

Niektoré problémy aplikácie GIS systémov v geológii

Peter Blišťan¹

Some problems of utilisation of GIS in geology

Elaboration of geological information using GIS brings also some serious problems. Correct and effective analysis of the complex system of surficial and subsurficial objects requires whole palette of specific data, which are typical for problematics of geology (e.g. precise location of data in real 3D co-ordinates, common variability of geological objects and phenomena in the space and in the time etc.). Traditional GIS technologies are oriented especially on administration and management of 2D data. It is possible to create in such systems (ArcInfo, ArcView, MapInfo) the whole palette of maps for specific purposes. Geological GIS require data analysis and elaboration in a 3D space. Consequently, it is later possible to solve some problems connected with simulation of geological phenomena and also to solve some problems of geological prospection.

Simulation of spatial processes and objects requires empirical data, which are maintaining the essence of natural system. Spatial analysis includes quantitative and qualitative evaluation of discrete and continuous geological data in a small and also in a big scale. GIS contains sub-systems for input, management and output of data. This subsystems arose as an answer for the need of visualization of complicated spatial databases. These subsystems are designed for description of causal presence of geological phenomena as a function of time and for analysing of spatial relations of variables. Animation of maps was designed as a kind of visualisation of time-and-spatial variables, panoramic views and spatial simulation. From these reasons geological GIS are as called as Geoscientific Information Systems (GSIS).

Key words: geographic information system, geology, CAD, 3D modelling, visualization

Úvod

Použitie metód GIS v geologických aplikáciách za posledných niekoľko rokov veľmi pokročilo. Je to zásluhou stále sa zlepšujúceho hardwarového vybavenia, ďalej tlakom konkurencie na kvalitu výstupov, zvyšujúcu sa kvalifikáciu personálu a tiež dostupnosťou vektorových a rastrových podkladových dát.

V prevažnej väčšine aplikácií nie sú bohužiaľ využívané analytické možnosti GIS a práce sa sústreďujú na tvorbu grafických geologických fenoménov a ich prezentáciu v papierovej podobe. To je pravdepodobne tiež dôvod, prečo sú náklady na implementáciu GIS v geologických odboroch doposiaľ často považované za stratové a neefektívne. Návratnosť investícií do nákupu drahej hardwarovej a softwarovej technológie je možné docieľiť iba komplexným využitím GIS dát vzniknutých v rámci projektu. To znamená, že GIS technológie musia byť prakticky používané vo všetkých etapách geologického prieskumu a nie iba v jeho záverečnej fáze.

Využitie databázových a informačných systémov ako expertných systémov v geológii

Geoinformačné systémy, ako už bolo povedané, vo všeobecnosti chápeme ako informačné 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. 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 objektov vyžaduje celú paletu špecifických dát, typických práve pre oblasť geológie (nap. presná lokalizácia údajov v reálnych 3D súradniciach, častá premenlivosť geologických objektov a javov v priestore a čase a pod.). Tradičné technológie GIS sú zamerané predovšetkým na správu a manažment dvojrozmerných údajov. V takýchto systémoch (napr. ArcInfo, ArcView, MapInfo) je možné vytvárať celú paletu rôznych účelových máp. Pomocou GIS je možné riešiť niektoré otázky späté s modelovaním ložísk, 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

¹ Ing. Peter Blišťan, PhD. Ústav geodézie a GIS, Fakulta BERG Technickej univerzity v Košiciach, Park Komenského 19, 043 84 Košice
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 17.7.2002)

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 oblastí, prípadne zakresliť situáciu v inej nadmorskej výške (Cehlár et al., 1998).

Pre zlepšenie interpretácie 2D geologických máp je vhodné vytvoriť digitálny 3D geologický model. 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 (Voženilek, 1996).

Problematika získavania primárnych dát pre GIS

Kým vznikne dobrý geologický GIS, je potrebné pripraviť primárne dáta. V počiatočných dobách GIS bolo v Čechách a na Slovensku jedným z najväčších problémov získavanie digitálnych dát. Aj keď nejde o dobu dávno minulú, bolo s ohľadom na výkon počítačov a absolútny nedostatok existujúcich základných digitálnych dát potrebné pracne vektorizovať dostupné papierové mapy. Takto vzniknuté podklady boli iste omnoho lepšie ako vtedajšie ručne maľované výstupy, ale ich hlavným nedostatkom bola nedostatočná hustota znázornených topografických prvkov. Postupne sa však ako podklad začal stále vo väčšej miere uplatňovať rastrový obrázok pripojený do súradníc. Isté je však to, že nie je účelné vektorizovať podkladové mapy tam kde ich nepotrebujeme pre ďalšiu analytickú prácu.

So zlepšujúcim sa hardwarovým vybavením GIS pracovník je možné zlepšovať čitateľnosť a prehľadnosť podkladových máp použitím digitálneho modelu terénu (DMT). Veľmi efektívne je využiť letecké snímky premietnuté na takto vzniknutý model. Nástroje na tieto analytické práce sú dnes už dostupné a výsledný produkt je veľmi názorný.

Podľa osobných skúseností nikto doposiaľ neponúka úplný katalóg aktuálnych leteckých snímkov v mierkach od 1:10000 do 1:50000, ktoré sa v geológii najčastejšie používajú, ale väčšinou je možné snímky získať v spolupráci s príslušným okresným úradom, katastrálnym úradom, alebo z vojenských zdrojov.

Princípy navrhovania a tvorby dobrého geologického GIS projektu

Existuje množstvo názorov, ako správne a efektívne navrhnuť GIS systém. Pri projektovaní GIS pre oblasť geológie a baníctva je vhodné riadiť sa najmä nasledujúcimi princípmi (www1):

a) Princíp minimalizácie vlastnej práce

Keď bolo v predchádzajúcom texte odporúčané používanie dostupných podkladových dát, nemali sme na mysli to, že geologický GIS môže byť vytvorený bez vlastných vektorových dát špecifických pre príslušný projekt. Naopak, väčšina práce na takomto GIS by sa mala orientovať na vznik a využitie práve týchto dát

Problém je možné riešiť dvoma spôsobmi. Pre väčšie firmy, ktoré kapacitne môžu zabezpečiť prácu pre digitalizačné oddelenie, je vhodné kúpiť digitalizačné programy a vektorizovať svoje dáta. Zjavnou výhodou tohoto riešenia je flexibilita, pretože cyklus získavania a kontroly dát prebieha v rámci tej istej organizácie a je možné do neho operatívne zasahovať. V každom prípade je myslím dnes už zrejmé, že dáta je potrebné získavať vektorizáciou rastrového obrázku a nie prostou digitalizáciou.

Pre menšie firmy je výhodnejšie zadávať vektorizáciu špecializovaným firmám, ktoré vlastnia technológiu pre efektívnu tvorbu dát, ich kontrolu a opravy. Na prvý pohľad je toto riešenie ťažkopádne, ale je tomu tak iba do tej doby, pokiaľ si neuvedomíme, že problém neleží vo vzdialenosti medzi producentom dát a ich používateľom, ale v špecifikácii toho, čo pre konkrétny projekt potrebujeme. (Ak napríklad chceme kategorizovať 12 druhov zlomov a terénni pracovníci pripravujú primárne podklady podľa týchto požiadaviek, alebo naopak pripravíme kategorizáciu zlomov podľa tých druhov, ktoré sú známe z terénu, je úloha jednoznačne definovaná). Ak je úloha dobre zadaná, je výhodné prenechať problémy spojené s vlastnou digitalizáciou spolupracujúcej organizácii. Do vlastného GIS je potom možné rýchlo prevziať polotovary pripravené špecializovanou firmou. Podstatne viac času potom zostane na vlastnú geologickú interpretáciu a analytickú GISovskú prácu.

b) Princíp sústredenia sa na podstatu problému

Z hľadiska tvorby GIS je dôležité vedieť, ktoré dáta sú pre riešenie problému dôležité a primárne a ktoré sú nedôležité, alebo pomocné. Častým javom je totiž ešte stále existencia paralelných dátových vrstiev, získaných rôznymi metódami prieskumu. V hotových GIS systémoch dokonca nachádzame rôzne nedostatočne spracované vrstvy, tým sa neúmerne zvyšuje objem dát projektu, ktorý už síce nenaráža na kapacitné možnosti pamäťových

médií, ale o to častejšie sa prejaví nemožnosť oddeliť podstatné od nepodstatného a primárne od odvodeného a skúšobného. Preto pred akoukoľvek rozumnou GIS analýzou by mala existovať definícia toho, čo sú:

- podkladové dáta,
- prvotné dáta jednotlivých prieskumných metód,
- postupy pre zlúčenie dát z jednotlivých prieskumov,
- výsledné primárne dáta,
- vrstvy ponúkané používateľom pre prácu v prehliadačoch dát.

Rozhodne by navrhovaný dátový model nemal obsahovať špecifikácie typu: “potrebujeme všetky dáta zo všetkých vrstiev v oblasti”, ale mal by čo najpresnejšie definovať ako databázovú, tak grafickú časť GIS s ohľadom na primárne dáta, účel ich zaobstarania a ich rozšíriteľnosť. Ak nemá spracovateľ skúsenosti s tvorbou dátového modelu, je vhodné konzultovať jeho tvorbu s kvalifikovaným odborníkom.

c) Princíp jednotného používateľského prístupu

Dobre pripravené primárne dáta sú pre geológa užitočné už pred samotnou GIS analýzou, pretože mu dávajú prehľad, ktorý nezískava pri vlastnej terénnej práci.

d) Princíp odbúrania zbytočného

Každý pracovník, ktorý pracuje na riešení problému, by mal definovať používateľské triedy geologických dát a to pre grafickú i databázovú zložku. Je zrejmé, že klasifikované dáta sú používateľom prístupnejšie, pretože informácie sú v nich utriedené.

Vo všetkých GIS sa pracuje s relačnými databázovými systémami, ktoré dovoľujú veľmi efektívne organizovať dátové súbory. Preto by verejne prístupné dáta projektu nemali obsahovať nepopísané alebo nejasne definované položky a používateľské relácie by mali byť oddelené od primárnych dát.

Grafická informácia by taktiež mala byť čo najjednoduchšia a mala by obsahovať dáta očistené od nepodstatných informácií. To neznamená, že pôvodné dáta sú bezcenné, ale mali by mať definovaného správcu, ktorý je oprávnený v spolupráci s GIS pracovníkmi pripravovať verejne dostupné roztriedené vrstvy. Zvláštnym typom spoločne používaných dát sú podkladové dáta, ktoré by mali byť jednotné pre všetky metódy a nemali by byť v priebehu projektu menené.

e) Princíp postupnej aproximácie

Nikto by sa nemal snažiť vytvoriť dokonalý geologický GIS na prvý pokus. Vo vedách o zemi je zvlášť viditeľný postupný charakter vzniku dát. To neznamená, že do GIS by mali vstupovať až definitívne dáta. Veľmi užitočné je, aby používateľsky prístupné vrstvy GIS odrážali súčasný stav práce a jednotliví riešitelia mohli vzájomne konfrontovať čiastkové výsledky. Podstatné je od začiatku počítať s princípom neaktuálnosti dát a do tvorby GIS zaradiť efektívne metódy ich aktualizácie.

f) Princíp jednotného postupu

V súčasnej praxi a zvlášť vo väčších organizáciách je termín jednotný postup bežne používaný pre jednotné softwarové vybavenie. To so sebou väčšinou prináša značnú nevôľu zo strany používateľov zamietnutého softwaru. Jednotnosť softwarového vybavenia je síce výhodná, ale nie je nutná pre udržanie jednotnosti postupu. Je iba nutné, aby pre každú vrstvu GIS bol definovaný jej formát, správca a metódy využitia a exportu pre všetkých používateľov. Pokiaľ je toto pravidlo dodržané, nemali by nastať problémy s aktuálnosťou dát.

g) Princíp použitia osvedčeného softwaru

Častým javom je, že v snahe po znížení nákladov na GIS je prijaté rozhodnutie nakúpiť lacnejší a dostupný software, špecializovaný na konkrétnu aplikáciu, ktorú firma rieši. Skôr než k nákupnej cene by malo byť prihliadané k dlhodobým nákladom. Preto je vhodné voliť univerzálny nástroj, ktorý je možné prispôbiť pre rôzne úlohy. To znamená, že okrem analytických vlastností nakupovaného systému je dôležité posudzovať i jeho programovacie schopnosti. Extrémnym príkladom univerzálného prístupu je nákup systému, ktorý je nutné naprogramovať pre konkrétne aplikácie a nemá v sebe okamžite použiteľné nástroje.

Rozhodnutie o konkrétnom type závisí na podmienkach, ale vždy platí pravidlo, že špecializované riešenie a programovanie je drahšie než použitie všeobecných nástrojov. Z hľadiska spôsobu ukladania dát do GIS sa dostupný software dá rozdeliť na dve veľké skupiny:

- GIS založený na dátovom modeli CAD programu,
- GIS s vlastným dátovým modelom.

Pokiaľ je najdôležitejšou úlohou riešenie elektronickej archivácie dokumentácie a využívanie nástrojov CAD pre tvorbu výkresov (konštruovanie, kótovanie a pod.), je výhodné využiť nástroje zabudované v CAD.

Je však potrebné uvedomiť si, že GIS funkcie sú špeciálne pripojené k produktu pôvodne určenému pre iný druh práce a preto nemusia byť z hľadiska používateľa vyriešené optimálne (Blišťan, Grinč, 1998).

GIS s vlastným dátovým modelom bude mať určite menej funkcií orientovaných na editovanie grafických prvkov oproti predchádzajúcemu typu GIS, bude však oveľa bohatší na analytické možnosti a na kontrolu topologických nepresností.

Z uvedenej diskusie vyplýva, že pre GIS orientovaný na získavanie nových informácií analýzou základných dát (geologický GIS) je najvhodnejšie použiť GIS s vlastným dátovým modelom, programovateľnými prostriedkami integrovanými s operačným systémom (napr. Visual Basic) a obsahujúci všeobecne použiteľné základné analytické nástroje.

Využitie analytických možností GIS v geológii

V nasledujúcom texte sú naznačené len niektoré základné analytické postupy, aplikovateľné v geologických GIS systémoch.

Korelácie výsledkov rôznych metód prieskumu

Podstatnou časťou práce na geologickom projekte je korelácia výsledkov prieskumných metód medzi sebou. Typicky do tohoto procesu vstupujú dáta z vrtovej, povrchového terénneho prieskumu, geofyzikálneho a geochemického prieskumu a z leteckého prieskumu. Pre koreláciu jednotlivých metód sú najvhodnejšie analýzy nad plošnými prvkami GIS. Sú to analýzy typu point in polygon, line in polygon a polygon in polygon. Pre získanie plošných dát z lineárnych vrstiev sa tvoria odvodené vrstvy analýzou buffer. (Veľkosť bufferu závisí na type úlohy, ale je vhodné voliť ju malú pre analýzu líniových prvkov GIS.)

Tento typ analýz by mal byť vykonávaný v prvých fázach geologického prieskumu, pretože poskytuje riešiteľovi dáta pre tvorbu jednotného geologického modelu skúmanej oblasti a je objektívnejší ako v súčasnosti využívaný intuitívny prístup, z ktorého nie je jasné, čo sú primárne a čo odvodené dáta. Výsledkom by mala byť sada geologických vrstiev s korelovanými a riešiteľom klasifikovanými lineárnymi a plošnými elementmi.

Je veľmi vhodné vykonávať tento typ analýz s použitím digitálneho modelu terénu, pretože v súčasných prácach sa veľmi často zanedbáva vplyv terénu na uklonené štruktúry, čo vedie k nezrovnalostiam pri interpretácii rôznych druhov prieskumu.

Štatistické analýzy geologických fenoménov

Týmto pojmom máme na mysli také štatistické analýzy, ktoré súvisia s priestorovým výskytom geologických javov. Z hľadiska geológie sú to predovšetkým analýzy smerov a analýzy hustoty. Dáta vstupujúce do analýz môžu byť vážené (významnosť štruktúry, dĺžka, plocha) alebo nevážené. Analýzy sú väčšinou veľmi rýchle. Výsledkom je informácia o všeobecných trendoch, napr. o prevládajúcich smeroch puklín a zlomov, hustote tektonického porušenia a pod..

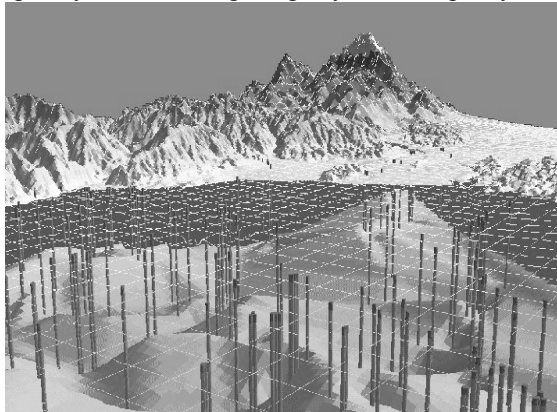
Štatistické analýzy je možné vytvárať už veľmi skoro po získaní prvých dát a sú využiteľné ako pre plánovanie následných akcií v teréne, tak aj pre pochopenie závislostí a trendov v stavbe skúmaného územia. Niektoré z nich sú použiteľné i ako konečná informácia, pretože používateľsky zrozumiteľne zobrazujú dôležitý jav.

3D modelovanie geológie

Toto je z hľadiska geológie asi najzaujímavejšia analýza (obr.1). Komplikovanosť geologických štruktúr kladie veľké požiadavky na priestorovú predstavivosť interpretátora. Jednotlivé časti geologickej stavby sú často nespojité a komplikované nerovnosťami terénu, pretože vznikajú z plošne izolovaných údajov vrtnej siete, alebo prirodzených východov. Zahnúť všetky znalosti do konštruovania výslednej stavby nie je jednoduché. Tvorba digitálnych modelov geologických telies poskytne interpretátorovi možnosť rýchlo a operatívne meniť teórie

podľa výsledkov získaných modelovaním (Rybár et al., 2000).

Existencia 3D modelov geológie dáva tiež možnosť ľubovoľne vytvárať rezy štruktúrami, čo je časovo veľmi náročná úloha, ak nie sú k dispozícii prostriedky GIS (Kondela, 1998). Oproti klasickým DMT je do modelov v rámci GIS zaradovaná možnosť použiť líniové vrstvy ako nespojitosti terénu, čo sa využíva veľmi často napr. pri modelovaní tektonicky porušených vrstiev.



Obr.1. Digitálny model terénu a hydrogeologických vrtovej s hladinou podzemnej vody.

Fig.1. Digital model of terrain (DTM) including hydrogeological boreholes with underground water table.

Spojenie leteckých snímok s dátami GIS

Letecké snímky sú z hľadiska GIS vlastne vrstvy typu GRID (bodové údaje v pravidelnej sieti) a ak sú klasifikované, môžu slúžiť pre analýzy. Výhodou oproti vektorovým dátam je ich jednoduchá dostupnosť a aktuálnosť, ktorá je „zaplatená“ výpočtovou náročnosťou a nejednoznačnosťou interpretácie.



Do rovnakej kategórie ako použitie leteckých snímok je možné zaradiť i súradnicové pripojenie existujúcich papierových máp v rastrovej podobe do GIS. Je možné ich využiť pre vizualizácie ale aj pre koreláciu s novými dátami (obr.2). Letecké snímky sú veľmi dobre využiteľné i v spojení s DMT pre vizualizáciu terénnych tvarov.

Obr.2. Letecká fotografia v spojení s DTM, použitá pre znázornenie terénu.

Fig. 2. Aerial photo illustrating terrain combined with.

Pracovné postupy pri tvorbe geologického GIS

Použitie GIS pre geologické projekty je veľmi vhodné nielen z hľadiska centrálneho vedenia dokumentácie, ale predovšetkým s ohľadom na možnosť zefektívniť interpretáciu využitím GIS analýz. Aby bolo tento cieľ možné dosiahnuť, je nutné vhodne plánovať organizáciu vrstiev GIS a priebežne začleňovať nové dáta do GIS. Kroky vedúce k dobrému riešeniu zahŕňujú voľbu vhodného software, plánovanie tvorby vrstiev GIS, určenie správcov dát a vypracovanie vhodných postupov pre udržiavanie databázy. Pri tvorbe GIS je potrebné dodržiavať nasledujúce postupy a odporúčania (www1):

a) Jednotná databáza netopologických elementov

Pre uloženie negrafických atribútov je najvhodnejšie použiť dobrý relačno-databázový server (Oracle, SQL Server), ktorý umožní vybudovanie aplikačne nezávislej databázy. Dôležité je dodržať tieto zásady:

- Grafické elementy v GIS nesú iba kľúč pre reláciu s databázovými dátami. Vlastné dáta sú uložené v samostatných súboroch.
- Databázové tabuľky v RDBMS sú normalizované (nevyskytujú sa opakované polia, viacnásobné atribúty sú zaraďované do samostatnej relačnej databázy).
- Autori sú zodpovední za tvorbu a aktualizáciu kódovníkov.
- Neexistuje duplicitná databáza o rovnakých vrstvách.
- Všetky zmeny v GIS sú podchytené v atribútoch prvkov i s dobou aktualizácie.
- Je povinnosťou každého spolupracovníka zapojiť sa do jednotného postupu aktualizácie dát.

b) Postup pri „čistení“ dát

Výsledkom každej autorizovanej operácie nad dátami GIS musí byť i aktualizácia primárnych dát príslušnej vrstvy. Veľmi častým javom i v relatívne funkčných GISoch je existencia veľkého množstva skoro rovnakých vrstiev uložených na jednotlivých pracovných staniciach a vzniknutých čiastočnou úpravou dát. Preto by malo byť povinnosťou správcu každej vrstvy:

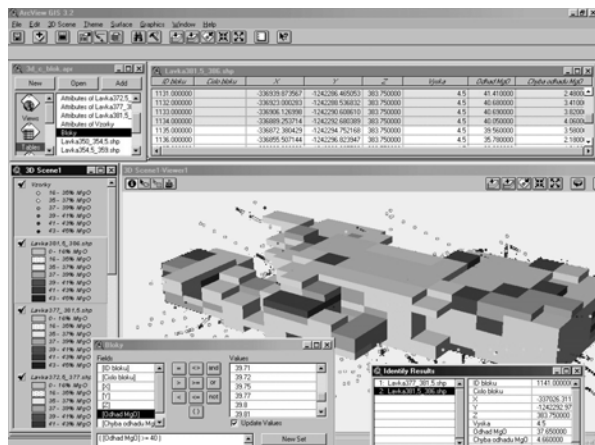
- vyrobiť topologicky korektnú vrstvu s odstránenými chybami vzniknutými vstupom dát,
- vykonať vhodnú úpravu a generalizáciu prvkov vrstvy v závislosti na stave ostatných vrstiev,
- vytvoriť kódy všetkých použitých objektov, zverejniť ich pre všetky zúčastnené subjekty a udržiavať ich aktuálnosť,
- v spolupráci s databázovým odborníkom navrhnuť štruktúru atribútov,
- udržiavať vrstvu v aktuálnom stave.

c) Tvorba 3D modelov

3D modely by mali slúžiť okrem iného pre konštrukciu máp izolínií, rezov a pohľadov (obr. 3 a 4). Preto by mali byť konštruované z primárnych dát a až dodatočne opravované. Postup je nasledujúci:

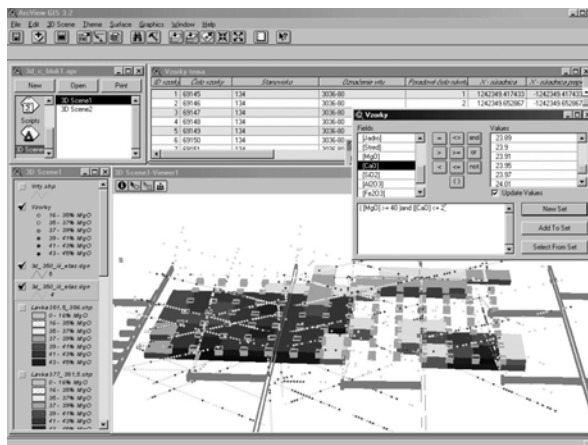
- rozhodnutie, ktoré vrstvy GIS budú vstupovať do DTM (vrty, terén, zlomy, vodná sieť),
- zakúpiť alebo vytvoriť 3D model povrchu,
- identifikovať zlomové línie a ich typ (softline, hardline, bariéra),
- vytvoriť generalizovaný model,
- overiť správnosť modelu pomocou rezov a analýzou s primárnymi vrstvami,
- zaviesť korekcie modelu a vypočítať opravený model,

- doplňovať model o nové dáta a zverejniť postupy a podmienky pre nové prepočítanie modelu (na základe existencie nových dát).



Obr.3. Priestorové zobrazenie kvality v bloku C – ložisko Jelšava.

Fig.3. 3D illustration of raw material quality in the C-block of magnesite deposit Jelšava.



Obr.4. Priestorové zobrazenie vrtov a banských diel v bloku C – ložisko Jelšava.

Fig.4. 3D illustration of boreholes and mining works localizations in the C-block of magnesite deposit Jelšava.

d) Použitie leteckých snímok

Letecké snímky sú jednou z najrýchlejšie dostupných informácií. Mali by slúžiť od začiatku projektu ako podkladová mapa. Dodatočne môžu byť informácie z nich čiastočne, alebo úplne digitalizované, použité pre klasifikáciu, alebo pre vizualizáciu v spojení s DTM (Orlitová a Baláž,1999).. Z toho plynú požiadavky na ich zaradenie do systému:

- Obmedzovať na najmenšiu možnú mieru zaobstarávanie nových snímok a preferovať z dôvodov okamžitej dostupnosti snímky už existujúce.
- Začleniť nakúpené snímky do GIS (minimálne umiestnením do súradníc) ešte pred započatím terénnych prác a pre terénnych pracovníkov vytlačiť pracovné podklady s ich použitím.
- Letecké snímky využívať v spojitosti s DMT.
- Rozhodnutie o vektorizácii niektorých častí snímok podriadiť záujmu o GIS analýzu daných typov prvkov.
- Klasifikáciou snímok vytvoríť vektorové alebo gridové dáta pre ďalšie analýzy.

Záver

Použitie GIS pre geologické projekty je veľmi vhodné nielen z hľadiska centrálnej evidencie dokumentácie, ale predovšetkým s ohľadom na možnosť zefektívniť interpretáciu využitím GIS analýz. Aby bolo tento cieľ možné dosiahnuť je nutné vhodne plánovať organizáciu vrstiev GIS a priebežne do GIS začleňovať nové dáta. Kroky vedúce k dobrému riešeniu zahŕňajú voľbu vhodného softvéru, plánovanie tvorby vrstiev GIS, určenie správcov dát a vypracovanie vhodných postupov pre udržiavanie dátovej bázy.

Literatúra

- BLIŠŤAN, P. a GRINČ A.: Spracovanie geologickej dokumentácie pomocou CAD systémov a GIS. Monografia: Rožňavské rudné pole, *Acta Montanistica Slovaca*, 1/3/1998, Košice, s. 157-167.
- CEHLÁR, M., RYBÁR, P. a BAUER, V.:Dobývanie sadrovcového ložiska Markušovce-Šafárka. *Acta Montanistica Slovaca*, ročník 3/4,Košice, 1998.
- KONDELA, J.: Doterajšie výsledky geochemickej prospekcie na ložisku Strieborná žila. *Acta Montanistica Slovaca*, Monografia 1/98, roč. 3, Košice, 1998, s. 123 -130.
- ORLITOVÁ, E. a BALÁŽ, B.: Využitie metód diaľkového prieskumu zeme v geológii; *Acta Montanistica Slovaca*, 4 (1999), 2, Košice, s.107 – 114.
- RYBÁR, P., CEHLÁR, M. a TRÉGER, M.:Oceňovanie ložísk nerastných surovín. *Vydavateľstvo Štrotffek*, Košice, 2000, 136s.
- VOŽENÍLEK, V.: Digitální data v procesu hodnocení krajiny. In: Voženílek, V. (ed.): Digitální data v informačních systémech. *Antrim s.r.o.*, Vyškov, 1996. s.54-81.
- ZLOCHA, M.: GIS a GISIS v geológii. *Geoinfo*, 1/1994, s.25-26.
- WWW1: www.boreas.cz