

Spracovanie geologickej dokumentácie pomocou CAD systémov a GIS

Peter Blišťan¹ a Anton Grinč²

Processing of the geological documentation using CAD systems and GIS

World-wide trend of geological data processing leaves old documentation forms and shows the necessity for introduction of computer technologies utilising GIS and CAD systems for the processing of geological documentation. These systems are used for the effective creation, data input, documentation updating, deposit modelling and geological data presentation. The systems can be indicated as computer expert systems, which help us solve everyday geological problems more effectively. Establishing of new system for creation and actualisation of geological documentation and creation of the GIS will simplify the mine practice control system, which in consequence supports the positive development in the economy of the company.

Key words: information systems, database systems, computer aided design systems, digitising, digital map, geographic information systems, modelling

Úvod

Interpretácia výsledkov meraní a pozorovaní v geologických disciplínach bola donedávna založená takmer výlučne na manuálnom spracovaní a bola preto silne závislá na odborných znalostiach, empirických skúsenostiach a individuálnych schopnostiach každého riešiteľa. V súvislosti s požiadavkami všestranného, hlbšieho a detailnejšieho štúdia geologických objektov a procesov a s rozvojom interdisciplinárnych metód skúmania, došlo vo vyspelých štátoch v posledných desaťročiach k raketovému nástupu využívania výpočtovej techniky. Boli vyvinuté nové technológie spracovania dát, vďaka ktorým je práca súčasného geológa podstatne efektívnejšia ako v nedávnej minulosti.

Moderné baníctvo patrí do špecifickej skupiny odvetví, charakteristických vysokou informačnou intenzitou, čo predstavuje vysoký obsah informácií tak v procesoch, ako aj v jeho produktoch. Vzhľadom na vysokú finančnú nákladnosť banských procesov a technológií je základnou stratégiou slovenského baníctva, platnou v súčasnosti a určite aj v budúcnosti, tiež využívanie informačných technológií na znižovanie nákladov (Slavkovský, 1996). Realizácia tejto stratégie zahŕňa niekoľko bodov:

- nákup a zavádzanie nových technológií ťažby, úpravy a spracovania, nerastných surovín,
- zavádzanie automatizačných a informačných technológií na zvýšenie flexibility výroby,
- zdokonalenie komunikácie na všetkých úrovniach podniku,
- podpora a uľahčenie rozhodovacích činností zaistením efektívneho prístupu k informáciám, aplikáciou ktorých sa zaistí žiadaný efekt.

Zhodnotenie súčasného systému spracovania geologických údajov

Na základe mnohých osobných skúseností, získaných pri vzájomných konzultáciách s pracovníkmi geologicko-meračských oddelení banských závodov, je možné charakterizovať súčasný stav využívania výpočtovej techniky v geológii, aplikovanej geológii a v oblastiach s nimi úzko súvisiacimi ako minimálny. Používaný systém spracovania ložiskovo-geologických dát je vzhľadom na súčasné potreby závodu, vyplývajúce zo štruktúry a intenzity informačných tokov, v mnohých smeroch nevyhovujúci. Klasickým príkladom, kde by bolo možné naozaj efektívne využiť nové informačné technológie a systémy spracovania dát, je okrem iného vytváranie digitálnych banských, geologických, účelových

¹ Ing. Peter Blišťan, Katedra geológie a mineralógie F BERG Technickej univerzity, Park komenského 15, 043 84 Košice
e-mail: blistan@tuke.sk

² Ing. Anton Grinč, BETOX, s.r.o., Južná trieda 115, 040 01 Košice, e-mail: grinc@betox.sk
(Recenzovaná revidovaná verzia doručená 30. 6. 1998)

máp a ostatnej bansko-meračskej dokumentácie, realizácia samotného výpočtu zásob a sledovanie jeho aktuálneho stavu, vrátane plánovania ťažby.

Využívanie informačných technológií v banských závodoch na riešenie bansko-geologických a iných prevádzkových problémov je možné charakterizovať nasledujúcimi bodmi:

- Takmer všetky práce geológa, súvisiace s ložiskovou dokumentáciou a geologicko-ložiskovou problematikou, sa vykonávajú často klasickými "starými" manuálnymi metódami, s minimálnym využitím počítačovej techniky.
- Napriek tomu, že niektoré závody sú už v súčasnosti čiastočne vybavené potrebným softvérom, hardvérom a technológiami na komplexné riešenie mnohých problémov a úloh, koncepcia ich využívania, s reálnym pohľadom do budúcnosti, je nejasná.
- Ucelený geologický informačný systém, intenzívne využívaný pracovníkmi geologicko-meračských oddelení (GMO), je na mnohých banských závodoch v "plienkach", alebo v podstate neexistuje.
- Celopodnikový informačný systém, sledujúci tok dôležitých informácií a využiteľný na všetkých oddeleniach závodu, vrátane GMO, často neexistuje, alebo sa plnohodnotne nepoužíva.
- Komunikácia s používateľmi a efektívna výmena geologických informácií v rámci podniku ale aj externými používateľmi je doposiaľ v mnohých závodoch založená na klasických systémoch a princípoch, používaných v osemdesiatych rokoch.

Využitie DBS, CAD a GIS pri spracovaní geologických dát

Cieľom najnovších technológií, riešiacich spracovanie a archivovanie ložiskovo-geologických dát, je optimalizácia všetkých doposiaľ používaných klasických metód a postupov. Zameraná je predovšetkým na výrazné zvýšenie efektívnosti práce so všetkými typmi geologických údajov a maximálne využívanie výpočtovej techniky. Takéto technológie, použiteľné v geológii, zabezpečujú riešenie špeci-fických problémov, typických práve pre baníctvo. Sú založené na spracovaní nasledovných druhov dát:

- vzorkový a dokumentačný materiál (komplexné informácie o všetkých druhoch vzoriek a realizovaných meraniach),
- mapové podklady (spracovanie všetkých druhov mapových podkladov),
- modelovanie ložiska a výpočet zásob,
- evidencia ťažby (evidencia kvality, stavu a pohybu zásob),
- projektovanie geologicko-prieskumných a technických prác.

Takýto systém by mal spĺňať požiadavky, kladené predovšetkým na:

- nenáročnosť a efektívnosť práce,
- množstvo spracovávaných a archivovaných dát,
- pravidelnú aktualizáciu všetkých druhov dát,
- vyhľadávanie, triedenie a spracovanie dát podľa definovaných kritérií a postupov,
- vytváranie požadovaných textových, tabuľkových a grafických výstupov,
- špecifické podmienky oblasti baníctva a geológie.

Databázové a informačné systémy v geológii

Pod pojmom *informačný systém* (IS) sa rozumie systém pre zber, uchovávanie a spracovanie dát za účelom poskytnutia informácií, ktoré umožňujú používateľom tohto systému robiť správne rozhodnutia. Prvé informačné systémy vznikali ako manuálne systémy v mnohých oblastiach priemyslu a služieb. Vyznačovali sa spracovaním veľkého množstva dát a z toho vyplývajúcou zdĺhavosťou a náročnosťou (Kónya, 1986).

Vývoj informačných systémov prešiel niekoľkými modelmi spracovania dát. Medzi najstaršie patrí *agendové spracovanie dát*. Opiera sa o vytváranie samostatných, izolovaných súborov informácií - agend. *Agenda* je súhrn izolovaných dát a programov, ktoré sa týkajú iba jedného úseku činnosti organizácie. Pre agendové spracovanie je typická nepružnosť, pri spracovaní sa objavuje redundancia informácií, odpovede na informačné požiadavky používateľov sú nepružné.

V súčasnosti používaným modelom spracovania dát, je *databázový systém* (DBS). Je to súbor počítačových programov, ktoré zabezpečujú riadenie, vytváranie, údržbu a používanie bázy údajov danej organizácie jeho používateľmi. Integrované spracovanie množstva rôznych dát a vytváranie automatizovaných systémov si vyžaduje odlišný prístup k spracovaniu dát.

Hlavné výhody databázového systému, odstraňujúceho rad nedostatkov agendového spracovania, sa dajú charakterizovať nasledujúcimi bodmi:

- nezávislosť dát - schopnosť prispôbovať sa zmenám systému riadenia,
- odstránenie redundancie - odstránenie duplicitných dát,
- kompatibilita dát - viacnásobné používanie dát niekoľkými aplikačnými programami,
- ochrana a utajenie dát - možnosť definovať pravidlá a práva prístupu k báze dát,
- integrita bázy dát.

Moderný a výkonný IS podniku musí spĺňať mnoho kritérií. Jeho navrhovanie a tvorba podlieha zložitému procesu plánovania. Každé plánovanie strategického informačného systému musí prebiehať v niekoľkých, za sebou chronologicky nasledujúcich fázach:

- a) *Stanovenie strategického cieľa* – plánovanie IS začína zapojením stratégie IS do plánovania cieľov a stratégie organizácie. Toto rozhodnutie o budúcnosti musí zohľadniť plánovaný charakter podniku a úlohy vytýčené pri rozvoji informačných technológií v procese riadenia.
- b) *Posúdenie súčasného stavu a úrovne informačného systému v organizácii* – je nedeliteľnou súčasťou rozhodovania o zavádzaní nových IS v organizácii. V prípade, ak už existuje nejaký IS, je nutné prehodnotiť jeho štruktúru a možnosť jeho využitia pri tvorbe nového IS. Je nutné preveriť:
 - doterajšie zameranie IS,
 - rozsah a štruktúru existujúcich aplikácií IS,
 - vybavenosť pracovísk hardvérom a softvérom,
 - organizáciu riadenia informačného systému,
 - úroveň spolupráce s používateľmi vo vnútri i mimo organizácie.

Pre túto fázu plánovania možno využiť aj vývojové modely IS, ktoré na základe sústavy kritérií umožňujú identifikovať stupeň rozvoja existujúceho IS.

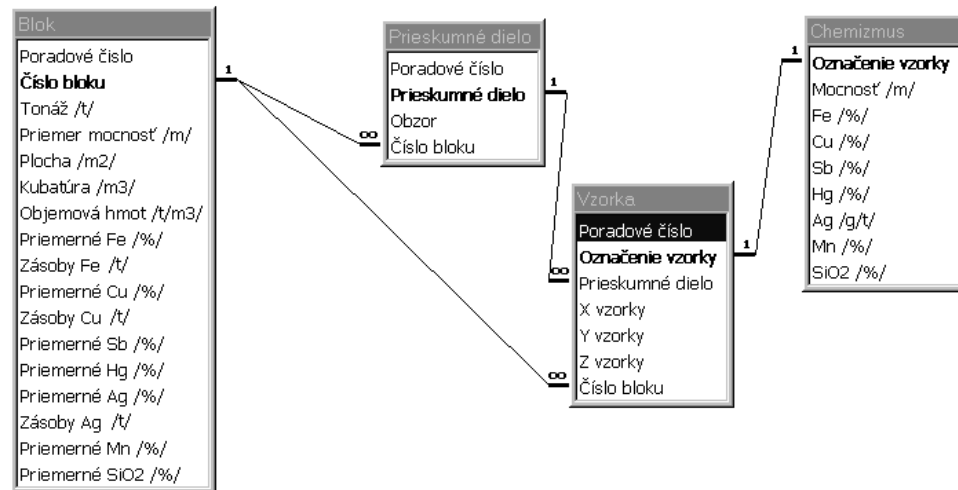
- c) *Formulovanie informačných požiadaviek* – fáza analyzuje na jednotlivých úrovniach organizácie informačné požiadavky, ktoré sú potrebné pri navrhovaní jednotlivých báz dát alebo aplikačných úloh. Jej účelom je identifikovať základné skupiny informácií, potrebné pre riadenie a ich vzájomné vzťahy. Pri posudzovaní informačných požiadaviek sa využíva viacero metód.
- d) *Návrh architektúry IS* – možno chápať ako celkovú koncepčnú predstavu informačného systému. Stanovuje jeho štruktúru, miesto a funkcie jednotlivých častí systému, ich vzájomné vzťahy. Architektúra IS má tri hlavné časti:
 - informačnú – z čoho sa skladá,
 - systémovú – ako daný systém funguje,
 - technickú – na akých prostriedkoch daný systém funguje.
- e) *Stanovenie čiastkových stratégií* – výsledkom musí byť praktický plán, ktorý stanovuje úlohy, priority ich vykonania, odhad finančných nákladov, časový harmonogram, potrebné organizačné opatrenia a požiadavky na kvalifikáciu personálu.
- f) *Riešenie problémov strategického plánovania* – okrem znalosti postupov a metód potrebných na splnenie úloh je nutné:
 - zabezpečiť podporu vedenia organizácie (realizácia projektu vo veľkej miere závisí od vedenia organizácie),
 - zabezpečiť podporu pracovníkov organizácie (bez ich nadšenia pre daný problém je projekt veľmi ťažko realizovateľný),
 - vytvoriť strategický plán v čo najkratšom čase (vlastné vypracovanie nemá trvať viac ako 6 až 8 týždňov),
 - vybrať vhodných ľudí pre realizáciu strategického plánovania.
- g) *Schválenie strategického plánu* – vedenie organizácie so zainteresovanými osobami schváli alebo zamietne strategický plán (Rabenseifer, 1993).

Príklad tvorby databázového systému ložiskových údajov

Tvorba databázového systému, ktorý by mal riešiť spracovanie ložiskovo geologických dát, vychádza z princípu určitej logickej nadväznosti jednotlivých operácií. Pre ilustráciu z nich vyberáme niekoľko dôležitých krokov.

- a) *Zber, triedenie a príprava vstupných textovo-numerickejých dát*

- analýza všetkých používaných typov ložiskovo-geologických dát,
 - unifikácia používaných typov dát,
 - definovanie základných typov ložiskovo-geologických dát.
- b) Vytvorenie relačného databázového modelu
- definovanie typov a štruktúr databáz,
 - definovanie databázových tabuliek a ich relačných vzťahov (obr.1),
 - zostavenie vstupných formulárov pre vstup dát (obr.2),
 - vytvorenie šablón pre výstupné tlačové zostavy,
 - vstup a kontrola vkladaných dát,
 - definovanie SQL procedúr pre vyhľadávanie a triedenie dát.



Obr. 1. Príklad definovania relačných vzťahov medzi tabuľkami v databáze.

(Fig. 1. Example of defined relations between tables in a data-base.)

Obr. 2. Formulár pre zadávanie dát do databázy vzoriek.

Fig. 2. Data input form for the data-base of samples.

- c) Realizovanie základných matematicko-štatistických výpočtov
- analýza požadovaných matematických operácií s dátami,
 - vytvorenie makier a šablón pre prácu s dátami,
 - výpočet popisných charakteristík súborov dát (priemer, rozptyl, odchýlky, ...),
 - výpočet zásob a ďalšie výpočty (ekonomické, pohyb zásob, ...),
 - tvorba grafov, vytvorenie tlačových zostáv.

Tvorba bansko-geologickej dokumentácie pomocou CAD systémov

Bansko-meračskú a geologickú dokumentáciu v modernom ponímaní digitálnych technológií predstavujú *digitálne grafické dáta*. Sú to predovšetkým digitálne mapy a snímky, uložené v súboroch na pamäťovom médiu. Delíme ich na základe toho, ako sú získané a upravované na dva základné typy, a to rastrové a vektorové.

Rastrové dáta - v prípade prevodu napr. z klasických mapových podkladov do rastrovej formy sa celý podklad skenovaním rozdelí na pravidelné základné jednotky, ktoré v počítačovej terminológii označujeme pixely. Takto vznikne akási mozaika bodov, ktoré majú najčastejšie štvorcový tvar a pre každý bod – pixel, sa do dátového súboru ukladá jeho hodnota. Jemnosť delenia podkladu na pixely sa udáva v jednotkách DPI (počet bodov na palec). Čím väčšie je toto číslo, tým jemnejšie detaily sme schopní zaznamenať, ale na druhej strane výrazne rastie veľkosť súboru na disku, s čím súvisí požiadavka na veľkosť pamäte a aj predĺženie času pre operácie so súborom. Rastrové dáta majú veľmi jednoduchú štruktúru, ale sú objemné.

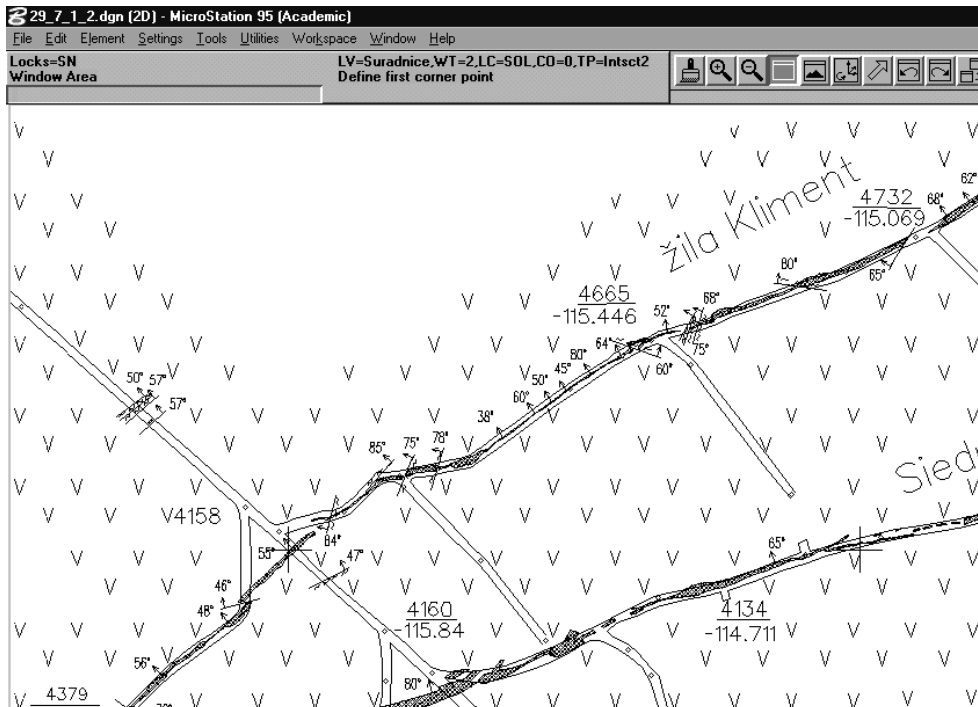
Vektorové dáta - grafické dáta, sú vo vektorovom tvare zaznamenané pomocou základných elementov, ktorými sú body, lomené čiary a krivky. Dáta sú vo vektorovom súbore zapísané pomocou súradníc koncových a lomových bodov. Výhodou vektorových dát je kompaktná dátová štruktúra, presná lokalizácia objektov súradnicami a vyššia kvalita výstupov. Nevýhodou je pracná digitalizácia dát (tvorba máp), ktorá sa môže realizovať nasledovnými spôsobmi:

- a) *Digitalizácia pomocou digitalizačného tabletu*. Pri tejto metóde sa používa vektorovo orientovaný grafický editor, ktorý je schopný spracovať dáta z digitalizácie, digitalizačný tablet a analógová mapa, ktorú chceme transformovať do digitálnej podoby. Na mape sa po pripevnení na tablet zadefinujú najmenej tri vzájomné body. Na snímanie bodov z podkladu používame špeciálne zariadenie, tzv. kurzorovú myš, ktorou riadime aj samotnú digitalizáciu. Presnosť digitalizácie je silne závislá od osobnej schopnosti operátora.
- b) *Vektorizácia skenovaných obrázkov*. Na obrazovke počítača sa zobrazí naskenovaný obrázok a umiestni sa do reálnych zemepisných súradníc ako podklad. Pomocou grafického editora sa tento obrázok prekresľuje v podobe čiar a kriviek do vektorového tvaru.
- c) *Vkladanie údajov z priameho geodetického merania*. Potrebné polohové a výškové údaje sa zamerajú v teréne a zaznamenajú sa vo forme textového súboru na záznamník. Grafické editory tento textový súbor potom importujú a vykreslia digitálny obrázok.
- d) *Tvorba digitálnych podkladov pomocou GPS*. Táto nová metóda využíva na určenie polohy akéhokoľvek miesta na Zemi satelitný systém GPS (Global Positioning System). Každý satelit tohto systému má počítač s veľmi presnými atómovými hodinami. Riadiace centrum na Zemi vypočíta obežné dráhy pre všetky satelity a tieto rozošle počítačom na satelitoch. Poloha každého satelitu je jednoznačne identifikovateľná v každej mikrosekunde. Každý satelit vysiela signály svojou vlastnou frekvenciou. Na určenie polohy prijímača na Zemi, t.j. zemepisnej šírky a dĺžky, musí prijímač spracovať údaje z troch satelitov. Štvrtý satelit je potrebný na určenie výšky. Z takto získaných údajov sa následne vykresľuje digitálny obrázok.

Na kreslenie digitálnych vektorových máp, ako už bolo spomenuté, sa používajú grafické pracovné prostredia (grafické editory). V súčasnosti existuje vo svete už celá paleta grafických prostredí, vhodných na kreslenie a navrhovanie aj pre oblasť baníctva. Z nich je u nás asi najčastejšie používané prostredie *MicroStation* (obr.3). Patrí do skupiny grafických prostredí, označovaných ako *CAD systémy* (Computer Aided Design), kde sa radí v rámci svojho druhu k svetovej špičke. Svojimi vlastnosťami sa radí medzi programovateľné graficko-informačné systémy, pracujúce v rovine i v priestore. Tento nesmierne výkonný CAD systém predstavuje otvorenú platformu, umožňujúcu vytváranie aplikačných doplnkov (programovanie nových aplikácií) podľa požiadaviek jeho používateľa (Bartoš, 1995). Toto prostredie umožňuje predovšetkým:

- využitím širokej palety pracovných nástrojov vytvárať pracovné výkresy ale aj zložité grafické zostavy,
- rozdeliť grafické objekty vo výkrese podľa významu do rôznych pracovných vrstiev (spolu 63 vrstiev v jednom výkrese),
- z grafických objektov vytvárať knižnice užívateľských prvkov (symbolov, námetov...),
- pripojiť k základnému pracovnému výkresu ďalšie, takzvané referenčné výkresy (spolu 250 výkresov), čím vytvára podmienky pre štruktúrované členenie grafických dát do súborov,
- tlačíť tematické mapy podľa zobrazených pracovných vrstiev, v prípade priestorových objektov možnú nastavenie uhlu pohľadu.

Okrem týchto základných funkcií disponuje program množstvom ďalších výkonných nástrojov. Predovšetkým umožňuje pripojiť grafické informácie vo výkrese s textovo-numerickou informáciou uloženou v databáze. Pre styk s databázou používa systém SQL príkazov. Dovoľuje v jednej zostave grafických dát kombinovať rastrové a vektorové podklady. Významnou prednosťou je otvorenosť systému, umožňujúca používateľovi preddefinovať si svoje systémové nastavenia a predovšetkým vytvárať do prostredia MicroStation vlastné aplikácie. Základným prostriedkom je takzvaný UCM (User Commands) jazyk, pomocou ktorého je možné vytvárať makropříkazy, uľahčujúce prácu. Najsilnejším



Obr. 3. Kreslenie bansko-meračskej a geologickej dokumentácie v prostredí MicroStation.

Fig. 3. Drawing of the mine surveying and geological documentation in Microstation.

programovacím prostriedkom je MDL (MicroStation Development Language) systém, s pomocou ktorého sú používateľovi prístupné všetky pracovné nástroje prostredia MicroStation, potrebné pre vývoj a tvorbu jeho vlastných aplikácií.

Nad programom existuje celý rad už vytvorených profesionálnych nadstavieb, ktoré dodáva firma Bentley alebo kooperujúce firmy. Medzi najbežnejšie patria:

- *Descartes* – nadstavba, umožňujúca spracovanie rastrových máp, vrátane ich vektorizácie,
- *Terra Modeler* - nadstavba pre priestorové modelovanie terénnych tvarov a geologických telies,
- *Geographics* - GIS nadstavba.

Príklad tvorby digitálnych bansko-geologických máp

Mnoho závodov, používajúcich mapovú dokumentáciu, čaká v blízkom období ťažká etapa prechodu na tvorbu digitálnych máp. Je to náročný a zložitý proces, vyžadujúci dlhé plánovanie, hlbokú analýzu problému a množstvo skúseností. Veľmi stručne by sme ho mohli popísať týmito krokmi:

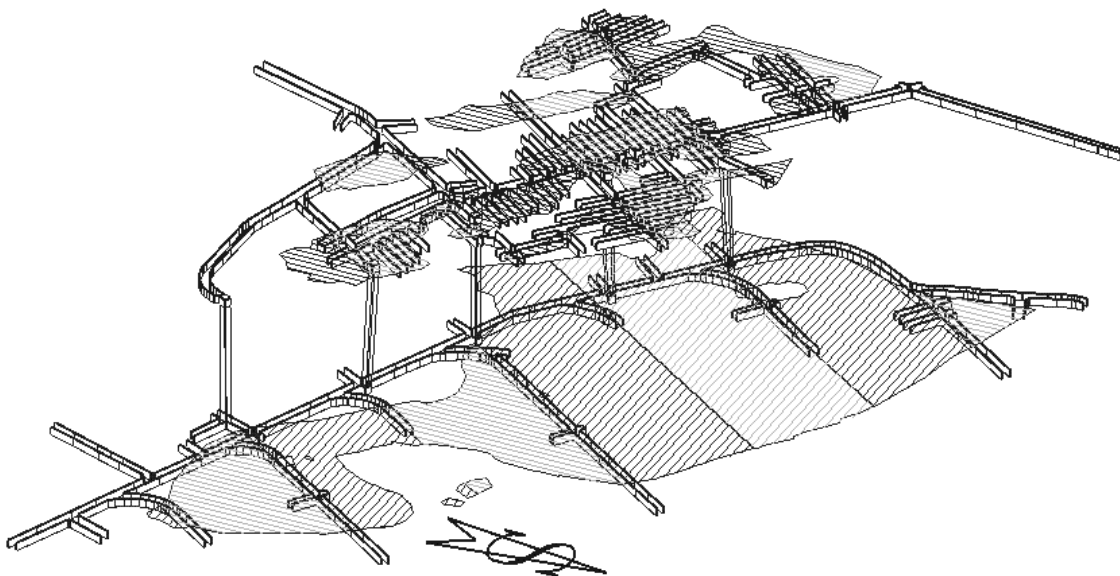
a) Analýza grafickej dokumentácie

- analýza používaných typov grafickej dokumentácie,
- analýza a popis štruktúry grafickej dokumentácie,
- návrh manažmentu grafickej dokumentácie.

b) Príprava grafických podkladov pre vektorizáciu

- analýza a rozčlenenie textovo-grafických dát,
- definovanie pracovných vrstiev a rozdelenie grafických dát do nich,
- vytvorenie knižnice grafických mapových značiek,

- transformácie digitálnych rastrových podkladov a existujúcich mapových listov na vektorové mapy,
- zostrojenie 2D a 3D modelu ložiskovej situácie,
 - dvojrozmerné a priestorové zobrazenie banských diel a iných technických prác,
 - dvojrozmerné a priestorové zobrazenie vystrojenia banských diel,
 - dvojrozmerné a priestorové zobrazenie geologickej situácie (obr.3,4).



Obr. 4 Možnosti priestorového modelovania geologickej situácie využitím CAD systémov (Blišťan, 1998).

Fig. 4. Possibilities of the 3-D modelling of geological objects using CAD systems (Blišťan, 1998).

c) Vytvorenie modelu ložiska na základe máp izolínií a geologickej situácie

- zostrojenie a import máp izolínií do prostredia MicroStation,
- okontúrovanie ložiskových telies na základe máp izolínií a geologickej situácie (obr.4),
- vyčlenenie blokov geologických zásob,
- určenie základných parametrov blokov geologických zásob (Blišťan et al., 1997).

Geografické informačné systémy v geológii (GIS)

Geoinformačné systémy vo všeobecnosti chápeme ako systémy, slúžiace na efektívne ukladanie, aktualizáciu, manipuláciu, analýzu, modelovanie a prezentáciu geograficky orientovaných informácií. GIS je efektívne prepojenie rôznych typov grafických údajov (vektorové, rastrové) s vhodne štruktúrovanou databázou. Numerické modelovanie a analytické prostriedky GIS prinášajú vyššiu produktivitu a efektívne rozhodovanie vo všetkých oblastiach ich použitia. Môžeme ich teda označiť ako počítačové systémy, pomáhajúce riešiť reálne problémy, ktoré normálne vyžadujú interpretáciu ľudským expertom. GIS, používané v geológii, zahŕňajú v sebe aj počítačové systémy, tzv. *expertné systémy*, koncipované tak aby v ideálnom prípade dospeli k rovnakému záveru ako človek.

Spracovanie geologických informácií pomocou GIS prináša so sebou niekoľko vážnych problémov. Správna a efektívna analýza komplexného systému povrchových a podpovrchových podmienok vyžaduje presnú lokalizáciu údajov v reálnych 3D súradniciach. Tradičné technológie GIS sú zamerané predovšetkým na správu a manažment dvojrozmerných údajov. V takýchto systémoch (napr. ARC/INFO, ArcView, MapInfo) je možné vytvárať množstvo rôznych účelových máp. Pomocou GIS je možné riešiť niektoré otázky, spojené s modelovaním, ako aj úlohy geologickej prospekcie.

Klasický geológ pri spracovávaní informácií a formulovaní záverov vychádza zo širokého spektra vstupných údajov. Často pri práci využíva niektoré hotové podklady - základné mapy, geologické mapy, hydrogeologické mapy, prípadne letecké snímky. Väčšina geologických úloh si vyžaduje množstvo terénnych prác a meraní. Veľmi dôležitá je spomínaná lokalizácia prieskumných

prác (či už šachtíc, rýh, plytkých alebo hlbšie zameraných vrtov) a predovšetkým presná lokalizácia odobratých vzoriek a realizovaných meraní.

Modelovanie priestorových procesov a objektov si vyžaduje empirické dáta, zachovávajúce podstatu prírodného systému. Priestorová analýza zahŕňa kvantitatívne i kvalitatívne hodnotenie diskretných i spojitých geologických veličín v malých i veľkých mierkach. GIS obsahuje podsystemy vstupu, správy, analýz a výstupu dát. Jednou z možností využitia GIS v geológii je tvorba, spracovanie, prezentácia geologických máp a modelovanie geologických telies. Geologická mapa má zakreslené aj niektoré 3D prvky (smer a sklon vrstiev, tektonické poruchy). Tieto určujú priestorové usporiadanie objektov, ktoré sú v mape zakreslené v istých interpretovateľných priestorových vzťahoch. Na základe geologickej mapy môžeme zostrojiť rezy oblasťou, prípadne zakresliť situáciu v inej nadmorskej výške.

Pre zlepšenie interpretácie 2D geologických máp je vhodné vytvoriť digitálny 3D geologický model (obr.4). Toto si však vyžaduje spracovanie veľkého množstva údajov v prostredí systémov, ktoré plne podporujú reálne 3D súradnice. Tieto sú z dôvodu odlišenia nazvané *Geoscientific Information Systems* (GIS) (Zlocha, 1994). Vznikli ako odpoveď na potrebu vizualizácie zložitých priestorových databáz. Ich úlohou je popísať výskyt javov v závislosti na čase a analyzovať priestorové vzťahy premenných veličín. Mapová animácia bola navrhnutá ako spôsob vizualizácie časopriestorových premenných, panoramatických pohľadov a priestorovej simulácie (Voženílek, 1996).

Základné funkcie a architektúra GIS

Hlavnou charakteristikou GIS, ktorá ho odlišuje od bežných informačných systémov, je spomínaná schopnosť priestorovej analýzy dát (Bernhardsen, 1992). Vytvorený 2D alebo 3D model je popísaný zložitými matematickými funkciami a priestorovými vzťahmi. Funkcie, ktoré charakterizujú použitie GIS, je možné rozdeliť do štyroch kategórií:

- funkcie pre vstup, registráciu a uloženie dát,
- funkcie pre editovanie a prispôsobovanie dát pre využitie v GIS,
- funkcie pre spracovanie a analýzu dát,
- funkcie pre prezentáciu dát (obr. 5) (Orlitová, 1996).

Informačný systém, ktorý bude komplexne riešiť problémy plánovania ťažby, dobývania a projektovania, predpokladá spracovanie nasledovných druhov geologických dát:

- vzorkový materiál a terénne geologické metania,
 - spracovanie máp vzoriek,
 - spracovanie kníh vzoriek a existujúcich databáz vzoriek,
- mapové podklady (komplexné spracovanie mapovej dokumentácie),
 - meračské body, meračská sieť, klady listov,
 - technické práce (banské diela, vrty a lokalizácia vzoriek),
 - vystrojenie banských diel,
 - ložiskovo geologické informácie (geologická stavba, geologické štruktúry a parametre ložiska),
 - povrchová situácia, technologické objekty,
- tabuľkové údaje (aktuálne a archívne informácie),
 - parametre ložiskových blokov (aktuálny stav a kvalita zásob),
 - ekonomické hodnotenia,
 - archívne informácie.

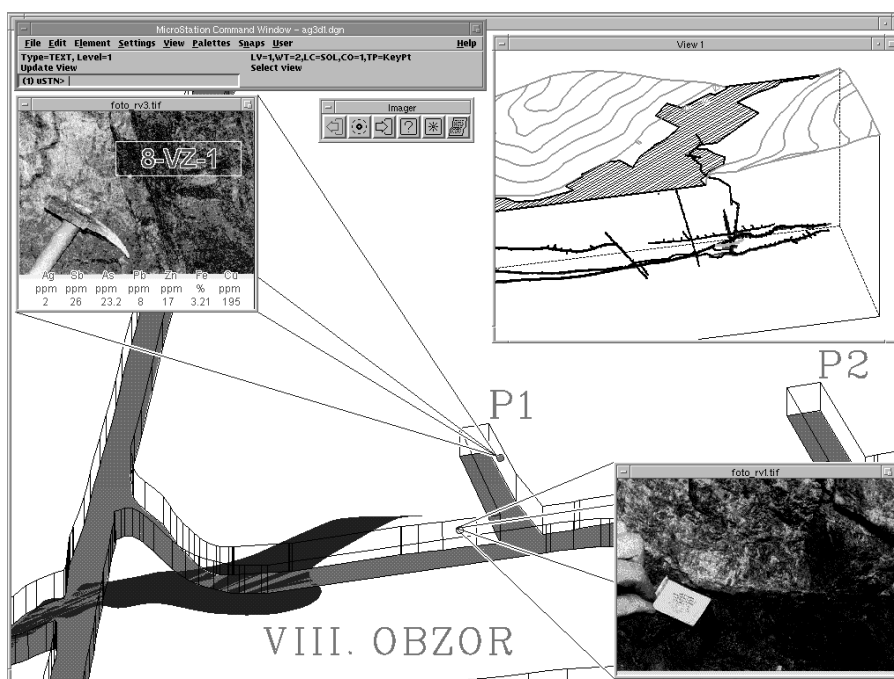
GIS, pracujúci v podmienkach banského závodu, by v konečnom dôsledku mal umožniť riešiť širokú oblasť problémov a úloh, z ktorých možno spomenúť napríklad:

- Vyhľadať a zobrazit' údaje, vzťahujúce sa k vybranému miestu v mape.* Táto funkcia je dobre využiteľná predovšetkým na získanie všetkých údajov, popisujúcich napríklad blok geologických zásob (obr.6), alebo dokumentačný bod (obr.5). Tieto údaje, uložené v databáze, zahŕňajú napríklad súradnice ťažiska a rohov bloku, objem bloku, tonáž, obsahy škodlivých a úžitkových zložiek a aktuálny stav zásob.
- Vyhľadať bloky zásob, vyhovujúce stanoveným podmienkam.* Systém by mal na základe vopred definovaných výberových kritérií, takzvaných SQL príkazov, vybrať a označiť miesta, resp. bloky, ktoré spĺňajú všetky požadované podmienky (napríklad kvalita suroviny, kategória zásob a pod.).
- Sledovať, vyhodnocovať a zaznamenávať zmeny, vzniknuté ťažbou ložiska.* Systém by mal byť schopný automaticky sledovať pohyb zásob a zmenu kvality suroviny v jednotlivých blokoch

zásob. Aktualizáciou starých údajov o stave a kvalite zásob v bloku dôjde k okamžitému prepočtu všetkých parametrov bloku a vďaka tomu by sme mali byť schopní vždy sledovať ich aktuálny stav.

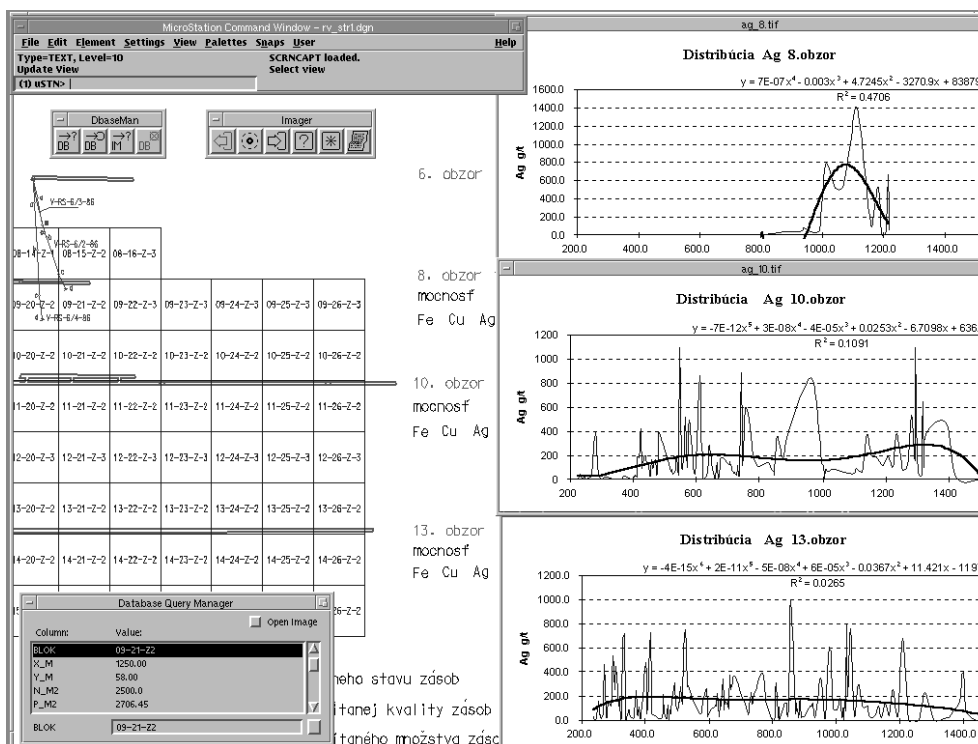
Príklad jednoduchého GIS, vytvoreného na Striebornej žile

Na filozofii GIS, pracujúceho v podmienkach baníctva, bol vytvorený jednoduchý informačný systém na ložisku Rožňava-Strieborná žila (Blišťan, 1995). Základom pre jeho tvorbu bola databáza parametrov geologických blokov, obsahujúca číslo bloku a kategóriu zásob, súradnice ťažiska bloku, objem a celkovú tonáž bloku. Okrem týchto parametrov boli do databázy zahrnuté aj priemerné obsahy škodlivín a užitočných zložiek v jednotlivých blokoch spolu, s ich tonážou. Platformou pre vytvorenie celého GIS je grafické prostredie MicroStation, v ktorom bola vytvorená aj digitálna mapa blokov geologických zásob. GIS umožňuje pomocou vytvorených grafov prehľadne zobraziť distribúciu užitočnej zložky v obzorových dielach, určenú na základe zásekových vzoriek (obr.6). Prostredníctvom aplikácie DBMAN (Dugáček, 1993), pracujúcej v prostredí MicroStation, boli záznamy z databázy pripojené na grafické objekty (čísla blokov). Aplikácia umožňuje využitím vhodne zadefinovaných



Obr. 5. Príklad využitia MicroStation pri prezentácii geologických dát (Blišťan, Kondela a Schmidt, 1996).

Fig. 5. Example of geological data presentation in MicroStation (Blišťan, Kondela & Schmidt, 1996).



Obr. 6. Geografický informačný systém na ložisku Rožňava-Strieborná žila (Blišťan a Grinč, 1997).

Fig. 6. GIS on the deposit Rožňava-Strieborna vein (Blišťan & Grinč, 1997).

výberových kritérií, SQL príkazov, vybrať a označiť bloky, spĺňajúce stanovené kritériá.

Okrem geologických informácií je účelné do daného geoinformačného systému zakomponovať aj množstvo ďalších potrebných technických údajov o ložisku, bankských dielach, vystrojení bankských diel, rýchlosti a smere bankských vetrov, banskej mechanizácii, údaje o povrchových objektoch nad ložiskom a v jeho okolí a samozrejme ešte množstvo iných potrebných textovo-numerickejých a grafických dát. Všetky zhromaždené údaje sa dajú ľahko a spoľahlivo archivovať v digitálnej forme na dátových nosičoch.

Záver

Svetový trend spracovania geologických údajov opúšťa staré používané formy dokumentácie a poukazuje na nutnosť urýchleného zavedenia výpočtovej techniky a nových technológií na všetkých stupňoch spracovávaní textovo-numerickejých a grafických dát. Celý proces mapovania sa potom stáva dynamickejší, pružný a interaktívny. Tieto technológie komplexne riešia problémy tvorby, archivácie, uskladňovania a obnovovania grafických podkladov pomocou grafických prostredí, akým je aj MicroStation. Využitie databázových systémov a GIS môže do značnej miery pomôcť pri matematicko-štatistickom a geoštatistickom spracovaní ložiskových dát, modelovaní ložiska, operatívnom výpočte zásob, riešení problému efektívneho sledovania hlavných ukazovateľov ťažby. Prechodom na nový systém tvorby a aktualizácie bansko-geologickej a meračskej dokumentácie a vytvorením GIS sa uľahčí samotný proces riadenia banskej prevádzky, čo sa v konečnom dôsledku premietne aj v ekonomickom hospodárení podniku.

Z uvedených nesporných kladov nových technológií vyplýva, že takéto riešenie je prvým krokom vpred od prežitých postupov k digitálnym technológiám súčasného sveta a blízkej budúcnosti.

Literatúra

- Bartoš, S.: MicroStation - průvodce programem verze V5. Geodis Brno, Brno, 1995, 519s.
 Bernhardsen, T.: Geographic Information Systems. VIAK IT, Norway, 1992, 320s.
 Blišťan, P.: Analýza kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov ložiska Rožňava-Strieborná žila. Manuskript - archív KGaM, F BERG, TU, Košice, 1995, 61s.

- Blišťan, P.: Matematicko-štatistické a grafické spracovanie chemizmu na ložisku Nižná Slaná. Písomná časť dizertačnej skúšky. *Manuskript - archív KGaM, Košice, 1998, 45s.*
- Blišťan, P., Dugáček, D. & Grinč, A.: Projekt - Návrh riešenia systému spracovania dát na ložisku Nižná Slaná. *Manuskript - archív KGaM, F BERG, TU, Košice, 1997, 11s.*
- Blišťan, P. & Grinč, A.: Možnosti využitia GIS v ložiskovej geológii. In: *Slavkovský, J. & Sasvári, T. (ed.): 9. medzinárodná banícka konferencia, Poznatky výskumu a prieskumu v geológii, Sekcia č.1. Štroffek, Košice, 1997, s.95-98.*
- Blišťan, P., Kondela, J. & Schmidt, R.: Poster - Využitie geoinformačného systému pri geologickom prieskume na príklade ložiska Rožňava-Strieborná žila. *Seminár: Z dejín baníctva v Nižnej Slanej a Dobšinej, Vyšná Slaná 1996.*
- Dugáček, D.: Referenčná príručka DBMAN. *Manuskript - archív KGaM, F BERG, TU, Košice, 1993.*
- Floreková, Ľ., Štefánik, O. & Kazár, D.: Informačné systémy. *Edičné stredisko VŠT v Košiciach, Košice, 1985, 165s.*
- Kónya, J.: Databázové systémy. *ALFA, Bratislava, 1986, 193s.*
- Orlitová, E.: Úvod do geografických informačných systémov. *Manuskript - archív KGaM, F BERG, TU, Košice, 1996, 38s.*
- Rabenseifer, A.: Moderné navrhovanie informačných systémov. *Veda, Bratislava, 1993, 196s.*
- Slavkovský, J., Baláž, B. & Grinč, A.: Svetová produkcia striebra a trendy svetových cien týchto kovov v ostatnom období. *Zborník - Sympóziu o dejinách hutníctva na Slovensku, Herľany, september 1996. Manuskript - archív KGaM, Košice, 1996, s. 112-120.*
- Voženílek, V.: Digitální data v procese hodnocení krajiny. In: *Voženílek, V. (ed.): Digitální data v informačních systémech. Antrim s.r.o., Vyškov, 1996, s.54-81.*
- Zlocha, M.: GIS a GSIS v geológii. *Geoinfo, 1/1994, s.25-26.*

Processing of the geological documentation using CAD systems and GIS

The interpretation of the results of measuring and observation in the geological disciplines has been until recently based almost exclusively on the manual processing and because of it, it was strongly depending on scientific abilities of each solver. Modern mining is ranked to the specific group of fields with high information intensity, which represents high capacity of information in the processes as well as in its products. Because of high financial demands of the mine processes and technologies, basal strategy of the Slovak mining is utilization of the information technologies for reduction of expenses.

Modern technologies have to increase efficiency of the work by maximum utilization of computer technology in the processing of the sample and documentation material, modeling of deposit situation and reserves estimation, observation of registration of the output and designing geological research and technological works. For managing of the mentioned works have been created automated system called information system. They represent an integrated system for collection, preservation and processing of the data, which allows users of the system make correct decisions.

The information system (IS) should fulfill demands of simple and effective work, quantity of the processed and archived data, regular screen updating of every kinds of data, searching, separation and processing of data according to defined criterion and procedures, creating of demanded text-tab and graphic outputs, specific conditions existing in the sphere of mining and geology.

Development of information systems passed through several models of data processing. One of the oldest ways is agent data processing. Useful and nowadays used model of data processing is data-base system. Modern and efficient IS of the company has to fulfill many criteria. The design and the creation of it underlies to complicated process of the planning. Each planning of the strategy information system has to go through the several connected phases.

Another mentioned area of new technologies utilization is drawing of digital vector maps. At present exists in the world whole palette of graphic environment, which is suitable for drawing and design in the mining. They are included in the group of software marked as CAD system. The digitizing itself is a complicated process and we can realize it in a few ways: with assistance of digitizing tablet, by vectorisation of display scanned maps, by inserting data from direct geodetic measurements, by creation of digital maps by GPS (Global Positioning System). The latest method utilizes for determining the position of any place on the Earth satellite GPS. From this data digital picture is drawn.

Under GIS (Geographic Information System) we understand the system for efficient data storage, screen updating, data manipulation, analyses, modeling and presentation of graphically oriented information. We can identify them as computer systems, helping to solve real problems which

are normally requiring interpretation by a human expert. One from the alternatives of GIS utilization in geology is creation, processing, presentation of geological maps and modeling of geological bodies. The main characteristic of GIS is the ability of space data analysis. Besides geological information it is useful to involve in the system also necessary technological data about the deposit, mine parts, mine equipment, speed and direction of mine winds, mine mechanization, data about surface objects above the deposit and around it and much more necessary text-numerical and graphical data.

GIS working in the conditions of mine company would solve broad palette of the problems and tasks. The utilization of data-base system and GIS can help by math-statistical processing of deposit data, deposit modeling, operative reserve estimation, solving problem of effective observation of the main control output indicators. By the transition to the new system of creation and updating of mine-geological and mine-surveying documentation and by formation of GIS there is a possibility of simplification of mine control process, what we can finally see in the economy of the company.

For this merits of new technologies it is clear, that this solution is the first step from old procedures toward to the digital technologies of contemporary world and next future.