get
3	ZBGIS	Administratívne hranice	https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_administrativne_hranice_wms_featureinfo/service.svc/get
4	ZBGIS	Geografické názvoslovie	https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_geograficke_nazvoslovie_wms/service.svc/get
5	ZBGIS	Ortofotosnímky	https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_ortofoto_wms/service.svc/get
6	ČÚZK	WMS - ZABAGED®	http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZABAGED_PUB/WMSservice.aspx
7	ČÚZK	WMS - Stínovaný model reliéfu	http://geoportal.cuzk.cz/WMS_TEREN/WMSservice.aspx
8	ČÚZK	WMS - Správní hranice	http://geoportal.cuzk.cz/WMS_SPH_PUB/WMSservice.aspx
9	ČÚZK	WMS - Geonames	http://geoportal.cuzk.cz/WMS_GEONAMES_PUB/WMSservice.aspx
10	ČÚZK	WMS - Ortofoto	http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx
11	SWISS	Mapová služba obsahujúca všetky vrstvy	http://wms.geo.admin.ch/?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0
12	UVP	Mapová služba s vrstvami pre projekt UVP	http://uvp.geonika.sk/geoserver/wms?

Druhým typom služieb, ktoré boli hodnotené, sú služby WMTS. Boli hodnotené a porovnané služby ČÚZK a ZBGIS (tab. 6), nakoľko švajčiarsky portál poskytuje dlaždicovú službu len cez REST volania a bolo by nekonzistentné porovnávať rôzne spôsoby implementácie. Boli vybrané mapové služby poskytujúce ZBGIS a ZABAGED.

Tab. 6 Zoznam testovaných WMTS služieb

ID	Poskytovateľ	Popis	URL
1	ZBGIS	ZBGIS	https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_wmts/service.svc/get?
2	ČÚZK	ZABAGED	http://geoportal.cuzk.cz/WMTS_ZABAGED/WMTService.aspx

3.2 Výsledky a hodnotenie výkonu a kapacity mapových služieb

Výsledky merania výkonnosti a kapacity mapových služieb sú uvedené v tab. 7. Všetky služby boli testované v nočných hodinách, aby boli služby čo najmenej vyťažované inými používateľmi a s cieľom získať lepšie výsledky kapacity a výkonnosti pre stanovený počet používateľov, ako by bolo možné v priebehu dňa, kedy je oveľa ťažšie predvídať vyťaženosť mapových serverov inými používateľmi. Bolo vykonaných 5 meraní v rôznych dňoch v období od 4.5.2015 do 15.5.2015, z ktorých bol vypočítaný aritmetický priemer. Hodnotené boli parametre – počet vybavených požiadaviek, priemerný čas odpovede, medián času odpovede, 90 percentná hranica odpovedí, maximálna doba odpovede, podiel chybných odpovedí, priepustnosť požiadaviek. Z hľadiska kritérií INSPIRE splnili požiadavky na kapacitu a výkonnosť služby ZBGIS Digitálny model reliéfu (DMR3.5), ZBGIS Administratívne hranice, ZBGIS Geografické názvoslovie, Administratívne hranice publikované v rámci projektu UVP, Administratívne hranice SWISS, Geoid Model SWISS

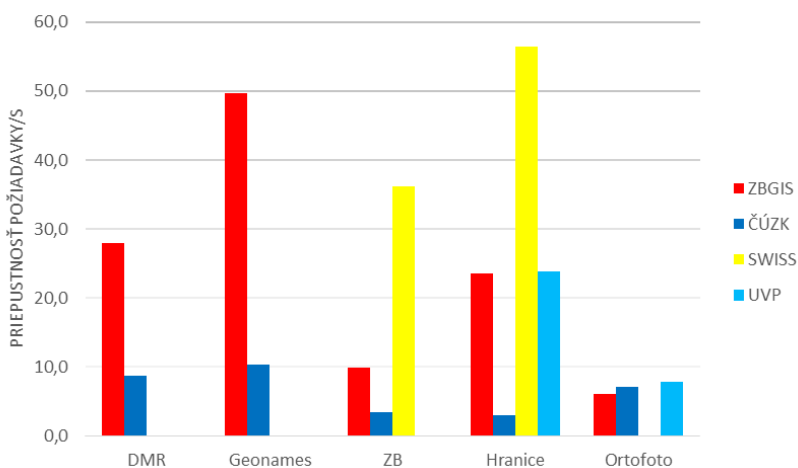
a tematické vrstvy SWISS. Ostatné služby nespĺnili stanovené kritériá. Najväčší problém je v kapacite mapových služieb, keď majoritná časť nespĺnila požiadavku na 20 paralelných požiadaviek za sekundu.

Tab. 7 Výsledky testovania výkonu mapových WMS služieb

Názov WMS	Počet požiad.	Priemerný čas odpovede [ms]	Medián času odpovede [ms]	90 % odpovedí [ms]	Minimálna doba odpovede [ms]	Maximálna doba odpovede [ms]	Chybné odpovede [%]	Priepustnosť [požiad./s]	KB/s
ZBGIS - všetky kategórie	688	1773	1386	2922	365	24080	0	9,8	628,6
Digitálny model reliéfu (DMR3.5)	1700	699	565	1142	182	17420	0	27,9	950,0
Administratívne hranice	1442	827	732	1217	241	8211	0	23,6	260,7
Geografické názvoslovie	3041	390	295	646	107	13040	0	49,6	403,4
Ortofotosnímky	371	3258	3153	4273	1118	10131	0	6,0	5959,5
WMS - ZABAGED®	221	5567	5878	6883	3500	8502	0	3,4	85,4
WMS - Stínovaný model reliéfu	539	2253	2048	3332	786	5776	0	8,7	3158,5
WMS - Správni hranice	194	6348	6238	7586	4482	8379	0	2,9	20,1
WMS - Geonames	636	1895	2014	2237	1244	2416	0	10,3	40,0
WMS - Ortofoto	429	2800	2526	4226	1359	7103	0	7,0	2603,6
UVP - výber 50	151	8502	8616	8950	5863	12026	0	2,3	31,4
UVP - výber 20	450	2703	2729	2863	1018	5521	0	7,3	87,1
UVP- hranice	1440	827	825	912	237	3892	0	23,8	592,0
UVP-ortofoto	485	2499	2301	4209	459	8274	0	7,8	6043,2
Administratívne hranice SWISS	3412	344	272	658	57	3729	0	56,5	2710,7
SWISS 100	417	2908	2020	5880	331	18111	0	6,6	1846,0
SWISS 50	683	1766	1094	4321	196	11729	0	10,9	2223,9
Geoid Model	1934	614	465	1234	56	4873	0	31,7	2450,4
Geologia	531	2295	1409	5314	143	15372	0	8,4	3015,3
Landsat25	163	7636	7279	12085	1367	17594	0	2,5	3215,2
SWISS Tematické mapy	2224	534	353	1148	52	6686	0	36,3	3008,9

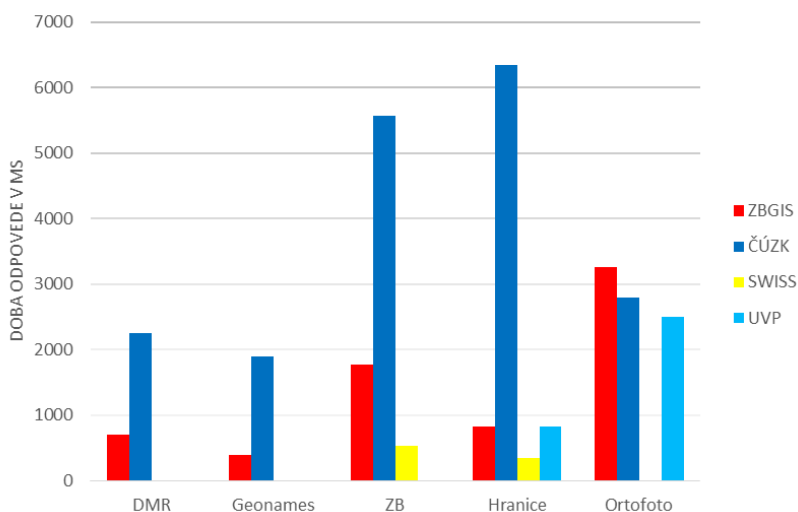
Pre porovnanie priepustnosti (kapacity) a priemernej doby odpovede mapových služieb sme sa snažili identifikovať spoločné datasey, ktoré publikujú všetky dotknuté mapové servery. V prípade ČUZK, ZBGIS boli identifikované úplne rovnaké datasey – Digitálny model reliéfu, Geografické názvy (Geonames), Základná báza (ZB) – ZBGIS a ZABAGED, Hranice a Ortofoto. V prípade mapového servera SWISS bola identifikovaná vrstva hraníc a vrstvu Základná báza sme nahradili 50 identifikovanými tematickými vrstvami, ktoré boli ekvivalentom pre ZBGIS a ZABAGED. V prípade projektu UVP boli identifikované vrstvy ortofoto a administratívne hranice.

Najviac paralelných požiadaviek spracovala služba švajčiarskeho portálu, konkrétne vrstva hraníc (obr. 2). V prípade ortofoto boli výsledky približne rovnaké. Najviac požiadaviek spracoval mapový server UVP. Pri službách pre DMR a Geonames boli služby ZBGIS niekoľkokrát rýchlejšie, ako ČÚZK, dokázali spracovať viac paralelných požiadaviek. V prípade vrstvy pre základnú bázu (ZB) najviac paralelných požiadaviek vybavil mapový server švajčiarskeho portálu, avšak je potrebné poznamenať, že testované mapové vrstvy neboli úplne na rovnakej úrovni detailu ako ZBGIS a ZABAGED. Boli vybrané tematické vrstvy, ktoré približne zodpovedali ZBGIS a ZABAGED, nakoľko podobné mapové dielo švajčiarsky mapový server publikuje len ako WMTS službu.



Obr. 2 Vizualne porovnanie priepustnosti mapových služieb

Z hľadiska priemernej doby odpovede na požiadavku *GetMap* boli najpomalšie služby ČÚZK okrem služby s ortofoto mapou, kde je najpomalšou službou služba ZBGIS (obr. 3). Najvýraznejší rozdiel v odozve je pri službách ZB a hranice, kde sú služby ČÚZK niekoľkonásobne pomalšie.



Obr. 3 Vizualne porovnanie priemernej doby odpovede mapových služieb

Výsledky hodnotenia WMTS služieb sú uvedené v tab. 8. Na každú službu WMTS bolo simulovaných 50 a 100 paralelných požiadaviek na operáciu *GetTile*. Služba ZBGIS bola schopná spracovať približne 50 požiadaviek za sekundu a služba ČÚZK v rozmedzí 35 – 40 požiadaviek za sekundu.

Tab. 8 Výsledky testovania výkonu mapových WMTS služieb

Názov WMTS	Počet požiad.	Priemerný čas odpovede [ms]	Medián času odpovede [ms]	90 % odpovedí [ms]	Minimálna doba odpovede [ms]	Maximálna doba odpovede [ms]	Chybné odpovede [%]	Priepustnosť [požiad./s]	KB/s
ZBGIS 100	3360	1783	1609	3381	79	8995	0	54,06	3629,60
ZBGIS 50	3142	949	788	2064	53	6766	0	51,02	3413,12
ČÚZK 100	2193	2793	2905	4444	488	5385	0	34,19	727,22
ČÚZK 50	2364	1271	1277	1952	232	3239	0	38,29	814,70

3.3 Hodnotenie sémantického obsahu mapových služieb

Okrem hodnotenia výkonnosti je potrebné pri hodnotení mapových služieb brať do úvahy aj ďalšie faktory, ako sú podporované súradnicové systémy, metaúdaje služby a ich podpora v iných jazykoch. Zhodnotenie súradnicových systémov pre WMS služby je uvedené v tab. 9. Najmenšiu množinu podporovaných súradnicových systémov obsahujú WMS služby ZBGIS, ktoré neobsahujú správny EPSG kód pre S-JTSK. Použitý je len kód EPSG:102067, ktorý nie je oficiálny EPSG kód pre S-JTSK a nenachádza sa v databáze EPSG. Namiesto EPSG:102067 je potrebné používať EPSG:5514, ktorý je v databáze EPSG zaregistrovaný od 9. 5. 2011. Takisto pri WMS službách ZBGIS absentuje podpora súradnicového systému UTM zóna 34N (EPSG:32634), ktorý zaberá majoritnú časť územia Slovenskej republiky. Podporovaný je len 33. pás UTM (EPSG:32633).

Tab. 9 Zoznam podporovaných súradnicových systémov WMS služieb

Poskytovateľ služby	Podporované súradnicové systémy WMS
ZBGIS	CRS:84, EPSG:4326, EPSG:102067, EPSG:3035, EPSG:32633, EPSG:3034, EPSG:4258
ČÚZK	EPSG:32633, EPSG:28404, EPSG:4258, EPSG:5221, EPSG:4326, EPSG:3785, EPSG:102066, EPSG:3034, EPSG:3035, EPSG:2494, EPSG:102067, EPSG:900913, EPSG:3046, EPSG:3045, EPSG:3857, EPSG:5514, EPSG:32634
SWISS	EPSG:21781, EPSG:2056, EPSG:4326, EPSG:31466, EPSG:31467, EPSG:31468, EPSG:25832, EPSG:27582, EPSG:26591, EPSG:26592, EPSG:900913
UVP	EPSG:102067, EPSG:2065, EPSG:2493, EPSG:2494, EPSG:25833, EPSG:25834, EPSG:28403, EPSG:28404, EPSG:3034, EPSG:3035, EPSG:3045, EPSG:3046, EPSG:32633, EPSG:32634, EPSG:4258, EPSG:4326, EPSG:4818, EPSG:5513, EPSG:5514, CRS:84

WMTS služby podporujú viacero súradnicových systémov len v prípade služieb ČÚZK a projektu UVP (tab. 10). Služba ZBGIS opäť podporuje (tak ako v prípade WMS služieb) len neoficiálny EPSG kód S-JTSK 102067 namiesto 5514. Súradnicový systém EPSG 102067 používa aj WMTS služba UVP. Tento súradnicový systém je použitý len z dôvodu potreby využitia WMTS služieb ZBGIS v mapovom klientovi. Dôležité je podotknúť, že WMTS služba ZBGIS nie je rovnaká so službou používanou v mapovom klientovi ZBGIS®. WMTS služba a služba použitá v mapovom klientovi obsahujú odlišné mierkové úrovne, v ktorých sú generované dlaždice. Dlaždice vo WMTS službe sú v niektorých mierkových úrovniach neostre, mapové znaky sú v odlišnej veľkosti medzi úrovňami a pôsobia, akoby boli generované už z existujúcich rastrových obrazov. Takisto v mnohých prípadoch sú v dlaždiciach zle vygenerované popisy miest a obcí (ako aj iných prvkov) tak, ako je uvedené na obr. 4.

Tab. 10 Zoznam podporovaných súradnicových systémov WMTS služieb

Poskytovateľ služby	Podporované súradnicové systémy WMTS
ZBGIS	EPSG:102067
ČÚZK	EPSG:32633, EPSG:28404, EPSG:4258, EPSG:4326, EPSG:3785, EPSG:3034, EPSG:3035, EPSG:102067, EPSG:900913, EPSG:3857, EPSG:5514, EPSG:32634
SWISS	EPSG:21781
UVP	EPSG:900913, EPSG:102067



Obr. 4 Chybné popisy – neúplný názov obce Liptovský Hrádok vo WMTS službe

Z hľadiska dostupnosti metaúdajov pre WMS a WMTS službu (operácia *GetCapabilities*) všetky testované služby majú vyplnené popisné údaje pre všeobecné vlastnosti služby, ako aj pre jednotlivé vrstvy. Parameter jazyk metaúdajov (operácia *GetCapabilities*) podporujú všetky testované služby, avšak len WMS služba SWISS TOPO vie vrátiť aj metaúdaje v iných jazykoch (angličtina, francúzština, nemčina). Táto funkcionlita má prínos pre širšiu použiteľnosť WMS a WMTS služieb.

Záver

Tak, ako pri každej webovej aplikácii, aj pri webových mapových aplikáciách je potrebné dodržiavať zaužívané pravidlá, čoho výsledkom je celkový výkon. Výkon mapového klienta ZBGIS® je veľmi slabý, ako to dokumentujú výsledky predstavené v tomto príspevku. Zaošáva za porovnateľnou aplikáciou Geoprohlížeč geoportálu ČÚZK a výkonnostný rozdiel oproti jeho švajčiarskej obdobe – MapVieweru federálneho geoportálu švajčiarskej konfederácie je výrazný. To, že na vytvorenie výkonného riešenia nie je potrebný rozsiahly tím odborníkov a špičková infraštruktúra, dokazuje aplikácia mapový portál pre Univerzitný vedecký park UK v Bratislave – aktivita 2.5. Zásadné je dodržiavanie odporúčaných pravidiel a postupov, využívanie nástrojov, ktorých úlohou je zabezpečiť ich naplnenie – optimalizáciu jednotlivých častí aplikácie. V prípade aplikácie mapového klienta ZBGIS® produkčná optimalizácia úplne chýba. Zámerom tohto príspevku bolo poukázať na tieto nedostatky, a tým prispieť k zlepšeniu situácie. Okrem toho, návrhy na zlepšenie budú súčasťou prebiehajúcej aktivity na aktualizáciu a zlepšenie súčastí projektu Elektronické služby katastra nehnuteľností – ZBGIS. Aj keď to zjavne chýbalo, mali by byť požadované aspoň základné výkonové parametre tejto aplikácie. Prístup by sa mal posunúť od binárnych splnení požiadaviek zo zoznamu funkcionality, na rozbor používateľského správania a očakávaní, zavŕšené výkonnou optimalizáciou aplikácie.

Sprístupňovanie priestorových údajov prostredníctvom mapových služieb napomáha pri budovaní infraštruktúry priestorových údajov. Pri tomto sprístupňovaní je potrebné brať ohľad na existujúce štandardy a veľmi dôležitou časťou je optimalizácia výkonu a kapacity mapových služieb. ZBGIS® v rámci Slovenskej republiky predstavuje základnú bázu polohopisných priestorových údajov. Údaje a mapové služby ZBGIS® sú využívané naprieč mnohými ďalšími informačnými systémami verejnej správy (vyššie územné celky, ministerstvá a iné), ako aj bežnými občanmi. Cieľom príspevku bolo poukázať na existujúce nedostatky, aby bola možná ich úprava, ako aj porovnanie s inými poskytovateľmi služieb priestorových údajov mimo Slovenskej republiky. Najlepšie je možné ZBGIS® mapové služby porovnávať s mapovými službami ČÚZK nakoľko publikujú veľmi podobné priestorové údaje. V porovnaní ZBGIS® a ČÚZK vychádzajú služby ZBGIS ako rýchlejšie a výkonnejšie, ale stále je priestor na zlepšovanie. Bolo by potrebné hlavne u mapovej služby poskytujúcej celé dielo ZBGIS® zlepšiť hlavne kapacitu služby, nakoľko mapová služba je predmetom integrácií do iných systémov verejnej správy. Za veľký nedostatok pokladáme absenciu súradnicového systému EPSG:5514, ktorý je oficiálny EPSG kódom pre S-JTSK. Z hľadiska súradnicových systémov je potrebné doplniť aj súradnicový systém UTM zóna 34N (EPSG:32634), ktorý zaberá majoritnú časť územia Slovenskej republiky. V rámci mapových služieb WMS je podporovaný len 33. pás UTM (EPSG:32633). Značným nedostatkom je aj nesúlad služby publikujúcej dlaždice používanej v rámci mapového klienta a verejnej WMTS mapovej služby, ako aj nízku kvalitu verejnej WMTS služby. Takisto aj u WMTS služby chýba podpora oficiálneho EPSG kódu pre S-JTSK.

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre dopytovo-orientovaný projekt: Univerzitný vedecký park Univerzity Komenského v Bratislave, ITMS 26240220086 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja, ako aj podpore projektu APVV-0326-11 „Hodnotenie kvality geografických informácií pre tvorbu environmentálnych rozhodnutí“.

Literatúra

- ARDIELLI, J., HORÁK, J., RŮŽIČKA, J. (2012). *View Service Quality according to INSPIRE Implementing Rules*. Electronics and Electrical Engineering, no. 3 (119).
- BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO (2015). *map.geo.admin – help* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné na: <<http://help.geo.admin.ch>>
- ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ (2013). *Výroční zpráva 2012*. [cit. 2015-04-22]. Dostupné na: <<http://www.cuzk.cz/getattachment/61b0ded3-8dd7-411c-be9c-17d686835039/2012.aspx>>
- ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ (2015). *Geoportál - Tenký klient* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné na: <<http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/help/help.CZ.html>>
- DEÁK, P., HUTKOVÁ, V., MICHALÍK, E., LEITMANNOVÁ, K. (2014). Geoportál ÚGKK SR. *Geodetický a kartografický obzor*, roč. 60/102, č. 4, s. 69-80.
- GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ ÚSTAV (2015). *Mapový klient ZBGIS* [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné na: <<http://www.geoportal.sk/sk/sluzby/aplikacie/mapovy-klient-zbgis/>>
- GOOGLE DEVELOPERS (2015). *Improve Server Response Time - PageSpeed Insights* [online]. [cit. 2015-04-23]. Dostupné na: <<https://developers.google.com/speed/docs/insights/Server>>
- HEDENSKOG, P. (2015). *The performace best practices rules used by Sitespeed.io* [online] [cit. 2015-04-22]. Dostupné na: <<http://www.sitespeed.io/documentation/rules-and-best-practices/#allrules>>
- HICKS, G., SOUTH, J., OSHISANWO, A. O. (1997). *Automated testing as an aid to systems integration*. BT Technology Journal, No. 15, Hingham: Kluwer Academic Publishers, pp. 26-36.
- INITIAL OPERATING CAPABILITY TASK FORCE NETWORK SERVICES (2013). *Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services v3.1* [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné na: <http://inspire.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.11.pdf>
- KLIMENT, T., CIBULKA, D. (2011): *Testovanie vyhľadavacích a zobrazovacích služieb podľa INSPIRE požiadaviek*. In: Růžička, J., Pešková, K. (eds.) Sborník – Sympozium GIS Ostrava 2011, Ostrava (VŠB - Technická univerzita), pp. 1-9.
- MINISTERSTVO FINANCIÍ SLOVENSKEJ REPUBLIKY (2009). Národný projekt: Elektronické služby katastra nehnuteľností – ZB GIS, kód: OPIS-2009/1.1/10-NP, pre Operačný program Informatizácia spoločnosti.

- NARIADENIE KOMISIE (ES) č. 976/2009 z 19. októbra 2009, ktorým sa vkonáva smernica Európskeho parlamentu a Rady 2007/2/ES, pokiaľ ide o sieťové služby. *Úradný vestník Európskej únie*. [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné na <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009R0976&from=EN>>
- OESCH, D. (2015). The swiss federal geoportal www.geo.admin.ch, more than maps...*Geospatial World Forum Geneva*. [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupné na: <http://www.slideshare.net/swiss_geoportal/the-swiss-federal-geoportal-wwwgeoadminch-more-than-maps-geospatial-world-forum-2014>
- SEVITECH (2013). *Pomocník pre Mapového klienta ZBGIS* [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné na: <<https://zbgis.skgeodesy.sk/tkgis/Help/index.html>>
- SOUDERS, S. (2007). *High Performance Web Sites: Essential Knowledge for Front-End Engineers*. Sebastopol (O'Reilly Media).
- TIMONEY, B. (2013) *Why Map Portals Don't Work*. [online] [cit. 2015-04-24]. Dostupné na: <<http://mapbrief.com/2013/02/05/why-map-portals-dont-work-part-i/>>
- ZÁKON Č. 215 (1995). *Zákon Národnej rady SR č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov*

S u m m a r y

Performance of ZBGIS[®] map client and view services

This paper presents information about performance testing of ZBGIS[®] map client and ZBGIS[®] view services. We compared ZBGIS with another services and map applications in Europe – ČÚZK geoportal, Swiss federal geoportal and Map portal of project Comenius University in Bratislava Science Park.

Testing and evaluating the performance of web mapping applications was carried out by comparing compliance with accepted recommendations for the performance of Web applications. These recommendations are incorporated in *sitespeed.io* tools, which we used for tests. Results of the *WebPagetest* service were included in the evaluation. The complementary nature had a *PageSpeed* service test. Testing for obtaining the time data of loading each application was performed by repeated requests without using the browser cache. The time values are the mean of 7 independent tests.

The results document that map client ZBGIS[®] performance is very poor. It lags behind comparable application Geoviewer Geoportal ČÚZK. The performance difference compared to MapViewer of federal geoportal of the Swiss Confederation is significant. The cumulative assessment of the performance was 70/100 for map client ZBGIS[®], 77/100 for Geoviewer Geoportal ČÚZK, 97/100 for MapViewer of federal geoportal of the Swiss Confederation and 95/100 for Map portal for Comenius University in Bratislava Science Park. The results of the application Map portal for Comenius University in Bratislava Science Park – Activity 2.5 also point out that for development of an efficient solution is not needed extensive team of experts and superb infrastructure. Performance deficiencies of ZBGIS[®] map client – lack of its production optimization have been confirmed and should be repaired.

Evaluation of performance of map services (WMS, WMTS) was done by JMeter 2.13. The used methodology is based on INSPIRE requirements defined in Commission Regulation (EU) No 976/2009 of 19 October 2009 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards the Network Services and Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services v3.1. All the services were tested in the high hours to reduce peak period. We did 5 measures in different days and calculated average values of results. All results are presented in summary tables and graphs. Except testing of performance and capacity we tested semantic contents of map services e.g. metadata in GetCapabilities response, supported coordinate systems.

We found some inconsistencies in ZBGIS[®] services, which do not support official EPSG code (5514) of S-JTSK coordinate system. Public WMTS service of ZBGIS[®] is not equal with WMTS used in ZBGIS[®] map client and public WMTS has bad quality of cartographic presentation of data. Also capacity of ZBGIS[®] services should be improved mostly for service, which publishes whole ZBGIS[®].

Fig. 1 Visual comparison of the rendering time course

Fig. 2 Visual comparison of throughput of map services

Fig. 3 Visual comparison of response time of map services

Fig. 4 Incorrect labels – incomplete name of Liptovský Hrádok in WMTS

Tab. 1 The results of web mapping applications performance testing – quantitative parameters of compliance with performance recommendations

Tab. 2 The results of web mapping applications performance testing – loading speed

- Tab. 3 Parameters for testing performance and capacity of WMS
- Tab. 4 Parameters for testing performance and capacity of WTMS
- Tab. 5 List of tested WMS services
- Tab. 6 List of tested WMTS services
- Tab. 7 Results of performance testing of WMS services
- Tab. 8 Results of performance testing of WMTS services
- Tab. 9 List of supported coordinate systems of WMS services
- Tab. 10 List of supported coordinate systems of WMTS services

Prijaté do redakcie: 4. júna 2015

Zaradené do tlače: jún 2015