

NÁSTROJE NA PODPORU MOBILNEJ INTERAKTÍVNEJ GEOGRAFICKEJ KOMUNIKÁCIE

Eva Mičietová, Gabriel Petříček*

* Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra kartografie, geoinformatiky
a diaľkového prieskumu Zeme, Mlynská dolina, pavilón G, 842 15 Bratislava,
Eva.Micietova@fns.uniba.sk, gpetricek@gmail.com

Tools supporting mobile interactive geographical communication

Tools for mobile spatial management ensure collection, visualization, spatial analysis and spatial decision-making for a wide range of users in the state administration and crisis management. Mobile spatial management is implemented by applications in mobile devices – with mobile map client and server applications using thin map clients supporting communication with mobile devices. At present, the development of mobile applications focuses on mobile communications with interactive mapping resources with the possibility of viewing and editing the geometry topics and geographical objects.

The paper evaluates the selected instruments used – mobile mapping clients and their communication with the mapping resources which are distributed on the Internet in the form of map information services. The paper presents newly developed instruments: thin map client (TMK) tool for interactive mapping of waste according to the national waste object catalogue supporting a transactional web feature service; and hybrid mobile map client (HMK) for Android platform – tool for integration of web map and web feature services, and object query of them.

Key words: WFS mobile client, thin WFS-T map client, mobile GIS, OGC map services, mobile spatial management, mobile waste mapping

ÚVOD

Prístup ku geografickým informáciám, geografickým informačným systémom a geografickým informačným službám umožňujú nástroje na podporu mobilnej interaktívnej geografickej komunikácie. Realizujú prístupnenie a spracovanie uvedených geografických informačných zdrojov v reálnom čase pre veľké množstvo paralelných používateľov. Tejto požiadavke sa od roku 2009 prispôsobuje výskum a vývoj informačných a geoinformačných technológií, ktorý sa orientuje na „cloud computing“ – architektúru, ktorá zabezpečuje poskytovanie informačných služieb alebo programov uložených na serveroch na internete, pričom používatelia k službám pristupujú paralelne na požiadanie pomocou webového prehliadača a môžu služby používať na desktope aj mobilnej platforme z ľubovoľného miesta. Priestorový „cloud computing“ – Spatial Cloud Computing (SCC, SC2) predstavuje novú paradigmu pre geografické informačné služby (Williams 2010). Empirický a metodologický význam SC2 v geografickej informačnej vede vidia Yang et al. (2011) v interoperabilnom nasadení modelov na vyhľadávanie, prístupnenie a využitie geografických informácií, geografických aplikácií, inštrumentálnych nástrojov na ich vývoj, šírenie a paralelné využívanie na internete aj na výskum a zintenzívnenie spoločenského dosahu. SC2 predstavuje technologický rámec interoperability uvedených modelov.

Mobilná interaktívna geografická komunikácia využíva zdroje a platformu priestorových informačných infraštruktúr (PII). Platformu komunikácie špecifikuje (ORM 2011) pomocou pojmov a ich implementačných špecifikácií. Integráciu architektúr PII a SC2 modeluje (Schaffer et al. 2010), jej implementácia je v štádiu testovania. V tejto architektúre na strane používateľa operujú aplikácie na vyžiadanie geografických informačných služieb, na strane poskytovateľa servery a databázy a na strane „cloudu“ – služby na poskytovanie softvéru, vývojárskych nástrojov, platformy a infraštruktúry (internet alebo intranet).

Mobilné informačné technológie – mobilné telefóny, smartfóny, tablety a špecializované technológie mobilných geografických informačných systémov, ktoré využívajú služby globálnych navigačných satelitných systémov na získanie informácií o polohe, sú významným konzumentom webových služieb, geografických informačných služieb a mobilných GIS aplikácií (Rapant a Vojtek 2009, Fernando et al. 2010, Kamínek a Klimánek 2010). V rámci architektúr PII a SC2 operujú na strane používateľov a v súčasnosti zabezpečujú najmä mobilný zber údajov, navigáciu a interaktívne zobrazenie verejných globálnych mapových zdrojov na webe. Poskytovatelia mobilných technológií v súčinnosti s poskytovateľmi geoinformačných technológií distribuujú verejné mobilné aplikácie, ktoré v súčasnosti umožňujú interaktívnu vizualizáciu, čiastočne dopytovanie a spájanie distribuovaných webových mapových vrstiev.

Mobilné priestorové riadenie, vytváranie nástrojov sociálneho dosahu a používateľskej odpovede interaktívnej geografickej komunikácie na uvedených platformách PII a SC2 však kladú širšie požiadavky na ďalšie mapové zdroje, ale hlavne na dostupnosť aplikácií na ich integráciu, objektové dopytovanie a spoluvytváranie s možnosťou mobilného verejného priameho záznamu polohových a tematických údajov do vzdialených geografických databáz. Túto funkcionálnosť môžu poskytovať aj mobilné technológie bez prívlastku geoinformačné, ak je verejne dostupná serverová webová aplikácia konfigurovaná pre mobilné zariadenia a pre mobilné webové prehliadače, ktorá podporuje transakčné operácie so vzdialenou geografickou databázou. Vývojom nástrojov pre mobilné zariadenia s touto funkcionálnosťou sa zaoberá viacero projektov. Významný spoločenský dosah na priestorové riadenie prináša nová verejná aplikácia *TrashOut* na interaktívnu lokalizáciu odpadov (Vodička 2012), ako aj riešenia krízového manažmentu (Charvát et al. 2007).

V tomto príspevku prezentujeme existujúce a nové mobilné nástroje s podporou OGC štandardov interoperability geografických informácií. Cieľom príspevku je a) testovanie voľne dostupných mobilných mapových aplikácií na aktuálnych mobilných platformách, b) vývoj serverovej webovej aplikácie, ku ktorej bude používateľ mobilného zariadenia pristupovať cez prehliadač a ktorá bude vykonávať transakčné operácie vo vzdialenej geografickej báze údajov, c) vývoj mobilnej aplikácie pre aktuálnu mobilnú platformu, ktorá bude vykonávať novú funkcionálnosť – objektové dopytovanie (filtrovanie) vlastností geografických prvkov vo viacerých vzdialených geografických databázach, d) realizácia prípadovej štúdie s aplikáciou vyvinutých nástrojov na paralelné mobilné mapovanie a mobilné objektové dopytovanie mapovaných odpadov.

V nasledujúcich častiach príspevku je prezentovaný metodický rámec interoperability pomocou OGC štandardov geografických informačných služieb

v priestorových informačných infraštruktúrach. Vyhodnotené sú existujúce mobilné nástroje klient-server architektúry a ich aktuálnosť, špecifikovaný je experiment a prípadová štúdia na dokumentovanie výsledkov v zmysle vyššie deklarovaných cieľov. Diskutovaný je význam prezentovaných výsledkov v kontexte súčasných technologických trendov a ich empirický a metodologický dosah.

GEOGRAFICKÁ INTEROPERABILITA A PRIESTOROVÉ INFORMAČNÉ INFRAŠTRUKTÚRY

Nástroje interaktívnej geografickej komunikácie operujú v rámci PII na základe pravidiel, ktoré stanovili konzorciá – OGC (Open Geospatial Consortium), World Wide Web Consortium (W3C), Medzinárodná štandardizačná organizácia (ISO TC 211) a národné štandardizačné organizácie. Smernica INSPIRE (Inspire 2007) definuje pojem PII: „*Infraštruktúra pre priestorové informácie*“ sú *metaúdaje, súbory priestorových údajov a služby priestorových údajov; sieťové služby a technológie; dohody o zdieľaní, prístupe a využívaní; a koordinačné a monitorovacie mechanizmy, procesy a postupy zriadené, prevádzkované alebo sprístupnené v súlade s touto smernicou*“. Význam PII pre geopriestorové komunity špecifikuje Yang et al. (2010): PII umožňuje využívanie geopriestorových princípov, funkcií a údajov pomocou aplikácií v rôznych vedeckých oblastiach a mení spôsob, v ktorom geopriestorová komunita riadi ich produkciu, využitie, vývoj, výskum a vzdelávanie. Budúcnosť PII je podľa tohto zdroja súčasťou geopriestorovej kyberinfraštruktúry, ktorej realizáciu charakterizuje séria stratégií: a) identifikácia geopriestorových problémov vo vedách a aplikáciách, b) analýza informačných tokov od údajov k informáciám, c) zjednotenie sémantického webu so zameraním na tvorbu poznatkov, d) vývoj softvérových nástrojov geopriestorového middleware¹, e) sprístupnenie vedy verejnosti, f) urýchlenie SC2 a g) stanovenie spoločných výskumných priorít geopriestorovej komunity.

Vývoj softvérových nástrojov na realizáciu geografických informačných služieb v PII reflektuje špecifikácie informačných služieb OWS (OGC Web Services)² a implementuje ich vo forme technických štandardov. Ciele a výstupy príspevku boli realizované s podporou špecifikácií mapových služieb Web Map Service (WMS), Geography Markup Language (GML) a Web Feature Service (WFS, WFS-T).

WMS (WMS 2006) vytvára mapy priestorových údajov dynamicky. Mapa je definovaná ako digitálny obraz vhodný na zobrazenie na obrazovke počítača. Mapa nepodporuje objektový prístup k získaniu geografických informácií. WMS služby generujú mapy v rastrových alebo vektorových formátoch³. WMS služba vykonáva tri operácie: poskytnutie metaúdajov o službe (GetCapabi-

¹ Geopriestorový middleware je softvér, ktorý zabezpečuje klient – server komunikáciu – sprístupnenie, zobrazenie, dopytovanie, kombinovanie a zmenu obsahu vzdialených mapových zdrojov, distribuovaných rôznymi mapovými servermi.

² Najvýznamnejšie OWS služby sú: Catalogue Service (CS-W), Web Feature Service (WFS, WFS-T), Web Coverage Service (WCS), Web Map Service (WMS), Web Processing service (WPS), OGC Location Services (OpenLS), Geo Digital Rights Management (GeoDRM), Geo-Decision Support Services (GeoDSS) a ďalšie.

³ Podporované sú rastrové formáty PNG, GIF alebo JPEG a vektorové formáty Scalable Vector Graphics (SVG) alebo Web Computer Graphics Metafile (WebCGM).

lities), poskytnutie polohovo lokalizovanej mapy (GetMap) a poskytnutie informácií o geografických prvkoch v mape (GetFeatureInfo). WMS služba je v prostredí webu lokalizovaná na URL (Uniform Resource Locator) adrese.

GML (GML 2012) je OGC štandard na definovanie geografických objektov, ktorý aplikuje kódovanie XML (Extensible Markup Language). Podporuje profil na definovanie 0D-2D geometrií geografických objektov. Umožňuje ukladať, prenášať, spracovať a transformovať geografickú informáciu o geografických objektoch – geometriu a tematické vlastnosti.

WFS (WFS 2010) umožňuje vkladanie, zmenu, vymazanie, uzamknutie a vyhľadávanie – dopytovanie geografických objektov a ich vlastností v geografickej báze údajov na serveri. Podmienkou je GML kódovanie objektov. WFS má implementované nasledovné operácie: GetCapabilities (poskytuje metaúdaje o funkcionalite služby), DescribeFeatureType (popisuje zoznam objektov a atribútov danej triedy objektov), GetFeature (realizuje získanie údajov o polohe a tematických atribútoch objektov v rámci triedy objektov), GetGMLObject (údaje o objekte poskytuje na základe identifikátora GML kódu objektu), Transaction (realizuje požiadavku na vytvorenie, zmenu alebo vymazanie geografického objektu), LockFeature (zamkne vykonanie požiadavky na vybrané inštancie geografických objektov). WFS služba je v prostredí webu lokalizovaná na URL adrese.

Interaktívna geografická komunikácia s využitím OGC webových služieb uplatňuje model klient – server. Odosielanie požiadaviek zabezpečujú počítačové aplikácie – klienti, prijímanie a vykonávanie požiadaviek na strane servera realizujú aplikácie webový server, mapový server, geografický informačný systém (GIS) a geografická база údajov. Na strane servera sa uplatňujú rôzne počítačové platformy prevažne s operačnými systémami Linux, Mac OS X, Microsoft Windows, OS/2, Solaris, Unix, Google Chrome OS a ďalšími (CP 2012). K operačným systémom sa viažu aplikácie webových serverov, mapových serverov, GIS a geografické databázové systémy. Prehľad webových serverov vo vzťahu k operačným systémom poskytuje CWS (2012). V súčasnosti proprietárne geoinformačné technológie⁴ využívajú prevažne aplikáciu webového servera Internet Information Services (IIS). Geoinformačné open source technológie preferujú platformy OS Linux/Windows a webový server Apache. Na platforme Windows s webovým serverom Apache bola realizovaná prípadová štúdia tejto práce. Aplikované boli geoinformačné technológie: PostGIS s objektovo-relačnou databázou PostgreSQL a mapový server GeoServer.

KLIENTI INTERAKTÍVNEJ GEOGRAFICKEJ KOMUNIKÁCIE A MOBILNÉ PLATFORMY

Sprístupnenie geografických informačných zdrojov v sieti internet zabezpečujú používateľom klientske aplikácie. Hrubý a hybridný klient sú aplikácie lo-

⁴ Proprietárny softvér má licenciu výhradného práva na šírenie softvéru držiteľom licencie. Komplementárny termín je voľne dostupný softvér. Proprietárne geoinformačné technológie sú ArcGIS s mapovým serverom ArcGIS server, Geomedia s mapovým serverom GeoMedia WebMap ap. Open source majú geoinformačné technológie GRASS GIS, Quantum GIS, PostGIS s objektovo-relačnou databázou PostgreSQL, mapové servery MapServer a GeoServer, a p.

kalizované na platforme personálneho počítača alebo na mobilnej platforme: desktop GIS, mobilný GIS a aplikácie, alebo prehliadače s podporou konektivity ma OWS. Tenký klient je webová aplikácia s podporou konektivity na OWS, lokalizovaná na strane servera a používateľ k nej pristupuje v počítačovej sieti spravidla cez prehliadač príslušnej platformy.

V tejto práci prezentujeme mobilnú platformu, mobilných hybridných klientov s podporou konektivity na WFS a tenkých klientov, konfigurovaných pre ich použitie na mobilnej platforme s podporou transakcií (WFS-T). Požadovaná konektivita je podmienkou interaktívnej mobilnej geografickej komunikácie pre funkcie objektového dopytovania (filtrovanie) a spoluvytváranie obsahu s možnosťou mobilného verejného priameho záznamu polohových a tematických údajov do vzdialených geografických databáz.

V súčasnosti je dostupné veľké množstvo mobilných mapových aplikácií, ako aj mobilných platforiem pre ich implementáciu. Realizácia aktuálneho kvalifikovaného experimentu preto nevyhnutne vyžaduje aktuálnu mobilnú aplikáciu na aktuálnej mobilnej platforme. Na vykonanie aktuálneho experimentu v tejto oblasti je teda potrebné realizovať prehľad a charakteristiky konektivity mobilných GIS a hybridných mobilných klientov, ktoré poskytujú zdroj (GMC 2012). Zatiaľ čo WMS konektivita je implementovaná v aplikáciách bežne, WFS konektivitu vykazuje v súčasnosti podľa tohto zdroja jedna aplikácia – gvSIG Mobile 1.0 alpha, ktorej implementácia je určená pre operačný systém Windows Mobile (WM 2012).

Platformy mobilných technológií (hardvér, operačný systém a nástroje na vývoj aplikácií) sa neustále zdokonaľujú. Nielen profesionálne mobilné technológie určené pre geodetické a geografické aplikácie, ale hlavne mobilné zariadenia určené verejnosti majú významný potenciál vytvárania a využívania geografických informačných zdrojov. Mobilné zariadenia typu „feature phone“, smartfón a tablet, sú vybavené operačným systémom, obsahujú moduly na lokalizáciu, navigáciu, na podporu internetovej komunikácie a multimédií a hlavne umožňujú operatívnu inštaláciu voľne dostupných mobilných aplikácií s možnosťou interaktívnej komunikácie v grafickom režime. Aktuálnosť nasadenia jednotlivých mobilných platforiem pravidelne hodnotí a prezentuje zdroj (MIME 2012). Výsledky prieskumu z júna 2012 poukazujú na dominanciu platformy Android – 49 %, za ktorou nasledujú iOS – 33 %, BlackBerry OS – 14 %, Windows mobile – 3 % a Symbian – 1 %. S tým súvisí aj trend vo vývoji mobilných aplikácií. Podľa toho istého zdroja je zastúpenie mobilných aplikácií na jednotlivých platformách nasledovné: Android 49 %, iOS 41 %, BlackBerry OS 8 % a ostatné 2 %.

Na základe uvedeného prehľadu typov a vlastností mobilných GIS a hybridných klientov, ako aj z hodnotenia nasadenia mobilných platforiem a trendov vývoja mobilných aplikácií možno konštatovať aktuálnosť orientácie mobilnej geografickej komunikácie na platformu Android (AD 2012) a aktuálnosť vývoja mobilných klientov s podporou WFS služby na tejto platforme. Pre dosiahnutie deklarovaných cieľov boli realizované nasledovné experimenty:

- analýza voľne dostupných mapových aplikácií s WMS konektivitou na rôznych mobilných platformách,

– vývoj serverovej webovej aplikácie s konektivitou transakčnej služby WFS-T na platforme operačného systému Windows s webovým serverom Apache, mapovým serverom GeoServer, geografickým informačným systémom PostGis a geografickou databázou PostgreSQL, a s podporou platformy Android (platformy 2.3.5 – Gingerbread a 4.0.3 – Ice Cream Sandwich),

– vývoj mobilnej aplikácie pre uvedené platformy Android s konektivitou mapových služieb WMS a WFS,

– realizácia prípadovej štúdie s aplikáciou vyvinutých nástrojov na paralelné mobilné mapovanie a mobilné objektové dopytovanie mapovaných objektov odpadov podľa národného štandardu katalógu objektov odpadov (SAZP 2012) pre obec (mestskú časť) Podunajské Biskupice; prezentované riešenie bolo vyvinuté nezávisle od projektu TrashOut, ktorý neimplementoval funkcionality OGC mapových služieb WMS, WFS a ne deklaroval údajový model odpadov podľa národného štandardu,

– prezentácia funkcionality tenkého mapového a hybridného mobilného klienta na rôznych zariadeniach a na rôznych aplikáciách mobilných prehliadačov.

ANALÝZA VOLNE DOSTUPNÝCH MAPOVÝCH APLIKÁCIÍ NA RÔZNYCH MOBILNÝCH PLATFORMÁCH

Hodnotenie sa uskutočnilo na mobilných platformách Windows Mobile 6.0, Symbian S60, Android 2.3.5. A 4.0.3. Analyzovala sa WMS konektivita mobilných mapových aplikácií⁵ vo vzťahu k rôznym serverovým platformám – Mapserver, GeoServer, GeomediaWebMap, ArcGIS server. Výsledky hodnotenia sú v tabuľke 1.

Všetky analyzované mobilné aplikácie na platforme Symbian sa vyznačovali konektivitou WMS pomocou požiadavky *GetCapabilities* alebo *GetMap*. Na zobrazenie máp bolo potrebné určiť v URL adrese parametre *Request a Service*, ktoré definujú typ požiadavky na mapový server a typ webovej mapovej služby. Pri určení požiadavky *GetMap* bolo potrebné stanoviť aj typ údajů z webovej

⁵ Testovali sa mobilné mapové aplikácie, ktoré deklarovali konektivitu na WMS mapové služby: JVN Mobile GIS 1.0.4 (Khanh 2008), WMS Browser 3.9.8 (Vijlbrieff 2006), ArcPad 7.0.1 (ESRI 2009), gvSIG Mobile 0.2 (Carrera 2010), GvSIC Mini Maps v.1.2.3 (GVMN 2012), ArcGIS 2.0 (AGA 2012) a Locus Free (LF 2012). Zoznam URL adries mapových serverov, ktoré boli aplikované pri testovaní WMS konektivity mobilných aplikácií:

GeomediaWebMap:

http://158.195.46.74/NIPI_PRIFUK/wms3.asp,

<http://mapserver.geonet.sk/WMSKLIENT/mapy/SPH/wms.asp>,

<http://mapserver.geonet.sk/WMSZVOLEN/wms.asp>

ArcGisServer:

<http://nipi.sazp.sk/arcgis/services/ng/rastre/MapServer/WMServer?>

http://mserver.geology.sk:8399/arcgis/services/geology_wms/MapServer/WMServer/?

Mapserver:

http://www.geoportal.sk/cgi-bin/mapserv?map=/var/www/html/gp/wms_svm50.map&

http://www.geoportal.sk/cgi-bin/mapserv?map=/var/www/html/gp/wms_zbgis.map

Geoserver:

<http://gis.fns.uniba.sk/geoserver/odpady/wms>

mapovej služby, ktorý sa má znázorniť v mobilnom klientovi, poprípade aj parameter *Bbox*, v ktorom sa určia minimálne a maximálne hodnoty osí x a y. Bez daných parametrov nebolo možné zobrazit' dostupné vrstvy zo vzdialených mapových serverov. S mapovým serverom Geomedia Web Map v. 6.0 bola konektivita problematická. Príčiny neboli hlbšie analyzované. Na platforme operačného systému Windows mobile v.6, sa analyzovali dve mobilné GIS aplikácie; ArcPad 8 od spoločností ESRI a voľne dostupný gvSIG Mobile 0.2. Na rozdiel od mobilných GIS aplikácií bežiacich na platforme Symbian, ArcPad a gvSIG Mobile nevyžadovali špecifikovať niektoré parametre v URL adrese pre komunikáciu s mapovými servermi.

Tab. 1. Hodnotenie WMS konektivity mobilných mapových klientov podľa mapových serverov

Platforma	Mobilný klient	Konektivita:			
		1 – aktívna, 0 – neaktívna			
		1	2	3	4
Symbian	JVN Mobile GIS 1.0.4	1	1	0	1
	WMS Browser 3.9.8	1	1	0	1
	J2ME OGC WMS Client 1.1.0	1	1	0	1
Windows Mobile	ArcPad 7.0.1	1	0	0	0
	gvSIG Mobile 2.0	1	1	0	1
Android	GvSIC Mini Maps v.1.2.3	1*	1*	1*	1*
	ArcGIS 2.0	0	0	0	0
	Locus Free 2.5.3	1	1	1	1

1 – ArcGIS server, 2 – Mapserver, 3 – GWM, 4 – GeoServer . * Dlhá odozva pripájania.

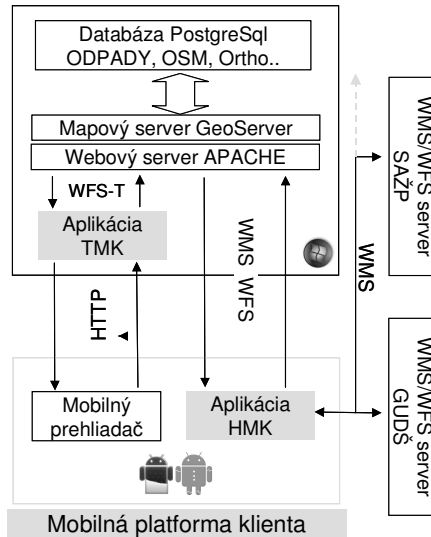
Na platforme Android boli hodnotené tri aplikácie. Výhodou GvSIG Mini Maps v.1.2.3. je dostupnosť zdrojového kódu, pripájanie mapových vrstiev WMS má dlhé odozvy s poruchami pripojenia. Pripojenie WMS vrstiev v aplikácii ArcGIS 2.0 nebolo úspešné. WFS konektivita aplikácie Locus Free 2.5.3. bola úspešná, zobrazenie mapových vrstiev na testovaných zariadeniach však bolo problematické – nezobrazovalo sa celé mapové okno.

Analýza WMS konektivity voľne dostupných mobilných aplikácií na viacerých platformách poukazuje na to, že aj keď testované nástroje deklarovali pripájanie WMS mapových vrstiev, realizácia ich pripojenia bola vo viacerých prípadoch problematická, pričom bolo vykonané testovanie mapovej služby, ktoré potvrdilo dodržiavanie štandardu WMS. Vývoj mobilných aplikácií pre platformy Android s konektivitou na OGC mapové služby je preto aktuálny, čo potvrdzuje aj každodenný nárast počtu voľne dostupných mapových aplikácií v zdrojoch (APP 2012).

ARCHITEKTÚRA REALIZOVANÝCH EXPERIMENTOV

Klient-server architektúra realizovaných experimentov je dokumentovaná na obr. 1. Platformu klienta predstavujú mobilné zariadenia s operačným systémom Android s dvomi verziami operačného systému. Komunikáciu mobilného

zariadenia so serverom realizujú dve aplikácie – hybridný mapový klient (HMK) a tenký mapový klient (TMK). Aplikácia HMK je implementovaná na mobilných zariadeniach. Aplikácia TMK je implementovaná na platforme webového servera (Apache/Windows).



Obr 1. Architektúra realizovaného experimentu

HMK posiela dva druhy požiadaviek: a) požiadavky WFS mapových služieb na mapový server GeoServer, ktorý poskytuje objekty (geometriu, tematické vlastnosti) požadovaných mapových vrstiev, b) požiadavky WMS mapových služieb na mapový server GeoServer alebo iné WMS mapové servery poskytujúce rastrové mapové vrstvy.

Aplikácia TMK je lokalizovaná na strane webového servera a je vyvolaná z mobilných zariadení cez URL adresu aplikácie pomocou mobilných prehliadačov (natívnych prehliadačov testovacích mobilných zariadení – Firefox, Opera mini a pod.)⁶. Aplikácia posiela požiadavku transakčnej mapovej služby WFS-T na vybranú triedu objektov geografickej databázy PostgreSQL. Mapový server GeoServer poskytuje objekty (geometriu a tematické vlastnosti) požadovaných typov geografických prvkov a realizuje transakcie – vytváranie, mazanie a zmenu objektov požadovaných typov geografických prvkov v geografickej databáze.

GEOGRAFICKÁ BÁZA PRIEMYSLOVÝCH A KOMUNÁLNYCH ODPADOV A MAPOVÝ SERVER

Aplikácie HMK a TMK môžu byť využité na interaktívne mapovanie a objektové dopytovanie geografických prvkov, ktoré sú definované a implemen-

⁶ Testovanie viacerých prehliadačov je nutné v dôsledku toho, že vývoj aplikácií – prehliadačov spravidla zaostáva za vývojom novších platforiem OS Andorid. V dôsledku toho môžu prehliadače určené pre nižšie platformy implementované na vyššej platforme OS generovať napríklad chybné zobrazenie prvkov webovej stránky.

tované v geografickej báze údajov. V tejto práci je funkcionalita aplikácií HMK a TMK prezentovaná na prípadovej štúdii – interaktívne mapovanie odpadov. Údajový model databázy odpadov bol definovaný podľa katalógu odpadov, ktorý ustanovuje vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 284/2001 (SAZP 2012). Hierarchickú štruktúru odpadov tvoria kategórie, druhy a typy odpadov. Jednotlivé úrovne hierarchie majú definované domény hodnôt, ktoré sú numericky hierarchicky kódované. Príklad hierarchie a kódovania pre jednu kategóriu je v tab. 2. Každá kategória odpadov predstavuje v geografickej databáze jednu triedu objektov. Štruktúra triedy objektov T1 (kategória 01 Odpady z geologického prieskumu) je v tab. 3.

Tab. 2. Hierarchické úrovne katalógu odpadov

Hierarchická úroveň	Kód a popis
Kategória odpadu	01 Odpady z geologického prieskumu
Druh odpadu	0101 Odpady z ťažby nerastov
Typ odpadu	01 01 01 Odpad z ťažby rudných nerastov 01 01 02 Odpad z ťažby nerudných nerastov

Tab. 3. Štruktúra tried objektov odpadov

Trieda objektov	Atribúty	Hodnoty atribútov
T1	Druh_skládky	0101 Odpady z ťažby nerastov ...
	Typ_skládky	01 01 01 Odpad z ťažby rudných nerastov 01 01 02 Odpad z ťažby nerudných nerastov ...
	Stav_skládky	0 Neznámy 5 Vo výstavbe 27 Uzatvorený 28 Prevádzkovaný 999 Iný
	Charakter_odpadu	N Nebezpečný O Ostatný
	Popis_skládky	Text

Údajový model odpadov je implementovaný v systéme PostgreSQL. Databáza obsahuje ďalšie doplnkové geografické prvky z databázy OSM (OSM 2011), hranicu katastrálneho územia Podunajských Biskupíc a digitálnu ortofotomapu obce. Mapový server GeoServer publikuje údaje z geografickej databázy vo forme mapových služieb WMS a WFS. Tieto Služby sú lokalizované na URL adresách na strane servera.⁷

⁷ Odpady WMS: <http://gis.fns.uniba.sk/geoserver/odpady/wms>
Odpady WFS: <http://gis.fns.uniba.sk/geoserver/odpady/wfs>

TENKÝ MAPOVÝ KLIENT NA INTERAKTÍVNE
MAPOVANIE ODPADOV

Tenký mapový klient s konektivitou WFS-T je webová aplikácia implementovaná na platforme webového servera Apache, ktorá je určená na interaktívne mapovanie skládok odpadov na modelovom území. Aplikáciu TMK tvorí HTML dokument a skripty v jazyku Javascript. Aplikované boli zdrojové kódy verejných knižníc Openlayers (*OpenLayers.js*), ExtJs (*ext-all.js*), GeoExt (*GeoExt_0.7.js*)⁸. Vyvinuté boli skripty: *hodnoty_odpadov.js* (definuje domény hodnôt druhov a typov odpadov), *pridavanie.js* (realizuje pripojenie mapových služieb WMS a WFS do tenkého klienta), *nahlasovanie.js* (mapovanie geometrie odpadov) a *funkcionalita_map_okna.js* (riadi funkcie mapového okna webovej aplikácie). Zdrojový kód aplikácie je lokalizovaný na verejne prístupnej URL adrese⁹. Funkcionalita bola analyzovaná na viacerých mobilných zariadeniach, platformách a prehliadačoch. Výsledok hodnotenia je v tab. 4. Na obr. 2 je mapové okno aplikácie TMK zobrazené na mobilnom zariadení Samsung Galaxy Tab 2 (Android 4.0.3 s prehliadač Opera Mobile 12.0.3).

Realizácia experimentu – aplikácia TMK – potvrdila funkcionality interaktívneho mobilného mapovania odpadov bez potreby špecializovaného geoinformačného nástroja na mobilnom zariadení. Potrebná je však kompatibilita prehliadačov a platformami operačného systému Android.

Tab. 4. Výsledok hodnotenia aplikácie TMK na vybraných mobilných platformách a prehliadačoch

Zariadenie a platforma	Prehliadač	Funkcionalita
Samsung Galaxy Tab 2, Android 4.0.3	Opera mobile 12.0.3	plná
	Firefox 10.0.5	*1
	Internet 4.0.3	*1
Samsung Galaxy S, Android 2.3.5	Firefox 10.0.5	plná

*1 problémy zobrazenia a funkcionality dotykového displeja na mobilnom zariadení

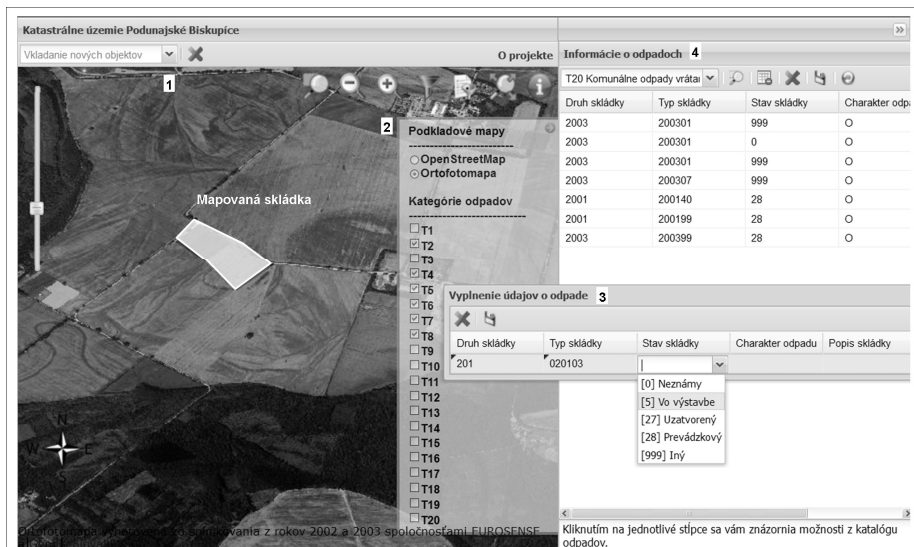
MOBILNÝ MAPOVÝ KLIENT NA OBJEKTOVÉ DOPYTOVANIE
MAPOVANÝCH ODPADOV

Mobilný mapový klient s konektivitou WFS je aplikácia implementovaná na platformách Android 2.3.5 a 4.0.3. Aplikácia je určená na interaktívne objektové dopytovanie, filtrovanie a zobrazenie geografických objektov a mapových vrstiev lokalizovaných v prostredí webu mapovými službami WFS a WMS na URL adresách. Na jej vývoj bol aplikovaný programovací rámec Flex, objektovo orientovaný jazyk ActionScript 3 a knižnica OpenScales, ktorá podporuje

⁸ *OpenLayers* (OL 2011) je knižnica pre zobrazovanie máp vo webovom prehliadači. Podporuje tvorbu geografických webových aplikácií. *ExtJS* (EXT 2012) je knižnica na definovanie prvkov používateľského rozhrania webovej aplikácie. *GeoExt* (GEXT 2012) obsahuje nástroje na definovanie štýlov zobrazenia geografických informácií. Všetky knižnice sú realizované v jazyku Javascript a majú licenciu voľne dostupného softvéru.

⁹ http://gis.fns.uniba.sk/projekty/tmk/TMK_ODPADY_WFST.html

OGC štandardy WMS a WFS¹⁰. Implementované boli tieto prvky knižnice – WMS, WFS, dynamické dopytovanie tematických atribútov, zobrazovanie súradníc v mapovom okne, nastavenie zobrazenia mapy v okne, dotykové ovládanie mapového okna, meranie dĺžok a plôch, pridávanie a odobranie mapových vrstiev, dynamická mierka, atď. Aplikácia HMK bola implementovaná v skompilovanej forme súboru .apk (android application package) na platformy Android 2.3.5 a 4.0.3. Mobilný klient má v sebe implementované URL adresy vybraných mapových zdrojov referenčných údajov Openstreetmap¹¹ a podporuje pripájanie a dopytovanie ďalších mapových služieb WFS a zobrazenie vrstiev WMS. Skompilovaná aplikácia je lokalizovaná na verejne dostupnej URL adrese¹². Výstup aplikácie na mobilnom zariadení Samsung Galaxy Tab 2 na obr. 3 dokumentuje mobilnú aplikáciu HMK.



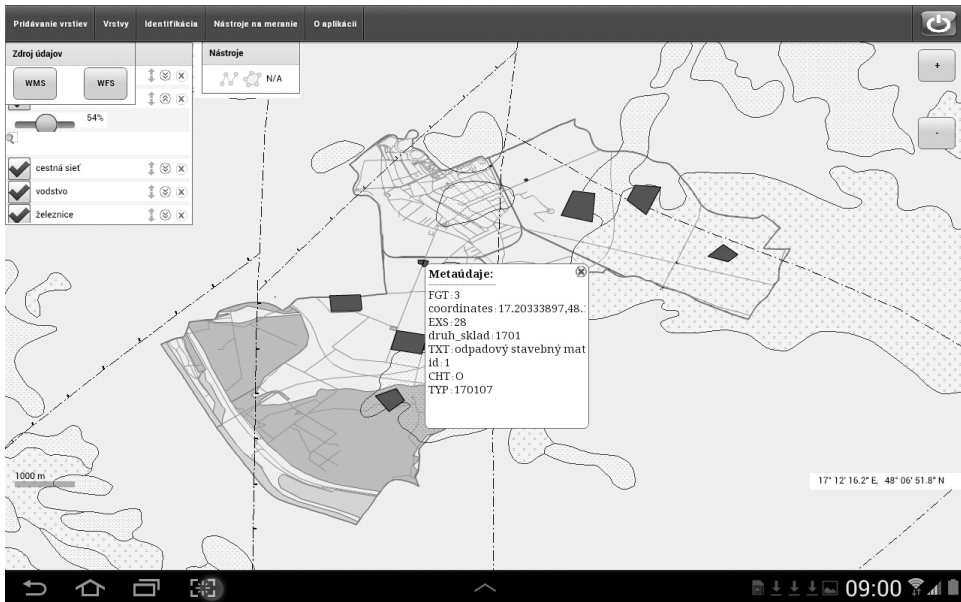
Obr. 2. Výstup aplikácie TMK na mobilnom zariadení Samsung Galaxy Tab 2 (Android 4.0.3, prehliadač Opera Mobile 12.0.3)

Funkcie aplikácie: 1 – pridávanie objektov, 2 – zobrazenie mapových vrstiev, 3 – editovanie atribútov odpadov, 4 – filtrovanie objektov odpadov

¹⁰ Flex (FLEX 2011) je programovací rámec na vývoj mobilných aplikácií pre Android, BlackBerry Tablet OS a iOS zariadenia a vývoj aplikácií pre desktop prehliadače. Na vývoj aplikácií používa objektovo orientovaný programovací jazyk *ActionScript 3* (AC 2006). *OpenScales* (OPS 2011) je programová knižnica napísaná v jazyku *ActionScript 3*, ktorá umožňuje vývoj webových mapových aplikácií na platforme Flex pre mobilné zariadenia, web a osobné počítače.

¹¹ Openstreetmap (OSM 2011) je otvorený projekt, ktorého cieľom je tvorba, zobrazenie a distribúcia voľných polohopisných geografických údajov. Podporuje údaje z prijímačov globálneho polohového systému.

¹² <http://gis.fns.uniba.sk/projekty/hmk/HMK-WFS.apk>



Obr. 3. Výstup aplikácie HMK na mobilnom zariadení Samsung Galaxy Tab 2
Mapové okno obsahuje integrované mapové vrstvy WMS (geologická mapa), WFS (odpady, OSM vrstvy) a objektové dopytovanie odpadov.

Realizácia experimentu – aplikácia HMK potvrdila možnosť pripájania a integráciu OGC externých mapových služieb WMS a WFS a objektové dopytovanie geografických prvkov mapových vrstiev WFS na mobilnom zariadení na platforme Android.

ZÁVER

Prezentovaná analýza a architektúra nástrojov na podporu mobilnej interaktívnej geografickej komunikácie jednoznačne preukazuje, že mobilný mapový klient HMK a tenký mapový klient TMK, ktorý je funkčný cez prehliadač mobilného zariadenia pripojeného na internet, predstavujú vzájomne sa dopĺňajúce nástroje na podporu mobilného priestorového riadenia. Realizujú interaktívnu mobilnú geografickú komunikáciu – funkcie objektového dopytovania (filtrovanie) a spoluvytváranie obsahu s možnosťou mobilného verejného priameho záznamu polohových a tematických údajov do vzdialených geografických databáz. Sú verejne dostupné na testovanie, vytváranie sociálneho dosahu a používateľskej odpovede. Aplikácia nástrojov bola prezentovaná v prípadovej štúdii mapovania úložisk odpadov na území obce. Nástroje sú prístupné verejnosti. Odborná verejnosť ich môže aplikovať na mapovanie odpadov podľa platných štandardov ich definície a neodborná verejnosť môže byť informovaná o metodike ohlasovacej povinnosti aplikáciou voľne dostupného nástroja na interaktívne mobilné mapovanie.

Verejne prístupný zdrojový kód aplikácie TMK umožňuje odbornej geografickej verejnosti jeho implementáciu a ďalší vývoj. Aplikácia HMK je verejne prístupná vo forme, ktorá umožňuje jej implementáciu pre široký okruh používateľov mobilných zariadení. Aplikácia je aktuálna z hľadiska platformy, pre ktorú je určená (Android), ako aj z hľadiska funkcionality (WFS konektivita). Umožňuje integráciu ďalších geografických informácií sprístupnených na internete pomocou WFS a WMS mapových služieb, má teda empirický dosah – získanie pridanej hodnoty z integrovaných mapových vrstiev v rámci PII SR a mapovaných odpadov. Vizuálna interpretácia rizika lokalizácie odpadu vo vzťahu k podzemným vodám, obydliam, geologickému podložiu a pod. má metodologický význam pre skúmanie environmentálneho rizika.

Prezentovaná architektúra nástrojov na podporu mobilnej interaktívnej geografickej komunikácie bude predmetom ďalšieho výskumu a vývoja so zameraním na širšiu integráciu a reťazenie geografických informačných služieb v aplikáciách HMK a TMK. Experimentálna architektúra prezentovaná v tejto práci je implementovateľná po úpravách podľa požiadaviek možných koncových používateľov v rámci platformy SC2.

Príspevok vznikol s podporou projektu APVV – 0326-11.

LITERATÚRA

- AD (2012). *Platform versions*. Developer.android.com. Dostupné na: <http://developer.android.com/about/dashboards/index.html#Platform> (cit: 2012-07-07).
- AC (2006). *Actionscript. Macromedia*, Adobe Systems. Dostupné na: < <http://www.adobe.com/devnet/actionscript.html?promoid=DJGVO> > (cit: 2011-06-06).
- APP (2012). *Google play: Obchod aplikácií pre Android*. Google. Dostupné na: <https://play.google.com/store> <https://play.google.com/store> > (cit: 2012-07-07).
- AGA (2012). *ArcGIS for Android*. ESRI. Dostupné na: <<http://resources.arcgis.com/content/arcgis-android/sdk>> (cit: 2012-06-30).
- CARRERA, M. (2010). *gvSig Mobile 0.2*. ProDevelop. Dostupné na: <https://gvSIG.org/web/projects/gvsig-mobile/official/piloto-gvsig-mobile-0.2/> (cit: 2012-06-06).
- CP (2012). *Computing platform*. Wikipedia. Dostupné na: http://en.wikipedia.org/wiki/Computing_platform (cit: 2012-06-06).
- CWS (2012). *Comparison of web server software*. Wikipedia. Dostupné na: http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_web_servers (cit: 2012-06-06).
- ESRI (2009). *ArcPad 7.0.1 ArcGIS Desktop Tools*. ESRI. Dostupné na: <<http://www.esri.com/software/arcgis/arcpad>> (cit: 2012-06-06).
- EXT (2012). *Ext JS*. Sencha. Dostupné na: < www.sencha.com/products/js > (cit: 2012-06-06).
- FERNANDO, N., DIAS, D., WIJESEKARA, S. (2010). *A framework to develop location based services applications using OGC map services. Paper presented at the 5th International Conference on Information and Automation for Sustainability, Dec. 17 – 19. ICIAFs 2010*. Article number 5715717, pp. 521-526.
- FLEX (2011). *Adobe Flash Builder*. Adobe Systems. Dostupné na: www.adobe.com/products/flashbuilder (cit: 2011-09-22).
- GEXT (2012). *JavaScript Toolkit for Rich Web Mapping Applications*. The GeoExt Dev Team. Dostupné na: <http://geoext.org/developer/index.html#> (cit: 2012-04-05).
- GMC (2012). *GIS Mobile Comparison*. Wikipedia. Dostupné na: http://wiki.osgeo.org/wiki/GIS_Mobile_Comparison#gvSIG_Mobile (cit: 2012-06-06).

- GML (2012). *OGC® Geography Markup Language (GML) – Extended schemas and encoding rules*. Open Geospatial Consortium. Dostupné na: <http://www.opengeospatial.org/standards/gml> (cit: 2012-06-06).
- GVMN (2012). *gvSig mini 1.2*. ProDevelop. Dostupné na internete: <https://confluence.prodevelop.es/display/GVMN/Home> (cit: 2012-06-30).
- CHARVÁT, K., KOCÁB, M., KONEČNÝ, M., KUBÍČEK, P. (2007). *Geografická data v informační společnosti*. Zdíby (Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický).
- INSPIRE (2007). *Smernica o INSPIRE*. Európska únia. Dostupné na: <http://inspire.gov.sk/Upload/documents/smernica.pdf> (cit: 2012-06-06).
- KAMÍNEK, J., KLIMÁNEK, M. (2010). Mobile usage of digital geographical data in the Apple iPhone device. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 58(4), 89-96.
- KHANH, L. (2008). *Jvnmobilegis*. Google. Dostupné na: <http://code.google.com/p/jvnmobilegis/> (cit: 2012-06-06).
- LF (2012). *Locus Free*. Asamm Software, s. r. o. Dostupné na: <https://play.google.com/store/apps/details?id=menion.android.locus&hl=sk> (cit: 2012-08-08).
- MIME (2012). *June 2012 S.M.A.R.T.™ Report*. Millennialmedia. Dostupné na: <http://www.millennialmedia.com/mobile-intelligence/smart-report/> (cit: 2012-06-06).
- OL (2011). *OpenLayers: Free Maps for the Web*. The OpenLayers Dev Team. Dostupné na: <http://www.openlayers.org/> (cit: 2011-09-13).
- OPS (2011). *OpenScales*. The Openscales Developer Team. Dostupné na: <http://http://openscales.org/> (cit: 2011-06-06).
- ORM (2011). *OGC Reference Model (ORM)*. Open Geospatial Consortium Inc. P. 44. Dostupné na: <http://www.opengis.net/doc/orm/2.1> (cit: 2012-06-06).
- OSM (2011). *Planet OSM. OpenStreetMap*. Slobodná wiki-mapa sveta. Dostupné na: <http://planet.openstreetmap.org/> (cit: 2012-06-06).
- RAPANT, P., VOJTEK, D. (2009). Kudy kam a jak GIS a GPS / Mobilní geoinformační technologie. *Vesmír*, 88(139), 641-642.
- SAZP (2012). *Nový katalóg odpadov*. SAZP. Dostupné na: <http://www.sazp.sk/slovak/struktura/COH/oim/katalog/novy/index.htm> (cit.: 2012.06.06.).
- SCHAFFER, B., BARANSKI, B., FOERTER, T. (2010). Towards spatial data infrastructures in the Clouds. In Painho, M., Santos, M., Pundt, H., eds. *Geospatial Thinking, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Presented at The 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science, May 10 – 14, Guimarães, Portugal*. Berlin, Heidelberg (Verlag), pp. 399-418.
- VIILBRIEF, T. (2006). *WMS Browser 3.9*. Dostupné na: < <http://www.v7f.eu/> (cit: 2012-06-06).
- VODÍČKA, J. (2012). *O projekte TrashOut*. Dostupné na: <https://play.google.com/store/apps/details?id=me.trashout> <http://www.trashout.me/about> (cit: 2012-06-06).
- WFS (2010). *OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard*. Open Geospatial Consortium. Dostupné na: <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs> (cit: 2012-06-06).
- WILLIAMS, H. (2010). *Spatial Cloud Computing (SC2). White Paper. A New Paradigm for Geographic Information Services*. SKE. Dostupné na: <http://www.skeinc.com/pages/SC2/SC2%20White%20Paper%20November%202010.pdf> (cit: 2012-06-06).
- WM (2012). *Windows Mobile*. Wikipedia. Dostupné na: http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Mobile (cit: 2012-06-06).
- WMS (2006). *OpenGIS Web Map Service (WMS) Implementation Specification*. Open Geospatial Consortium. Dostupné na: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> (cit: 2012-06-06).

- YANG, C., RASKIN, R., GOODCHILD., M., GAHEGANET, M. (2010). Geospatial cyberinfrastructure: past, present and future. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34, 264-277.
- YANG, C., GOODCHILD., M., HUANG, Q., NEBERT, D., RASKIN, R., XU, Y., BAMBACUS, M., FAY, D. (2011). Spatial cloud computing: how can the geospatial sciences use and help shape cloud computing? *International Journal of Digital Earth*, 4, 305-309.

Eva Mičietová, Gabriel Petříček

TOOLS SUPPORTING MOBILE INTERACTIVE GEOGRAPHICAL COMMUNICATION

The paper evaluates mobile mapping clients and their communication with the mapping resources which are distributed on the Internet in the form of WMS OGC map services. The paper presents the newly developed actual instruments – a thin map client (TMK) supporting WFS-T map service and hybrid mobile map client (HMK) supporting WMS and WFS map services and object query. TMK and HMK are complementary tools used for mobile interactive geographical communication that does not require specialized mobile geoinformation technologies.

The tools are designed and optimized for Android and tested on the platforms 2.3.5 and 4.0.3. The applications HMK and TMK are tested on a case study. It performs an interactive mapping of waste landfills in the municipality on a mobile device using a mobile browser and application TMK. The TMK is localized on the server side. The HMK application is implemented on a mobile platform and performs interactive object query of waste landfills mapped objects. HMK supports the integration of external WMS map resources and WFS geographical features, object query of integrated geographical features and other additional features for measuring and visualizing. The language localization of the application is Slovak. The new actual instruments are available at URLs: http://gis.fns.uniba.sk/projekty/tmk/TMK_ODPADY_WFST.html, <http://gis.fns.uniba.sk/projekty/hmk/HMK-WFS.apk>.

Fig. 1 contains the architecture of the experiment. The evaluation of the mobile mapping clients is given in Tab 1. Analysis of WMS connectivity freely available mobile applications on multiple platforms indicates out that although the test instrument declared connects WMS map layers, the implementation of their connection was problematic in most cases.

Fig. 2 contains a screenshot of the TMK application. Features of the application are presented – 1 adding of a new object, 2 display of map layers, 3 filtering of waste landfill objects, 4 editing of attributes. A data model and the related object catalogue of waste are designed in Tabs. 2 and 3. The TMK application was tested on several mobile platforms and mobile browsers. The results are presented in Tab. 4.

Fig. 3 presents an output of the HMK application on mobile device Samsung Galaxy Tab. 2. The map window contains integration of the WMS map layer (geological map), WFS (waste, OSM layer) and object query of waste.

The presented architecture and tools supporting the mobile interactive geographical communication clearly demonstrate that the mobile map client HMK and thin client TMK, which is working through a mobile browser connected to the Internet are complementary instruments supporting the mobile spatial management. It runs interactive mobile geographical communication – function object query (filtering) and mobile, direct and public co-creation of the content of remote geographical databases. The public can

apply the TMK and HMK to the interactive mobile mapping of waste according to applicable standards. The TMK publicly available source code allows its implementation and further development. Application HMK is publicly available in the form of an Android application package file (APK) that allows its implementation in a wide range of mobile devices. It allows integration of other external geographical resources accessed through WFS and WMS map services, thus creating an empirical effect – getting an added value from the integrated map layers. Visual interpretation of the location threatened by wastes in terms of underground water, housing, geology etc. may represent an important methodological tool for environmental risk research.