

# GIS BANSKÉHO PODNIKU AKO EFEKTÍVNY NÁSTROJ PRE MODELOVANIE PREJAVOV BANSKEJ ČINNOSTI

Peter Blišťan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ústav geodézie, kartografie a GIS, Fakulta BERG, TU v Košiciach, Letná 9,  
040 01, Košice, Slovensko

Kontakt: peter.blistan@tuke.sk

**Abstrakt.** Geodetické pozorovania predstavujú základné zdroje údajov pre GIS. Z údajov prenesených do tohto prostredia je možné vytvárať digitálne modely podrúbaných území. Použitím geografického informačného systému sa dajú uskutočniť rôzne analýzy pre ďalší vývoj pohybov bodov v sledovanom území.

Na báze produktu ArcGIS je postavený aj systém pre monitorovanie prejavov banskej činnosti v lokalite Solivar pri Prešove. Sú v ňom zahrnuté informácie získané z pozorovacej geodetickej stanice a údaje z terénnych meraní v dobývacom priestore ložiska Solivar pri Prešove. Monitorovací systém by mal na základe pravidelne realizovaných meraní vyhodnocovať aktuálny stav poklesovej kotliny a robiť predikciu jej ďalšieho vývoja.

**Kľúčová slova:** GIS, modelovanie, podrúbané územie, pozorovacia stanica, dobývací priestor.

**Abstract.** GIS of mining corporation like an effective implement for modelling effects of mining activity. Geodetic observations constitute the basic sources of data for GIS. Using data transferred into this environment, it is possible to create digital models of undermined areas. The use of geographic information system enables various analyses of further movements of points inside the observed area.

On the base of product ArcGIS will be activated system for monitoring effects from mining activity in the location Solivar near Prešov. This GIS system will be tested for using in mining corporation. This system will contain informations from monitoring geodetic station and indications from measures in mining area of deposit Solivar near Prešov, basic mining and geological maps and informations about deposit Solivar and mining. Actual situations about declention basin will be evaluate by monitoring system with periodic measures depends on planning progress of mining salt rock and prediction of next development.

**Keywords:** GIS, modelling, undermined area, observation station, extraction space.

## 1 Úvod

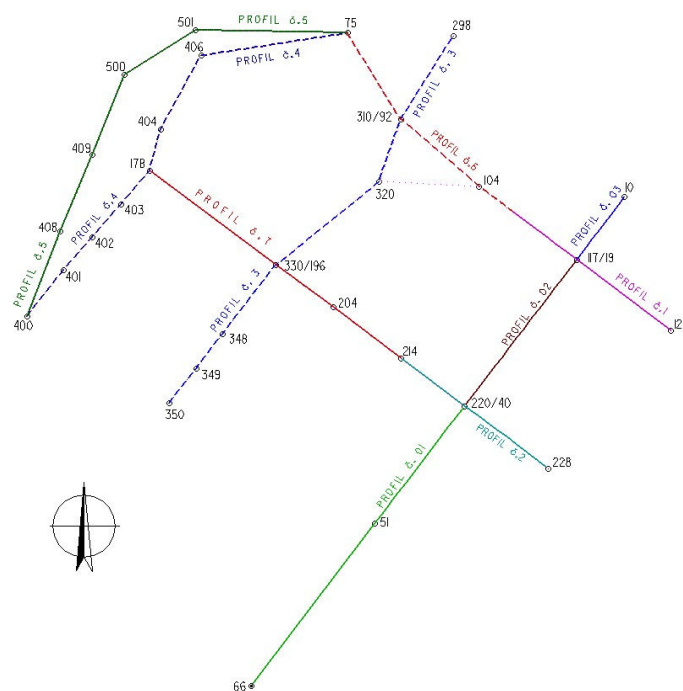
Vplyvom banskej činnosti na krajinu sa mení jej povrchová situácia, následkom čoho vznikajú rôzne prejavy podrúbania, medzi ktoré patria hlavne posuny, poklesy a deformácie povrchu. Deformáciami sú ovplyvňované jednak povrchové objekty, ktoré sú umiestnené v ochranných pásmach dobývacieho priestoru, ďalej vodné toky, povrchové komunikácie a v neposlednom rade aj samotné banské objekty.

Podrúbanie je v dnešnej dobe často riešenou otázkou. Vyťažené priestory sa môžu zavalit' horninami z nadložných vrstiev a tým spôsobiť zmeny na povrchu. K sledovaniu týchto zmien sa budujú pozorovacie stanice a na nich sa sleduje pohyb pozorovacích bodov. Monitoruje sa pohyb vodorovný – posun a pohyb zvislý – pokles. Zisťovanie pohybov sa vykonáva geodetickými meraniami, realizovanými v obyčajne pravidelných a rovnako dlhých časových obdobiach.

Pri vyhodnocovaní geodetických meraní sa začali intenzívne využívať aj expertné počítačové systémy pracujúce na báze geografických informačných systémov (GIS). Tieto systémy reprezentujú novú generáciu informačných systémov, pričom ich dôležitým znakom je rýchle spracovanie veľkého počtu údajov a informácií a následné grafické znázornenie výsledkov analýz. Pravidelné geodetické merania sú základnými zdrojmi údajov pre takéto GIS systémy. Aplikáciou špeciálnych nástrojov GIS systémov sa dajú uskutočniť rôzne analýzy a predpovede pre ďalší vývoj pohybu bodov v sledovanom území.

## 2 Geodetický monitoring prejavov banskej činnosti na ložisku Solivar pri Prešove

Projekt pozorovacej stanice a stabilizáciu bodových polí vykonali v roku 1968 zamestnanci Katedry banského meračstva a geofyziky BF VŠT v Košiciach. Od roku 1978 práce prevzali pracovníci Banického ústavu SAV v Košiciach. Na základe nariadenia štátnej banskej správy sa od roku 1978 na ložisku Solivary - vrty vykonáva v pravidelných polročných intervaloch sledovanie vplyvov podrúbania geodetickými metódami. Body bodového poľa boli umiestnené v profiloch nad vylúhovanými priestormi (*obr.1*). Pôvodné bodové pole tvorili tri profily. V roku 1980 bola pozorovacia stanica na základe potreby zväčšenia ťažobného poľa smerom na severovýchod Prešova k sídlisku Sekčov rozšírená o nové profily a doplnená novými bodmi. Body pozorovacej stanice sú stabilizované povrchovo kovovými tyčami zabetónovanými v kovových rúrach priemeru 150 mm a dĺžke 1000-1500 mm.



**Obr.1.** Grafické znázornenie profilov bodového poľa.

V priestoroch pozorovacej stanice je od roku 1968 vykonávaný systematický monitoring vývoja poklesovej kotliny a vyhodnocuje sa pohyb bodov v horizontálnom a vertikálnom smere. V roku 2006 vznikla myšlienka modelovať vývoj poklesovej kotliny využitím nástrojov GIS.

### 3 Geografické informačné systémy ako prostriedok na spracovanie, analýzu a prezentovanie výsledkov geodetických meraní

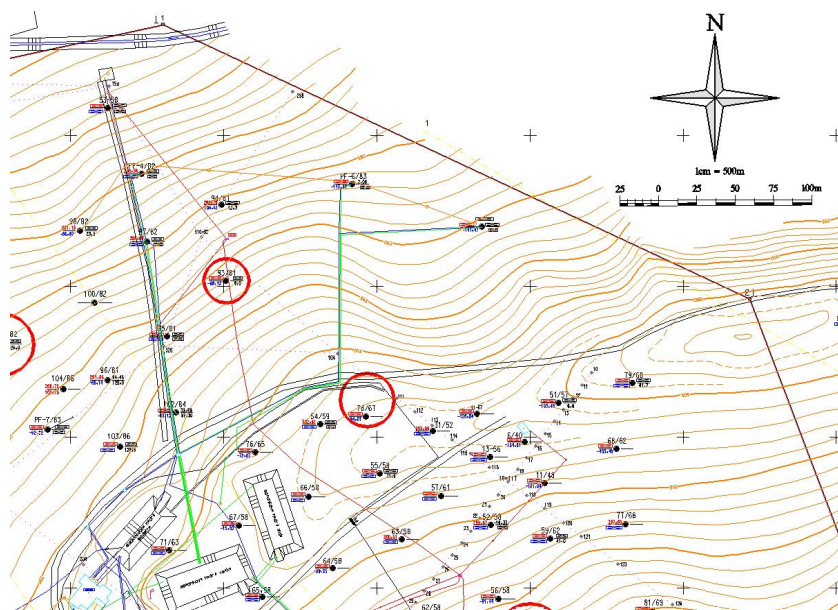
Tvorba digitálnych statických či dynamických modelov záujmových oblastí sa stáva nielen prostriedkom k lepšiemu poznaniu prírodných a antropogénnych procesov, ale aj účinným nástrojom na „ovplyvňovanie“ laickej a odbornej verejnosti pri rozhodovacích procesoch.

V jednoduchých úlohách sa digitálne údaje využívajú len ako súčasť databázy na tvorbu dopytov, na jednoduché výbery podľa zadaných kritérií. Polohové ukazovatele reliéfu sa používajú v lokalizačných analýzach. Priestorové analýzy v GIS využívajú digitálne dáta na hodnotenie vplyvu reliéfu na usporiadanie iných prvkov, javov a procesov v krajine, hodnotenie dostupnosti, viditeľnosti, vhodnosti, susedstva a pod.. Významnú úlohu majú aj pri vizualizácii údajov, ktorú možno zlepšiť napr. tieňovaním tematických vrstiev alebo tvorbou 3D pohľadov, preletov nad územím či animáciami. Digitálny model reliéfu sa už štandardne používa aj pri spracovaní údajov z geodetických meraní.

Na báze GIS systému je postavený aj systém pre monitorovanie prejavov banskej činnosti v lokalite Solivar pri Prešove. Sú v ňom zahrnuté informácie získané z pozorovacej geodetickej stanice a údaje z terénnych meraní v dobývacom priestore ložiska Solivar pri Prešove. Monitorovací systém by mal na základe pravidelne realizovaných meraní vyhodnocovať aktuálny stav poklesovej kotliny a robiť predikciu jej ďalšieho vývoja.

Po vytvorení celkového obrazu geografickej situácie na postihnutom území v 2D priestore (obr. 2) bude ďalším krokom vytvorenie trojrozmerného modelu povrchu v jednotlivých časových epochách. Tento model bude zahŕňať trojrozmerné zobrazenie povrchových objektov a základných geologických štruktúr.

Vhodnou interpretáciou sa bude dať určiť napr. pravdepodobnosť ďalšieho posunu, resp. vymedzenie lokalít s potrebnou sanáciou a vykonaním neodkladných opatrení zabezpečujúcich ochranu životného prostredia.



**Obr.2.** Severná časť dobývacieho priestoru Solivar pri Prešove s vyznačením pozície ťažobných vrtov a bodov monitorovacej siete.

#### 4 Oblasti použitia monitorovacieho GIS systému

Navrhnutý monitorovací GIS systém by mal výrazne pomôcť pri riešení celej škály potrieb bansko-technickej praxe a zároveň riešiť problém centrálnej správy dát. Analytické a prezentačné možnosti systému môžeme rozdeliť do nasledujúcich skupín [1]:

- *meracie funkcie,*
- *nástroje na prehľadávanie databázy,*
- *topologické prekrytie,*
- *mapová algebra,*
- *vzdialenostné analýzy,*
- *analýzy vektorových sietí,*
- *analýzy modelu reliéfu,*
- *štatistické analýzy,*
- *prezentačné funkcie.*

**Meranie** vzdialeností medzi objektmi, výpočet ich súradníc, či výpočet obvodu a obsahu plochy poskytuje každý profesionálny GIS systém. Tieto funkcie (predovšetkým funkcie na výpočet obvodu a obsahu plochy, alebo objemu telesa) sú pre efektívnu prácu používateľa nenahraditeľné predovšetkým z dôvodu, že väčšina týchto výpočtov sa ešte aj v súčasnosti robí ručne, napr. pomocou planimetra.

**Nástroje na prehľadávanie databázy** umožňujú v prvom rade získať informácie pripojené ku geoobjektu. K nástrojom na prehľadávanie databázy patrí aj dotazovanie na databázu. Dotazovaním sa z databázy selektujú údaje, zodpovedajúce špecifickému kritériu. Dotazovacia operácia má obvyčajne tri hlavné zložky:

- *špecifikáciu údajov, ktorých sa týka,*
- *formuláciu podmienok, ktorým musia údaje vyhovovať,*
- *inštrukciu, čo sa má na vybraných dátach vykonať.*

Dotazy môžeme v GIS ďalej rozdeliť na:

- *atribútové* – dotaz typu: „ktoré geografické objekty (lokality) majú definovanú vlastnosť“,
- *priestorové* – dotaz typu: „čo sa nachádza na tomto mieste, čo sa nachádza v tejto oblasti“,
- *kombinované* – dotaz typu: „ktoré objekty spĺňajú definovanú vlastnosť a zároveň sa nachádzajú v záujmovej oblasti.

**Topologickým prekrytím** (overlay) sa rozumie všeobecne dotazovanie dvoch alebo viacerých informačných vrstiev. Klasicky sa tento problém riešil prekrytím dvoch tematických máp na priesvitných fóliách. Výsledkom postupu je potom identifikácia nových objektov, ktoré majú kombináciu vlastností objektov zo zdrojových informačných vrstiev. Pre kombináciu vstupných objektov sa používajú pravidlá Boolovskej logiky.

**Mapová algebra** je nástroj určený výhradne pre rastrovú prezentáciu, pretože umožňuje kombinovať rastrové vrstvy pomocou rôznych matematických operácií. Tieto matematické

operácie sa vykonávajú buď na jednej alebo na dvoch (i viaceru) vrstvách a ich výstupom je vždy nová vrstva, samostatne použiteľná pre ďalšie analýzy.

**Vzdialenostné analýzy** sú jedným z najpoužívanejších nástrojov. Najznámejším typom vzdialenostných analýz je tvorba obálky (bufferu). Je založená na vektorovej reprezentácii a spočíva vo vytvorení polygón v určenej vzdialenosti okolo bodu, línie alebo polygónu.

**Analýzy nad vektorovou sieťou** sú ďalšou významnou oblasťou použitia systému. V podstate sa jedná opäť o hľadanie najkratšej vzdialenosti, ale s tým rozdielom, že siete sú reprezentované vektorovo. Sieť tvorí orientovaný ohodnotený graf, zložený z uzlov (priesečníky) a hrán (línie).

**Analýzy 3D dát** sú špecifickou skupinou analýz, typickou iba pre niektoré oblasti použitia GIS. Drvivá väčšina GIS analýz je vykonávaná v 2D, prípadne na digitálnom modeli reliéfu (v tzv. „2,5 D“, kde  $z=f(x,y)$ ). Skutočné 3D modelovanie a analýzy sa vykonávajú napr. v ložiskovej geológii pri modelovaní geologickej stavby (model ložiska) alebo hydrogeológii (prúdenie podzemných vôd a modelovanie kontaminácie horninového prostredia).

**Štatistické analýzy** zahŕňajú celú paletu analýz. K najznámejším patria:

- *klasické štatistické metódy* ako suma, medián, minimum, maximum, štandardná odchýlka a iné,
- *grafy* (kartodiagram, kartogram, výsekový graf či histogram),
- špeciálnym prípadom štatistických analýz sú *regresné a korelačné analýzy*, ktoré sa snažia nájsť súvislosť medzi jednotlivými priestorovými javmi.

**Prezentačné funkcie** slúžia na prezentáciu geografických dát a tvorbu koncových výstupov z GIS databáz. Tento proces slúži na prevod dát z digitálnej formy (databáza GIS) späť do analógovej, človeku lepšie čitateľnej formy (mapy, modely, grafy, tabuľky, správy). Najčastejším výstupom sú samozrejme tematické mapy a priestorové modely zobrazované interaktívne - na monitore počítača, alebo neinteraktívne - v tlačenej forme na papieri.

## 5 Záver

Problematika monitorovania prejavov banskej činnosti použitím presných geodetických metód je nesmierne náročná a v súčasnosti aj dynamicky rozvíjajúca sa oblasť. Na modelovanie a predikciu prejavov banskej činnosti sa dnes už v plnej miere využívajú hlavne výkonné počítačové systémy. Pri riešení tejto úlohy budú na modelovanie a tvorbu modelu ložiska Solivar pri Prešove použité výkonné nástroje GIS systémov. Pri analýze a syntéze dát budú v plnej miere využité analytické funkcie GIS prostredia ArcGIS, ktoré poslúži ako základné pracovné prostredie na tvorbu modelu územia. Našou snahou bude overiť použitie nových modelovacích metód, ako je napr. geoštatistické modelovanie, ktoré je schopné úspešne modelovať fenomény vyskytujúce sa v oblasti baníctva a geológie.

## Referencie

1. Blišťan, Peter: Analýza a modelovanie kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov vybraných magnezitových ložísk a ich prezentácia v prostredí GIS systémov. Habilitačná práca. Košice, Manuskript, 2005. 121 s.

---

## Pod'akovanie

Tento článok bol napísaný s podporou grantovej agentúry VEGA, v rámci riešenia garantových úloh „*Vývoj metód a nástrojov na báze GIS umožňujúcich 3D modelovanie ložísk nerastných surovín za účelom efektívnejšieho využívania surovinového potenciálu SR*“ č. grantu 1/0162/08 a „*Implementácia geografických informačných systémov do monitoringu a analýzy prejavov banskej činnosti v lokalite Solivar a následné modelovanie a hodnotenie kinematickej aktivity horninového masívu nástrojmi GIS z hľadiska perspektívy ďalšieho využitia územia*“ č. grantu 1/3351/06.

**Annotation:** GIS of mining corporation like an effective implement for modelling effects of mining activity. Country surface situation is changing by influence mining operations in consequence of this are arising various performs effects of undermining, which among belongs drifts, declines and surface deformations. Deformations influence surface objects in protecting zone of mining area, watercousers, surface communications and mining objects too. Observation stations monitor these changes, which monitor movings of observant points (stability of point area). Terrestrial – geodetic methods and measures monitor these movements and they are realised in periodic time intervals. Computer systems working on base of Geographic Informative System (GIS) and they are starting to be used for evaluating of geodetical measurements. Today, full range of specialized GIS software functions is used by analysis and synthesis. Most well known GIS software used in geodesy, geology or mining belongs software product called ArcGIS made by ESRI.

On the base of product ArcGIS will be activated system for monitoring effects from mining activity in the location Solivar near Prešov. This GIS system will be tested for using in mining corporation. This system will contain informations from monitoring geodetic station and indications from measures in mining area of deposit Solivar near Prešov, basic mining and geological maps and informations about deposit Solivar and mining. Actual situations about declention basin will be evaluate by monitoring system with periodic measures depends on planning progress of mining salt rock and prediction of next development.