

OPERAČNÉ MOŽNOSTI INTEGROVANEJ GEOGRAFICKEJ BÁZY ÚDAJOV ENVIRONMENTÁLNEHO ZDRAVIA

Tomáš Schmidt, Miroslav Kožuch, Alexandra Benová, Radoslav Chudý,
Richard Feciskanin, Tatiana Harciníková, Martin Iring, Eva Mičietová,
Jerguš Moravčík, Vladimír Pelech, Hana Stanková, Juraj Vališ

*Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra kartografie,
geoinformatiky a diaľkového prieskumu Zeme, e-mail: schmidt@fns.uniba.sk,
kozuch@fns.uniba.sk, Eva. Micietova@fns.uniba.sk*

Abstract: The presented article is dedicated to the current environmental health research and related issues in the Slovak Republic. The main goal of the article is to describe the comprehensive spatial database containing demographical and environmental health data, to describe its operational options and to compare its operational options on two levels, specifically on the level of database system and on the level of web mapping application. These options are demonstrated by a practical research on the „risk assessment of use of groundwater containing arsenic using data on arsenic distribution in groundwater and access to public water supply“.

Key words: database system, spatial database, environmental health data, risk assessment, web mapping application

1 ÚVOD

Životné prostredie a jeho vplyv na zdravie ľudí sa v súčasnosti stalo často diskutovanou témou nielen na poli prírodných vied. Postupne sa vyvinuli vedné disciplíny ako medicínska geografia, geografická (priestorová) epidemiológia, hygiena životného prostredia a ďalšie ako reakcia na potrebu študovania závislosti medzi životným prostredím a ľudským zdravím. Objekt štúdia týchto vedných disciplín sa nazýva environmentálne zdravie. Podľa svetovej zdravotníckej organizácie „World Health Organization“ (WHO) „environmentálne zdravie sa zaoberá všetkými fyzikálnymi, chemickými a biologickými faktormi, ktoré vplyvajú na človeka a všetkými príbuznými faktormi majúcimi vplyv na jeho správanie“ (WHO, 2004). Keďže problematika environmentálneho zdravia je priestorového charakteru, možno ju študovať prostredníctvom geografických informačných systémov (GIS). Technológie GIS nám umožňujú zbierať, uskladiť, integrovať, analyzovať, zobrazovať

a zdieľať priestorové údaje a vďaka širokej funkcionalite GIS technológií môžeme problematiku environmentálneho zdravia študovať na odbornej úrovni. Rozhodujúci komponent v tomto procese predstavuje priestorová databáza. Vďaka špecializovanému projektu s názvom „Univerzitný vedecký park UK v Bratislave“ (UVP) bolo možné vytvoriť komplexnú priestorovú databázu environmentálneho zdravia, ktorá obsahuje polohopisné, demografické, environmentálne, zdravotné údaje a údaje zo sčítania obyvateľov, domov a bytov z roku 2011 Slovenskej republiky. Hlavným cieľom predkladaného článku je predstaviť túto ucelenú priestorovú databázu a prezentovať jej operačné možnosti.

2 DATABÁZOVÝ SYSTÉM

Stručne povedané, databázový systém „database system“ (DBS) je počítačový systém evidencie údajov za účelom ich udržiavania a sprístupnenia v prípade potreby. Systém správy databázy „database management system“ (DBMS) predstavuje súbor programov, ktoré nám umožňujú riadiť a spravovať databázový systém (Godbole a Foster, 2014). Ak hovoríme o DBMS, je dôležité uviesť aspoň základné funkcie tohto systému v zmysle (Godbole a Foster, 2014), a to:

- Popis údajov (vzťahy, závislosti, integrita, obmedzenia, pohľady, atď.),
- Manipulácia s údajmi (pridávanie, aktualizovanie, mazanie, obnovenie, reorganizovanie a zoskupovanie údajov),
- Bezpečnosť údajov a kontrola integrácie údajov.

Komponenty DBS zahŕňajú:

- Hardvér a operačný systém,
- DBMS,
- Databázy,
- Súvisiaci softvér / aplikácie,
- Koncoví používatelia.

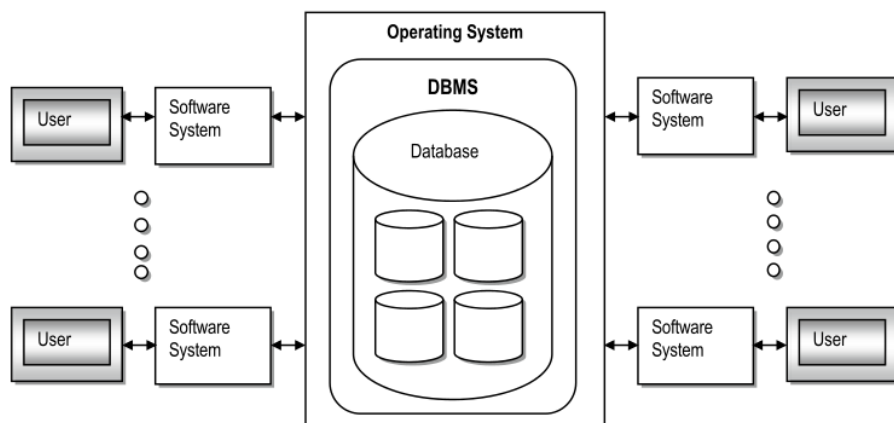
Koncoví používatelia obyčajne komunikujú cez súvisiace aplikácie, ktoré komunikujú s DBMS, DBMS následne komunikuje s operačným systémom, ktorý zase komunikuje s hardvérom a zapíše, alebo načíta údaje z pevného disku počítača (obr. 1).

Komponenty DBMS zahŕňajú:

- jadro DBMS „DBMS engine“,
- subsystém definície údajov „data definition subsystem“ (DDS),
- subsystém používateľského rozhrania „user interface subsystem“,
- subsystém vývoja aplikácií „application development subsystem“,
- subsystém administrácie údajov „data administration subsystem“,
- subsystém údajového katalógu „data dictionary subsystem“,
- správca na komunikáciu s údajmi „data communications manager“,
- subsystém nástrojov „utilities subsystem“.

Vzhľadom na rozsiahlosť problematiky popíšeme iba DDS, ktorý pozostáva z nástrojov a pomocných programov na definovanie a zmenu štruktúry databázy.

Štruktúra databázy zahŕňa relačné tabuľky, vzťahy, obmedzenia, profile používateľov, atď. Aby sme mohli definovať všetky databázové objekty, ktoré tvoria konceptuálnu schému databázy, t. j. (väzby, vzťahy, obmedzenia, ...), používame databázový jazyk nazývaný v anglickom jazyku „data definition language“ (DDL). Jazyk na manipuláciu s údajmi v databáze sa nazýva „data manipulation language“ (DML) a prostredníctvom neho môžeme vkladať, mazať, aktualizovať, vyhľadávať a dopytovať údaje. Jazyk na kontrolu údajov „data control language“ (DCL) sa používa na nastavenie kontrolného prostredia koncovým používateľom (Godbole a Foster, 2014).



Obrázok 1 Zjednodušená reprezentácia DBS (prevzaté z Godbole a Foster, 2014)

2.1 Priestorová databáza

Databáza, ktorá definuje špeciálne údajové typy pre geometriu priestorových údajov a umožňuje ich ukladanie do databázových tabuliek, sa nazýva priestorová databáza. Okrem nových údajových typov nám taktiež poskytuje špeciálne databázové objekty ako funkcie a indexy, ktoré nám dovoľujú manipulovať a dopytovať priestorové údaje prostredníctvom databázového jazyka SQL (Obe a Hsu, 2011). Priestorová databáza je často používaná iba ako priestor na uskladnenie priestorových údajov, avšak súčasné verzie priestorových databáz nám umožňujú robiť oveľa viac než len uskladňovať údaje. Vďaka širokej palete priestorových funkcií môžeme priestorovú databázu plnohodnotne využiť aj ako geografický informačný systém (GIS) na manipuláciu, analýzu a správu priestorových údajov. Systém na správu takejto priestorovej databázy sa v anglickom jazyku označuje „spatial database management system“ (SDBMS).

Dostupné databázové technológie, ktoré nám umožňujú ukladať a pracovať s priestorovými údajmi, sú PostgreSQL s priestorovým rozšírením PostGIS, Oracle s priestorovým rozšírením Oracle Spatial/Locator, IBM DB2 s priestorovým rozšírením DB2 spatial extender, SQL server s rozšírením dostupným v balíku Microsoft-

SQL Server 2008+ a databázový server MariaDB podporujúci priestorové rozšírenia pre technológie Aria, MyISAM, InnoDB/XtraDB a ARCHIVE.

3 INTEGROVANÁ GEOGRAFICKÁ BÁZA ÚDAJOV ENVIRONMENTÁLNEHO ZDRAVIA

Integrovaná geografická báza údajov environmentálneho zdravia (IGBÚEZ) je postavená na technológii databázového servera PostgreSQL (verzia 9.3.5) s priestorovým rozšírením PostGIS (verzia 2.1.5). Priestorová databáza obsahuje spracované strategické environmentálne, demografické, zdravotné, polohopisné údaje a údaje zo sčítania obyvateľov, domov a bytov z roku 2011 (SODB 2011) celej Slovenskej republiky. Údaje boli získané zo špecializovaných národných inštitúcií a organizácií ako Štatistický úrad Slovenskej republiky, Národné centrum zdravotníckych informácií, Slovenský hydrometeorologický ústav, Slovenská agentúra životného prostredia, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, atď.

Obsah priestorovej databázy detailne popisuje katalóg tried objektov, ktorý uvádza databázové tabuľky vrátane kategórie údajov (zdravotné, demografické, environmentálne, SODB 2011 a polohopis), ich popis, atribúty a hodnoty, ktoré atribúty nadobúdajú. Katalóg tried objektov je dostupný pre používateľov online na webovej stránke projektu UVP na url.: <https://uvp.geonika.sk/?menu=vystupy#udaje>.

Priestorové a časové rozlíšenie údajov sa líši podľa typu údajov. Priestorové rozlíšenie štatistických a zdravotných údajov je dostupné na úrovni krajov a okresov a okrem niektorých prípadov aj na úrovni obcí, pričom údaje z SODB 2011 sú dostupné na úrovni základných sídelných jednotiek (ZSJ). Environmentálne údaje viažuce sa na distribúciu chemických prvkov v pôde a v podzemnej vode boli spracované zo vstupného diskrétného bodového poľa sond s rozstupom 2 až 3 km do podoby spojitých povrchov v priestorovom rozlíšení 100 metrov a z nich boli odvodené vektorové areály. Údaje o čistote ovzdušia boli získané v podobe pravidelnej vektorovej bodovej siete s rozstupom 100 metrov a spracované do podoby vektorových areálov. Produkcia jednotlivých prvkov znečisťujúcich ovzdušie je dostupná na úrovni krajov a okresov.

4 OPERAČNÉ MOŽNOSTI INTEGROVANEJ GEOGRAFICKEJ BÁZY ÚDAJOV ENVIRONMENTÁLNEHO ZDRAVIA

Na operačné možnosti IGBÚEZ sa môžeme pozerat' z dvoch hľadísk. Prvým hľadiskom sú operačné možnosti, ktoré nám ponúka samotný databázový systém. Ide o databázový systém PostgreSQL a jeho priestorové rozšírenie PostGIS. Pritom predpokladáme, že máme povolené potrebné práva na prácu s priestorovou databázou.

Druhým hľadiskom je hľadisko sprístupnenia operačných možností pre koncového používateľa či už cez aplikácie na prezeranie a editovanie ako napríklad QGIS,

OpenJump, uDig, gvSig, TileMill alebo cez webové mapové aplikácie (WMA). Uvedené aplikácie komunikujú s technológiu mapového servera (Geoserver, Map-server, Deegree, QGIS Server, MapGuide Open Source), ktorý údaje distribuuje do prostredia internet formou štandardov OpenGIS konzorcia OGC (WMS, WFS, WFS-T, WCS, WPS a WMTS) (PostGIS, 2015). WMA predstavujú možnosti prezentácie máp v prostredí internet, čiže sa jedná o špeciálny typ aplikácií umožňujúcich vizualizáciu geograficky polohovo určených údajov prostredníctvom webového rozhrania dostupného online (Benová a Feciskanin, 2014).

Operačné možnosti oboch uvedených hľadísk budú porovnávané na konkrétnom výskume v piatej kapitole.

4.1 Geometrické funkcie technológie PostGIS

Ak budeme uvažovať o prvom hľadáisku použitia databázového systému na úrovni používateľa s povolenými právami na prácu s priestorovou databázou, máme k dispozícii viac ako 300 podporovaných geometrických funkcií, ktoré môžeme používať v kombinácii s databázovým jazykom SQL. Geometrické funkcie predstavujú špeciálny typ funkcií databázového systému, ktoré možno aplikovať na stĺpce atribútových tabuliek obsahujúcich geometriu. Zoznam všetkých podporovaných priestorových funkcií, ktoré nám ponúka technológia PostGIS, je dostupný online v oficiálnej dokumentácii technológie PostGIS (PostGIS Reference, 2015). Všeobecne možno funkcie pracujúce s geometriou uloženou v atribútových tabuľkách databázového systému rozdeliť do niekoľkých základných skupín, ako uvádza oficiálna technická dokumentácia PostGIS (PostGIS, 2015) podľa ich praktického využitia nasledovným spôsobom:

- *funkcie na správu databázového systému*: tieto funkcie slúžia na zistenie verzie systému, verzie dostupných knižníc, informácie o inštalovaných skriptoch atď.,
- *funkcie typu konštruktor* tvorí množina funkcií slúžiacich na tvorbu geometrie z priestorových údajov uložených v textových súboroch označovaných v anglickej literatúre ako „well-known text“ (WKT) a „well-known binary“ (WKB),
- *kompozičné funkcie*: slúžia na spájanie a zoskupovanie geometrie priestorových údajov,
- *dekompozičné funkcie*: umožňujú nám extrahovať konkrétnu geometriu priestorových údajov na základe definovanej požiadavky,
- *prístupové a nastavovacie funkcie*: vrátia alebo nastaví atribúty stĺpcu, ktorý obsahuje geometriu,
- *funkcie slúžiace na editáciu geometrie*: umožňujú úpravu geometrie – transformáciu, otočenie, úpravu mierky a súradnicového systému atď.,
- *funkcie na tvorbu výstupu*: dovoľujú nám vytvoriť export priestorových údajov z databázového systému v podporovaných formátoch napr.: WKT, WKB, GML, SVG, KML, GeoJSON, GeoHash, X3D, LatLon, text, ...,

- *funkcie slúžiace na meranie a analýzu geometrických vzťahov*: funkcie takéhoto typu umožňujú vykonať skalárne merania a analyzovať vzájomné vzťahy priestorových údajov,
- *funkcie slúžiace na spracovanie*: ako napríklad zjednodušovacie funkcie, agregčné funkcie, funkcie na tvorbu Delaunayovej triangulácie, atď.

Okrem uvedených hlavných skupín funkcií, ktoré pracujú s geometriou, existujú v technológii PostGIS aj špeciálne priestorové funkcie a priestorové operátory, ktoré pracujú s rastrovými údajmi, 3D objektami, zakrivenou geometriou a mnohostennými povrchmi.

5 ENVIRONMENTÁLNE ZDRAVIE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ

Na poli environmentálneho zdravia sa posudzovatelia zdravotného rizika zameriavajú hlavne na tú skupinu ľudí, ktorých zdravie bolo poškodené či už vplyvom pracovného prostredia, domácim prostredím, alebo prostredím, ktoré navštevujú a kde sa najčastejšie zdržiavajú. Posudzuje sa najmä zdravotné riziko pitia vody s nevyhovujúcim chemickým a mikrobiologickým zložením, konzumácia potravín obsahujúcich zdravie ohrozujúce prvky ako arzén, ortuť alebo polychlórované bifenylly, dýchanie znečisteného vzduchu obsahujúceho zvýšené koncentrácie jemných častíc a iných prvkov, alebo vystavenie prírodným a umelým zdrojom ionizujúceho žiarenia. Hodnotenie zdravotného rizika, akým vplýva životné prostredie na človeka, predstavuje kvantitatívny rámec pre hodnotenie dôkazov z oblasti toxikológie, epidemiológie a iných disciplín s cieľom poskytnúť základ pre tvorbu environmentálnych rozhodnutí (Frumkin, 2010).

5.1 Vplyv kvality bývania na zdravotný stav obyvateľstva

Súčasťou každodenného života človeka je jeho bývanie. Prehľad o kvalite bývania je možné získať z celoplošného zisťovania nazývaného Sčítanie obyvateľov, domov a bytov. Sčítanie poskytuje ucelený obraz o stave spoločnosti, o jej úrovni či už sociálnej, ekonomickej, vzdelanostnej alebo kultúrnej, i o štruktúre domového a bytového fondu (Juhaščíková, Škápik a Štukovská, 2013). Jeho výsledky predstavujú nenahraditeľné dáta s možnosťou skúmania medzicenzálneho vývoja spoločnosti a sú využiteľné v rozličných sférach spoločenského života.

Problematiku vplyvu bývania na ľudské zdravie spracovali (Nriagu, Smith a Socier, 2011). Vo svojej štúdii z územia mesta Saginaw (Michigan, USA) skúmali vzťah zdravotných rizík z bývania ku príznakom ochorení obyvateľov daných bytov. Svoj výskum zamerali na výpočet tzv. indexu rizík bývania (housing-based hazard index – HHI), ktorý predstavuje platnú a primerane spoľahlivú mieru rizík spájaných s chorobami súvisiacich s bývaním. Štatisticky spracované výsledky potvrdili výraznú závislosť indexu rizík bývania a chorôb z bývania.

Vzťah chorôb a dodávok pitnej vody skúmali v Juhoafrickej republike (Majuru et al., 2011). Vo svojej štúdii sa zaoberali zmenami v zásobovaní vodou skupín obyvateľov a chorobami tráviacej sústavy. Dokázali, že vplyv na zdravotný stav obyva-

teľstva má aj spoľahlivosť vodných zdrojov. V prípade ich výpadku je pre zdravie prínosné využitie domácich čističiek vôd.

Vzťahom bývania a jeho vplyvom na zdravotný stav staršieho obyvateľstva vo Walese sa zaoberali (Gilian, Burholt a Edwards, 2006). Pre zistenie rozdielov v zdravotnom stave obyvateľov použili štatistické testovanie hypotéz. Ich výsledky potvrdili, že ľudia bývajúci v prenajatých bytoch majú horší zdravotný stav ako ľudia, ktorí byt aj vlastnia. Nedostatočné vykurovanie v byte a počet hodín strávených v byte môže v nepriaznivom smere ovplyvniť ľudské zdravie, čím sa potvrdzuje hypotéza o vplyve kvality bývania na zdravie obyvateľstva.

6 VÝPOČET POTENCIÁLNEHO ZDRAVOTNÉHO RIZIKA OBYVATEĽSTVA ŽIJÚCEHO V DOMOCH BEZ VODOVODNEJ PRÍPOJKY NA MIESTACH S PREKROČENÝMI HODNOTAMI ARZÉNU V PODZEMNEJ VODE NA ÚZEMÍ BRATISLAVSKÉHO KRAJA A NA CELOM SLOVENSKU

Prezentáciu operačných možností IGBÚEZ môžeme najlepšie prezentovať na konkrétnom výskume. V našom prípade sa budeme zaoberať hodnotením potenciálneho zdravotného rizika u ľudí žijúcich v domoch bez pripojenia k verejnému vodovodu a na miestach, kde hodnoty arzénu v podzemnej vode prekračujú maximálne povolené hodnoty (0,01 mg/l) v zmysle smernice NV SR 354/2006 Z. z. Slovenskej republiky (NVSR, 2006). Vstupnými údajmi pre tento výskum boli environmentálne údaje reprezentujúce distribúciu chemického prvku arzén v podzemnej vode získané zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra a podiel domov bez vodovodnej prípojky na úrovni obcí a ZSJ získané zo Štatistického úradu Slovenskej republiky.

Výskum prezentovaný v tejto kapitole identifikuje oblasti výskytu nadlimitného množstva chemického prvku arzén v podzemnej vode (ďalej riziková zóna) a zastúpenia domov v danej oblasti bez pripojenie na verejný vodovod (voda, ktorá cirkuluje vo verejnej vodovodnej sieti, je kontrolovaná a chemicky upravovaná a neuvažujeme jej vplyv na možné zdravotné riziko). Obyvatelia žijúci v domoch bez vodovodnej prípojky na verejný vodovod, čerpajú vodu väčšinou z vlastného zdroja, akým je napríklad vlastná studňa, prípadne iný vodný zdroj. Ak sa takéto domy nachádzajú v rizikových zónach, obyvatelia sú vystavení potenciálnemu zdravotnému riziku prijímania arzénu z vody vo zvýšených koncentráciách.

6.1 Hľadisko priestorovej databázy

Cieľom sledovaného výskumu je výpočet potenciálneho zdravotného rizika v percentách na úrovni obcí Bratislavského kraja a na Slovensku. Výpočet pozostáva z nasledujúcich krokov realizovaných na úrovni IGBÚEZ, ktoré si podrobnejšie rozpíšeme:

1. Identifikácia rizikových zón s prekročenými limitnými hodnotami arzénu v podzemnej vode.

2. Identifikácia obcí, ktoré sa nachádzajú v prieniku s rizikovými zónami.
3. Výpočet percentuálnej časti plochy, ktorú zaberá riziková zóna z plochy obce.
4. Výpočet percenta domov v obciach bez pripojenia k verejnej vodovodnej sieti (iba v obciach, ktoré sú v prieniku s rizikovou zónou).
5. Výpočet celkového percenta, ktoré predstavuje potenciálne zdravotné riziko pre obyvateľov žijúcich v domoch bez vodovodnej prípojky v rizikových zónach.

Identifikáciu rizikových zón zistíme z atribútovej tabuľky, ktorá reprezentuje distribúciu arzénu v podzemných vodách. Rizikové zóny vieme identifikovať jednoduchým atribútovým dopytom, kde kritériom pre výber je atribútový stĺpec s názvom „value_limit“ nadobúdajúci hodnoty 0 a 1. V našom prípade nás zaujíma iba hodnota 1 reprezentujúca rizikové zóny.

Identifikáciu obcí, ktoré sa nachádzajú v prieniku s rizikovými zónami, musíme určiť priestorovým dopytom pomocou priestorovej funkcie technológie PostGIS s názvom „ST_Intersects()“. (Funkcia „ST_Intersects()“ vracia kladný návratový kód, ak existujú spoločné body medzi geometriou dvoch porovnávaných areálov A a B) (ukážka 1). V tomto kroku používame ako vstup vrstvu rizikových zón a vrstvu obcí Slovenskej republiky.

Ukážka 1 Tvorba tabuľky obcí, ktoré sa nachádzajú v prieniku s rizikovými zónami (názov novej tabuľky je „obce_prienik“ a názov databázovej schémy je „igbuez“)

```
CREATE TABLE igbuez.obce_prienik AS
SELECT DISTINCT idn2, nm2, idn3, a.geom
FROM igbuez.obce a INNER JOIN igbuez.arzen b ON
ST_Intersects(a.geom, b.geom);
```

V treťom kroku, kde počítame rozlohu, ktorú zaberá riziková zóna z celkovej plochy obce, musíme uvažovať o komplexnejšom výpočte, do ktorého nám vstupuje okrem priestorovej funkcie „ST_Intersects()“ aj funkcia „ST_Area()“ (funkcia „ST_Area()“ vypočíta rozlohu vstupnej areálovej geometrie v jednotkách použitého súradnicového systému priestorových údajov) a funkcia „ST_Intersection()“ (funkcia „ST_Intersection()“ vracia tú časť geometrie dvoch porovnávaných vektorových vrstiev A a B, ktorá sa nachádza v ich prieniku). SQL príkaz je uvedený v ukážke 2.

Ukážka 2 Výpočet rozlohy, ktorú zaberá riziková zóna z plochy obce v km²

```
SELECT idn2, ST_Area(ST_Intersection(a.geom,
b.geom))/1000000 AS rozloha_prieniku
FROM igbuez.obce_prienik a, igbuez.arzen b
WHERE ST_Intersects(a.geom, b.geom);
```


Po vypočítaní rozlohy, ktorú zaberá riziková zóna z celkovej rozlohy obce, je potrebné vypočítať jej percentuálnu časť na základe jednoduchého výpočtu, a to tak, že rozlohu rizikovej zóny, ktorá sa nachádza v danej obci, delíme celkovou rozlohou obce a prenasobíme číslom 100.

V piatom kroku sa rieši výpočet percentuálneho zastúpenia domov v obciach bez pripojenia k verejnej vodovodnej sieti na základe jednoduchého výpočtu (počet domov bez prípojky delíme počtom všetkých domov a prenasobíme číslom 100).

Posledným krokom je výpočet celkového percenta rizika, ktoré predstavuje potenciálne zdravotné riziko pre obyvateľov žijúcich v domoch bez vodovodnej prípojky v rizikových zónach. Výpočet predstavuje súčin percentuálneho zastúpenia výsledku získaného v kroku 4 a percentuálneho zastúpenia získaného v kroku 5, ktorý je na záver potrebný vydeliť číslom 100.

Výsledok výskumu potenciálneho zdravotného rizika na úrovni IGBÚEZ v Bratislavskom kraji dokumentuje tab. 1, z ktorej vyplýva, že v Bratislavskom kraji sa nachádza 22 obcí, ktoré sú v prieniku s rizikovou zónou, avšak podiel ich domov bez vodovodnej prípojky je zanedbateľný, preto potenciálne zdravotné riziko vo všetkých sledovaných obciach je pod 1 %.

Situácia na celom Slovensku je o niečo horšia v porovnaní s Bratislavským krajom, preto sme výskum realizovali aj na úrovni ZSJ. Priestorovo najrozsiahlejšie rizikové zóny sa nachádzajú v okolí miest Levice, Žiar nad Hronom, v oblasti medzi mestami Partizánske a Nováky a v centrálnej časti Nízkych Tatier. Najvyššie potenciálne zdravotné riziko 100 % (kedy sa celá ZSJ nachádzala v rizikovej zóne a žiaden dom nemal pripojenie k verejnému vodovodu) bolo identifikované iba v jednom prípade, a to konkrétne v ZSJ „Podháj“, ktorá patrí pod obec Žiar nad Hronom. V ostatných prípadoch bolo potenciálne zdravotné riziko nižšie ako 24 %. Pozitívny výsledok je aj ten, že počet ZSJ, kde je potenciálne zdravotné riziko v intervale medzi 5 % až 24 % je iba 11. Všetky ostatné ZSJ majú potenciálne zdravotné riziko pod 5 %. Jedna z oblastí s najvyšším potenciálnym zdravotným rizikom v ZSJ je zobrazená na obr. 2.

6.2 Hľadisko sprístupnenia operačných možností IGBÚEZ webovou mapovou aplikáciou projektu Univerzitný vedecký park Univerzity Komenského v Bratislave

IGBÚEZ je pre používateľov sprístupnená formou WMA na url: <https://uvp.geonika.sk/map/>, vyvíjanej v rámci projektu UVP. Funkcionalitu, ktorú ponúka WMA pre koncových používateľov, prezentujeme na výpočte potenciálneho zdravotného rizika na úrovni ZSJ Bratislavského kraja.

WMA okrem základnej zobrazovacej, dopytovacej funkcionality a nástrojov na meranie priestorových údajov, ponúka nástroje aj na tvorbu atribútových a kombinovaných dopytov nad zvolenými mapovými vrstvami. V našom prípade budeme postupovať podľa rovnakých krokov 1 až 6 uvedených v podkapitole 5.1 a porovnávať operačné možnosti IGBÚEZ na úrovni WMA.

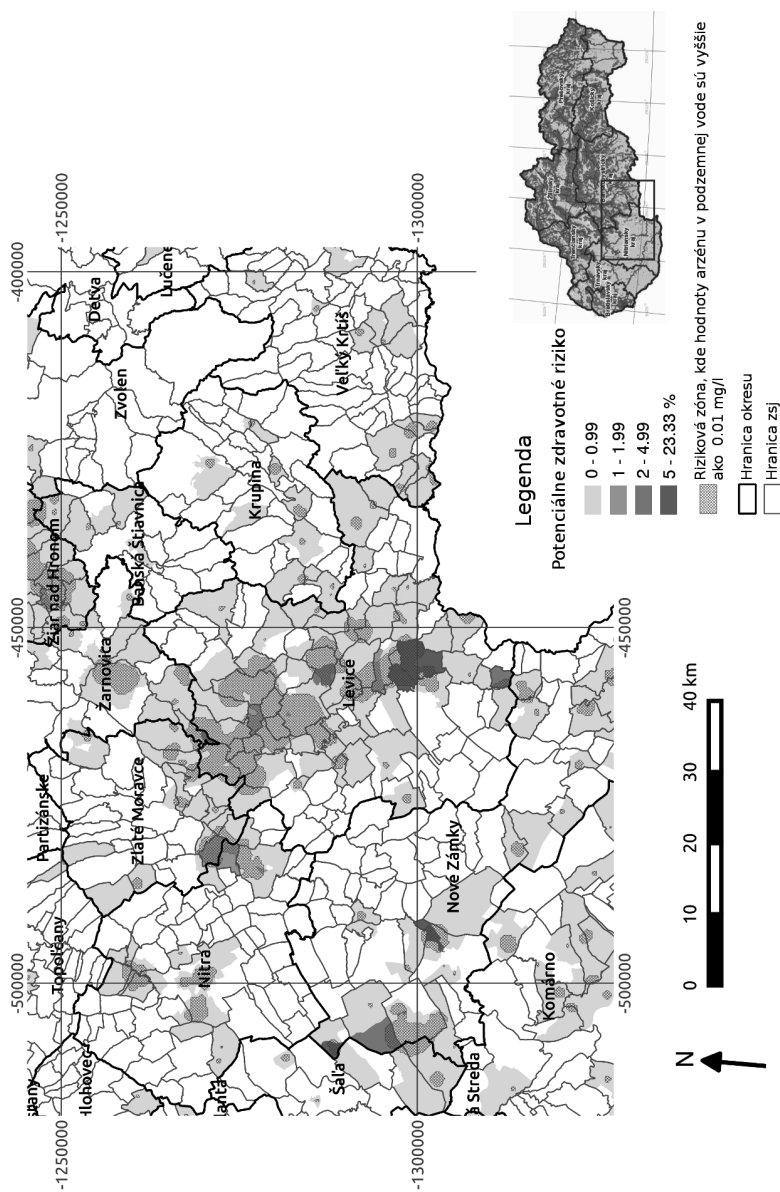
Tabuľka 1 Obce Bratislavského kraja, v ktorých je potenciálne zdravotné riziko väčšie ako 0 %

Kód obce	Názov obce	Percento domov bez vodovodnej prípojky (%)	Percento plochy, ktorú zaberá riziková zóna z rozlohy obce (%)	Potenciálne zdravotné riziko v (%)
504556	Malé Leváre	3,46	22,989	0,794
508195	Plavecký Štvrtok	2,45	15,707	0,384
555509	Zálesie	0,36	65,408	0,235
507890	Gajary	1,43	9,482	0,135
508012	Kostolište	0,50	25,622	0,126
504947	Veľké Leváre	0,17	59,461	0,101
508039	Láb	0,36	27,956	0,101
508292	Veľký Biel	0,47	19,849	0,093
508276	Tomášov	0,28	32,574	0,091
507962	Jakubov	0,80	10,674	0,085
504980	Závod	1,88	2,177	0,040
508063	Malacky	0,13	23,287	0,030
508136	Nová Dedinka	0,29	8,365	0,024
508349	Vysoká pri Morave	2,03	0,736	0,014
508381	Zohor	0,11	11,814	0,013
507849	Budmerice	0,58	1,084	0,006
508217	Senec	0,12	4,725	0,005
507865	Čataj	0,28	1,223	0,003
508101	Modra	0,05	4,121	0,002
507911	Chorvátsky Grob	0,14	1,115	0,001
508179	Pezinok	0,03	1,560	0,001
508233	Stupava	0,14	1,016	0,001

Identifikáciu rizikových zón s prekročenými limitnými hodnotami arzénu v podzemnej vode môžeme realizovať cez WMA s použitím jednoduchého atribútového filtra na úrovni jednej vrstvy.

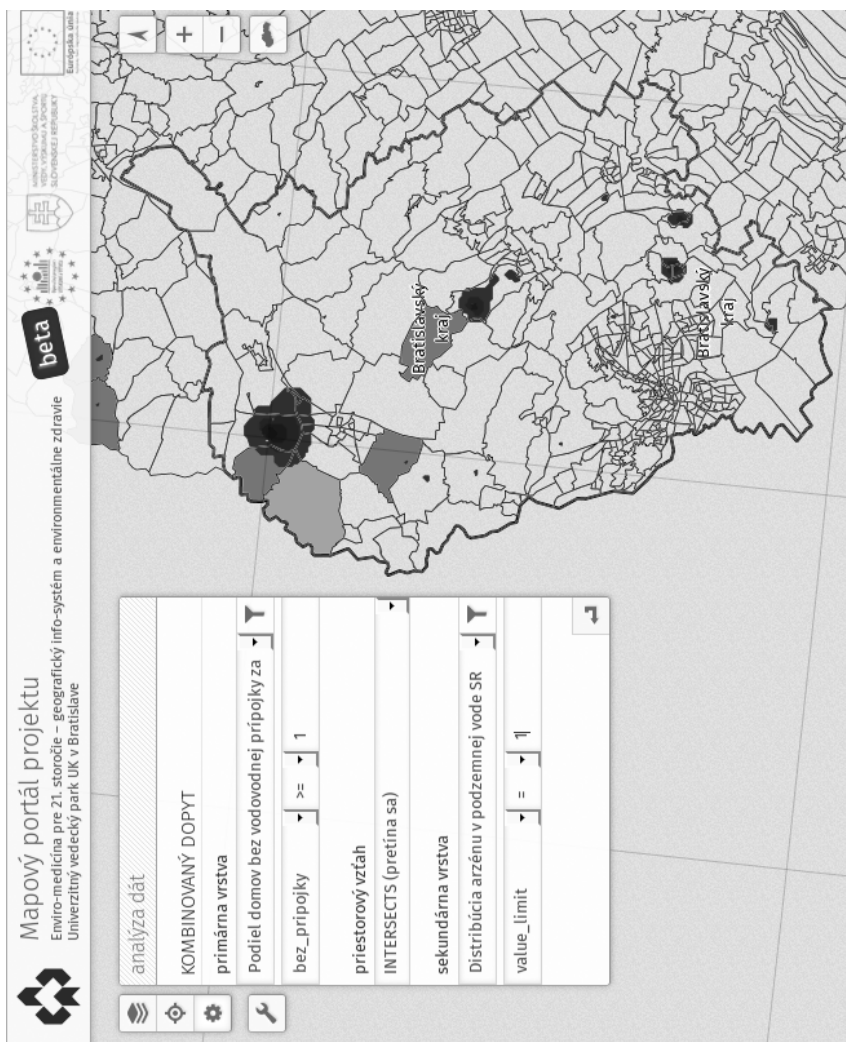
Za pomoci kombinovaného dopytu v kombinácii s jednoduchým atribútovým filtrom vieme ďalej identifikovať ZSJ, ktoré sa nachádzajú v prieniku rizikových zón a podiel domov bez pripojenia k verejnej vodovodnej sieti je vyšší ako 1 % (obr. 3).

WMA projektu UVP má predprogramovaných iba desať priestorových funkcií (vo WMA označených ako priestorový vzťah) a neumožňuje nám realizovať dopyty prostredníctvom databázového jazyka SQL. Z tohto dôvodu nie je možné realizovať kroky 3, 4, 5 a 6 prezentovaného výskumu, a teda vypočítať celkové percento, ktoré predstavuje potenciálne zdravotné riziko pre obyvateľov žijúcich v domoch bez vodovodnej prípojky v rizikových zónach. Umožňuje nám však rýchlo identifikovať



ZDROJ: integrovaná geografická báza údajov environmentálneho zdravia

Obrázok 2 Oblasť okolia mesta Levice, jedna z oblastí s najvyšším potenciálnym zdravotným rizikom v ZSJ (vizualizácia v technológii QGIS)



Obrázok 3 Kombinovaný dopyt realizovaný na úrovni WMA projektu UVP, ZSJ ktoré sú v prieniku rizikových zón a viac ako 1 % podielom domov v ZSJ bez pripojenia k verejnej vodovodnej sieti

a vizualizovať priestorové vzťahy medzi údajmi viažúcimi sa na kvalitu životného prostredia a ľudského zdravia. Treba podotknúť, že sprístupniť komplexne všetky operačné možnosti IGBÚEZ na úrovni WMA, by bolo technicky veľmi zložité a pre koncových používateľov náročné na pochopenie, preto funkcionality poskytovaná WMA predstavuje iba zlomok celkovej množiny operačných možností, ktoré ponúka priestorová databáza.

7 ZÁVER

Moderné databázové systémy ako PostgreSQL s priestorovým rozšírením PostGIS reprezentujú silný nástroj na analýzu priestorových údajov, kde analýzy môžu byť vykonávané buď s vektorovými, alebo rastrovými priestorovými údajmi. Všeobecne možno konštatovať, že problematika operačných možností priestorových databáz je veľmi široká a ťažko ju obsiahnuť v jednom článku. Predkladaný článok prináša stručný popis IGBÚEZ a praktický výskum z oblasti environmentálneho zdravia postavený na IGBÚEZ, kde sú prezentované operačné možnosti priestorovej databázy z dvoch hľadísk, z hľadiska operačných možností IGBÚEZ na úrovni priestorovej databázy a z hľadiska operačných možností IGBÚEZ na úrovni WMA projektu UVP. Treba však konštatovať, že čím viac možností nám technológia ponúka, tým viac výskumných možností sa nám otvára. Prezentovaný výskum je založený iba na zlomku operačných možností, ktoré ponúka samotný databázový systém a vďaka priestorovej databáze projektu UVP obsahujúcej demografické, environmentálne, zdravotné, polohopisné údaje a údaje z SODB 2011 je možné realizovať plnohodnotný vedecký výskum z oblasti environmentálneho zdravia. Ako ďalšie možnosti výskumu pre budúcnosť môžeme uviesť výskum prezentovaný v predkladanom článku rozšírený o hodnotenie potenciálneho zdravotného rizika obyvateľov žijúcich v domoch bez vodovodnej prípojky v rizikových zónach, kde hodnoty iných toxických prvkov ako olovo, ortuť, kadmium, antimón a chróm v podzemnej vode prekračujú maximálne povolené hodnoty. Iný výskum môže byť venovaný problematike analýze vplyvu znečistenia ovzdušia na vegetáciu a veľa iných.

PodĎakovanie

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 a podpore projektu APVV-0326-11 „Hodnotenie kvality geografických informácií pre tvorbu environmentálnych rozhodnutí“.

Literatúra

BENOVÁ, A., FECISKANIN, R. 2014. Hodnotenie webových mapových aplikácií so zameraním na environmentálne zdravie a riziká z hľadiska ich kompozície a funkčnosti. *Acta Geographica Universitatis Comenianae*, 58, 2, s. 193-227.

- FRUMKIN, H. (ed.). 2010. *Environmental Health From Global to Local Second Edition*. San Francisco, Josey-Bass, 1221 s.
- GILIAN, S. W., BURHOLT, V., EDWARDS, R. T. 2006. Housing related difficulties, housing tenure and variations in health status: evidence from older people in Wales. *Health & Place*, 12, 3, s. 267-278.
- JUHAŠČIKOVÁ, I., ŠKÁPIK, P., ŠTUKOVSKÁ, Z. 2013. *Základné údaje zo sčítania obyvateľov, domov a bytov 2011: Byty v domoch v SR, krajoch, okresoch a obciach*. Bratislava. [online] [cit. 2014-02-23]. Dostupné na: <<http://slovak.statistics.sk/PortalTraffic/fileServlet?Dokument=61438b22-2d6b-4df0-908f-6df66eae1331>>
- GODBOLE, S., FOSTER, E. C. 2014. *Database Systems A Pragmatic Approach*. Apress, 556 s.
- NRIAGU, J., SMITH, P., SOCIER, D. 2011. A rating scale for housing-based health hazards. *Science of the Total Environment*, 409, 24, s. 5423-5431.
- MAJURU, B., MOKOENA, M., JAGALS, P., HUNTER, P. R. 2011. Health impact of small-community water supply reliability. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2, s. 162-166.
- NVSR, 2006. *Nariadenie vlády Slovenskej republiky 354/2006 Z. z.* [online] [cit. 2015-04-24]. Dostupné na: <http://www.uvzsr.sk/docs/leg/354_2006.pdf>
- OBE, REGINA, O., HSU, LEO, S. 2011. *Postgis in Action*. Stamford, Manning, 520 s.
- POSTGIS, 2015. *PostGIS 2.1.8dev Manual*. [online] [cit. 2015-04-21]. Dostupné na: <<http://postgis.net/docs/>>
- POSTGIS REFERENCE, 2015. *PostGIS 2.1.8dev Manual*. [online] [cit. 2015-04-22]. Dostupné na: <<http://postgis.net/docs/manual-dev/reference.html>>
- WHO, 2004. *World Health Organization, Environmental health*. [online] [cit. 2014-11-18]. Dostupné na: <http://www.who.int/topics/environmental_health/en/>

Operational Options of Integrated Geographical Database Using Environmental Health Data

Summary

Modern database systems like PostgreSQL with spatial extension PostGIS represent powerful tool for spatial data analyses where analysis can be performed either with vector or raster data. Generally speaking, operational options of a spatial database is a very wide problematic and can't be fully covered in one article only. This article is bringing brief overview of a comprehensive integrated geographical database which uses environmental health data and practical research from the field of environmental health on which operational options are shown. Operational options are presented at two levels, specifically at the level of database system and at the level of web mapping application of the project called „University Scientific Park of Comenius University in Bratislava“. It is important to mention that the more options database system provides, the more research options we are offered to do. The presented research in this article represents only a fraction of all its possibilities. Thanks to the comprehensive spatial database containing demographical and environmental health data of the Slovak Republic it is possible to do much more than analyses performed in the stated research. A further research is opening wide range of research options related to the problematic of environmental health. Examples of the research stated in this article could be extended to the research dedicated to risk assessment of use of groundwater containing arsenic using data on arsenic distribution in groundwater and access to public water supply with other environmental indicators in groundwater like mercury, lead, cadmium, chromium and antimony. Another research could be dedicated to the analysis of vegetation exposed to zones with exceeded limit values of selected air pollutants and many others.