

Jaroslav HOFIERKA

## GEOPRIESTOROVÉ INTERNETOVÉ TECHNOLÓGIE NA KOMUNIKÁCIU GEOGRAFICKEJ INFORMÁCIE

**Hofierka, J.:** Geospatial internet technologies for communication of geographic information. Kartografické listy 2012, 20, 4 figs., 15 refs.

**Abstract:** Over the last decade the geospatial applications have been strongly influenced by emerging new Internet technologies. Geographic information systems have transformed from desktop systems to a network-based technology. The most recent development in this area is represented by web mapping technologies, like Google Maps/Google Earth, Wikimapia, OpenStreetMap and others. These web-based mapping applications provide online mapping features based on the street maps, orthophotomaps and terrain maps supplemented by various multimedia and location-based features such as photographs, videos, webcams, wikipedia links or tracking capabilities. We summarize the current state of these technologies, analyze new possibilities for mapping and communication of geographic information.

**Keywords:** geographic information, geospatial technologies, web mapping services, internet

doc. Mgr. Jaroslav HOFIERKA, PhD., Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, Katedra geografie a regionálneho rozvoja, Ul. 17. novembra 1, 080 01 Prešov,  
e-mail: jhofierka@gmail.com

### Úvod

Technologická stránka geografických informačných systémov (GIS) bola od svojho počiatku úzko spojená so všeobecným vývojom v oblasti informačných technológií. GIS bol zo začiatku viazaný najmä na oblasť sálových počítačov, neskôr pracovných staníc a osobných počítačov. Prudký rozvoj nových technologických riešení významným spôsobom ovplyvňuje aj nástroje na spracovanie a komunikáciu geografických informácií, čo sa prejavuje aj vo formách komunikácie geografických informácií spracovávaných v prostredí GIS-u (Longley et al., 1999, 2005), (Mitášová a Hofierka, 2003). Koncom deväťdesiatych rokov 20. storočia dochádza k ďalšej revolučnej technologickej zmene, prichádza internet a táto sieťová technológia otvára svet GIS-ov a geografických informácií aj pre používateľov, ktorí nemajú k dispozícii svoj vlastný GIS softvér. Mnohí prevádzkovatelia GIS-ov v tomto období už majú spracované rozsiahle priestorové databázy a internet im umožňuje časť týchto dát prezentovať na internete. Nejde však len o pasívne, statické obrázky a mapy, ale vďaka architektúre klient-server vznikajú interaktívne aplikácie nazývané WebGIS-om alebo mapovým portálom, ktoré umožňujú používateľom pracovať s geografickou informáciou interaktívne (Wilson a Fotheringham, 2008), (Hofierka, 2010). Používateľ si môže vyberať, aký typ dát bude zobrazovať, môže určiť rozsah územia a mierku, vykonávať jednoduché dopytovanie na dáta alebo priestorové analýzy. Používateľ okrem vlastného webového prehliadača ani nepotrebuje ďalší samostatný aplikačný softvér.

Mnoho organizácií si už v súčasnosti uvedomuje význam geografickej informácie pre ich podnikanie alebo pre služby, ktoré poskytujú svojim zákazníkom. Vďaka prudkému rozvoju hardvéru, najmä zvyšovaniu jeho výkonu a tiež rýchlemu poklesu jednotkových nákladov na obstaranie hardvéru potrebného na prevádzku GIS softvéru a jeho lepšej dostupnosti sa postupne GIS-y dostávajú z výskumných laboratórií a akademického prostredia do praktického života a aplikácií vo verejnom a aj podnikateľskom sektore. Vznikli nielen spoločnosti zaberajúce sa vývojom a predajom špecializovaného GIS softvéru (napr. ESRI, Intergraph, MapInfo), ale aj spoločnosti zaberajúce sa poskytovaním geopriestorových dát a služieb (Hofierka, 2003), (Shekhar a Xiong, 2008). Práve súčasný rozvoj geopriestorových internetových technológií prináša nové možnosti vo for-

mách poskytovania týchto dát a polohovo lokalizovaných služieb. Cieľom tohto príspevku je preto podrobnejšie charakterizovať súčasné geopriestorové internetové technológie a načrtnúť možnosti ich aplikácií a využitia pri komunikácii geografickej informácie prostredníctvom internetu.

## 1. Technológia mapových serverov

Vznik mapových serverov umožňujúcich interaktívnu komunikáciu geografických informácií súvisí s technologickým rozvojom internetu, predovšetkým world wide web-u (WWW). Pomerne rýchlo po vzniku webu začiatkom deväťdesiatych rokov 20. storočia sa objavili prvé aplikácie, ktoré umožňovali tvorbu webových máp (napr. MapQuest). Komerční výrobcovia GIS softvéru vytvorili špeciálne softvérové aplikácie pre tento segment, napríklad GeoMedia WebMap alebo ArcIMS server. Pre svoju dostupnosť a otvorené riešenie si značnú popularitu získal open-source produkt UMN MapServer. Architektúra tejto technológie je založená na modeli klient-server.

Serverovú časť tvorí webový server s aplikačným serverom, mapový server a databázový server. Úlohou serverovej časti je pripraviť a odoslať dáta podľa pokynov klienta. Webový server prijíma požiadavky klienta (webového prehliadača) a generuje webové stránky. Dynamické funkcie webového servera môžu rozšíriť špeciálne aplikácie, napr. CGI alebo naprogramované moduly v niektorom zo skriptovacích jazykoch (Python, PHP a iné).

Webový aplikačný server umožňuje webovému serveru publikovať dynamický obsah na základe požiadaviek klienta a prepojenia s inými softvérovými zložkami (napr. s priestorovou databázou). Mapový server spracováva požiadavky klienta a generuje výsledky. Databázový server je potrebný pri zobrazovaní veľkého množstva dynamicky sa meniacich dát. Poskytuje prístup k priestorovým a nepriestorovým dátam prostredníctvom jazyka SQL (Pavličko, 2007).

Klient dáta zvyčajne zobrazuje prostredníctvom svojho webového prehliadača. V prípade klienta hovoríme občas o tenkom a hrubom klientovi, podľa stupňa zapojenia klientskeho softvéru do zobrazenia dát zo servera. Ak sa časť úloh vykonáva na strane klienta, napríklad pomocou malých programov, tzv. apletov, hovoríme o hrubom klientovi. Hrubý klient odľahčuje server a znižuje nároky na neustály prenos dát medzi serverom a klientom, čo môže napomôcť v zrýchlení zobrazovania. Pri tenkom klientovi je vykonávanie operácií sústredené na strane servera a klient len zobrazuje poskytnuté dáta. Prenos dát medzi serverom a klientom prebieha prostredníctvom internetových protokolov a špecifických jazykov (napr. HTML, DHTML, XML, GML).

Na zabezpečenie interoperability medzi dátami v rôznych formátoch a zvýšenie štandardizácie riešení v komunikácii geografických dát schválilo Open Geospatial Consortium (OGC) štandardy WMS, WFS, WCS a WPS. Tie definujú štandardizované komunikačné a procesné mechanizmy medzi serverom a klientom bez ohľadu na konkrétne softvérové produkty. To zvyšuje interoperabilitu softvéru dodržiavajúceho tieto štandardy s iným softvérom. Napríklad UMN MapServer s implementovanými štandardami WMS a WFS môže slúžiť aj ako dátový server pre rôzne typy klientskych softvérov alebo si môže vymieňať dáta s inými servermi. Táto interoperabilita je kľúčová aj pri rozvoji národnej infraštruktúry pre využívanie geografických informácií v zmysle európskej smernice INSPIRE o infraštruktúre pre priestorové informácie v Európskom spoločenstve č. 2007/2/EC a zákona NRSR č. 3/2010 Z.z. o národnej infraštruktúre pre priestorové informácie. Pre mnohé verejné inštitúcie stalo povinnosťou poskytovať základné informácie o geografických dátach, ktoré vytvárajú alebo spravujú. Predpokladá sa, že prostredie webu bude základným infraštruktúrnym prostredím pre poskytovanie tohto typu dát. To svedčí o tom, že záujem o tento typ riešení bude stúpať a poskytovanie geografických informácií prostredníctvom webu sa stane štandardom pre rôzne organizácie (Hofierka, 2011).

Technológia mapových serverov poskytuje veľmi široké možnosti využitia. Organizácie poskytujúce geografické informácie môžu jednoducho a efektívne komunikovať so svojimi zákazníkmi, resp. klientmi. Medzi významných používateľov technológie mapových serverov môžeme zaradiť verejné inštitúcie, ako sú orgány štátnej správy a samosprávy (ministerstvá, obce a pod.), ale tiež rôzne špecializované organizácie čiastočne alebo úplne financované štátom (napr. poverené tvorbou štátneho mapového diela, ochranou prírody a krajiny a podobne). Medzi určité obmedzenia tejto technológie patrí relatívna pomalosť pri prenášaní množstva dát a nevyhnutnosť tvorby

kompletnejšej priestorovej databázy pre prevádzkovateľov mapového serveru. Pri prezentácii jednej dátovej vrstvy prevádzkovateľ nutne potrebuje aj ďalšie vrstvy slúžiace aspoň na základnú orientáciu v priestore, aj keď nie je ich vlastníkom, resp. autorom (Hofierka, 2011). Častá nutnosť zakúpenia drahých licencií na topografické dáta alebo ortofotomapy, najmä v našich podmienkach slabej podpory slobodného používania geografických dát vzniknutých z verejných zdrojov, následne limituje komplexnejšie využitie technológie mapových serverov.

Na tieto obmedzenia reagovala v roku 2005 spoločnosť Google, Inc. svojimi technológiami Google Maps a Google Earth, ktoré priniesli nové možnosti v komunikácii geografických informácií v prostredí internetu. Súčasne s vývojom technológií Google Maps a Google Earth alebo dokonca aj skôr (napr. MapQuest) vznikli analogické aplikácie s podobným technologickým riešením a obsahom, napr. aplikácie Bing Maps a TerraServer od spoločnosti Microsoft alebo WorldWind od NASA. Pomerne veľkú popularitu získala open-source aplikácia OpenStreetMap. V súčasnosti sú snáď najrozšírenejšie Google Maps a Google Earth, aj vďaka nestále rozširujúcemu sa informačnému obsahu týchto aplikácií pokrývajúcich takmer celý svet (Čerba, 2009).

## **2. Aplikčné možnosti technológie Google Maps a Google Earth**

Začiatkom 21. storočia sa v oblasti internetových technológií začína výrazne presadzovať spoločnosť Google, Inc.. Spočiatku to je najmä webová vyhľadávacia služba, neskôr prichádzajú ďalšie internetové služby. V roku 2005 spoločnosť uviedla službu Google Maps, ktorá priniesla cestovné mapy a satelitné snímky a možnosť vyhľadávania lokalít, pričom postupne sa rozširuje pokrytie a presnosť poskytovaných dát. V tom istom roku uviedla aj službu Google Earth, ktorej cieľom je poskytovanie 3D informácie o zemskom povrchu. Kým Google Maps poskytuje geografické informácie v 2D podobe, Google Earth umožňuje 3D vizualizáciu zemského povrchu a vybraných prvkov krajiny. Z technologického hľadiska je služba Google Maps založená na technológii AJAX (Asynchronous JavaScript and XML), ktorá slúži na vývoj moderných interaktívnych webových aplikácií, ktoré menia obsah stránky bez toho, aby ju bolo potrebné znovu načítať. Technológiu AJAX tvorí sada technologických prvkov, napr. jazyky HTML, XHTML, skriptovací jazyk JavaScript, kaskádové štýly CSS a formát XML na výmenu dát medzi serverom a klientom (Lacko, 2008). Okrem internetového prehliadača (napr. Internet Explorer, Firefox, Google Chrome a pod.) sa nevyžaduje inštalácia ďalšieho aplikčného softvéru. Používanie služby Google Earth vyžaduje inštaláciu špeciálnej softvérovej aplikácie, prípadne pri používaní v rámci webového prehliadača sa vyžaduje inštalácia špeciálneho softvérového doplnku, tzv. pluginu. Obidve aplikácie sú k dispozícii aj pre používateľov mobilných technológií. Napríklad aplikácia Google Maps for Mobile umožňuje určovať polohu používateľa mobilného telefónu so zabudovaným GPS prijímačom alebo na základe triangulácie a sily signálu z najbližších vysielateľov mobilnej telefonickej siete alebo WiFi sietí. Určovanie polohy mobilného zariadenia prináša rad nových možností v ponuke polohovo lokalizovaných služieb (Hofierka, 2011).

Oproti klasickej technológii mapových serverov je technológia Google Maps a Google Earth rýchlejšia a flexibilnejšia vo viacerých smeroch. Na zobrazovanie dát využíva dlaždicové ukládanie a zobrazovanie dát (tiling) a rýchlu vyrovnávaciu pamäť (caching). Pri tejto technológii sa obrázky zo serverov načítavajú cez segmenty (dlaždice) s fixnou veľkosťou.

Hlavným cieľom služby Google Maps je poskytovať zadarmo mapovú službu online. Základnými, resp. pôvodne použitými mapami boli cestná mapa s možnosťami vyhľadávania podľa adresy a satelitná mapa, obsahujúca satelitné ortofotosnímky, vo väčšom rozlíšení doplnené satelitnými alebo leteckými ortofotosnímkami so submetrovým rozlíšením. Územie Slovenskej republiky je v súčasnosti pokryté leteckými a satelitnými ortofotosnímkami z pomerne širokého obdobia rokov 2003-2011. Letecké ortofotosnímky boli zabezpečené spoločnosťami Eurosense Slovakia a Geodis Slovakia a v súčasnosti sú prevažne z obdobia rokov 2005-2006, satelitné snímky sú z rôznych zdrojov, napr. z družice GeoEye, QuickBird alebo Spot. Maximálne rozlíšenie ortofotosnímkov je približne 50 cm. V aplikácii Google Earth je pri zobrazení snímky k dispozícii informácia, z ktorého obdobia je daná snímka a zároveň aj funkcia, ktorá umožňuje prepínať medzi snímkami z rôzneho obdobia.

Zaujímavé svetové lokality (najmä mestá) obsahujú vo väčšom detaile aj fotografické snímky s uhlom snímania 45 stupňov, čo umožňuje lepšiu orientáciu a lepšie vnímanie priestoru najmä v zastavaných územiach. V roku 2007 bola aplikácia rozšírená aj o mapu georeliéfu v podobe tieňo-

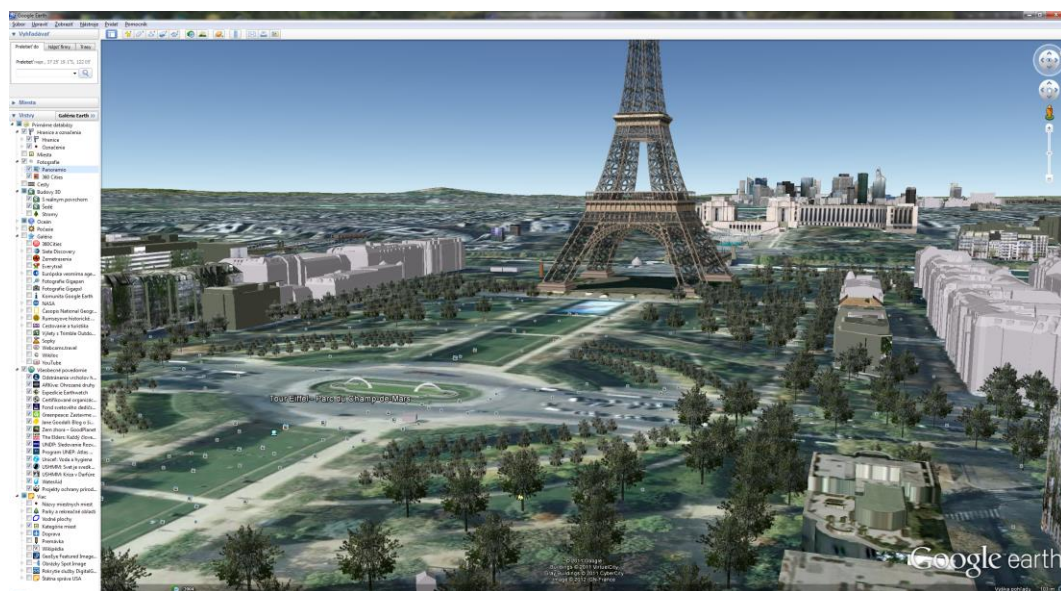
vaného georeliéfu doplneného vo vyššom rozlíšení o vybrané vrstevnice s označením nadmorskej výšky.

Okrem týchto troch nosných typov máp aplikácia Google Maps obsahuje ďalšie informačné zdroje, najmä multimediálneho charakteru: priestorovo lokalizované fotografie, videá, webové kamery, odkazy na popis danej lokality na internetovej encyklopédii Wikipédia, informácie o stave dopravy, možnostiach verejnej dopravy, cyklistických trás a informácie o aktuálnom dianí v danej lokalite. Pokrytie týmito funkciami však nie je rovnaké, v zastavaných územiach a v hospodársky vyspelejších regiónoch je zvyčajne k dispozícii viac funkcií.

Pre návštevníkov miest je osobitne zaujímavá funkcia StreetView, ktorá ponúka 360° panoramatický pohľad na ulicu z pozície chodca. Túto funkciu je možné využiť na prípravu turistických trás a prehliadok zaujímavých lokalít mesta. V súčasnosti je k dispozícii najmä pre väčšie svetové mestá a niektoré významné turistické lokality. V roku 2010 prebehlo snímkovanie aj 9 väčších slovenských miest (Bratislava, Košice, Prešova, Žiliny, Banskej Bystrice, Trnava, Trenčín, Poprad a Prievidza) a funkcia pre tieto mestá by vo svojej plnohodnotnej, panoramatickej podobe mala byť k dispozícii v priebehu roku 2012.

Aplikácia Google Earth je oproti aplikácii Google Maps viac orientovaná na dynamickú 3D vizualizáciu. Využíva sice rovnaké satelitné mapy ako Google Maps, avšak poskytuje bohatší informačný obsah a lepšie možnosti interaktívnej komunikácie geografickej informácie (Obr. 1). Primárna databáza aplikácie Google Earth obsahuje okrem základných topografických informácií podobných ako v aplikácii Google Maps aj 3D modely budov a stromov, najmä vo väčších mestách. V niektorých lokalitách toto 3D zobrazenie budov predstavuje skutočný, reálny 3D model mesta s vysokou úrovňou geometrického detailu (Hofierka a Kaňuk, 2010). Pre niektoré budovy boli spracované aj textúry povrchov.

Pomerne široký informačný obsah majú aj ďalšie položky primárnej priestorovej databázy: Océán, Galéria s polohovo lokalizovaným multimediálnym obsahom, Všeobecné povedomie s informáciami o chránených územiach a projektoch ochrany prírody, Počasie a položka Viac, ktorá poskytuje veľmi veľa praktických informácií o doprave a poskytovaných službách v danej lokalite (napr. ubytovanie, reštaurácie, lekárne, bankomaty a pod.).

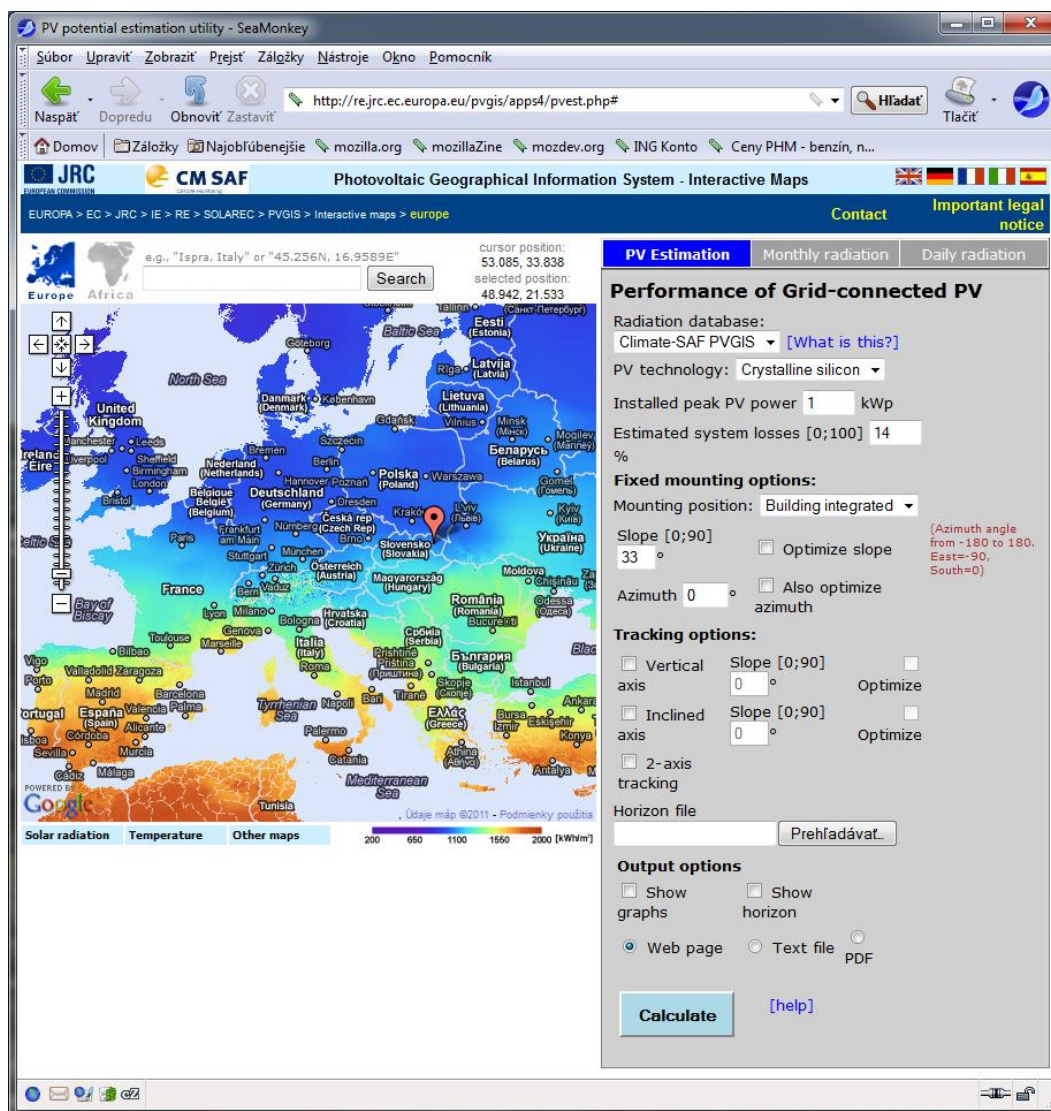


Obr. 1 Aplikácia Google Earth s 3D vizualizáciou a multimediálnym obsahom (znázornená je časť Paríža v okolí Eiffelovej veže)

## **2.1. Integrácia Google Maps do vlastných aplikácií**

Jednou z veľkých výhod technológie Google Maps a Google Earth a aj iných mapových severov je aplikačné programovacie rozhranie (API). Umožňuje integrovať službu Google Maps do vlastnej mapovej aplikácie na svojej webovej lokalite. To znamená, že prevádzkovateľ svojej mapovej aplikácie môže využívať všetky ovládacie prvky a mapové dáta služby Google Maps a zároveň do tejto aplikácie môže dopĺňať aj svoje vlastné dáta a služby, pričom rozmanitosť ovládacích prvkov a funkcií Google Maps API je oveľa širšia ako v štandardnej podobe aplikácie Google Maps. Výrazne sa tým zjednodušuje a zrýchľuje tvorba vlastných mapových aplikácií na webe. Koncový používateľ ovláda aplikáciu rovnakým spôsobom ako Google Maps alebo Google Earth, zároveň však má v ponuke aj ďalšie dáta ponúkané prevádzkovateľom aplikácie. Príkladom takejto aplikácie pre Google Maps je mapová aplikácia PVGIS (Obr. 2). Toto aplikačné programovacie rozhranie slúži aj na veľmi jednoduchú integráciu aplikácie Google Maps na vlastnú webovú stránku, ktorá napríklad pomocou ikoniek zobrazuje polohu firemných pobočiek na určitom území alebo polohu firemných partnerov. Veľká popularita Google Maps API pri integrácii geografickej informácie na vlastných webových stránkach podnietila aj iných prevádzkovateľov podobných mapových služieb pre poskytnutie vlastných aplikačných programovacích rozhraní (napr. OpenLayers, Bing Maps Platform a iné).





Obr. 2 Použitie aplikačného programovacieho rozhrania Google Maps pre online nástroj PVGIS na odhad fotovoltického potenciálu vybranej lokality

### 3. Otvorené riešenia mapových serverov

Jedným z významných fenoménov posledných 20 rokov v oblasti informačných technológií je koncept slobodného softvéru (anglicky: free, open-source software). Na tomto koncepte vznikol operačný systém Linux a takisto na ňom fungujú viaceré GIS softvéry, vrátane GIS-ov GRASS, SAGA a Quantum GIS (Neteler a Mitsova, 2004). Tento koncept sa objavil nielen v oblasti softvéru, ale aj pri tvorbe informačných databáz. Ich hlavným predstaviteľom je Wikipédia (www.wikipedia.org). Technológia Google Maps a Google Earth síce nie je slobodným softvérom, avšak veľká časť informačného obsahu ich priestorových databáz funguje na podobnom princípe (napr. Panoramio, YouTube). Projekt Wikimapia (www.wikimapia.org) priamo prepája technoló-

giu Google Maps s konceptom Wiki a umožňuje používateľov aktívne vytvárať informačný obsah máp na webe pre rôzne kategórie objektov v krajiny (napr. obchody, školy, parky, zaujímavé lokality a iné). Používatelia aktívne spolupracujú a prispievajú k informačnému obsahu mapy na internete, môžeme teda hovoriť o kolaboratívnom mapovaní, resp. tvorbe online máp. Používatelia týchto internetových máp teda nemusia len pasívne využívať tieto mapy, ale môžu aj aktívne prispieť k zlepšeniu a aktualizácii ich obsahu, najmä menej známych regiónoch. Využitie potenciálu používateľov a prispievateľov tak výrazným spôsobom dynamizuje tvorbu informačného obsahu máp. Základným problémom, ktorý však ostáva je organizačné zabezpečenie a systém kontroly kvality pridávaného obsahu. Tento aktívny prístup k tvorbe online máp sa tiež nazýva kolaboratívne mapovanie a prináša nové možnosti v prezentácii regiónov a konkrétnych lokalít. Široké využívanie prijímačov GPS (aj v mobilných telefónoch) a záujem prezentovať konkrétne lokality a regióny na celosvetovom médiu umožňuje efektívnejšie vytvárať obsah máp na internete. Doterajšia dobrovoľnícka práca prevažne dobrovoľníkov a nadšencov by mala byť doplnená aj premyslenou aktivitou verejnej správy, aby jednotlivé regióny, obce a mestá boli na vysokej technickej a obsahovej úrovni prezentované aj na tomto médiu. Na podobnom kolaboratívnom koncepte je založený aj projekt OpenStreetMap ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), ktorý je aj technologicky postavený prevažne na open-source koncepte (OpenLayers).

Neustále zvyšujúce sa množstvo geografických dát prirodzeným spôsobom vytvára potrebu tieto dáta komunikovať cez geopriestorové internetové technológie. Neplatí to len pre globálne projekty spomenuté vyššie, ale aj pre jednotlivé zložky územnej verejnej správy alebo podnikateľské subjekty. Schválením Smernice INSPIRE sa vytvorili aj legislatívne predpoklady pre ďalší rozvoj tejto časti geopriestorových technológií. Je evidentný posun od úzko špecializovaných pracovísk geodetov, architektov či GIS špecialistov k celopodnikovým GIS systémom, ktorý využívajú desiatky aktívnych používateľov podľa aktuálnych potrieb. Celkovo možno konštatovať, že webové GIS systémy sa v posledných rokoch zaradili medzi žiadané a využívané informačné systémy, čo v konečnom dôsledku otvorilo aj nové možnosti aplikácie open-source riešení. Celosvetový trend nástupu webových GIS technológií je tiež v značnej miere vyvolaný existenciou vyzretých open-source technológií ako je PostGIS, UMN MapServer, GeoServer či OpenLayers a moderných serverových technológií Cloud Computingu, ktoré umožňujú pokročilé implementácie mapových služieb vo veľkom rozsahu za cenovo veľmi priaznivých podmienok. Webové GIS systémy tak postupne nahrádzajú klasické desktopové softvérové riešenia a systémy a prispievajú tak k rapidnému nárastu používateľov GIS aj medzi bežnou verejnosťou, bez nutnosti veľkých odborných znalostí z oblasti GIS-ov a geopriestorových technológií všeobecne.

### 3.1. Webový systém Gisplan

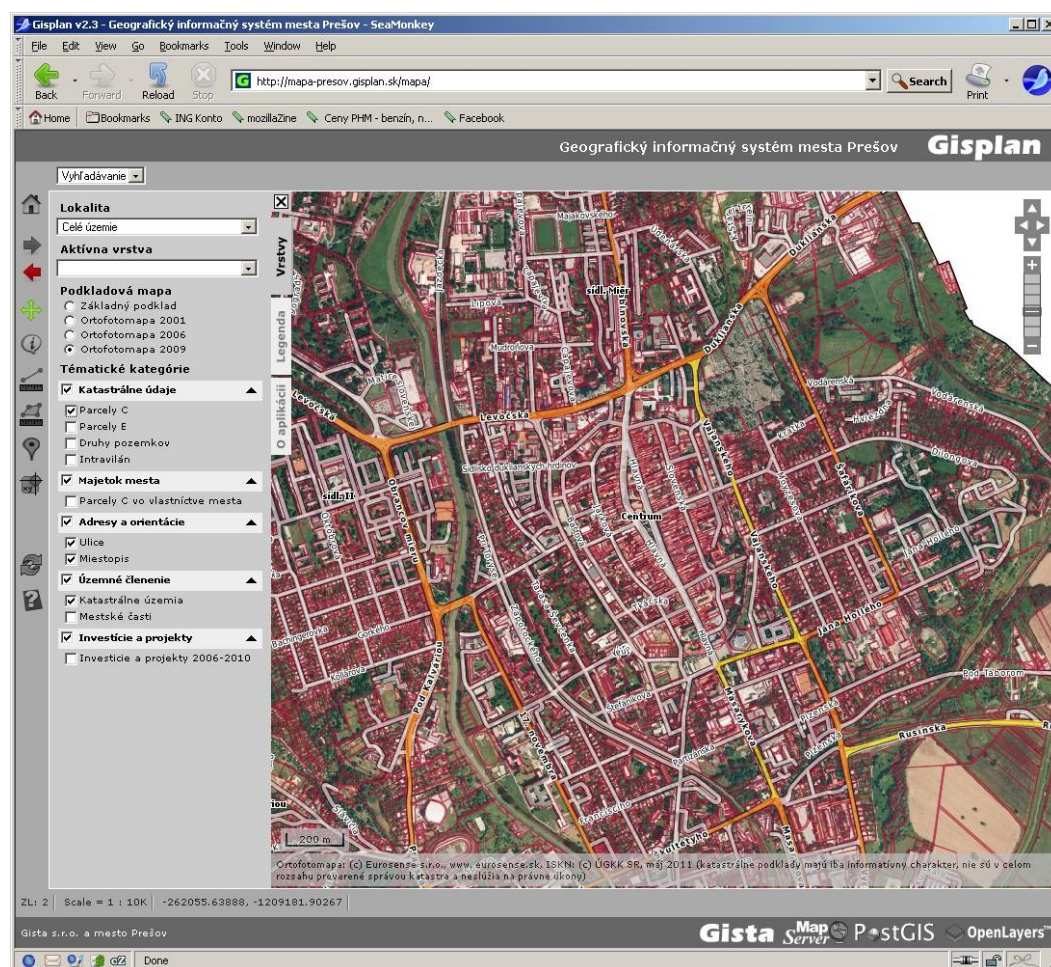
Jedným z úspešných príkladov komerčnej aplikácie open-source technológie mapových serverov je webový systém Gisplan spoločnosti GISTA, s.r.o., Prešov ([www.gisplan.sk](http://www.gisplan.sk)). Tento produkt je po systémovej stránke tvorený operačným systémom Debian Linux, databázovým serverom PostGIS, mapovým serverom UMN Mapserver a webovým serverom Apache. Webové rozhranie aplikácie je postavené na technológii OpenLayers (Hofierka a Mičaník, 2011).

Databázovým riešením systému Gisplan je open-source objektovo-relačný databázový systém PostgreSQL ([www.postgresql.org](http://www.postgresql.org)) a jeho open-source nadstavba PostGIS ([www.postgis.org](http://www.postgis.org)). Aplikácia PostGIS slúži na zabezpečenie podpory pre špecifické geografické dáta v databáze PostgreSQL. Rozširuje teda možnosti PostgreSQL serveru tak, aby ho bolo možné využívať ako priestorovú databázu pre GIS a pridáva množstvo pokročilých funkcií pre analýzu priestorových objektov. Geografické dáta uložené v systéme PostGIS je možné jednoducho editovať, ukladať alebo exportovať do viacerých formátov. Môžu byť využívané množstvom desktopových komerčných i open-source GIS systémov a tiež mapovými webaplikáciami prostredníctvom UMN Mapservera alebo GeoServera (Neteler a Mitasova, 2004).

O samotné publikovanie geografických dát na internete sa stará ďalšia open-source aplikácia, mapový server UMN MapServer ([www.mapserver.org](http://www.mapserver.org)). Prostredníctvom webového servera prijíma požiadavku používateľa a vytvára výstup v podobe obrázku pre samotný obsah mapy, legendy, mierku a podobne. Samotný mapový server je vo svojom základe programom CGI, no môže byť rozšírený aj o aplikáciu MapScript, ktorá umožňuje programovať aplikačné programové rozhranie

MapServeru v rôznych skriptovacích jazykoch (napr. Python, PP, Perl a iných), čo rozširuje možnosti dynamických výstupov mapového servera.

Vizualizačnú zložku systému Gisplan má na starosti webová aplikácia. Jej základom je technológia OpenLayers ([www.openlayers.org](http://www.openlayers.org)), čo je vlastne JavaScriptová knižnica, ktorá zabezpečuje zobrazenie mapových dát vo väčšine súčasných webových prehliadačov (napr. Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome a iné). Podobne ako v Google Maps, aj OpenLayers poskytuje aplikačné programové rozhranie (API), ktoré umožňuje integrovať ovládacie prvky a funkcie OpenLayers do vlastnej webovej aplikácie.



Obr. 3 Základné používateľské rozhranie systému Gisplan (<http://mapa-presov.gisplan.sk/mapa/>)

Webová aplikácia systému Gisplan môže byť pre používateľov prístupná vo verejnom aj verejnom rozhraní. Jej výhodou je ľahké a intuitívne ovládanie, nevyžadujú sa takmer žiadne odborné znalosti a nemá ani špeciálne nároky na výkon počítača na strane klienta. Používatelia na prístup k aplikácii a dátam potrebujú len internet a bežný webový prehliadač.

Zaujímavým aspektom prevádzkovania systému Gisplan je, že je poskytovaný ako komplexná softvérová služba na báze GIS hostingu a Cloud Computingu, čo znamená, že vlastníci dát neza-



bezpečuje fyzicky u seba prevádzku celého systému, ale táto je z hardvérovej a softvérovej stránky zabezpečovaná ako komplexná služba. Z hľadiska prevádzkovania systému v sieťovom prostredí je to veľmi ekonomické a efektívne riešenie. Svojím otvoreným a flexibilným riešením odstraňuje bariéry využívania GIS technológií plynúcich z používateľskej náročnosti mnohých desktopových GIS-ov, umožňuje zobrazovanie rastrových a aj vektorových dát, poskytuje štandardné funkcie a nástroje pre ich využívanie (napr. výber vrstiev, zmeny mierky zobrazenia, vyhľadávanie, identifikácia a zobrazenie atribútových dát, meranie vzdialeností a plôch, vkladanie bodov, tvorba tlačových výstupov). Na strane správcu poskytuje jednoduché a prehľadné webové správcové rozhranie. Celkové riešenie je preto veľmi flexibilné, škálovateľné pre rôzne typy a množstvo dát.

Z obsahového hľadiska Gisplan nie je špecificky limitovaný, ale vzhľadom na doterajšiu orientáciu najmä na obecné samosprávy poskytuje najmä základné údaje o území v podobe ortofotomáp z rôznych časových období, čo umožňuje lepšie sledovať dynamiku zmien v zastavanom území. Jeho dôležitou súčasťou sú tiež katastrálne mapy a ich výstupy (napr. parcely vo vlastníctve mesta), adresy, budovy, uličné systémy, územné členenia ako aj špecializované mapové podklady napr. pre potreby mestskej polície, správy mestskej zelene, komunikácií a podobne.



Obr. 4 Gisplan do vrecka umožňuje využívať mobilné GIS technológie priamo na displeji mobilného telefónu vybaveného prijímačom GPS

## Záver

Mimoriadny technologický rozvoj v poslednom období priniesol obrovské možnosti aj pre aplikáciu geopriestorových technológií na internete. Mapové servery ako Google Maps a Google Earth sa v posledných rokoch stali lídrami vo webových mapových službách. Predstavujú ďalší stupeň v prirodzenom vývoji geopriestorových technológií a spôsobe komunikácie geografickej informácie. Základnou zmenou oproti minulosti je, že geografická informácia sa neposkytuje v papierovej, statickej, často už aj časovo zastaranej podobe, ale je k dispozícii vďaka internetu a sieťovej infraštruktúre kdekoľvek a na rôznych platformách. Nie sú to len klasické osobné počítače, ale aj mobilné technológie.

Významnou zmenou v spôsobe tvorby online máp je aj interaktivita komunikácie, používateľ môže aktívne upravovať rozsah a spôsob prezentovanej geografickej informácie a dokonca aj doplniť vlastné dáta. Rozvoj kolaboratívneho mapovania a konceptu Wiki pri tvorbe online máp ovplyvní rozvoj nových mapovacích techník, tvorbu a využitie dynamických a interaktívnych máp v budúcnosti. Nahradí klasickú podobu statických, papierových kartografických diel ako sme ich poznali doteraz a v spojení s technológiou GPS prinesie geografické informácie v digitálnej, multimediálnej podobe pre širokú verejnosť ako bežnú súčasť života.

Dôležité miesto vo vývoji nových technologických a obsahových riešení zaujíma koncept slobodného (open-source) softvéru a informácií. Na príklade webového systému Gisplan sme ukázali,

že aj open-source technológie nie sú určené len pre verejný sektor, ale môžu byť aj komerčne zaujímavé. Jednou z oblastí neseného informačného obsahu aplikácií mapových serverov, ako sú Google Maps/Google Earth, Wikimapia a iných, je možnosť vyhľadávania firiem, zariadení podľa adresy. Mnohé firmy ponúkajú svoje produkty a služby na internete, avšak v informačnom zahltení celosvetovej siete vplyv týchto informácií sa stráca. Využitie technológie mapových serverov prináša možnosť tvorby polohovo orientovanej ponuky firiem. V určitých lokalitách a regiónoch môže byť potreba a záujem trhu odlišný ako v iných regiónoch. Nemenej významným faktorom je dostupnosť technológie nielen na desktop platforme, ale najmä na mobilnej platforme (PDA, smartfóny a pod.), čo umožňuje pružne reagovať na aktuálnu polohu zákazníka.

Prienik týchto technológií do bežného spotrebiteľského segmentu, integrácia webových mapových služieb s technológiou mobilných telefónov vybavených prijímačom signálu GPS vytvára nové možnosti pre rozvoj lokalizačných služieb, spôsobu prezentácie obcí, regiónov alebo ponuky služieb a tovarov firmami. Tento technologický vývoj zároveň vytvára dobré podmienky pre ďalší rozvoj geopriestorových technológií a ich aplikácií.

**Pod'akovanie:** Príspevok je súčasťou riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0272/12.

### Literatúra

- ČERBA, O. (2009). Google Earth a tematické mapy. *Kartografické listy* 17, pp. 31-40.
- HOFIERKA, J. (2003). *Geografické informačné systémy a diaľkový prieskum Zeme*. Vysokoškolské učebné texty. Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity, Prešov.
- HOFIERKA, J. (2011). Nové možnosti komunikácie geografickej informácie pomocou geopriestorovej internetovej technológie Google Maps a Google Earth. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis. Prírodné vedy, Folia Geographica* 17, pp. 100-108.
- HOFIERKA, J. (2010). Geopriestorové a kartografické technológie v regionálnom rozvoji. In: MICHAELI, E., MATLOVIČ, R., IŠTOK, R. (eds.): *Regionálny rozvoj a regionálne politika pre geografov*. Vysokoškolská učebnica. Prešovská univerzita v Prešove, Prešov, pp. 225-292.
- HOFIERKA, J., KAŇUK, J. (2010). Aplikácie 3D modelov miest v geografickom výskume. *Geographia Cassoviensis* IV, 1/2010, pp. 69-72.
- HOFIERKA, J., MIČANÍK, R. (2011). Využitie open-source technológií pri vývoji a aplikácii webových GIS riešení na príklade systému Gisplan. *Zborník príspevkov medzinárodnej konferencie OSSConf 2011 - Otvorený softvér vo vzdelávaní, výskume a v IT riešeníach*, 6.7.-9.7.2011, Žilina, pp. 143-150.
- LACKO, L. (2008). *Ajax. Hotová řešení*. Computer Press, a.s., Brno.
- LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J., RHIND, D. W. (1999). *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. John Wiley & Sons
- LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J., RHIND, D. W. (2005). *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons.
- MIČANÍK, R., ČURA, J., HOFIERKA, J. (2012). Nástroje na spracovanie geografických informácií v obecných samosprávach na Slovensku. *Zborník konferencie GIS Ostrava 2012. Současné výzvy geoinformatiky*. 23.-25.1.2012. Ostrava, Česká republika. V tlači.
- MITÁŠOVÁ, H., HOFIERKA, J. (2003). Impact of new mapping technologies on the communication of geospatial information. *Kartografické listy* 11, pp. 53-61.
- NETELER, M., MITASOVA, H. (2004). *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach*, Kluwer Academic Publishers, Boston
- PAVLÍČKO, P. (2007). *Integrácia, distribuované využitie a vizualizácia geografických informácií v prostredí Internetu*. Doktorandská dizertačná práca. Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Bratislava.
- SHEKHAR, S., XIONG, H. (2008). *Encyclopedia of GIS*. Springer.
- WILSON, J. P., FOTHERINGHAM, A. S. (2008). *The Handbook of Geographic Information Science*. Blackwell Publishing.

## **S u m m a r y**

### **Geospatial internet technologies for communication of geographic information**

Over the last few decades geographic information systems (GIS) have been strongly influenced by developments in rapidly changing information technologies. Geographic information systems have transformed from mainframe and desktop systems to a network-based technology. The most recent development in this area is represented by web mapping applications, like Google Maps/Google Earth, Wikimapia, OpenStreetMap and others. These web-based mapping applications provide online mapping features based on the street maps, orthophotomaps and terrain maps supplemented by various multimedia and location-based features such as photographs, videos, webcams, wikipedia links or tracking capabilities.

In this paper we summarize major technological aspects of the current map servers. The client-server model is being used with slight differences mainly on the client side (thin vs. thick client). The data interoperability is backed by the Open Geospatial Consortium standards (WMS, WFS, WCS and WPS). Among frequently used favorite map servers are Google Maps/Google Earth and Wikimapia applications. Both applications provide online mapping features based on the street maps, orthophotomaps and terrain maps supplemented by various multimedia, location-based features such as photographs, videos, webcams, wikipedia links or panoramic views. Moreover, Google Earth provides new powerful 3-D visualization capabilities supported by a growing amount of 3-D data for urban areas. Main benefit of this technology is a fast access to an ever increasing amount of location-based data, a flexible approach to integration of the maps and functionality of the technology to users's own web site and web mapping applications via application programming interface (API).

The concept of collaborative mapping becomes increasingly popular among web mapping services (Wikimapia, OpenStreetMap and some parts of the Google Maps and Google Earth spatial databases). This also contributes to the richer and frequently updated content of many online maps and also development of new online mapping features. The geospatial internet technology also brings huge new possibilities for location-based services, marketing activities for geographic sites, regions and organizations operating over large areas.

Fig. 1 The Google Earth application is used for 3-D visualization and multimedia content (part of the city of Paris around the tower of Eiffel is shown)

Fig. 2 The application of the Google Maps application programming interface in the PVGIS online photovoltaic potential estimation tool for the selected location

Fig. 3 Basic user interface of the Gisplan system (<http://mapa-presov.gisplan.sk/mapa/>)

Fig. 4 Pocket Gisplan enables the use of mobile GIS technologies directly on the display of the mobile phone containing a GPS receiver

## **Recenzoval:**