

Vplyv geologických faktorov na kvalitu života

Zaťaženie prirodzeného životného prostredia môže postupne viesť až k výrazne antropogénne podmieneným vplyvom vnášania chemických látok, výsledkom ktorého je ich porušený prirodzený cyklus a akumulácia toxických látok s negatívnym vplyvom na zdravotný stav živej prírody. Podobne prejavy geodynamických javov, nedostatok vody pre zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou, resp. jej dostupnosť, anomálie prírodnej rádioaktivity, seizmické riziko a pod. môžu potenciálne ohrozovať kvalitu života a majetok človeka.

Úloha výskumu a vývoja *Vplyv geologických faktorov na kvalitu života*, podprogramu *Vplyv stavebných materiálov, konštrukcií a geologických faktorov na kvalitu života* prierezového štátneho programu výskumu a vývoja *Kvalita života – zdravie, výživa a vzdelávanie*, riešená v rokoch 2003 - 2006 predstavuje významný príspevok slovenskej geológie k hodnoteniu geologických rizík, ich identifikácie a poznania, pretože územie SR je výrazne postihnuté ich dôsledkami a dopadom. Riešiteľom úlohy bol Štátny geologický ústav D. Štúra a administrátorom Ministerstvo výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky. Projekt bol riešený ako prierezový v spolupráci s PríF UK, Úradom verejného zdravotníctva, Regionálnym úradom verejného zdravotníctva v Prievidzi a Environment, a. s.

Tým, že po metodickej aj hodnotiacej stránke sú spracované najvýznamnejšie geologické faktory, bude zabezpečená jednotnosť a možnosť reprodukovateľného porovnávania realizačných výstupov úlohy. Získané poznatky sú aplikované a verifikované v pilotnom území Horná Nitra, aby sa mohol overiť ich praktický význam a prínos. Samozrejme, uvedená metodika musí byť v pomerne zložitej geologickej stavbe Západných Karpát do určitej miery flexibilná, v zmysle vystihnúť špecifických charakteristík každého ďalšieho skúmaného regiónu.

Inžinierskogeologické faktory

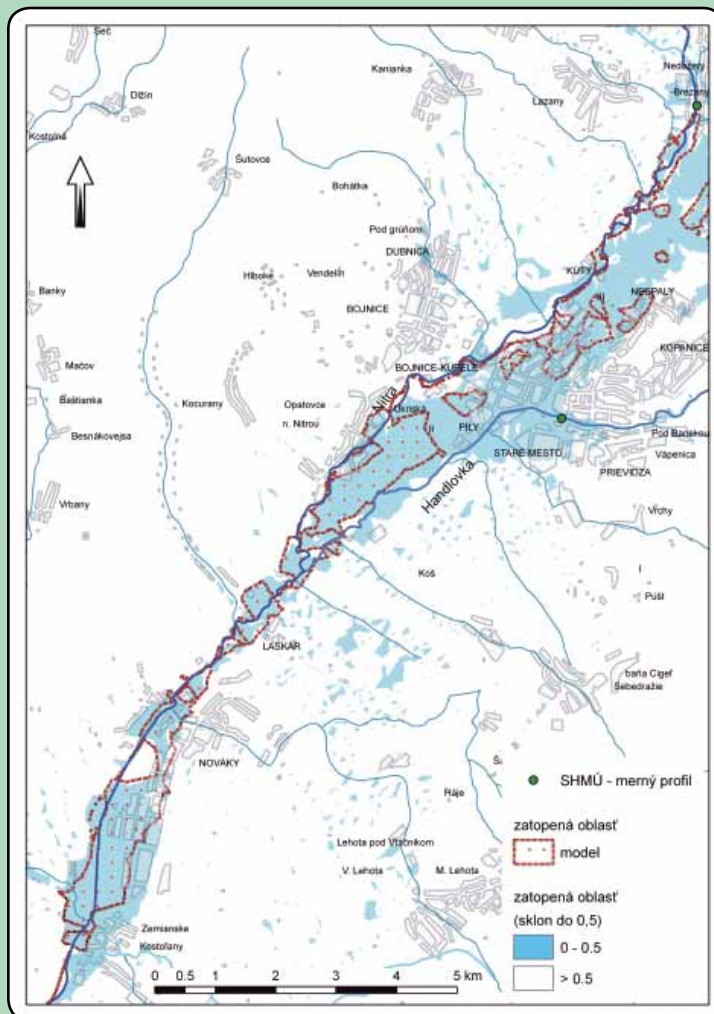
V súbore faktorov ovplyvňujúcich kvalitu života majú významný podiel faktory inžinierskogeologické, ktoré podstatným spôsobom vplyvajú na kvalitu životného prostredia spoločnosti a významne podmieňujú intenzitu jej rozvoja. V inžinierskogeologických faktoroch sú obsiahnuté nielen niektoré nepriaznivé prírodné procesy, ale aj dôsledky technickej činnosti človeka na existujúci rovnovážny stav prostredia. Uvedené skutočnosti podmienili definíciu základných cieľov úlohy, obsahujúcich súbory vzájomne nadväzujúcich problémových okruhov.

Na základe spracovania a prehodnotenia archívnych materiálov, mapových podkladov, ako aj terénnych mapovacích prác boli pre modelové územie Hornej Nitry vybrané z hľadiska inžinierskej geológie najvýznamnejšie geologické faktory: svahové deformácie, erózne javy, skládky a faktory súvisiace s vplyvom ťažby na životné prostredie. Syntézou uvedených informácií bola zostavená inžinierskogeologická mapa v mierke 1:50 000, vyjadrujúca v zjednodušenej forme základné črty geologickej stavby územia a jeho inžinierskogeologických pomerov spoločne s údajmi o plošnom rozšírení najdôležitejších geologických faktorov. Účelová nadstavbu k tejto základnej informácii predstavuje spracovanie údajov o poškodení krajiny vo forme samostatnej databázy, ktorá umožňuje užívateľovi získať údaje o situovaní, charaktere a rozsahu jednotlivých zaregistrovaných geofaktorov. Vstupnými údajmi pre spracovanie informácií o poškodení krajiny boli účelovo zhodnotené vybrané dokumentačné body.

Z podkladov registrácie poškodenia krajiny boli orientačne vyčíslené i ekonomické straty, ktoré prítomnosť geofaktorov spôsobuje. Vstupnými údajmi pre toto hodnotenie boli informácie o plošnom rozsahu geofaktorov v hodnotenom území a o aktuálnych reláciách cien poľnohospodárskej pôdy a stavebných pozemkov. Praktickou aplikáciou regionálnej úrovne hodnotenia bolo zostavenie mapy náchylnosti vybranej časti územia na svahové pohyby (územie Handlovskej kotliny v mierke 1:25 000), obsahujúcej významnú prognostickú náplň. Mapa bola zostavená na základe aplikácie moderných kvantitatívnych metód hodnotenia zosuvného hazardu, menovite bivariačnej a multivariačnej štatistickej analýzy. Vstupnými údajmi pre zostavenie mapy boli účelovo zjednodušené informácie o geologickej stavbe územia, o jeho sklonitosti a nadmorských výškach. Základným porovnávacím materiálom pre štatistickú analýzu bola mapa rozšírenia svahových deformácií v území Handlovskej kotliny. Na základe informácií o výskyte nepriaznivých geologických faktorov v celom predmetnom území (inžinierskogeologická mapa) a na základe prognózy mapy náchylnosti časti územia na svahové pohyby boli vybrané modelové územia pre podrobné hodnotenie vplyvu týchto faktorov na kvalitu života. Z území, s výskytom aktívnych svahových pohybov, bolo vybrané zosuvné územie na okraji obce Veľká Čausa a zosuvný svah nad Kunešovskou cestou v Handlovej. Na vybraných lokalitách svahových pohybov bola v rámci hodnotenia zosuvného hazardu vykonaná deterministická stabilitná analýza, vďaka ktorej sa získala informácia o stabilitných pomeroch celého vybraného zosuvného územia a vyčlenili sa jeho kritické časti. Deterministická analýza na lokalite Veľká Čausa preukázala vplyv minimálnej a maximálnej úrovne hladiny podzemnej vody na stabilitný stav zosuvného územia. Na lokalite Kunešovská cesta bol porovnaný stav z obdobia pred realizáciou sanačných opatrení s aktuálnym stavom v súčasnosti. Vo vyčlenených kritických častiach územia sa vykonala séria stabilitných výpočtov v reprezentatívnych profiloch. V rámci výpočtov sa modelovali rôzne stavy stability zmenou najdôležitejšieho vstupného parametra – úrovne hladiny podzemnej vody.

Hydrogeologické faktory

Cieľom inventarizovať a analyzovať vplyvy povodní, hladiny podzemnej vody, agresívnych vlastností pod-



Porovnanie zátopových oblastí pomocou sklonu terénu a modelovania

zemnej vody a jej zraniteľnosti a dostupnosť zdrojov podzemnej vody na kvalitu života všeobecne, s konkrétnou aplikáciou na pilotné územie Hornej Nitry. Všetky uvedené hydrogeologické faktory považujeme za závažné, aj keď každý z nich sa prejavuje v inej oblasti kvality života.

Povodne predstavujú jeden z najvýznamnejších prírodných hazardov. Ich dôsledkom sú spravidla veľké hospodárske škody, ale aj straty na ľudských životoch. Riešenie problematiky povodní je však komplikované a vyžaduje spoluprácu vodohospodárov, hydrológov a hydrogeológov. Preto ho nebolo možné v rámci tohto projektu riešiť v celej šírke problematiky. No aj napriek tomu výsledky projektu prispeli k hodnoteniu kvality života vypracovaním metodického postupu stanovenia zátopových oblastí a tým aj k možnosti prípravy preventívnych opatrení v hodnotenom území. V rámci riešenia tejto témy bola vytvorená databáza prietokov a vodných stavov z vodomerných profilov hodnoteného územia. Štatisticky boli vyhodnotené povodňové prietoky (kulmináčné prietoky, doby trvania prietokových vln a objemy prietokových vln). Bol zostavený metodický postup hodnotenia ohrozenia územia pri povodňových stavoch a vyhodnotený časový režim povodňových stavov. Potenciálne povodňové riziko bolo zobrazované vo forme máp zátopových oblastí, ktoré boli vytvorené dvomi rôznymi metódami a vzájomne porovnané.

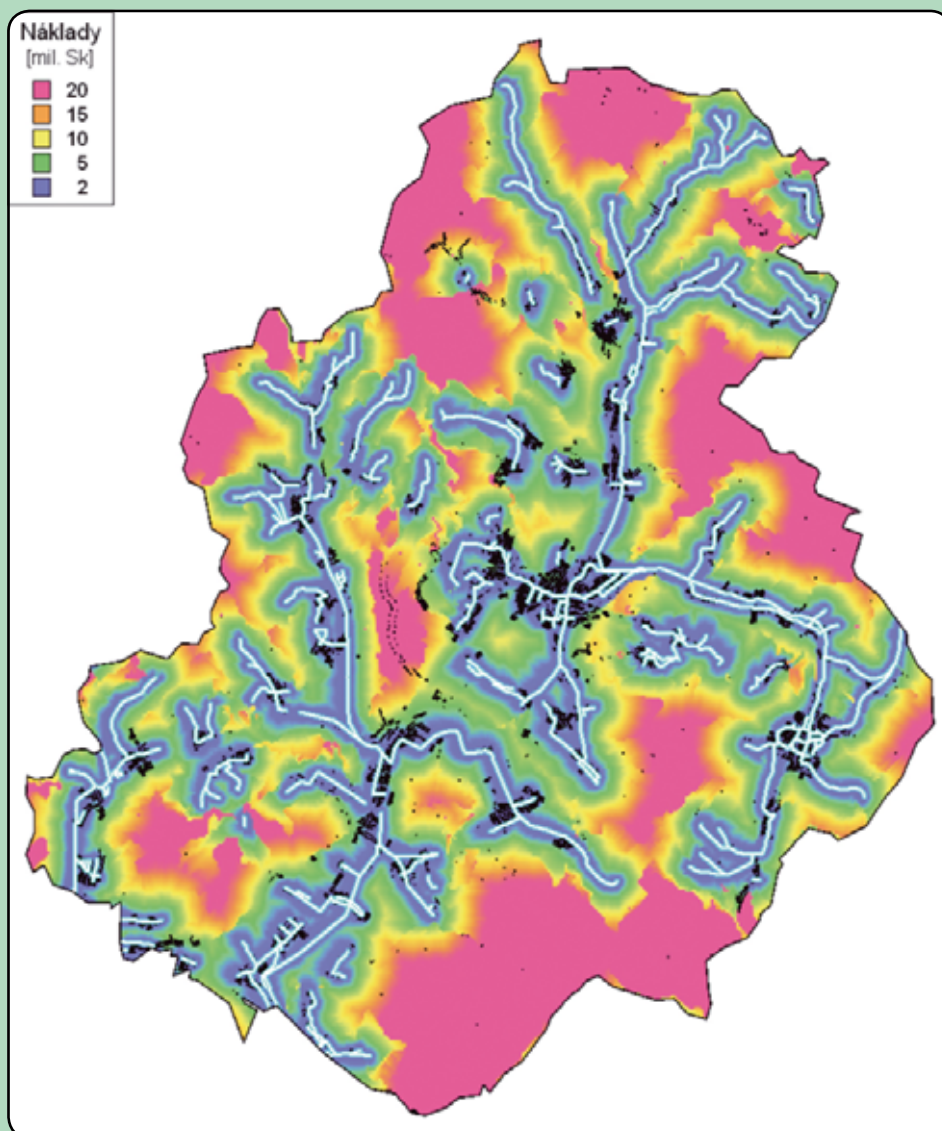
Hladina a agresívne vlastnosti podzemnej vody sú

faktory kvality života, ktoré sa prejavujú v oblasti bezpečnosti inžiniersko-technických diel od veľkých podnikov a zariadení, až po obydla jednotlivých občanov. Navrhnuté metodické postupy a konkrétne mapové výstupy zostavené pre pilotné územie poskytujú dôležité informácie pre orgány štátnej správy a miestnej samosprávy o konkrétnych podmienkach výstavby v jednotlivých lokalitách a o možnosti ohrozenia stavebných diel vplyvom kvantitatívnych a kvalitatívnych vlastností podzemnej vody. Stav a úroveň hladiny podzemnej vody a jej hĺbka pod terénom je dôležitým faktorom pre potreby poľnohospodárstva, lesníctva, vodného hospodárstva, stavebníctva, posudzovania vplyvu činností na životné prostredie, územné plánovanie a pod. Na základe údajov z hydrogeologických a inžinierskogeologických vrtov bola v rámci tejto podúlohy zostavená databáza hladín podzemnej vody vo vrtoch a sondách, vrtoch siete SHMÚ, prietokov vo vodomerných profiloch územia, ako aj mesačných úhrnov zrážok v staniách Nitrianske Pravno a Prievidza. Podkladové údaje boli geoštatisticky a graficky spracované. Bol vypracovaný metodický postup hodnotenia hladín podzemnej vody. Tento postup bol aplikovaný na pilotné územie. Výsledky boli vyjadrené v mapách hladiny podzemnej vody vo forme hĺbok, rozkryvov, maximálnych a minimálnych úrovní.

Agresivita podzemnej vody je vlastnosť, ktorá spôsobuje rozrušovanie určitého druhu materiálov (nekovových a kovových). Jej hodnotenie je významné z hľadiska zakladania stavieb – zabezpečenie stability základových konštrukcií, ale aj bezpečnej prevádzky rôznych typov produktovodov. Vykonané práce zahŕňajú zostavenie databázy vstupných dát pre hodnotenie agresívnych vlastností podzemných vôd, ich zatriedenie, geoštatistické vyhodnotenie a mapové spracovanie. Bola zostavená metodika hodnotenia agresívnych vlastností podzemných vôd, overená v rámci pilotného územia. Vytvorená databáza chemických analýz celkovo obsahuje 953 analýz obsahujúcich zložky spôsobujúce agresivitu. V rámci geoštatistického hodnotenia bol vyhodnotený výskyt agresívnych zložiek vôd pôsobiacich na betón aj na oceľ. Bola zostavená Mapa rájónov agresívnych vlastností podzemných vôd v mierke 1:100 000, na ktorej bolo vyčlenených 8 rájónov, z toho 6 rájónov agresívnych vôd a Lokálna mapa agresívnych vlastností podzemných vôd v mierke 1:50 000 pre všetky významnejšie sídla pilotného územia.

Ochrana podzemnej vody zohráva dôležitú úlohu pri zabezpečovaní kvality podzemnej vody a dobrej kvality života obyvateľstva. Jednou z možností vyjadrenia jej efektívnej ochrany je zostavenie mapy zraniteľnosti podzemnej vody. Zraniteľnosť je definovaná ako možnosť prieniku znečisťujúcich látok do podzemnej vody, ktorá je daná súhrnom hydrogeologických podmienok, predovšetkým hydraulickou komunikáciou medzi povrchom terénu a podzemnou vodou. Na základe získaných podkladov o vlastnostiach prostredia boli v rámci tejto témy zostavené mapy zraniteľnosti podzemných vôd metódou DRASTIC a GOD v mierke 1:50 000, ktoré boli doplnené o ďalšie významné údaje, ako sú zdroje znečistenia, ochranné pásma zdrojov pitných a minerálnych vôd. Bola zhodnotená kvalita povrchových a podzemných vôd pilotného územia. Riešenie dostupnosti podzemnej vody pre zásobovanie obyvateľstva umožňuje identifikáciu problematických území, prípadne území s významným vodárenským potenciálom. Môže pomôcť pri rozhodovaní o efektívnom riešení zásobovania obyvateľstva kvalitnou pitnou vodou. Výsledky

Orientačné náklady (v mil. Sk) na získanie 1 l.s⁻¹ pitnej vody napojením na existujúci vodovod



sú priamo aplikovateľné pri územnom plánovaní.

Metodika ekonomického hodnotenia zdrojov podzemných vôd môže byť cennou pomôckou pre pracovníkov tak štátnej správy, ako aj miestnych úradov pri analýze možností rozvoja zásobovania obyvateľstva z malých vodných zdrojov v oblastiach s malou hustotou obyvateľov, v ktorých je použitie veľkokapacitných privádzačov a vodovodných systémov nepravdepodobné. Zároveň však poskytuje aj cenný argument v rukách hydrogeológov pri zdôvodňovaní reálnej hodnoty navrhovaných ochranných opatrení a všeobecne pri dokumentácii ceny zdrojov podzemnej vody. Nastávajúce trendy privatizácie vodárenstva priniesú so sebou potrebu spresnenia týchto výpočtov, ich zavedenia do geografických informačných systémov, ale aj množstvo ďalších problémov, z ktorých treba spomenúť najmä potrebu zohľadnenia majetkovej ujmy za nevyužitie vlastníckych práv v ochranných pásmach vodných zdrojov, ktorá by mala byť zahrnutá v cene vody.

Z praktických záverov, ktoré vyplynuli z riešenia na pilotnom území Hornej Nitry, sú najdôležitejšie tieto:

1. Vytvorená metodika sa ukázala ako vhodná pre geograficky a geologicky veľmi heterogénne územie, akým je Horná Nitra, čím potvrdila svoju vhodnosť aj pre ostatné oblasti Slovenska. Implementácia vytvorenej metodiky na území Hornej Nitry dokazuje opodstatnenosť prijatých predpokladov, odzrkadľujúcich reálne hydrogeologické pomery daného územia.

2. Metodika sa ukázala byť značne citlivá na kvalitu vstupných údajov, a to najmä na detailnosť dokumentácie prameňov a kvalitu databáz hydrogeologických vrtov. Pre vierohodné výsledky nie je však možné v tejto požiadavke robiť kompromisy, keďže ide o kľúčové parametre. Bez dostatočne kvalitných dát je riešenie len približné.

Ako nadväzné riešenie navrhujeme aplikovať metodiku najmä na deficitných územiach z pohľadu zásobovania obyvateľstva pitnou vodou. V súvislosti s tým je potrebné do metodiky zakomponovať časť riešiacu kapacitné možnosti existujúcej siete vodovodných potrubí s návrhom jej optimalizácie. K tomu je nevyhnutná užšia spolupráca s organizáciami, v ktorých kompetencii tieto siete sú, a to najmä zvýšiť dostupnosť kompletných údajov o odberoch surovej vody, spotrebe, transportovaných množstvách a parametroch vodovodných potrubí a čerpacích staníc. Taktiež je nevyhnutné neustále aktualizovať databázy výverov podzemných vôd (prameňov) a existujúcich hydrogeologických vrtíc, a to najmä údaje o ich využívaní, keďže tieto zásadným spôsobom ovplyvňujú výslednú mapu dostupnosti prirodzených zdrojov podzemných vôd.

Geochemické faktory

Problematika kontaminácie geologickej zložky životného prostredia a jeho možného dopadu na ľudské zdravie a kvalitu života sa riešila v dvoch základných úrovniach. Rámcovo pre celé územie Slovenskej republiky

z archívnych dát a podrobným medicínsko-geochemickým výskumom z Hornej Nitry. Približne 10,5 % územia SR sa vyznačuje vysokou úrovňou kontaminácie geologickej zložky životného prostredia. Vyčlenených a charakterizovaných bolo 14 kontaminovaných regiónov Slovenska. V kontaminovaných regiónoch Slovenska boli štatistickou analýzou potvrdené signifikantné korelačné vzťahy medzi zvýšenými obsahmi potenciálne toxických prvkov (najmä As, Sb, Pb, Cd) v geologických zložkách životného prostredia a zhoršením ukazovateľov zdravotného stavu.

Na základe výsledkov geochemického mapovania sa región Hornej Nitry vyznačuje v rámci SR zvýšenými obsahmi As a to vo všetkých hodnotených zložkách – podzemná voda, povrchová voda, pôdy a riečne sedimenty. Z 55 obcí regiónu Hornej Nitry sa 19 obcí vyznačuje vysokým až extrémne vysokým environmentálnym rizikom z kontaminácie geologickej životného prostredia. Rizikové obce sa nachádzajú v centrálnej a južnej časti regiónu. Najvyšším rizikom sa vyznačujú obce Z. Kostolany a Bystričany. Zvýšené environmentálne riziko je jednoznačne priestorovo i príčinne späté s výskytom, ťažbou a spracovaním uhlia z regiónu a z rizikových prvkov takmer výhradne s As. V najrizikovejších obciach regiónu bolo vypočítané zvýšené riziko (prevažuje stredná úroveň rizika) vzniku chronických a rakovinových ochorení z kontaminácie As. Jedná sa najmä o obce Z. Kostolany, Prievidza, Sebedražie, Bystričany, Oslany, Čeraňany, Nováky a Malé Kršteňany. Obsahy As v biologických materiáloch detí z regiónu (200 sledovaných detí) v porovnaní so staršími prácami z 90. rokov vykazujú signifikantný pokles.

Veľmi nepriaznivá skutočnosť bola zdokumentovaná sledovaním pôd a zeleniny zo záhrad rodinných domov v obciach. Limitované hodnoty pre pôdy a miestne pestované zeleniny a zemiaky boli prekročené približne v 2/3 domových záhrad, hlavne v prípade As. Pôdy zo záhrad v rodinných domoch vykazujú väčšinou výrazne nepriaznivejšie obsahy rizikových prvkov, hlavne As, menej Hg a zriedka aj Pb v porovnaní s ich obsahmi v extravilánoch. Ekologicky nekontrolované spaľovanie miestneho uhlia v rodinných domoch za desaťročia podmienilo akumuláciu As v pôdach a potravinovom reťazci zo záhrad rodinných domov. Zvýšené obsahy rizikových prvkov v oblasti Hornej Nitry v geologickom prostredí

(pôdy, sedimenty, vody) majú odozvu v miestne pestovanom potravinovom reťazci no aj v ľudských tkanivách a tekutinách.

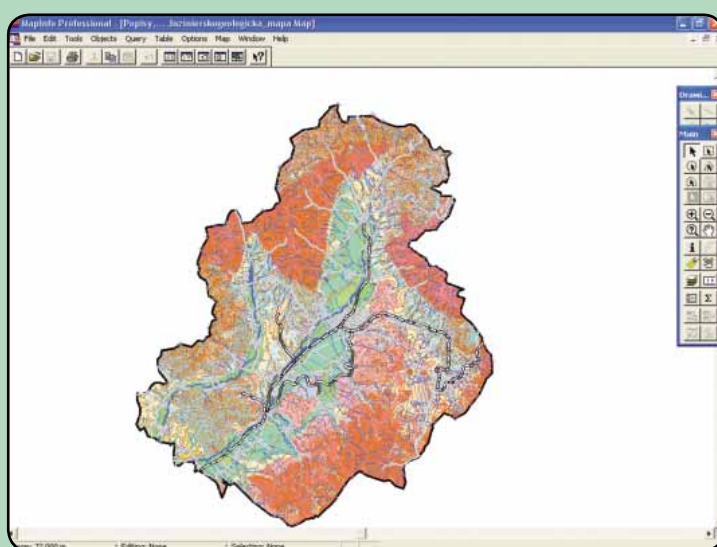
Geofyzikálne faktory

V oblasti tepelného poľa Zeme bol analyzovaný jeho vplyv na kvalitu života, ako aj tepelné prejavy v pilotnej oblasti. Na základe porovnania hodnôt tepelného toku a modelovania izostatických pohybov bolo zistené, že výrazná teplotná anomália v centre hornonitrianskej kotliny veľmi dobre koreluje s maximom izostatických pohybov. Podrobne bol spracovaný aj možný vplyv prirodzeného (čiastočne aj umelého) elektromagnetického poľa Zeme a jeho zmien na kvalitu života. Bolo zistené, že výrazné tektonické línie na okraji kotliny nevykazujú vážnejšie riziko vzniku výrazných gradientov EM poľa.

Ďalšia časť témy zahŕňa vplyv seizmického pohybu na stabilitu základových pôd. Bolo vykonané štúdium archívnych materiálov a analyzované seizmotektonické pomery pilotného územia. Na základe týchto výsledkov boli stanovené maximálne pozorované a očakávané intenzity a magnitúda potenciálnych zemetrasných udalostí.

V problematike geofyzikálnych charakteristík geologických nebezpečí boli realizované tieto práce:

- zostavený bol optimálny komplex geofyzikálnych metód na prieskum zosuvných území, realizované terénne práce a ich vyhodnotenie na vybraných zosuvoch v Bojniciach, Kunešovskej ceste a Veľkej Čausi, pričom pri poslednom boli realizované aj výpočty seizmickej stability zosuvného telesa;
- zostavený bol optimálny komplex geofyzikálnych metód pre oblasť ohrozenia podzemných vôd a realizovaný terénny prieskum a jeho geologické a rizikové vyhodnotenie na vybraných lokalitách - vodných zdrojoch v Nitrianskych Sučanoch a Bojniciach;



Inžinierskegeologická mapa v informačnom systéme

rénnych geofyzikálnych meraní a ich komplexné vyhodnotenie;

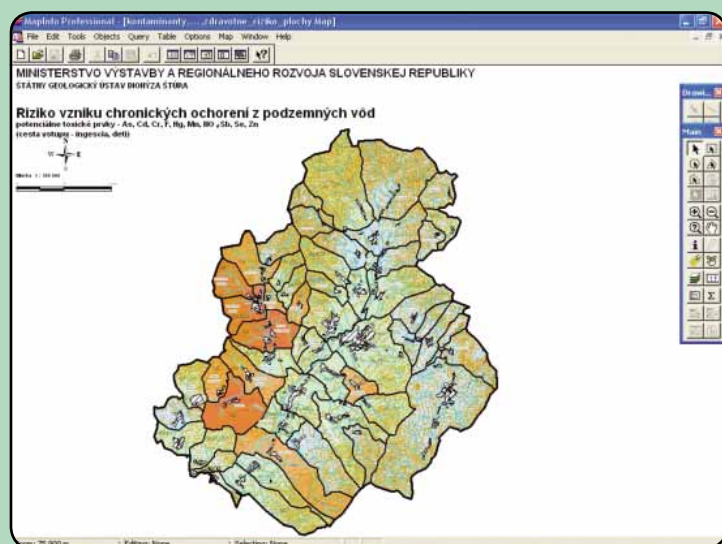
- analyzované boli recentné vertikálne pohyby v oblasti a realizoval sa výpočet hmotového rozdielu medzi hornonitrianskou panvou a normálovou kontinentálnou litosférou. Subsidiencia a stabilita základových pôd v poddolaných územiach bola bližšie skúmaná aj pomocou ťažových meraní na vybraných profiloch.

Aplikáciou metodického manuálu boli v Hornonitrianskej kotline vyčlenené zlomové štruktúry týchto troch kategórií: (1.) neotektonicky aktívne zlomy sú tie zlomové štruktúry, ktorých aktivitu počas kvartérneho obdobia vieme stanoviť nezávisle niekoľkými metódami (malomagurský zlom, SZ segment pravnianskeho zlomu); (2.) podmienené neotektonicky aktívne zlomy sú tie zlomové štruktúry, ktorých aktivitu počas kvartérneho obdobia nevieme jednoznačne vylúčiť (nedožerský zlom, breziarsky zlom, necpalský zlom a hájsky zlom); (3.) neotektonicky neaktívne zlomy sú tie zlomové štruktúry, ktorých aktivitu počas kvartérneho obdobia vieme jednoznačne vylúčiť nezávisle niekoľkými metódami (šútovský zlom a JV segment pravnianskeho zlomu). Uvedené údaje slúžili ako dôležité vstupné informácie pre seizmotektonický model regiónu.

Záver

Abiotická zložka prírodného prostredia (geologická stavba, pôda, podzemné a povrchové vody, riečne sedimenty, prírodná rádioaktivita a inžinierskegeologické pomery) je nositeľom primárnych i antropogénnych aktivít a zároveň predstavuje aj počiatočný zdroj potravinového reťazca pre biotu a človeka s veľmi zložitými vzájomnými vzťahmi. Komplexné poznatky o abiotickej zložke, spojené s analýzou vplyvu, dávajú možnosti pre ďalšie aplikácie a nadstavbové práce a vyúsťujú až do administratívnych rozhodnutí. Výskum geologických faktorov je vlastne jediným nástrojom na získanie komplexných informácií o abiotickej zložke v konkrétnom čase, priestore a príslušnej mierke, ktoré je možné asociovať s ďalšími potrebnými informáciami. Zostavený výstup spolu s aktívnou databázou premietnutou do GIS formy sa stane dôležitým podkladovým materiálom pre rozhodovacie orgány v problematike ochrany životného prostredia, kvality života a zároveň bude podkladom umožňujúcim zavedenie systému ekologického hospodárenia.

D. Bodíš, S. Rapant, A. Klukanová, J. Švasta, V. Gajdoš, J. Hók, Z. Ženišová, J. Marko



Jedna z map geochemických faktorov v informačnom systéme