

# MODEL LOŽISKOVÉHO ÚZEMIA BANKOV - KOŠICE PRE ÚČELY MONITORINGU PREJAVOV BANSKEJ ČINNOSTI

## MODEL OF BANKOV - KOŠICE DEPOSIT AREA FOR MONITORING EXAMPLE OF MINE ACTIVITIES

*Peter Blišťan<sup>1</sup>*

### **Abstrakt**

Problematika priestorového modelovania v oblasti geológie a baníctva je dynamicky rozvíjajúca sa oblasť a v poslednom období zaznamenala značný rozvoj. Na modelovanie v oblasti geológie a baníctva sa dnes už v plnej miere využívajú špeciálne počítačové systémy – CAD a GIS systémy. V tomto príspevku budú prezentované práve nástroje CAD a GIS systémov, použité na priestorové modelovanie ložiskového územia Bankov – Košice. Taktiež tu je prezentované využitie najmodernejších geodetických meračských systémov ako sú 3D laserové skenovanie a GNSS systémy. Pri spracovaní nameraných priestorových dát, ich analýze a syntéze boli využité funkcie CAD prostredia MicroStation a GIS prostredia ArcGIS. Prostredie ArcGIS poslúžilo aj ako základné pracovné prostredie na tvorbu modelu ložiskového územia a tvorbu informačného systému pre monitoring prejavov banskej činnosti.

### **Abstract**

Problem of 3D modelling is dynamic development area in the geology and mining sector. For the modelling are used special computer systems – CAD and GIS systems. This article presents tools of CAD and GIS systems used to 3D modelling of deposit area of Bankov – Košice deposit. Utilization of advanced geodetic surveying systems such as 3D laser scanning and GNSS systems are presented too. The Micro-Station tools and GIS system ArcGIS were used by processing of deposit dates, their analyses and synthesis and for creating of deposit model and information system for monitoring of mining activities too.

### **Kľúčové slová**

*Bankov - Košice, magnezit, ložisko minerálov, 3D skenovanie laserom, GNSS, modelovanie, CAD, GIS.*

## **1 Úvod**

Počítačové modelovanie v oblasti geológie a baníctva je dynamicky rozvíjajúca sa oblasť a v poslednom období zaznamenala značný rozvoj. Na modelovanie v oblasti geológie a baníctva sa úspešne využívajú počítačové systémy nazývané ako CAD (*Computer Aided*

*Design*) a GIS (*Geographic Information System*) systémy. V tomto príspevku sú prezentované nástroje CAD a GIS systémov, ktoré boli použité na priestorové modelovanie a následné zobrazenie ložiskového územia Bankov – Košice. Pri spracovaní ložiskových dát, ich analýze a syntéze boli využité funkcie CAD prostredia MicroStation a GIS prostredia ArcGIS, ktoré poslúžilo aj ako základné pracovné prostredie na tvorbu modelu ložiskového územia a tvorbu informačného systému pre monitoring prejavov banskej činnosti.

## 2 Ložisko magnezitu Bankov – Košice

### 2.1 História ťažby a preskúmanosť ložiska Bankov - Košice

Najvýchodnejšie známe zistené ložisko magnezitu na území SR je na severozápadnom okraji Košíc (obr. 1 a 2). Prieskumné práce sa na ložisku začali povrchovými vrtmi hneď po jeho objavení okolo roku 1900. Ťažba povrchovým lomom sa v časti ložiska Bankov začala roku 1908. Roku 1929 sa v Hornej štôlni prešlo na banský spôsob dobývania. Prieskumné vrtné práce v rokoch 1939 našli hĺbkové pokračovanie časti Bankov, a tak sa vyrazil ďalší horizont Hlavnej štôlne. Po krátkom prerušení počas vojny sa ťažba obnovila v roku 1946, ale najmä od roku 1949. Neznámy rozsah a kvalita ložiska nedovoľovali rozvinúť ťažbu, a preto sa v roku 1953 začali systematické prieskumné práce v časti Medvedia a pokračovali až do roku 1962. Využili sa vrtné práce v sieti od 60–131 m na zistenie zásob kategórie

$C_1$  a v sieti 80 až 185 m kategórie  $C_2$  (Blišťan, 2005).

V rokoch 1960–1965 bola odvrátaná hustá sieť povrchových vrtov (10 x 10 m až 50 x 50 m) pre projektovanú hĺbku dobývania ložiska (+200 m n. m.). Ďalšie prieskumné práce v etape ťažobného prieskumu zahusťovali jestvujúcu vrtnú sieť a v ostatných častiach ložiska zabezpečovali prevod zásob do vyšších kategórií. Roku 1968 bol otvorený nový 4. horizont (156 m n. m.) z jamy Východ. Prieskumné práce pod 4. horizontom a aj na ňom sa realizovali v rokoch 1974 – 1979 v etape ťažobného prieskumu. Ich úlohou bolo spresniť kvalitu a overiť kvantitu suroviny v ťažobných blokoch. V časti ložiska Bankov pokračovali okrem povrchových vrtných prác aj prieskumné práce, realizované banským prieskumom a podzemnými vrtmi na 3. (200 m n. m.) a 4. (150 m n. m.) horizonte z jamy Západ. Prieskumné práce tvorila smerná chodba v podloží ložiskového telesa a prekopy na mocnosť s hustotou diel po 50 m. Na 4. horizonte prieskum doplnili vrty na overenie hĺbkového pokračovania ložiska po 7. horizont (0 m n. m.). Postupne sa robili vejárové vrty v etape ťažobného prieskumu na 2., 3. a 4. horizonte (Blišťan, 2005). V časti Banisko sa po roku 1962 priebeh ložiska pod úrovňou lomu overoval



**Obr. 1. Geografická pozícia záujmovej oblasti**

povrchovými vrtmi a na základe ich výsledkov sa roku 1966 otvoril 1. a 2. horizont (245 a 275 m n. m.).

Podrobný prieskum na horizontoch overil kvalitu a úložné pomery časti ložiskového telesa, na ktorý v roku 1972 nadviazal prieskum 3. horizontu (200 m n. m.). V rokoch 1975 – 1979 bol preskúmaný 4. horizont a jeho hĺbkové pokračovanie do úrovne 5. horizontu, a to obdobným spôsobom ako v predchádzajúcich etapách. Od roku 1979 v etape podrobného prieskumu sa realizovali prieskumné práce na 6. horizonte podobným spôsobom ako na 4. horizonte. Prieskumné práce v telese Bankov - Banisko medzi 4. a 6. horizontom sa realizovali až do roku 1991. Od roku 1979 sa podrobným a ťažobným prieskumom overovalo teleso Medvedia po 6. horizont a jeho vykliňovanie juhovýchodným smerom medzi 4. a 6. horizontom v rokoch 1989 – 1991. Od roku 1982 sa predbežným prieskumom skúmala časť Medvedia medzi 6. a 9. horizontom. Pre tento účel sa prehĺbila šachta Východ na úroveň 8. horizontu (-50 m n. m.). V období 1984 – 1991 pokračoval vyhľadávací prieskum pod 6. horizontom. Povrchovými a podzemnými vrtmi sa spresnil smerný a hĺbkový vývoj ložiskových telies Bankov, Banisko a Medvedia. Prieskumné vrty zistili, že ložiskové telesá Bankov a Banisko siahajú do hĺbky až po úroveň – 1000 m n. m. a teleso Medvedia sa pod 10. horizontom delí na dve samostatné časti, pričom horná časť vykliňuje na úrovni –250m n. m. a spodná na úrovni –500 m n. m. sa spája s telesami Bankov a Banisko (Pauco a kol., 1986).

### 3 Model ložiskového územia



**Obr. 2** Ortosnímka záujmového územia s vyznačením hranice obývacieho priestoru

#### 3.1. Popis územia

Ložiskové územie Bankov - Košice tvoria dve samostatné telesá - Medvedia a Bankov - Banisko (telesá Bankov a Banisko sa často uvádza ju ako jedno ložiskové teleso). Medvedia je kulisovite zasunutá do podložia ložiskového telesa Bankov – Banisko. Smerný priebeh telies na povrchu je SZ-JV a sklon 40–70° na JZ.

**Teleso Medvedia** má na povrchu smernú dĺžku 600 m a mocnosť 200-280 m, celkovú smernú dĺžku 1000 m a dĺžku po sklone 1100-1200 m. Tvar telesa komplikuje smerný priešmyk a poklesy smeru S-J. V hlbších častiach sa mení smerný priebeh zo smeru SZ-JV v severnej časti na S-J v strednej až SSV-JJZ v južnej časti. V juhovýchodnej časti ložiskového územia je malé teleso Rozália.

**Teleso Bankov - Banisko** má smernú dĺžku na povrchu 980 m, celkovú dĺžku 1600 až 1800 m a po sklone je overené v dĺžke 1400 m. Tvar telesa je veľmi nepravidelný. Okrem

smerného priešmyku, ktorý ložiskové teleso zdvojuje, je tu rad poklesov posúvajúcich bloky. Jeho maximálna mocnosť je 280 m.

Prevádzka bane Bankov je viazaná na lokalitu chráneného ložiskového územia (CHLÚ), ktoré sa nachádza na území regiónu mesta Košice. Plošný rozsah CHLÚ je 1 791 500m<sup>2</sup>, a jeho hranica na povrchu je uzavretá geometrickým obrazcom so 16 vrcholmi. Pre činnosť v CHLÚ, resp. dobývacom priestore (DP) lokality Košice - Bankov (obr. 2) sú stanovené tieto podmienky:

- Na dotknutom území vymedzenou čiarou medzných uhlov vplyvu po úroveň 300 m n.m. je v CHLÚ zakázané zriaďovať stavby a zariadenia mimo účelových a technologických objektov súvisiacich s dobývaním. Územie je možné využívať len pre záhradkárske účely.
- V juhozápadnej časti CHLÚ za čiarou medzných uhlov vplyvu je možné zriaďovať stavby a zariadenia nesúvisiace s dobývaním so životnosťou do roku 2100.

Košické magnezitové ložisko je druhým najväčším slovenským ložiskom a jeho overené zásoby do úrovne -150 m n. m. sú cca 150 mil. t. (Blišťan, 2005).

### 3.2. Zber dát

Funkčné využitie CHLÚ je v súčasnosti nasledovné: poľnohospodárstvo, orná pôda, lúky a pasienky, záhradkárske lokality, vodárenské zariadenie mesta Košice a jeho podstatná časť zasahuje do prímestskej rekreačnej zóny Košice - Bankov. Pozorovacia stanica



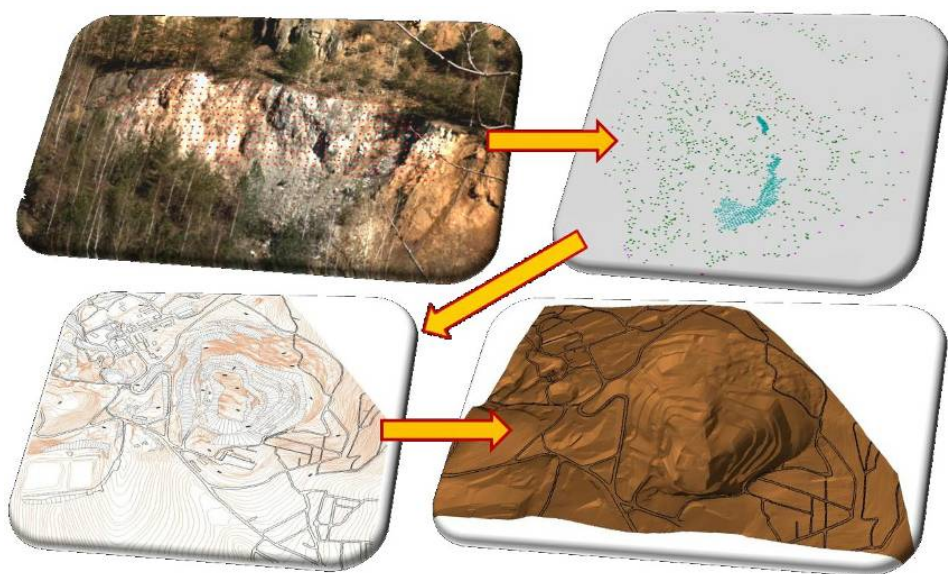
na lokalite Košice - Bankov pozostáva zo základného a podrobného bodového poľa. Historické dáta namerané na tejto pozorovacej stanici ako aj banské mapy a údaje o ťažbe poslúžia ako základ pre tvorbu informačného systému o ložiskovom území. Digitálny model ložiskového územia vychádza z doteraz známych výsledkov geologického prieskumu a dostupnej bansko-meračskej dokumentácie. Archívne dáta (predovšetkým podrobná mapa povrchu a aktuálny stav lomových stien) boli doplnené novými terénnymi geodetickými meraniami. Pri zbere geodetických údajov boli použité najmodernejšie prístroje a postupy (obr. 3):

- GNSS (GNSS - globálne navigačné systémy) merania,
- 3D skenovanie.

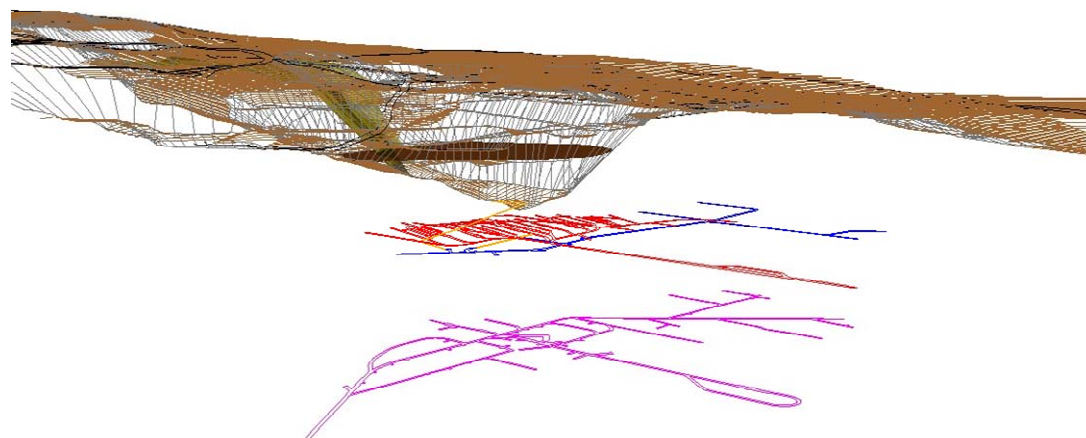
*Obr. 3 Terénny zber dát pomocou prístrojov GNSS Leica GPS 900 CS a Trimble VX Spatial Station (Filúsová, 2011)*

Pomocou prístroja GNSS Leica GPS 900 CS boli zamerané a určené pozície motorizovanej stanice Trimble VX Spatial Station, ktorá bola použitá na získanie podrobných

bodov pre modelovanie lomu. Trimble VX Spatial Station je geodetický meračský systém využívajúci optické a skenovacie technológie na 3D meranie a následné vytváranie mračien bodov pre 2D a 3D výstupy (Filúsová, 2011). Spracovaním vstupných dát (vektorizácia analógových máp, spracovanie dát z GPS a spracovanie mračien bodov – obr. 4) bol zostavený 3D model povrchového lomu a 3D model širšieho okolia lomu, zobrazujúci aj polohu technologických objektov (odkalisko, budovy, cesty a pod.). Vytvorený model ložiskového územia a samotného ložiska Bankov – Košice vychádza z doteraz známych výsledkov geologického prieskumu a dostupnej bansko-meračskej dokumentácie. Archívne dáta (predovšetkým podrobná mapa povrchu a aktuálny stav lomových stien) boli doplnené novými terénnymi geodetickými meraniami. Ich spracovaním bol zostavený 3D model širšieho okolia povrchového lomu na ložisku Bankov – Košice, zobrazujúci polohu technologických objektov (odkalisko, budovy, cesty a pod.) do vzdialenosti 500 m od okraja lomu (obr. 4). Model bol zostrojený v profesionálnom CAD systéme MicroStation a niektoré vizualizácie a následný GIS projekt boli vytvorené v GIS systéme ArcGIS.



**Obr. 4** Proces zberu dát, ich spracovanie a tvorba 3D modelu



**Obr. 5** 3D model lomu s pozíciou banských diel pod dnom lomu.

Súčasťou modelu vybranej časti ložiskového územia Bankov - Košice je aj detailný priestorový modelu lomu (obr. 4, 5) a model geologickej situácie na ložisku Bankov – Košice. Pre docielenie komplexnosti modelu bolo potrebné analyzovať a digitálne spracovať obzorové banské a geologické mapy a topografickú mapu závodu v mierke 1:500. Mapy boli zdigitalizované v CAD systéme MicroStation do reálnych 3D súradniciach (súradnicový systém S-JTSK systém, výškový systém Balt p.v.). Vytvorený priestorový model vybranej časti ložiskového komplexne zobrazuje záujmové ložiskové územie aj s jeho povrchovou situáciou v 3D zobrazení. Dáva ucelený obraz

o vzájomných priestorových vzťahoch objektov v záujmovom území. Práve vďaka svojej prehľadnosti a komplexnosti môže byť použitý pri projektovaní prieskumných diel a návrhu ďalšieho využitia ložiska.

#### **4 GIS systém pre ložiskové územie Bankov - Košice**

Cieľom do budúcnosti je vytvoriť pre záujmovú časť ložiska Bankov – Košice komplexný GIS, obsahujúci všetky vytvorené digitálne mapy, rezy, databázu realizovaných prieskumných prác, databázu geodetických meraní, databázu blokov zásob a pod.. Takýto GIS by mal zabezpečovať a poskytovať (Blišťan, 2007):

- jednotnú správu geografických dát a informácií,
- rýchlosť a jednoduchosť získavania požadovaných údajov z vytvorenej centrálnej databázy,
- možnosť analýzy dát nástrojmi GIS,
- tvorbu tematických máp a výstupov.

Navrhovaný GIS by slúžil ako informačný systém o ložisku a zhromažďoval by všetky dôležité informácie. Koncipovaný by bol ako riadiaci systém pre plánovanie otvárky a ťažby ložiska ako aj systém pre plánovanie likvidácie lomu. Slúžil by aj ako expertný systém pre posudzovanie vplyvov banskej činnosti na životné prostredie (Blišťan, 2003-a).

Z environmentálneho hľadiska je monitorovanie a posudzovanie starých banských záťaží veľmi náročnou a zodpovednou činnosťou. Medzi najdôležitejšie faktory patrí prognózovanie pohybu podzemnej vody vo vzťahu k atmosférickým zrážkam a následným prítokom vôd do podzemia. Ďalším faktorom je zmena chemizmu odtekajúcich banských a podzemných vôd a ich vplyv na ekosystém v podzemí a na povrchu (obsah ropných látok a pod.) a v neposlednom rade stabilita vyrúbaných priestorov a prejavy poddolovania na povrchu. Pre hodnotenie spomínaných faktorov je potrebné zabezpečiť ich systematický monitoring, to znamená pravidelné terénne pozorovania a výstavbu monitorovacích zariadení. Získané údaje potom poslúžia ako vstupné dáta pre databázu monitorovacieho GIS systému (Blišťan, 2003-b). Vplyvom banskej činnosti na krajinu sa mení aj povrchová situácia územia, následkom čoho vznikajú rôzne prejavy podrúbania, medzi ktoré patria hlavne posuny, poklesy a deformácie povrchu. 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 bola v minulosti v lokalite Bankov – Košice zriadená pozorovacia stanica a na nej sa systematicky sleduje pohyb bodov. Monitoruje sa pohyb vodorovný – posun a pohyb zvislý – pokles. Pri vyhodnocovaní geodetických meraní sa tiež využívajú GIS systémy. Pravidelné geodetické merania sú základnými zdrojmi údajov a aplikáciou špeciálnych nástrojov GIS systémov sa dajú uskutočniť rôzne analýzy a predpovede pre ďalší vývoj pohybu bodov v sledovanom území. GIS systém pre ložisko Bankov – Košice bude vytvorený v prostredí ArcGIS, ktoré patrí v súčasnosti k profesionálnym GIS systémom, ponúkajúcim používateľom celý rad nástrojov na spracovanie a analýzu vstupných dát.

## 5 Záver

Problematika efektívneho monitorovania stavu životného prostredia dnes núti geodetov, geológov a environmentalistov využívať pri svojej práci výkonné technológie akými sú aj GIS. Digitálny model ložiskového územia Bankov – Košice by mal poslúžiť ako podklad pre zostavenie komplexného GIS, obsahujúceho digitálne mapy, rezy, databázu realizovaných prieskumných prác, databázu geodetických meraní a pod.. Takto postavený GIS, „naplnený“ potrebnými údajmi by mal byť schopný poskytnúť komplexné informácie, zefektívniť prácu a rozhodovanie v oblasti ložiskovej a environmentálnej geológie.

## Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol za finančnej podpory grantovej agentúry VEGA v rámci riešenia grantových úloh č. 1/0693/10 a č. 1/0887/11.

## Literatúra

- BLIŠŤAN, P. Analýza a modelovanie geologicko-ekonomických parametrov ovplyvňujúcich ťažbu ložísk slovenských magnezitov a jej dopad na životné prostredie, na príklade ložiska Bankov - Košice. In: *Acta Montanistica Slovaca*, roč. 8, č. 2-3, Košice, 2003, s. 80-83. ISSN 13351788.
- BLIŠŤAN, P. Projekt geologického informačného systému pre ložisko Bankov - Košice. In: *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava*. Ostrava : VŠB-TU, 2003. vol. 49, no. 2, Ostrava 2003, p. 89-93. ISBN 0474-8476.
- BLIŠŤAN, P. Analýza a modelovanie kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov vybraných magnezitových ložísk a ich prezentácia v prostredí GIS systémov: Habilitačná práca. Košice : *Manuskript*, 2005. 121 s.
- BLIŠŤAN, P. Prezentácia geologických dát v prostredí GIS. In: *Acta Montanistica Slovaca*, roč. 12, č. 3, Košice, 2007, s. 329-334. ISSN 1335-1788.
- FILÚSOVÁ, V. Geodetické zameranie, vyhotovenie 3D modelu a výpočet objemu povrchového lomu ložiska magnezitu v lokalite Baňa - Bankov. Diplomová práca. Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, *Manuskript*, Košice, 2011, 65 s.
- PAUCO, M. a kol. Záverečná správa – Košice, 6. hor., Bankov - Banisko POP, magnezit, stav k 1.1.1986. *Manuskript*, archív Ministerstvo životného prostredia - Geofond Bratislava, 1986.

---

## Autor

<sup>1</sup> doc. Ing. Peter Blišťan, PhD., Ústav geodézie, kartografie a geografických informačných systémov, Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG, Park Komenského 19, 043 84 Košice, Slovensko, tel.: (+421)55/6022786, e-mail: Peter.Blistan@tuke.sk