

PLÁNOVANIE A RIADENIE ŤAŽBY V LOMOCH POMOCOU POČÍTAČOVÝCH MODELOV

Pavol Rybár¹

PLANNING AND MANAGEMENT OF SURFACE MINING IN QUARRIES BY MEANS OF COMPUTER MODELS

Possibility of planning and control of mining needs a suitable computer model of deposit to verify strategic intents in surface mine as well as control of daily production. In the article are presented case studies and approaches of author how to model the deposit and planning and scheduling the production.

Key words: Model of deposit, planning, computer model, Surface mining, control of quality.

Úvod

Na Katedre dobývania ložísk a geotechniky sa pracuje na problematike modelovania ložísk úžitkových nerastov a rozvrhovania výroby na týchto ložiskách pomocou počítačových modelov od roku 1983. Aj keď v súčasnosti existujú komerčné softvéry, prostredníctvom ktorých je možné vytvoriť počítačový model ložiska a plánovať selektívnu ťažbu v ložisku, predsa sa autor naďalej zaoberá ďalším vývojom týchto modelov, ich zavedením predovšetkým v lomových prevádzkach a ich prispôbením na konkrétne podmienky a požiadavky používateľa. Využitie komerčného softvéru ako čiernej skrinky nemusí priniesť užívateľovi želané výsledky, pretože nejednoznačne interpretovateľné dáta a väzby v geológii a baníctve spochybňujú možnosť získať pozitívne výsledky všeobecnými postupmi a matematickými metódami.

1. Modely ložísk úžitkových nerastov

Počítačové rozvrhovanie ťažby na ložisku úžitkových nerastov si vyžaduje čo najpresnejšie zobrazenie ložiska prostredníctvom jeho modelu. Tento obraz o ložisku sa zvyčajne získava rozdelením ložiska na bloky zásob, odhadnutím množstva a priemerných obsahov úžitkových a škodlivých zložiek v každom bloku zásob a zohľadnením rozfáranosti ložiska a rozloženia pracovného frontu v ložisku.

1.1. Rozdelenie ložiska do blokov zásob

Rozmery blokov zásob vyplývajú z viacerých skutočností, ktorým sa zvolené rozmery blokov musia podriaďovať.

Po prvé, sú to požiadavky zadávateľa úlohy, ktoré vyplývajú z cieľa riešenia úlohy. Iné rozmery blokov sa zvolia pre modelovanie ložiska a následné modelovanie postupu ťažby na ložisku napr. pre nasledujúcich dvadsať rokov, kde zadávateľ zaujíma potenciál ložiska, čiže schopnosť ložiska poskytovať počas najbližších dvadsať rokov vhodnú surovinu podľa dlhodobých, odhadovaných požiadaviek, alebo ho zaujíma vývoj pracovného frontu pri dodržiavaní požiadaviek plánu a geologicko-technických možností na ložisku počas tohto obdobia, alebo zadaním modelovania ťažby na najbližších dvadsať rokov môže sledovať, či bude potrebné, a v prípade ak áno, tak kedy, investovať v najbližších dvadsiatich rokoch do technológie, alebo do otváracích diel na ložisku a pod. Iné rozmery blokov zásob sa zvolia v prípade zadania, ktoré je orientované na plánovanie postupu ťažby na jeden až päť rokov (POPD) a iné rozmery blokov sa zvolia napr. na optimalizáciu nadväzujúcich pracovných operácií v lome - nakladanie a doprava.

Druhým limitujúcim faktorom je skutočnosť, či je ložisko už dobývané, alebo je ešte iba v štádiu projektovej prípravy. V prípade, že ložisko je už rozfárané, potom minimálne jeden rozmer bloku zásob, a to jeho výška, je už daný výškou dobývaného rezu.

Po tretie je to veľkosť ročnej ťažby v lome. Veľkosť blokov sa podriaďuje predchádzajúcim dvom podmienkam. Veľkosť ročnej ťažby je podmienka ktorá dopĺňa prvú z menovaných - cieľ riešenia úlohy - a určuje, spolu s predchádzajúcimi podmienkami, počet vytvorených blokov zásob.

1.2. Informácie obsiahnuté v blokoch zásob

V modeli ložiska, ktorý po rozdelení ložiska do blokov zásob predstavuje stavebnicový systém tvorený vymedzenými blokmi zásob, je potrebné každému prvku tohoto stavebnicového modelu, teda

¹ Katedra dobývania ložísk a geotechniky F BERG Technické; univerzity, C43 B4 Košice. Park Komenského 1S.

bloku zásob, priradiť hodnoty, ktoré jednoznačne definujú jeho polohu v priestore a to tak v ložisku, ako aj v modeli, mieru prítomnosti úžitkových a škodlivých komponentov v každom bloku zásob a množstvo hmoty prítomné v každom vymedzenom bloku zásob.

Z pohľadu určenia polohy bloku zásob v ložisku je potrebné priradiť každému bloku zásob súradnice, ktoré ho v priestore ložiska jednoznačne situujú. Z doterajších skúseností sa počas modelovania na viacerých ložiskách a následného používania modelov osvedčil nasledovný postup: Mapou ložiska preložíme pravidelnú sieť navzájom kolmých línií, ktoré rozdeľujú ložisko do pravidelnej štvorcovej, alebo obdĺžnikovej siete. Vzdialenosti medzi líniami vo vnútri pravidelnej siete korešpondujú so zvolenou veľkosťou blokov zásob a mierkou mapy. V prípade, že ložisko je už dobývané, potom ložisko, alebo prinajmenšom jeho dobývaná časť, je už rozdelené do blokov zásob, pretože tretí - vertikálny - rozmer blokov zásob je daný systémom rozfárانيا ložiska. Ak sa modeluje ložisko, ktoré sa ešte iba plánuje dobývať, potom výška blokov zásob sa môže voliť variantne v súlade s plánmi na vydobytie ložiska. Samotný kód označujúci polohu bloku zásob v ložisku má nasledovný tvar: ZXY, kde Z je vymedzenie bloku zásob na vertikálnej stupnici, X a Y sú súradnice bloku zásob v rámci horizontálneho delenia ložiska do pravidelnej štvorcovej, alebo obdĺžnikovej siete. Napr: dva bloky zásob umiestnené pod sebou sa budú líšiť iba v hodnote Z. Iný príklad: dva bloky umiestnené vedľa seba na tom istom reze, alebo horizonte, budú mať hodnotu Z rovnakú a budú sa líšiť iba v hodnote jednej z položiek X, alebo Y.

Charakterizovať kvalitatívnu stránku bloku zásob znamená popísať mieru prítomnosti úžitkových a škodlivých komponentov v každom bloku zásob. Najskôr je potrebné definovať množinu úžitkových a škodlivých komponentov, ktoré budú v modeli zastúpené. Tu si treba uvedomiť, že počítačovým modelom ložiska sú súčasne zobrazené skutočné aj odhadované charakteristiky a väzby v modelovanom ložisku. Zohľadnenie nepodstatných javov v ložisku model zbytočne komplikuje, zvyšuje nároky na výpočtovú techniku a softvér, predlžuje čas modelovania a sťažuje interpretáciu výsledkov. Nadbytočné informácie sú väčšinou pre následné rozhodovacie procesy prakticky bezcenné. Je len samozrejmé, že množina úžitkových a škodlivých zložiek povedzme v ložisku vápenca ako cementárskej suroviny je iná ako v ložisku vápenca určeného pre drvené kamenivo, alebo na potravinárske účely. Takisto vymedzenie množiny úžitkových a škodlivých zložiek v po-lymetalickom ložisku súvisí s následnou úpravárenskou a hutníckou technológiou spracovania úžitkového nerastu. Pre vápenec, ktorý je základnou surovinou pre výrobu cementárenských slinkov, je množina úžitkových zložiek tvorená chemickými zlúčeninami CaO, F62O3, Al₂O₃ a SiO₂.. Typickou škodlivinou je napr. SO₃, ktoré je súčasťou bázy dát každého nami modelovaného ložiska obsahujúceho surovinu vhodnú pre cementárske účely. Niekedy môžu byť súčasťou množiny úžitkových a škodlivých komponentov v ložisku aj položky, ktoré nemajú svoj pôvod v oblasti chémie, napr. prítomnosť a množstvo spodnej vody, porušenosť a iné fyzikálne mechanické vlastnosti horniny.

Množstvo úžitkového nerastu v každom bloku zásob sa vypočíta z mapovej dokumentácie a zohľadnením mernej hmotnosti úžitkového nerastu, alebo suroviny nachádzajúcej sa v konkrétnom vymedzenom bloku zásob.

Hmotnosť bloku zásob, ktorý je vymedzený troma navzájom kolmými dvojicami rovnobežných rovín, ktoré vymedzujú jeho pozíciu v rámci zvolenej siete rovín v ložisku, sa vypočíta jednoducho ako súčin troch rozmerov v súradnicovom systéme z,x,y, ktoré určujú veľkosť bloku zásob a mernej hmotnosti úžitkového nerastu.

Hmotnosť bloku zásob, ktorý nemá ideálny - a pre výpočet najjednoduchší tvar hranola, alebo kocky, sa vypočíta tak, že pomocou systému rovnobežných rezov sa určia plošné obsahy v každom reze a objem hmoty vymedzený dvoma susednými rovnobežnými rezmi sa vypočíta z plošných obsahov v rovnobežných susedných rezoch a vzdialenosti medzi týmito rezmi.

Po sčítaní všetkých čiastkových objemov do objemu bloku zásob, sa získaný údaj vynásobí mernou hmotnosťou úžitkového nerastu a tak sa získa hmotnosť bloku zásob.

1.2.1. Matematické metódy pre modelovanie rozloženia úžitkových a škodlivých zložiek v ložisku

Rozloženie každej úžitkovej a škodlivej zložky zaradenej do bázy dát ložiska je modelované osobitne pomocou rôznych matematických metód. Výsledkom je digitálny model ložiska, čo je množina dát usporiadaná do blokov zásob, pričom každý blok zásob ZXY v báze dát je reprezentovaný nasledovným štruktúrnym zápisom:

Blok zásob ZXY = (z, x, y, m₁, m₂, ..., m_k; u₁, u₂, ..., u_n; s₁, s₂, ..., s_k, s_{k+1}: ..., s_{k+n})

kde z,x,y sú súradnice bloku zásob,

m_i (i = 1, ..., k) sú stredné hodnoty k komponentov množiny úžitkových zložiek dobývaného nerastu.

u_j (j = 1, ..., n) sú stredné hodnoty n komponentov množiny škodlivých zložiek dobývaného nerastu,

s₁ až s_k sú rozptyly chyby odhadu (použité metódy geoštatistiky), alebo smerodajné odchýlky (použité metódy klasickej matematickej štatistiky) jednotlivých úžitkových zložiek.

s_{k+1} až s_{k+n} , sú smerodajné odchýlky, alebo rozptyl chyby odhadu (podľa použitého matematického modelu) jednotlivých škodlivých zložiek.

Pre odhad rozloženia úžitkových a škodlivých zložiek v ložisku autor najčastejšie používa geoštatistické metódy. Predpokladom ich úspešného využitia je však dostatočne hustá sieť bodov, v ktorých je známa hodnota chemizmu. Priestorovo distribuované dáta, akými sú aj chemické komponenty v priestore ložiska, potrebujú špeciálne matematické nástroje, schopné zohľadniť ich komplikované, nie celkom náhodné správanie sa v priestore. Pre takýto typ premennej bol zvolený termín regionálna premenná. Geoštatistika poskytuje nástroje na štruktúrnú analýzu regionálnej premennej a teóriu odhadu s ohodnotením jeho presnosti. Štruktúrna analýza sa robí pomocou tzv. semivariogramov, ktoré sú jej základným nástrojom. Pomocou semivariogramov je možné v priestore ložiska identifikovať a kvantifikovať okrem iných vlastností aj tieto podstatné:

- podľa typu a tvaru semivariogramu popísať vývoj korelácie sledovanej premennej vzhľadom na zväčšujúcu sa vzdialenosť medzi porovnávanými párami bodov so známymi obsahmi chemizmu.

- podľa tzv. dosahu vplyvu vzorky popísať smerovo rovnomerné - izotropné, alebo prednostne orientované - anizotropné rozloženie každého sledovaného chemického prvku v priestore ložiska,

- prítomnosť a veľkosť tzv. nuget efektu vyjadruje a kvantifikuje mieru neistoty v stanovených hodnotách chemizmu vo vzorkách danej veľkosti.

podľa tvaru semivariogramu rozhodnúť o prítomnosti, alebo neprítomnosti polynominálneho trendu a podľa potreby ho odstrániť.

Geoštatistika poskytuje pre zobrazenie rozloženia zásob v ložisku nestranný odhad priemerných obsahov chemizmu v blokoch pri súčasnom splnení dvoch podmienok, a to že priemerná chyba odhadov je nulová a rozptyl chyby odhadov je minimálny. Prvá z podmienok vyjadruje rozdiel odhadovanej (vypočítanej) priemernej hodnoty od skutočnej hodnoty v jednom a tom istom bloku zásob. Druhá podmienka je kvantifikáciou presnosti odhadu. Matematicky je odhadovacou procedúrou krígovanie, pričom v súčasnosti existuje viacero krígovacích postupov v závislosti na štruktúrnych vlastnostiach sledovaných premenných v ložisku, na rozložení siete bodov so známou hodnotou chemizmu v ložisku a na type riešenej úlohy, či sa napríklad jedná o lokálny, alebo globálny

odhad. Podstatnou skutočnosťou je však to, že výsledky získané geoštatistickými postupmi lepšie vystihujú komplikované správanie sa sledovaných parametrov v priestore ložiska ako výsledky získané metódami klasickej matematickej štatistiky.

V prípade, ak je k dispozícii malý počet nameraných údajov v riedkej sieti, autor upúšťa od geoštatistického prístupu a používa metódy klasickej matematickej štatistiky. V takomto prípade sa nameraná hodnota každej či už úžitkovej, alebo škodlivej zložky, považuje za realizáciu náhodnej premennej. Priestorová pozícia odobratých vzoriek je však týmto prístupom negovaná a a priori sa predpokladá, že všetky namerané hodnoty majú rovnakú pravdepodobnosť realizácie kdekoľvek vo vyhodnocovanom priestore - v ložisku. Tým sa z úvah vylučujú zóny obohatenia a ochudobnenia v ložisku. Nedostatok nameraných údajov však nedáva inú možnosť odhadu rozloženia chemizmu. Postup pre modelovanie rozloženia chemizmu v ložisku je jednoduchý: otestuje sa íyp rozdelenia každej náhodnej premennej a podľa toho, či sa jedná o normálne, alebo lognormálne rozdelenú náhodnú premennú, zvolí sa výpočet strednej hodnoty premennej pre každý blok zásob. Tento postup si však tiež vyžaduje matematickou štatistikou doporučený istý minimálny počet nameraných údajov. Najčastejšie však - pri nedostatku údajov - používame pre odhad rozloženia chemizmu v ložisku vypočítané hodnoty vážených priemerov každej premennej pre každý blok zásob zvlášť.

1 2.2. Prípadové štúdie, zobrazenie ložiska v počítači

Je mnoho možností ako zobrazovať ložisko v počítači. Pre lepšie pochopenie súvislostí sú v predkladaných prípadových štúdiách prezentované modely ložísk, ktoré sú ložiskami cementárskych surovín a pomocou týchto modelov sú plánované strategické zámery optimálneho vyťaženia ložísk, ako aj operatívne riadenie dennej ťažby na týchto ložiskách.

1.2.2.1. Vápencové ložisko

Model ložiska vápenca (Rybár 1994) bol urobený na základe kompletnej geologickej dokumentácie. Zákonitosti rozloženia chemizmu boli vypočítané pomocou geoštatistických metód a ložisko bolo rozdelené do biokov s rozmermi 100m x 100m x výška jednotlivých rezov - etáží, ktorá sa pohybuje od 15 do 20m, čo súvisí s technológiou ťažby vápenca v lome. Ku takémuto rozdeleniu sa pristúpilo na základe požiadavky zadávateľa, mať možnosť plánovať ťažbu minimálne na pätnásť

rokov dopredu. Kubatúra a tonáž blokov boli vypočítané na základe rezov ložiskom a zakreslenia východzieho stavu pracovného frontu v okamžiku riešenia úlohy. Model je realizovaný tak, že akékoľvek zmeny v kubatúre, tonáži, alebo v chemizme sledovaných úžitkových a škodlivých zložiek (CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , SO_3 a MgO) je možné jednoducho prostredníctvom klávesnice počítača zmeniť, čiže aktualizovať. Tieto zmeny je možné uskutočniť v každom bloku zásob a v ľubovoľnom čase, do ktorého je ložisko počas plánovania ťažby premietané.

Ložisko je možné na obrazovke monitora premietnuť v dvojrozmernom a trojrozmernom zobrazení. Trojrozmerný obraz slúži predovšetkým pre priestorové zobrazenie lomu a je výbornou pomôckou pre zobrazenie geometrie lomu napr. po pätnástich rokoch ťažby v lorne podľa zvoleného variantu, resp. pre pochopenie priestorových súvislostí počas plánovania ťažby v lome. Toto zobrazenie je zároveň výbornou vizuálnou kontrolou, či nedochádza v rámci plánovania ťažby ku technologicky neriešiteľným a neprístupným návrhom na postup ťažby v čase.

Dvojrozmerné zobrazenie je určené predovšetkým pre výber blokov do plánu ťažby pre príslušný rok. Zároveň pri dvojrozmernom premietaní, keď je premietaný každý rez osobitne, je možné aktualizovať dáta pre ľubovoľný blok zásob, ktorý je na obrazovke zobrazený. Tlačítkami šípka - vpravo, vľavo, hore a dole sa zabezpečuje pohyb kurzora ľubovoľným smerom na obrazovke, čiže na zobrazenom reze - etáži, z jedného bloku zásob do iného. Miesta, ktoré sú na obrazovke zobrazené prázdny znakom, sú alebo bloky vyťažených zásob, alebo bloky zásob, ktoré vplyvom morfológie terénu na danom výškovom horizonte a vo vymedzenom modelovanom priestore neexistujú. Rozloženie blokov zásob je na každom reze - etáži, zobrazené veľmi prehľadne. Priestorové, kvalitatívne a kvantitatívne charakteristiky blokov zásob sú sčasti zobrazované na obrazovke displeja trvalo, a tie, ktoré je potrebné zobrazovať iba pre určitú potrebu, sa zobrazia stlačením príslušného tlačítka. Farebná škála, v ktorej sú bloky zásob zobrazované, znázorňuje príslušnosť bloku zásob do niektorej z tried práve zobrazovaného kvantitatívneho, alebo kvalitatívneho parametra.

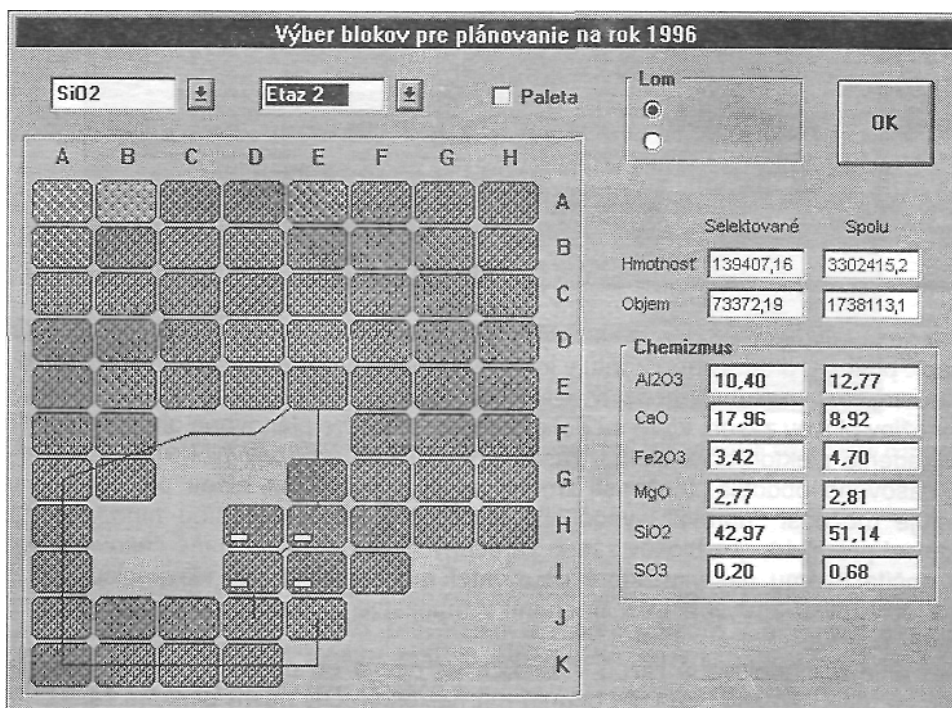
1 2.2.2. Ložiská korekčných ílov

V cementárni, pre ktorú boli modely spracovávané, sa pre dosiahnutie požadovaného chemického zloženia vsádzky pre následné tepelné spracovanie suroviny musí ťažiť korekčná surovina súčasne z dvoch ložísk. Počítačový model bol spracovaný tak, že pri spustení programu pre riadenie ťažby korekčných ílov je možné zvoliť si zobrazenie ktoréhokoľvek z dvoch ložísk na obrazovke, pretože iba takýto prístup umožňuje riadiť ťažbu súčasne na dvoch íloviskách odrazu tak, ako si to vyžaduje denná operatíva (Rybár, 1995).

Modely ložísk boli vypracované na základe kompletnej geologickej dokumentácie. Na jednom z ložísk boli zákonitosti rozloženia chemizmu vypočítané pomocou geoštatistických metód a na druhom bolo nutné odmietnuť ponúknuté riešenie pomocou geoštatistických postupov, pretože odhadované hodnoty chemických komponentov sa líšili od hodnôt chemizmu získavaných pri ťažbe príslušných blokov zásob. Pre odhad hodnôt chemizmu v blokoch zásob bol zvolený výpočet pomocou vážených priemerov a takto získané výsledky boli akceptované. Ložiská boli rozblokované do rôzne veľkých blokov zásob, čo súvisí s rôznymi technológiami ťažby v lomoch. V jednom ložisku boli zvolené rozmery blokov zásob 100 m x 100 m x výška jednotlivých rezov - etáží, ktorá sa pohybuje od 15 do 20 m. Technológia ťažby v lome: zhrňanie zeminy buldozénom na spodnú pracovnú plošinu, nakladanie zhrnutej zeminy na nákladné auta. V druhom lome bolo ložisko rozdelené do blokov zásob s rozmermi 100 m x 56 m x 6 m. Ťažobný stroj v lorne - kolesové korčekové rýpadlo kontinuálne dobýva surovinu po celej výške šiestich metrov. Systém rozblokovania súvisí aj s požiadavkou zadávateľa mať možnosť plánovať v lomoch ťažbu minimálne na pätnásť rokov dopredu. Kubatúra a tonáž blokov boli vypočítané na základe rezov ložiskami a zakreslenia východzieho stavu pracovného frontu v okamžiku riešenia úlohy. Model je opäť robený tak, že akékoľvek zmeny v kubatúre, tonáži, alebo v chemizme sledovaných úžitkových a škodlivých zložiek v blokoch zásob (CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , SO_3 a MgO) je možné jednoducho prostredníctvom klávesnice počítača zmeniť, čiže aktualizovať. Tieto zmeny je možné uskutočniť v každom ložisku, každom bloku zásob a v ľubovoľnom čase, do ktorého sú ložiská počas plánovania ťažby premietané. Prechod z ložiska do ložiska na obrazovke displeja je rýchly a jednoduchý. Zabezpečuje sa nastavením počítačovej myšky na príslušný symbol na obrazovke a stlačením tlačítka na myške.

Ložiská sú zobrazované na obrazovke displeja len v dvojrozmernom zobrazení (obr. 1). Toto zobrazenie je určené predovšetkým pre výber blokov do plánu ťažby pre príslušný rok. Zároveň pri dvojrozmernom premietaní, keď je premietaný každý rez každého ložiska osobitne, je možné aktualizovať dáta v ľubovoľnom bloku zásob, ktorý je na obrazovke zobrazený. Počítačovou myškou sa zabezpečuje pohyb kurzora ľubovoľným smerom na obrazovke, čiže na zobrazenom ložisku a reze - etáži, z jedného bloku zásob do iného. Miesta, ktoré sú na obrazovke zobrazené prázdny znakom, sú alebo bloky vyťažených zásob, alebo bloky zásob, ktoré vplyvom morfológie terénu na danom výškovom horizonte a vo vymedzenom modelovanom priestore neexistujú. Rozloženie blokov zásob je na každom reze - etáži - zobrazené veľmi prehľadne. Priestorové, kvalitatívne a kvantitatívne charakteristiky blokov zásob sú sčasti zobrazované na obrazovke displeja trvalo, a tie, ktoré je potrebné zobrazovať iba pre určitú potrebu, sa zobrazia stlačením príslušného tlačítka. Farebná škála, v ktorej sú bloky zásob zobrazované, znázorňuje príslušnosť bloku zásob do niektorej

z tried práve zobrazovaného kvantitatívneho, alebo kvalitatívneho parametra.



Obr. 1 Model ložiska korekčných surovín (číselné údaje na obrázku sú oproti skutočnosti pozmenené)

2. Plánovanie ťažby

Plánovanie ťažby vo všetkých troch lomoch je riešené dialógovým prístupom počítač – človek. Skutočnosť, že v prípade plánovania a ťažby korekčných surovín je potrebné skladať chemizmus z dvoch lomov súčasne je zohľadnená tak, že obsluha počítača plánuje ťažbu na modeloch obidvoch ložísk korekčných surovín súčasne (obr. 2).

Užívateľ zadáva prostredníctvom klávesnice počítača svoje požiadavky pre časový úsek, ktorý je práve predmetom plánovania ťažby. Na jednej strane vyberá bloky zásob, ktoré chce zaradiť v danom časovom období do ťažby a na druhej strane zadáva kvalitatívne a kvantitatívne požiadavky týkajúce sa množstva a priemernej chemickej skladby rúbaniny v modelovanom časovom období.

Matematický model - vstup:

- prostredníctvom výberu blokov zásob, ktoré sú ponúkané do ťažby v príslušnom časovom kroku (rok, štvrtrok, deň) sú zohľadnené banské pravidlá a zámery podnikania na ložisku,
- prostredníctvom plánu pre plánované časové obdobie sú zohľadnené požiadavky odberateľa suroviny v položkách plánované množstvo a plánované priemerné hodnoty chemizmu a v položke "Min/blok" ťažiar vyjadruje svoje zámery ohľadom koncentrácie výroby v lome.

Samotný matematický aparát je vlastný a doposiaľ nepublikovaný.

Matematický model - výstup:

výstupom matematického modelu je množina riešení, kde sú porovnávané požadované a výsledné hodnoty týkajúce sa množstva a kvality zásob, zoznam blokov zásob, ktoré sú zaradené do ťažby v danom časovom intervale aj s množstvom zásob, ktoré je potrebné z každého vybraného bloku zásob vyťažiť, aby boli splnené požiadavky plánu.

Je na riešiteľovi, aby v prípade viacerých ponúknutých riešení vybral pre neho najlepší variant z pohľadu napr. postupu pracovného frontu v lome. V prípade neakceptovania žiadneho z ponúknutých riešení počítačom, resp. prázdnej množiny riešení má možnosť užívateľ zaradiť nový blok zásob (bloky zásob) do množiny blokov zásob, ktoré sú ponúkané do ťažby pre plánované obdobie. Inou možnosťou je naopak vyradenie niektorého z blokov zásob z ponúkanej množiny blokov zásob pre plánovanie príslušného časového obdobia. Možnosti zmeny sú aj v položkách plánu pre plánované obdobie. Navyše existuje možnosť "upraviť" vypočítaný počítačový variant zmenou množstva zásob, ktoré počítač predpísal pre niektorý z blokov zásob zaradených do ťažby pre dané časové obdobie. Všetky zmeny voči počítačovému riešeniu, ktoré používateľ modelu vloží cez klávesnicu do počítača, sa premietnu na obrazovku aj vyvolanými zmenami v množstve a priemernej dobývanej kvalite za plánované časové obdobie.

Plánovanie a modelovaná ťažba v lomoch sa odvíja od dlhodobých koncepcií, smerom ku operatívnejmu riadeniu. To znamená, že prioritu má niekoľkoročný návrh postupu ťažby na ložisku pri plnení požiadaviek na seba nadväzujúcich ročných plánov. Pritom plán ťažby na úrovni roka

vychádza z množstva a kvality zásob, ktoré majú byť v danom roku vyťažené. Pri plánovaní kratších časových období sa vychádza z nadradených plánov, to znamená z plánov pre dlhšie časové úseky. Ročný plán je jednoznačne záväzný pre štvrtročný plán a štvrtročné plány sú záväzné pre denné plány.

Počítačové modely umožňujú operátorovi pracovať v čase smerom do budúcnosti, ale aj do minulosti. V prípade potreby zmeny plánov v rokoch (kvartáloch), ktoré už boli naplánované, je možný návrat v čase a opätovné plánovanie pre požadované časové obdobie. Tým sa údaje, ktoré sú od roka, ktorý sa plánuje odznova, smerom do minulosti nemenia a smerom do budúcnosti môžu byť zmenené.

Obr. 2 Plánovanie ťažby v ložiskách korekčných surovín (číselné údaje sú oproti skutočnosti pozmenené).

Počítačové modely umožňujú viesť aj agendu týkajúcu sa tak plánov na všetkých časových stupňoch, ako aj evidenciu ťažby. V prípade potreby je možné kedykoľvek túto evidenciu vytlačiť na tlačiarňami.

3. Riadenie ťažby

Tie isté počítačové modely, na ktorých boli robené ročné a kvartálne plány sú určené aj na každodenné operatívne riadenie v lome. V lome, kde sa ťaží vápenec nasledovným technologickým cyklom operácií: vrtanie, trhacie práce, nakladanie, automobilová doprava a primárne drvenie, je plánovanie odstrelov v lome záväzný pre plánovanie odťažby z rozvalov. Z uvedeného vyplýva, že odťažba samotná sa plánuje a riadi na rozvaloch po clonových odstreloch, Clonovými odstreli sa rozpojujú časti blokov zásob. Clonovým odstreli sa rozpojuje výpočítateľná hmotnosť z konkrétneho bloku zásob s chemizmom, ktorý má rozpojovaný blok zásob. V prípade, že laboratóriá zistili iné hodnoty chemizmu v rozvale ako boli odhadnuté pre celý blok zásob, potom sa jednoducho zmenou cez klávesnicu počítača údaje aktualizujú a plánuje a riadi sa odtážba na množine existujúcich rozvalov, kde zmiešavanie rúbaniny pre splnenie množstva a požadovaných priemerných obsahov chemických komponentov na základe požiadaviek plánu sa uskutočňuje nie v blokoch zásob, ale v rozvaloch, ktoré ak už sú v nedostatočnom množstve, je potrebné uskutočniť v realite aj v počítačovom modeli.

Rozpojovanie horniny clonovými odstreli v lome musí byť okamžite premietnuté do modelu, tak ako aj skutočná odťažba rúbaniny. Potom je možné na začiatku dňa (smeny) naplánovať, koľko ton rúbaniny sa odťaží z ktorého rozvalu, inými slovami, koľko automobilov sa pošle ku rozvalu 1, koľko ku rozvalu 2, atď.

Riadenie ťažby v lomoch korekčných surovín začína kontrolou stavu zásobníkov. Ráno sa stav zásobníkov premietne do počítača a požadovaná kvalita a kvantita pre oba zásobníky dajú požadované hodnoty pre dennú ťažbu (obr. 3). Po spustení modelu sa určí, koľko automobilov bude odoslaných ku jednotlivým ťažobným mechanizmom v každom z dvoch lomov.

	Linka 1	Linka 2
Doplniť	1800,00	1000,00
Požadovaná kvalita		
SiO ₂ min	x1	x3
SO ₃ max	x2	x4
		OK
		Zrušiť

Obr. 3 Riadenie ťažby v ložiskách korekčných ílov - stav zásobníkov (číselné údaje sú oproti skutočnosti pozmenené).

Záver

Plánovať a riadiť ťažbu v lornoch znamená okrem vytvorenia príslušného modelu, aj vychovať užívateľov programov. Väčšinou totižto prevádzkovým pracovníkom nie je prirodzenou potrebou komunikácia s počítačom. Autor článku mal to šťastie, že stretol ľudí, ktorí boli ochotní prejsť prípravou, stratili zábrany z využívania počítača a modely prakticky denne používajú. Ďalšou dôležitou súčasťou využívania takýchto modelov musí byť pravidelná komunikácia medzi užívateľom a autorom aj po odovzdaní fungujúcich modelov, pretože predsa len po istom čase dochádza k odchýlkam medzi skutočnosťou a modelovanými údajmi a tie je potrebné spoločnou prácou geológa, merača, vedúceho ťažby a autora modelu odstrániť.

Literatúra

Rybár.P.: Plánovanie ťažby v lome Vajarská pomocou programu BANPOR1. *Manuál a učebné texty, HIROCEM Rohožník, 1994. s. 56.* Rybár.P.: Plánovanie ťažby v íomoch korekčných ílov pomocou programu BANPOR2. *Manuál a učebné texty, HIROCEM Rohožník, 1995, s. 64.*