

VPLYVY DOBÝVANIA MAGNEZITU NA EKOLÓGIU KRAJINY

Ladislav Kunák¹, Vladimír Sedlák¹, Karol Havlice¹

INFLUENCES MAGNESITE EXPLOITATION TO LANDSCAPE ECOLOGY

Negative influences of mining underground activities on ecology of landscape environment are presented. Mining damages on the earth surface and building structures are investigated at the magnesite mineral deposit of the mine region Košice-Bankov in Slovakia. Subsidence development is modelling to prediction and minimize of mining damages. The need to control deformations has stimulated extensive research on the topic of strata movement prediction in the vicinity of mine workings. In an effort to establish reliable and accurate prediction techniques dealing with the extent, magnitude and development of the characteristic parameters of surface movement, empirical, analytical and numerical methods are proposed and applied in the mine region Košice-Bankov. This paper reviews some of the objectives and accomplishments of a comprehensive subsidence research programme conducted by Department of Geodesy and Geophysics, Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies of the Technical University of Košice during the past twenty years.

Key words: Key words: mining damages, ecology, modelling deformation, subsidence prediction development

Úvod

Intenzívny rozvoj magnezitového priemyslu popri významnom ekonomickom, kultúrnom a spoločenskom prínose vyvolal i závažné negatívne dopady na životné prostredie, najmä čo sa týka abiotických faktorov ekosystému, a tým aj všeobecných záujmov spoločnosti.

Ťažba magnezitu v okolí Košíc špecifickým spôsobom nepriaznivo vplyva na ekologickú stabilitu krajiny, životné a pracovné prostredie v regióne mesta Košice. Základný výpočet škodlivých vplyvov banskej činnosti je nasledujúci:

- . narušenie stability a morfológie banskej krajiny poklesovými kotlinami, haldami a odkaliskami,
- . znečistenie povrchových a spodných vôd banskými a odpadovými vodami s obsahom minerálnych disperzií ťažkých kovov a úpravníckych reagensov,
- . vysoký stupeň exhalátov z tepelných prevádzok a technológií s obsahom minerálneho prachu, ťažkých kovov a škodlivých plynov,
- . vysoká prašnosť pracovného prostredia, najmä s rizikovou zložkou častíc kremeňa a toxických látok, ako radón a pod.,
- . vibrácie, otrasy a hlučnosť vyvolané trhavými prácami a mechanizmami.

Z uvedeného vyplýva, že banská priemyselná činnosť je poznačená vyššou mierou sprievodných rizikových faktorov na životné prostredie, než iné priemyselné odvetvia. Významným potenciálnym zdrojom rizík banskej interakcie na životné prostredie je v prvom rade samotné banské prostredie ako priestor so špecifickým charakterom pracovnej činnosti, v rámci ktorej sa pracovný priestor neustále mení. Na takéto podmienky sú viazané rizikové faktory vznikajúce v technologickom procese, ako stabilita masívu a povrchu terénu nad vydobytými banskými priestormi.

V článku je sústredená pozornosť na prejavy dobývania na životné prostredie banskej prevádzky Magnezit, š.p. Košice, banský úsek Košice-Bankov, ktorá je predmetom viacročnej výskumnej činnosti Katedry geodézie a geofyziky F BERG Technickej univerzity v Košiciach (Kunák, et al., 1985, Sedlák, 1995, Havlice et al., 1995).

Morfológia banskej krajiny Košice-Bankov

¹ Katedra geodézie a geofyziky F BERG Technickej univerzity, 042 00 Košice, Park Komenského 19.

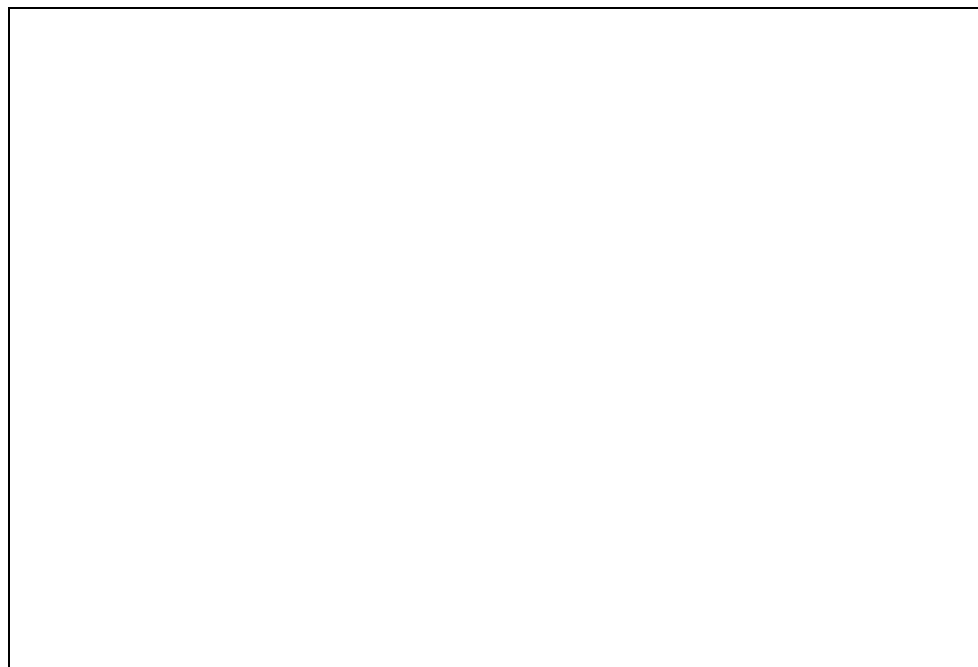
S nárastom objemu ťažby a využitím progresívnych dobývacích metód vzrástli aj požiadavky na ochranu povrchu terénu a objektov. Preto sa otázkam vplyvu dobývania magnezitového ložiska v regióne Košice - Bankov venuje zvýšená výskumná činnosť od roku 1976, kedy bola pracovníkmi katedry založená pozorovacia stanica na sledovanie pohybov a deformácií terénu geodetickými metódami. Cieľom týchto pozorovaní bolo nielen stanovenie zákonitostí a základných parametrov pohybového procesu, ale aj ohraničenie závalového pásma a pásma bezprostredného ohrozenia prímestskej rekreačnej zóny Košice-Bankov, ktorá sa nachádza na severozápadnom okraji mesta.

Magnezitové ložisko v predmetnej oblasti pozostáva z troch častí: Bankov, Baniská a Medvedza. Do roku 1990 dominantnou dobývacou metódou bolo dobývanie otvorenými komorami a medziobzorovými chodbami. Základné rozmery otvorených komôr sú: dĺžka 60 až 70m, šírka 15m a výška 40m (Kunák, et al., 1995). V podstate sa jedná o veľkoplošné dobývanie na riadený zával, ktoré z hľadiska vplyvov dobývania a ochrany povrchových objektov i životného prostredia je veľmi necitlivé. Preventívne opatrenia pri tomto spôsobe dobývania boli minimálne bez ohľadu na dôsledky a dopad na životné prostredie krajiny.

V súčasnosti prevláda snaha povrch terénu preventívne šetriť technologickým postupom „ex ante“, najmä použitím základky. V exponovanej časti dobývacieho priestoru sa postupne pôvodná dobývací metóda nahrádza metódou výstupkového dobývania so základkou s ponechávaním pravidelných ochranných pilierov. Hlavné parametre výstupkového dobývania sú: vnútroblokové piliere 6x6m, šírka dobývacieho pásu 6m a výška lávky 3m.

Prejavy dobývania na povrchu terénu

Pohyb podrúbaného územia sa javí ako zložitý proces, ktorý je výslednicou rôznych foriem pohybu hornín nadložia, podložia i samotného dobývaného ložiska v priestore a čase, ako dôsledok porušenia prirodzenej rovnováhy horninového masívu banskou činnosťou. Po vyrúbaní a zavalení komôr sa pohybový proces šíri smerom do nadložia a po dosiahnutí povrchu terénu vzniká poklesová kotlina. Poklesová kotlina v predmetnej oblasti je výslednicou pohybu dvojakého charakteru, ktorými sú náhle pohyby a plynulé pohyby. V prvom prípade dochádza k vzniku banských otrasov vo forme prepadlísk, ako dôsledok náhlych deformačných zmien nad medzou pružnosti horninového masívu a závalom komôr. V druhom prípade sú pohyby nadložných hornín plynulé a z hľadiska bezpečnosti a ochrany objektov omnoho priaznivejšie.



Obr. 1 prezentuje poklesovú kotlinu podrúbaného územia banskej lokality Košice-Bankov s uvádzanými pásmami deformácií.

Pri dobývaní strmo uložených magnezitových ložísk žilného typu v malých hĺbkach je výsledná poklesová kotlina spravidla výslednicou oboch pohybov. Na základe rozboru prejavu vydobytých priestorov môžeme v poklesovej kotline rozlišovať tri pásma:

. Pásmo závalov, kde sa vytvárajú prepadliská v tvare lievika, ako dôsledok porušenia prirodzenej rovnováhy horninového masívu v okolí banského diela. Uvoľnené horniny majú snahu

premiestniť sa do vydobytých priestorov a závaly na pocrchu sa prejavujú formou prepahlísk. Šírka tohto pásma býva až trojnásobok hrúbky ložiska.

. Pásmo trhlín alebo zalamovania, v ktorom povrch terénu stráca svoju celistvosť vytváraním trhlín bez závalov. Toto pásmo je charakteristické plynulým pohybom terénu, v ktorom sa objavujú trhliny široké až niekoľko decimetrov. Prechodom dobývania do väčších hĺbok sa toto pásmo zväčšuje. Medzná poloha tohto pásma slúži na výpočet zálomového uhla.

. Pásmo plynulých pohybův, v ktorom dochádza k plynulým pohybom terénu bez narušenia jeho celistvosti. Toto pásmo je najrozsiahlejšie a jeho medzná hodnota slúži na výpočet medzných uhlov vplyvu. Priemerné hodnoty medzných uhlov vplyvu, stanovené geodetickými pozorovaniami pre jamu Západ, sú (Kunák et al., 1985):

- medzný uhol vplyvu do nadložia $\mu_n = 60^\circ$,
- medzný uhol vplyvu do podložia $\mu_p = 75^\circ$,
- medzný uhol vplyvu v smere uloženia $\mu_s = 65^\circ$.

Detekcia vytvárania poklesov na magnezitovom ložisku

Počas banskej činnosti v záujmovej oblasti magnezitového ložiska v regióne Košice-Bankov sa pre detekciu pohybu zemského povrchu aplikovala jediná klasická metóda, akou je pozorovanie pohybu bodov pozorovacej stanice polohovým a výškovým meraním. V článku sú uvedené dve ďalšie metódy, ktoré by bolo možné použiť v danej oblasti.

Výsledky praktických geodetických meraní boli použité kvôli potvrdeniu teoretických úvah týchto ďalších metód:

1. Výpočtové (numerické) metódy, použiteľné ako riešenia v komplexných modelových situáciách.
2. Teoretické metódy, založené na elastických, plastických a viskózn-elastických, prípadne iných vlastnostiach geologických modelov.
3. Empirické alebo medziempirické metódy, akými sú metóda funkcie profilu (metóda funkcie kriviek), metóda funkcie vplyvu a metóda oblasti dosahu (metóda funkcie zóny dosahu).

Prvé dve metódy predpokladajú, že nadložie v očakávanej oblasti poklesu sa bude správať podľa príslušných teoretických a matematických informácií. Aplikáciu týchto postupov limituje potreba odvodenia upravených koeficientov a faktorov poklesov, vystupujúcich pri výpočtoch a teoretických úvahách. Výsledky preto musia byť spracované a upravené na oblastné podmienky a môžu byť aplikovateľné len do špecifických banských lokalít, pre ktoré sú použiteľné údaje získané z dlhodobých pozorovaní.

Metódy prognózy a modelovania poklesov

Pre prípad komorového dobývania magnezitového ložiska dali by sa aplikovať tri empirické metódy (Sedlák, 1995):

- metóda funkcie profilu (krivky),
- metóda funkcie vplyvu,
- metóda funkcie oblasti.

Metóda funkcie profilu

Metóda funkcie profilu, tiež metóda funkcie kriviek, definuje rozšírenie poklesových alebo napätových hodnôt na zemskom povrchu pozdĺž profilu kolmého na hranice predpokladaného dobývaného priestoru (komory). V podstate funkcia profilu, ktorá je asymptotická k dvom jeho horizontálnym líniam, si vyžaduje parametre poklesových alebo napätových kriviek získaných z terénnych údajov. Výhoda tejto metódy je v jej ľahkej použiteľnosti pre počítačové a tabuľkové spracovanie. Nevýhodou je, že sa nedá aplikovať pri náhlych zmenách v technológii dobývania, napr. pri zmene tvaru dobývaného priestoru, rýchlosti dobývania, a pod.

Analýza tejto metódy potvrdila, že za najpriateľnejšiu krivku je možné považovať krivku funkcie hyperbolického tangensu

$$s(x) = \frac{s_{\max}}{2} \left[1 - \operatorname{tgh} \left(\frac{kx}{l} \right) \right], \quad (1)$$

kde $s(x)$ je pokles bodu na zemskom povrchu, s_{\max} je maximálny pokles, k je konštanta ($k=1,8$ pre kritické alebo superkritické dobývacie bloky a $k=1,4$ pre subkritické dobývacie bloky), x je vzdialenosť medzi bodom vplyvu a uvažovaným bodom, l je vzdialenosť medzi bodom vplyvu a bodom maximálneho poklesu.

Metóda funkcie vplyvu

Tento spôsob prognózy vývoja poklesu bol pôvodne vyvinutý pre centrálnu a východoeurópske uhoľné oblasti. Funkcia vplyvu popisuje rozšírenie pohybu zemského povrchu, t.j. poklesové a napätové stavy existujúce nad vydobytým priestorom. Metóda funkcie vplyvu sa môže použiť pre rôzne dobývacie technológie a vyhovuje i najkomplikovanejším banským podmienkam. Metóda vychádza z Gaussovej funkcie normálneho rozdelenia a Knotheho metódy detekcie poklesu a predpokladá, že funkcia vplyvu $f(x)$ sa dá vyjadriť v dvojrozmernom súradnicovom systéme, ako

$$f(x) = \frac{1}{r} \exp \left[-\pi \left(\frac{x^2}{r^2} \right) \right], \quad (2)$$

kde r je polomer vplyvu ($r = h / \operatorname{tg} \mu$), h je hĺbka dobývania, μ je uhol vplyvu, x je horizontálna vzdialenosť uvažovaného bodu od inflexného bodu IB poklesovej krivky.

Pokles ľubovoľného bodu $s(x)$ pre komorové dobývanie, čo je typické pre spôsob dobývania magnezitového ložiska Košice-Bankov, sa dá vyjadriť ako funkcia maximálneho poklesu

$$s(x) = \left(\frac{s_{\max}}{r} \right) \int_x^{\alpha} \exp \left[-\pi \left(\frac{x^2}{r^2} \right) \right] dx, \quad (3)$$

kde α je uhol determinujúci hranicu pohybu na povrchu (oblasť vplyvu).

Horizontálne napätie $E(x)$ sa vypočíta zo známeho vzťahu

$$E(x) = RK(x), \quad (4)$$

kde R je korelačný napätový koeficient vyjadrený v jednotkách dĺžky a $K(x)$ je krivka, t.j. druhá derivácia poklesu $s(x)$.

Metóda funkcie oblasti (zóny) dosahu

Táto metóda bola pôvodne vyvinutá v Anglicku pre nepravidelné stenové alebo komorové dobývanie. Predpokladá, že pohyb bodu na zemskom povrchu je ovplyvnený dobývaním tzv. kruhovej podzemnej oblasti, ktorá je ďalej rozdelená do série kruhových prstencov. Pohyb spôsobený každým prstencom sa určí, ak sa vydobytá oblasť prstenca (obsah) vynásobí príslušným prstencovým (oblastným), resp. zonálnym faktorom. Rovnaký postup je pre každý prstenec a výsledky sú podkladom pre výpočet celkového pohybu. Príslušné faktory pre jednotlivé prstence (zóny) sú definované zvlášť pre každú banskú lokalitu.

V súčasnej etape výskumu deformácií zemského povrchu a stavebných objektov na banských exponovaných územiach sa osobitná pozornosť venuje metodike pozorovania in situ z hľadiska integrácie a automatizácie meračských procesov meračským systémom Topcon GTS 6A s nad-väzným využitím výpočtovej techniky pri vytváraní digitálneho modelu terénu (DMT), vyhotoveného metodikou simulácie možností použitého software KOKEŠ a Atlas DMT pri riešení pozdĺžnych a priečných rezov terénu exponovaného územia, ktorý je možné výhodne využiť v GIS-systéme pre projektovanie preventívnych asanačných opatrení v oblastiach postihnutých deformáciou terénu, napr. podzemnou banskou činnosťou.

Výskumu vplyvov podrúbania v oblasti hľadania a použitia najvýhodnejších metód predurčujúcich vytváranie poklesu banskej lokality Košice-Bankov, sa orientuje hlavne na:

1. Aplikovanie metódy funkcie profilu, metódy funkcie vplyvu a metódy funkcie oblasti dosahu na ložiskových lokalitách so strmým uložením ložísk s členitým reliéfom zemského povrchu (lokalita magnezitového ložiska má strmo uklonené uloženie ložiska žilného typu a členitý povrch terénu).

Taktiež bude potrebné začleniť do programu prognózy a modelovanie deformácií i niektoré extrémne prípady tektonických porúch ložiska i nadložných vrstiev.

2. Detekcie vplyvov podrúbania a ich kontrolu, ktoré by mali byť súčasťou každého banského projektu, aby sa takto minimalizovali ekonomické náklady na odstraňovanie banských škôd na zemskom povrchu. Sú známe viaceré kritériá banských škôd na povrchové objekty, pričom spoločným menovateľom všetkých kritérií je klasifikácia stavieb, založených na daných stavebných charakteristikách a technológiách, identifikácia najdôležitejších poklesových vplyvov na stavebnú stabilitu a v neposlednej miere i ekonomicko-hospodárske náklady na odstránenie banských škôd na stavebných objektoch a rekultivácia devastovaných území.

3. Modelovanie poklesových kotlín podrúbaných území a zosuvových oblastí riešením časových faktorov postupného vytvárania poklesov v interakcii s postupom ťažobných podpovrchových i povrchových prác (Sedlák, 1993, Sedlák & Havlivce, 1994).

Metodika pozorovania pohybového procesu

Pozorovacia stanica na banskej lokalite Košice-Bankov pozostáva zo základného a podrobného bodového poľa. Podrobné bodové pole bolo pôvodne usporiadané do troch profilov, z ktorých jeden bol situovaný v smere uloženia a dva po úklone ložiska. Rozšírením závalového pásma bolo potrebné bodové pole rozšíriť o dva profily v smere diagonál. Pritom bol kladený maximálny dôraz na jednoduchosť a hospodárnosť bodového poľa z hľadiska periodických geodetických pozorovaní a spracovania výsledkov meraní. Zameriavanie bodov základného bodového poľa (referenčných bodov) i bodov podrobného bodového poľa (objektových bodov) pozorovacej stanice sa vykonáva presnými geodetickými metódami každoročne dvakrát, na jar a na jeseň.

Najhospodárnejšou metódou pre polohové určenie základného bodového poľa pozorovacej stanice (čo do presnosti i rýchlosti meračských prác) sa ukázala metóda presnej polygonometrie použitím geodetickej totálnej stanice (Topcon GTS 6A). Základné bodové pole bolo určené veľmi presnou polygonometriou ako uzavretý polygónový ťah s nútenou centráciou a trilaterálnym pripojením na okolitú trigonometrickú sieť.

Na určenie súradníc bodov podrobného bodového poľa boli aplikované viaceré spôsoby, z ktorých sa najviac osvedčil nasledujúci postup merania: Z dvojice bodov základného bodového poľa boli zvolené stanoviská, z ktorých bola dobrá viditeľnosť na určitú skupinu podrobných bodov v profiloch. Polohové určenie súradníc x, y bolo realizované polárnou metódou, použitím totálnej stanice a presného tachymetrického teleskopického stojanu, vybaveného optickým odrazovým hranolom.

Záznam a spracovanie nameraných hodnôt bol plne automatizovaný použitím integrovaného meračského prístroja (Topcon GTS 6A), jeho vnútorného softwarového vybavenia a následným použitím počítačových programov TOPCON CR-1, HAGEOGTS, PARADOX, QuatroPro, KOKEŠ a ATLAS DMT. Možnosti automatického prenosu dát a výpočtov sú zobrazené na obr. 2. Totálna (elektronická) geodetická stanica Topcon GTS 6A obsahuje mnoho ďalších funkcií a módov, ktoré umožňujú rýchly a efektívny výpočet meraných veličín pomocou zabudovaného mikropočítača.

Výškové meranie základného i podrobného bodového poľa pozorovacej stanice bolo vykonané presnou geometrickou niveláciou niveláčnym prístrojom Zeiss KONI 007 (fa. Carl Zeiss Jena), ako uzavretý niveláčny ťah pripojený na štátnu niveláčnú sieť. Namerané hodnoty nivelácie boli vyhodnotené špeciálnym počítačovým programom HAGEOVPN, vyhotoveného pre účely veľmi presnej nivelácie.

Namerané dáta sa priebežne spracovávajú do prehľadných zápisníkov, tabuliek a grafov vo vhodne zvolenej mierke. Z týchto výsledkov sa získavajú charakteristické krivky pohybov a deformácií.

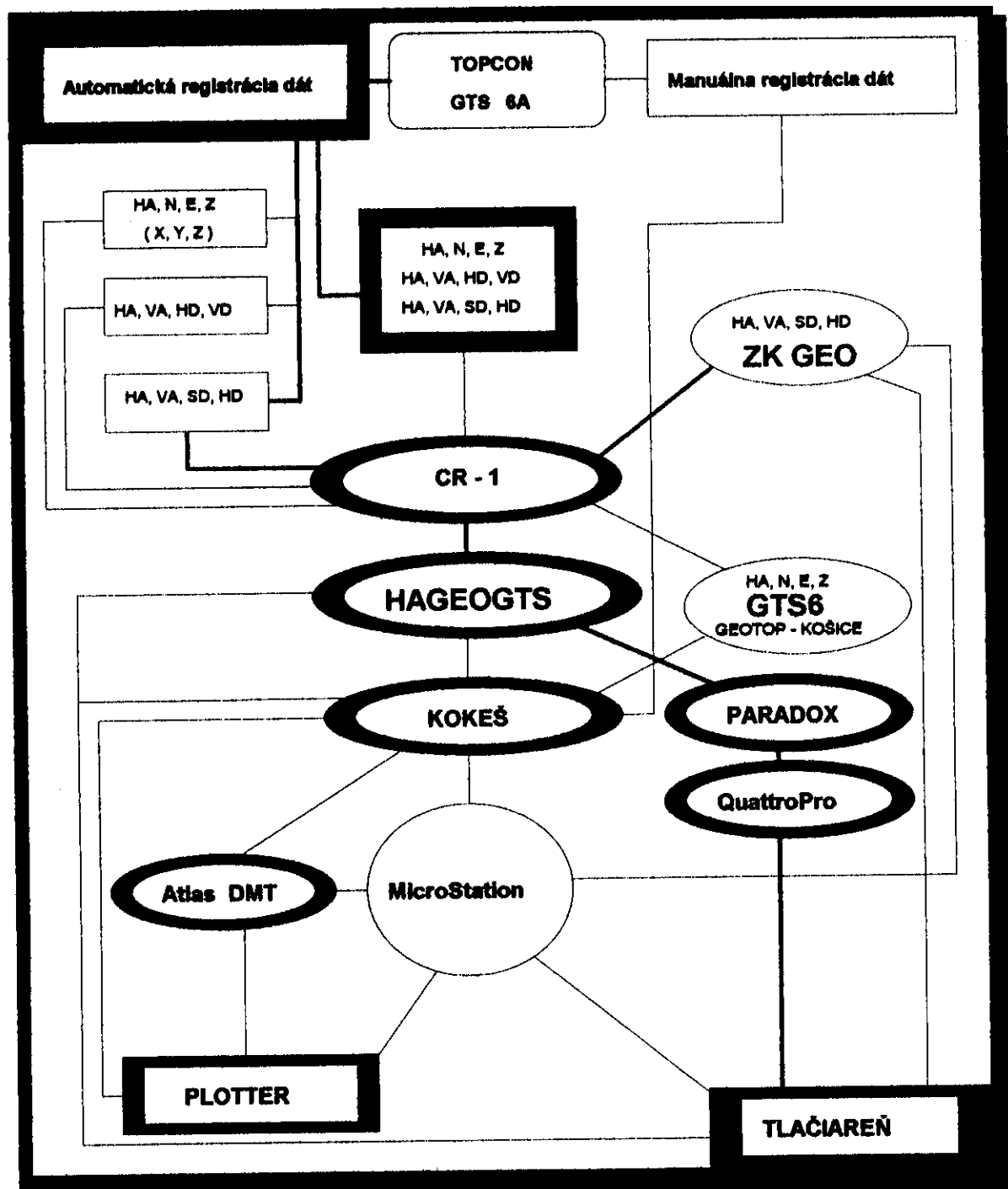
Výpočtová časť obsahuje:

- . výpočet súradníc (x, y, z) bodov pozorovacej stanice,
- . výpočet vertikálnych pohybov,
- . výpočet denivelácie,
- . výpočet horizontálnych posunov,
- . výpočet deformácií (rozťahnutie a stlačenie) povrchu terénu.

Grafická časť obsahuje:

- . povrchovú situáciu pozorovacej stanice a v súčasnosti aj DMT,
- . geologické rezy v smere a po úklone ložiska po profiloch,
- . ohraničenie závalového pásma a pásma bezprostredného ohrozenia k epoche merania,
- . poklesové krivky,
- . krivky denivelácie,
- . časový priebeh poklesu bodov pozorovacej stanice.

Čiastkové výsledky sa každoročne spracovávajú do elaborátu „Sledovanie pohybu podrúbaného územia na lokalite Košice-Bankov“, ktorý je priebežne odovzdávaný MZ, a.s. Košice pre jeho praktické využitie.



Obr.2. Schéma automatického prnosu dát a výpočtov.

Funkčné využitie zasiahnutého územia

Baňa Bankov sa nachádza v severozápadnej časti katastrálneho územia mesta Košice a z hľadiska konfigurácie terénu je umiestnená asi 140 m nad úrovňou centrálnej časti mesta. Prevádzka bane Bankov je viazaná na lokalitu chráneného ložiskového územia (CHLÚ), ktoré zabezpečuje ťažbu

vyhradeného ložiska magnezitu na území regiónu mesta Košice. Plošný rozsah CHLÚ je 1 791 500m², a jeho hranica na povrchu je uzavretá geometrickým obrazcom so 16 vrcholmi.

Pre činnosť v CHLÚ banskej lokality Košice-Bankov sú stanovené tieto podmienky:

a) Na doknutom území vymedzenou čiarou medzných uhlov vplyvu po úroveň 300m 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.

b) V juhozápadnej časti CHLÚ za čiarou medzných uhlov vplyvu je možné zriaďovať stavby a zariadenia nesúvisiace s dobývaním so životnosťou do roku 2100.

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

Záver

Z hľadiska odporúčani (Fa. VEO, 1992) na území dobývacieho poľa bane Bankov je možné z hľadiska ochrany ekológie bansky exponovaného územia konštatovať nasledovné závery:

1) Hranice CHLÚ Košice-Bankov predstavujú až do roku 2100 územno-technickú prekážku dlhodobého rozvoja urbanistickej štruktúry mesta a jeho funkčných plôch smerom na sever.

2) Negatívne dôsledky ťažby na krajinu sa prejavujú v dobývacom priestore formou prepادلísk podrúbaného územia, ktorého rozsah a dopad je pod kontrolou a spôsob rekultivácie závalového pásma je spracovaný a postupne sa realizuje.

3) V dôsledku prevádzky bane Bankov vznikli v západnej časti areálu rozsiahle haldy, odvaly a výsypky. Uvedené priestory sú v súčasnosti rekultivované a zalesňované.

4) Súčasné flotačné odkalisko bane Bankov v priamej väzbe na plochy lesoparku nie je optimálnym riešením. Bude potrebná iná lokalizácia odkaliska.

5) Vážnym nedoriešeným problémom je uskladňovanie tuhého a tekutého priemyselného odpadu, ktorého plochy bude potrebné rekultivovať.

6) Na území CHLÚ Košice-Bankov sa v súčasnosti nachádzajú rozsiahle plochy záhradkárskych lokalít. Časť z nich postupne a živelne prechádza do plochy individuálnej chatovej rekreačnej zóny alebo funkčnej bytovej zóny rodinných domkov. Ďalšiemu živelnému rozširovaniu týchto lokalít je potrebné rezolútne zabrániť.

Popísané metódy prognózy a modelovania poklesov majú overenú presnosť a ich realizácia sa odporúča ako všeobecná technológia metód detekcie poklesov a napätí na bansky exponovaných územiach. Empirické vzťahy boli založené na štatistických analýzách jednak z teoretických poklesových údajov, ako i z terénnych meraní na jednotlivých profiloch pozorovacej stanice prezentovanej banskej lokality. Ako výsledok sa uvádza očakávaný maximálny pokles, alebo umiestnenie bodu inflexie poklesovej krivky, prípadne napäťovo-deformačné stavy. V prípadoch, keď presnosť určenia pohybu zemského povrchu je veľmi dôležitá najmä u niektorých zvlášť dôležitých objektov, je nutné periodické dodávanie výsledkov jednotlivých metód vstupujúcich do programu prognózy a modelovania pohybov povrchu terénu, a to kontrolnými meraniami v teréne klasickými meračskými postupmi. Prezentované všeobecné metódy predikcie vytvárania poklesov môžu byť operatívne prispôbené miestnym špecifikám. Výskum časovej závislosti vytvárania poklesu môže výrazne napomôcť aktualizácií jednotlivých metód, predurčujúcich charakter vytvárania poklesu pre konkrétne časové obdobie v priebehu dobývania i po ukončení dobývacích prác.

Literatúra

- Kunák,L., Okál,M., Dianiška,P., Krepelková,K., Kuráň,Š.: Vplyv dobývania na deformácie v okolí banských diel. *Záverečná správa ŠPZV, KGaG TU Košice, 1985, s.151.*
- Kunák,L., Kovanič,L.ml., Havlice,K.: Prejavy dobývania magnezitu na ekológiu krajiny.In: *Důlní měřičtví a geologie při útlmu hornictví. Zbor. ref. 3. odborné konference, Plzeň, 1995, s.67-73.*
- Sedlák,V.: Negatívne dôsledky bansky exponovaných oblastí na životné prostredie. *Životné prostredie, 1, 1995, s.12-15.*
- Havlice,K., Kovanič,L.ml., Kunák,L.: Vplyvy dobývania magnezitu na životné prostredie. In: *Životní prostředí a průmysl. Zbor. ref. VŠB Ostrava, 1995, 21-24.*

- Sedlák,V.: Metódy detekcie poklesov bansky exponovaných území. In: AV ČR, Ústav geoniky (red.): *Nové poznatky v seismologii a inženýrské geofyzice. Zbor. ref. AV ČR, Ústav geoniky Ostrava, 1995, s.123-131.*
- Sedlák,V.: Modelling Subsidence Development - Experiences from the Slovak Coalfields. In: Dep. of Geomatics Eng., The University of Calgary, Alberta, Canada, (red.): *Seventh International FIG Symposium on Deformation Measurements and Sixth Canadian Symposium on Mining Surveying. Banff, Alberta, 1993, s.354-363.*
- Sedlák,V., Havlice,K.: Time Coefficient in Modelling Subsidence Development at the Slovak Coalfields. In: 1994, s.107-112. *Leica (red.): IXth International Congress and Exhibition ISM. Proceedings, Praha*
- Fa. VEO: Ekologická štúdia SMZ Košice. *Tech. správa - archív VEO Bratislava, 1992, s.21.*