

Ing. Martin V r u b e l , Doly Nástup, Tušimice

GEOLOGICKÝ MODELÚvod

Zhoršující se báňsko-geologické poměry, ekologické tlaky i vyšší provázanost geologie a ekonomiky podniku jsou základními příčinami zvyšující se poptávky po geologických údajích a podkladech. Informace musí být poskytnuta v potřebné přesnosti, kvalitě a rychlosti tak, aby bylo případně možné pro rozhodovací proces připravit i více variant řešení.

Možností jak tyto rostoucí požadavky uspokojit je využití výpočetní techniky k vytvoření geologického modelu sloje a vhodných kreslicích zařízení pro grafické výstupy. Jelikož v době zrodu koncepce (konec r. 1989) nebyl na trhu vhodný software, který by vytvoření geologického modelu i aplikačních operací podporoval, bylo rozhodnuto navázat spolupráci s firmou KVAS Karlovy Vary, která se touto problematikou zabývá.

Princip a tvorba geologického modelu

Geologický model firmy KVAS navazuje na koncepci tvorby geologického modelu započatou pracovníky odboru měřictví a geologie HDB Sokolov. Minimální požadované technické prostředí pro provozování modelu je počítač třídy IBM PC-AT, 1MB RAM, grafické prostředí EGA/VGA, hard disk.

Výchozími údaji pro model jsou hodnoty parametrů z vrtů, které jsou programem převedené do pravidelné sítě sloupců o základně 20m*20m. Každému sloupci modelu jsou přiřazeny číselné hodnoty souřadnic v systému JTSK. Vertikálně je model rozčleněn na "vrstvy" s přibližně jednotným petrografickým vývojem (obr. 1). Každá vrstva má třímístný kód. Oblasti (jednotlivé sloupce) mezi vrty jsou generovány na principu lineární a plošné interpolace. Vstupní hodnoty ve vrtech jsou zachovány. Interpolace z-ové souřadnice i kvalitativních parametrů mezi vrty probíhá u vrstev se stejným kódem. Pokud nastane případ, že některá vrstva ve vrtu chybí, interpolace proběhne k vrstvě s nejbližším vyšším kódem (obr. 2).

Dochází-li k vyklinění vrstvy v prostoru mezi vrty, lze k modelování využít tzv. fiktivních vrtů (obr. 3). Fiktivní vrt se vytvoří z vrtu, který se nejvíce obsahově blíží prostoru, ve kterém chceme "vyklinění" vrstvy provést, nebo z běžného čtverce po již provedeném 1. kole plošné interpolace. Požadovaného záměru dosáhneme tím, že z-ové souřadnice i kvalitativní parametry vrstev upravíme do vhodného tvaru, případně některé z vrstev vypustíme úplně.

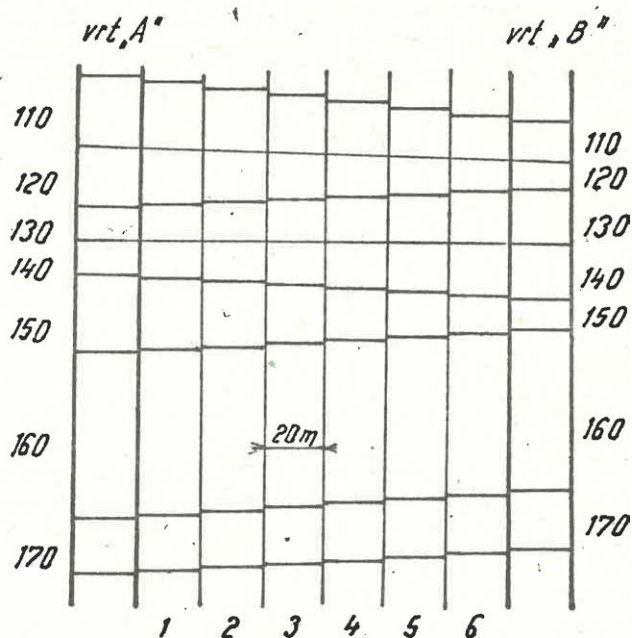
Pomocí fiktivních vrtů je možné řešit i problematiku výchozových partií, tektoniku, plochy zasažené dřívější hlubinnou činností a části ložiska se složitými geologickými poměry.

Při vytváření modelu je důležitou operací zadávaní linií. V geologickém modelu rozlišujeme tři druhy linií:

1. OBVODOVÁ LINIE - určuje hranici modelu. Může tvořit libovolný obrazec. Při zadávání vrtů v linii se poslední zadávaný vrt automaticky spojí s prvním.
2. VNITŘNÍ LINIE - umožňuje uživateli tvarování ložiska tím, že v takto určených liniích probíhá interpolace ještě před plošnou interpolací.
3. LINIE OSTROV - slouží k omezení území s dřívější důlní činností, nebo místa v ložisku s negativními vrty.

KÓD		jílovce	nadloží sloje
110		bituminozní jílovce	svrchní uhelná poloha
120		uhlí xyliticko - detritické	
130		jílovec uhelnatý	svrchní neuhelná poloha
140		uhlí jílovité	
150		jílovec uhelnatý	
160		uhlí xyliticko - detritické	střední uhelná poloha
170		jílovec uhelnatý až uhlí jílovité	
180		uhlí xyliticko - detritické	
190		jílovec uhelnatý	spodní neuhelná poloha
300		uhlí jílovité	
310		jílovec uhelnatý	
320		jílovec, popr. prachovitý jílovec	spodní uhelná poloha
330		uhlí jílovité	
340		uhlí xyliticko - detritické	
348		jílovec uhlonosný	
350		jílovec uhelnatý	podloží
999		jílovce	

Obr. 1. Rozčlenění sloje na vrstvy (lokalita Libouš)



Obr. 2. Princip interpolace mezi vrty

vrt. A"						fiktivní vrt						vrt. B"					
130						130						130					
140						140						140					
150																	
160						160						160					
												170					
180						180						180					

Obr. 3. Využití fiktivních vrtů pro modelování vrstev

Linie se zadávají v grafickém režimu nastavením kurzoru na první vrt. Z něj se potom táhne "světelná nit" směrem k následujícím vrtům.

Po zadání linie je vše připraveno k zahájení vlastní interpolace, probíhající v tomto pořadí:

1. OBVODOVÁ LINIE
2. LINIE OSTROV
3. VNITŘNÍ LINIE
4. PLOŠNÁ INTERPOLACE

Na liniích probíhá lineární interpolace. Plošná interpolace probíhá tak, že z určeného běžného čtverce se zjišťují ve směru osy x a y příslušné parametry v nejbližších známých čtvercích (vrty, linie), ve kterých již interpolace proběhla (obr. 4). Pro určený běžný čtverec "U" se bude provádět interpolace pro všechny parametry (z-ová souř., Q^d , A^d , S^d) takto:

$$P_{iU} = \left(\frac{P_{iA}}{v_A} + \frac{P_{iB}}{v_B} + \frac{P_{iC}}{v_C} + \frac{P_{iD}}{v_D} \right) : \left(\frac{1}{v_A} + \frac{1}{v_B} + \frac{1}{v_C} + \frac{1}{v_D} \right)$$

kde P_{iU} je hledaný parametr určeného čtverce

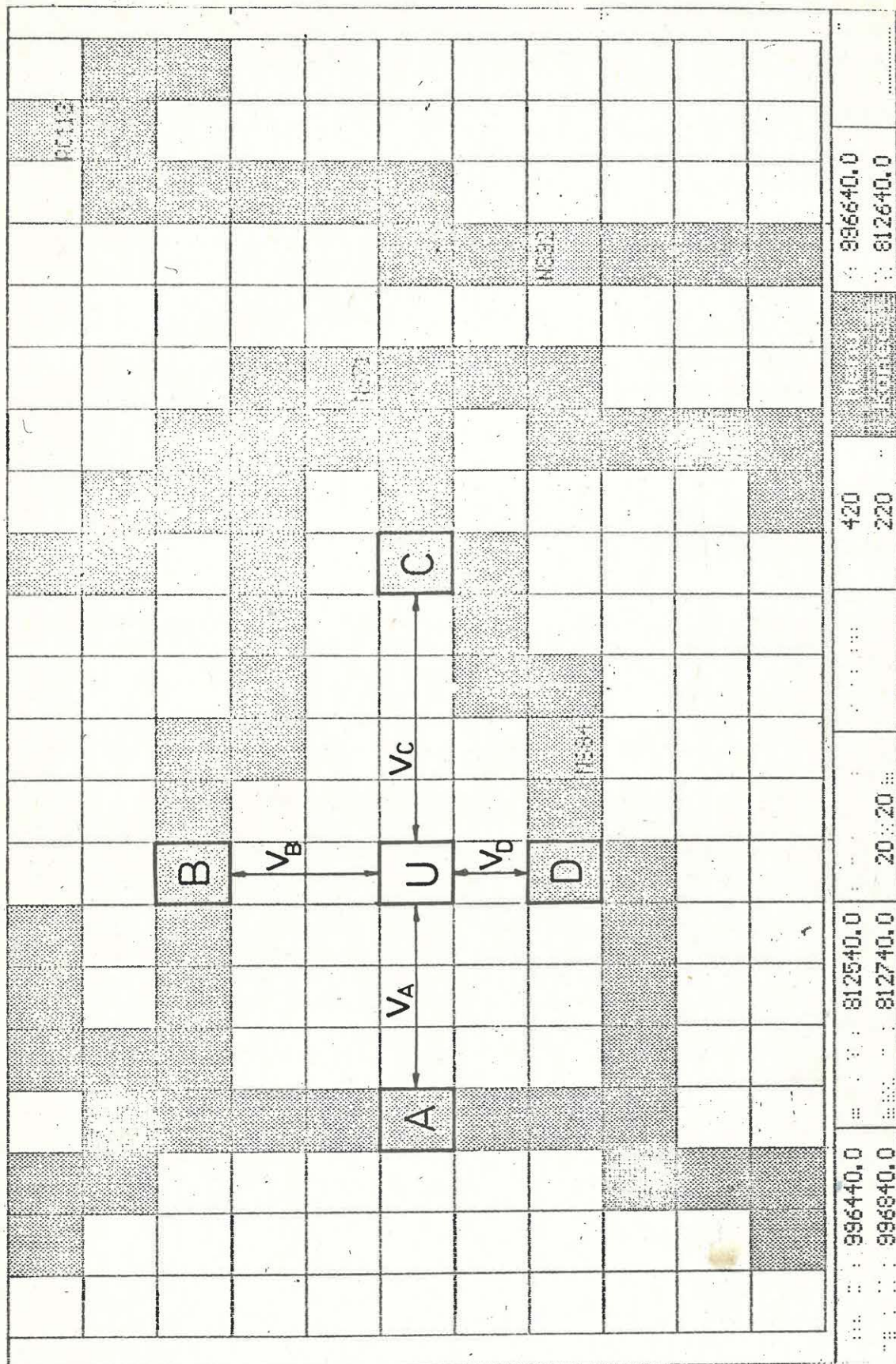
P_{in} známé parametry (vrty, linie)

v_j známé vzdálenosti

Po ukončení interpolací a zadání konstant do závislostních vztahů voda-popel a popel-zdánlivá hustota pro výpočet ostatních technologických parametrů (Q_t^F , W_t^F , d_{α}^F , MS) je geologický model připraven pro uživatele.

Kontrola a prohlížení modelu

Funkce KONTROLA umožňuje uživateli prohlížení hotového modelu, tvůrci modelu navíc možnost prohlížení souboru vrtů v modelu před zadáním interpolace



Obr. 4. Princip plošné interpolace

a provádění oprav. Kontrolu a prohlížení modelu lze provést v alfanumerickém i grafickém režimu a to jak ve svislém směru, tak i plošně.

V ALFANUMERICKÉM REŽIMU může uživatel provádět kontrolu:

1. Zadáním názvu vrtu.
2. Zadáním souřadnic x , y daného vrtu (běžného čtverce).
3. Zadáním hledaného bodu pomocí digitizéru.

V GRAFICKÉM REŽIMU je na obrazovce zobrazen model v čtvercové síti. Nastavením kurzoru na libovolný čtverec modelu (vrt, linie nebo běžný čtverec) se zobrazí obsah vyinterpolovaného sloupce modelu svislé prohlížení (obr. 5).

Při plošném prohlížení (obr. 6) je možné využít nabídky menu:

1. Zobrazení názvu vrtu
2. Výpis kót zvolené vrstvy
3. Výpis parametrů zvolené vrstvy
4. Zoom (změna velikosti zobrazení)

Výpočty

Geologický model umožňuje tyto výpočty:

1. Výpočet objemu zadaného tělesa (m^3)
2. Výpočet s rozlišením objemu - skryvky (m^3)
- zásob uhlí (m^3)
- podloží (m^3)
3. Rozlišení po vrstvách (obr. 7) - u každé vrstvy modelu zasahující do výpočtového tělesa je uvedena:
 - hmotnost (t)
 - mocnost (m)
 - obsah vody W_t^r (%)
 - obsah popelu A^d (%)
 - výhřevnost Q_t^r , Q^d (MJ/kg)
 - obsah síry S^d (%)
 - měrná sirnatost MS (mg/MJ)

Samozřejmě je uveden i průměr těchto parametrů pro celé výpočtové těleso.

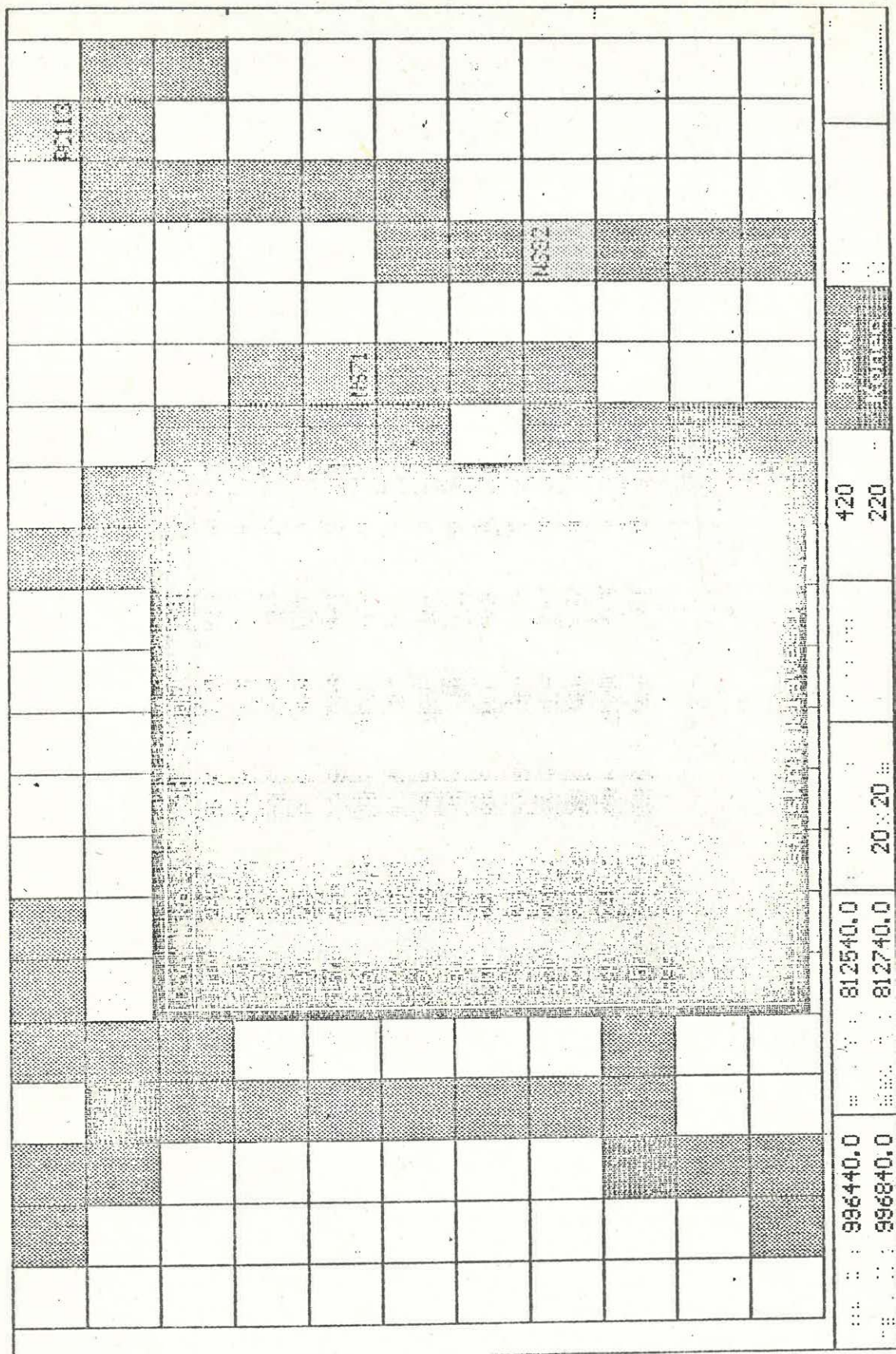
Výpočty lze realizovat šesti typy výpočtových těles, včetně výpočtu od hlavy k patě sloje. Zadávání tělesa probíhá buď z klávesnice souřadnicemi x , y , z , nebo pomocí digitizéru "objetím" hranic tělesa na mapovém podkladu s doplněním z -ové souřadnice z panelu digitizéru. Těleso je možné rovněž tvarovat zadáním vnitřních linií. Zobrazením tělesa na obrazovce či jeho vykreslením digigrafem si ověříme správnost zadání. Po provedení výpočtu po vrstvách se nabízí možnost vyloučit nežádoucí vrstvy (nebilanční vrstvy, proplástky, výkliz) a výpočet opakovat. Tím je možné přiblížit se reálné situaci při těžbě.

Speciální funkce - kresba

Programové vybavení firmy KVAS je určeno i pro podporu grafických výstupů na kreslicích zařízeních. Je umožněno vykreslovat síť ($20m \times 20m$) z -ových souřadnic jednotlivých vrstev, kvalitativní parametry vrstev (A^d , Q^d , Q^r , S^d), výpočtová tělesa i vrtné mapy (obr. 8). Účelná je i možnost vykreslování prázdných rámečků s průsečíky souřadnic a popisem.

Praktické zkušenosti

Program Geologický model se začal na DNT využívat v únoru 1991. V současné době je provozován na PC 386 s matematickým koprocесorem, hard disk 120 MB, grafické prostředí VGA-20" monitor SAMPO. Vstupním zařízením je Digitizer 4G



Obr. 5. Prohlížení modelu ve svislém směru

Obr. 6. Plošné prohlížení (Výhřevnost q^r vrstvy 160)

13.4	13.4	13.8	13.8	13.7	13.6	13.4	13.2	12.9	12.8	12.6	12.2	12.0	12.1
13.4	13.6	13.8	13.6	13.4	13.3	12.9	12.8	12.3	12.6	12.2	12.1	12.1	12.1
13.2	13.4	13.5	13.3	13.1	13.1	12.8	12.4	12.1	12.5	12.1	12.1	12.1	12.1
13.1	13.2	13.3	13.4	13.3	13.2	12.6	12.4	12.2	12.6	12.4	12.2	12.2	12.2
13.0	13.1	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.8	12.7	12.5	12.4	12.2	12.3	12.3
12.9	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.7	12.5	12.3	12.5	12.3	12.3	12.3	12.3
12.7	12.7	12.5	12.5	12.5	12.6	12.6	12.6	12.7	12.6	12.4	12.3	12.3	12.3
12.6	12.5	12.1	12.2	12.3	12.5	12.6	12.7	12.6	12.6	12.4	12.4	12.4	12.4
12.3	12.0	11.8	11.9	12.1	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.6	12.4	12.4	12.4
12.3	12.0	11.8	11.8	12.0	12.2	12.4	12.5	12.7	12.7	12.5	12.4	12.3	12.4
12.2	11.8	11.8	11.8	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.7	12.6	12.4	12.3	12.4
996440.0	812540.0	420	996640.0										
996840.0	812740.0	20 x 20	220	996640.0	812640.0								

KVAS GEOLOGICKÝ MODEL V1.1 - (c) 1991 by KVAS Karlovy Vary, CS.

VÝPOČET ze souboru C:\GEO\MODEL\LIMO\TELESA\LIBOUSH.VYP
SHD - Doly Tusičice s.p. Datum : 11. 8. 1991
Cas : 17:47:50

Postup K326								
c.vr.	tonaz [t]	vyt. [t/m ²]	mocnost [m]	Wr [%]	Ad [%]	Gr [MJ/kg]	Sd [%]	Ms [g/MJ]
120	7785	1.3	1.0	33.7	25.9	12.0	2.5	1371
140	4586	0.9	0.6	30.7	20.8	10.6	1.3	883
160	22125	4.0	3.1	34.4	22.4	12.5	3.0	1598
170	4462	0.8	0.5	25.6	18.6	6.2	1.2	1399
180	21772	3.9	2.8	31.3	26.6	10.2	3.4	2240
330	1350	0.4	0.3	24.7	61.8	5.2	3.6	5256
340	30797	5.4	3.9	32.0	33.2	10.7	2.2	1421
Celkem:	92880	16.7	12.2	32.1	32.7	10.9	2.6	1679

< STISKNI KLAVESU >

F1-Help

Obr. 7. Výpočet po vrstvách

s aktivní plochou A1. Pro grafické výstupy je využíván Digigraf 4G-A0. Tvorbě geologického modelu se věnuje jeden geolog v poměrně velké části své pracovní doby. Za šest měsíců práce byl vytvořen model pro lokalitu Libouš (186 vrtů) pro postup lomu do roku 1996 a pro lokalitu Merkur (253 vrtů) s možností řešit problematiku postupu lomu téměř do vyuhlení. Tvorba modelu není jednorázová akce, současného stavu bylo dosaženo jeho postupným upřesňováním a doplňováním. Vytvořených modelů se využívá v současnosti pro :

1. Výpočty uvolněných a dobývatelných zásob
2. Výpočty zásob v těžebních blocích
3. Výpočty množství a kvality uhlí pro důlní plánovací mapy, technické režimy
4. Vykreslování morfologických map jednotlivých horizontů
5. Vykreslování map kvalitativních parametrů uhelné sloje

Geologický model tyto činnosti značně urychlil a zefektivnil. V průběhu prvních šesti měsíců využívání programu Geologický model se vyskytly i určité nedostatky, které jsou postupně odstraňovány - program je přizpůsobován potřebám praxe. V nejbližší době bude doplněn o možnost vykreslování řezů a o volbu orientace zobrazení modelu na obrazovce.

Vzhledem k tomu, že program byl původně koncipován pro využití v geologických odděleních báňských podniků, je potřebné pro efektivnější využití v odděleních přípravy výroby nebo vývoje doplnit program o některé programové prostředky lépe podporující projektování báňských postupů. Na koncepci "Báňského modelu" se v současné době pracuje.

Doly Tuzlmice s.p.
C_model V1.1/91-KVAS K.V.

Datum: 22. 8. 1991
Cas : 14:54:43

813880			813800					813640				
996140	22.7	22.5	22.6	22.6	22.6	22.7	22.6	22.5	22.2	22.2	22.4	22.1
	22.6	22.4	22.4	22.5	22.5	22.5	22.5	22.4	22.0	22.0	21.4	21.3
	22.4	22.2	22.3	22.3	22.3	22.3	22.2	22.1	21.7	21.6	21.5	21.5
	22.4	22.2	22.3	22.3	22.3	22.4	22.3	22.2	21.9	21.8	21.7	21.7
	22.5	22.3	22.3	22.4	22.4	22.5	22.5	22.4	22.2	22.1	22.0	22.0
	22.4	22.2	22.3	22.3	22.4	22.5	22.5	22.6	22.4	22.3	22.2	22.2
	22.3	22.1	22.2	22.2	22.3	22.4	22.4	22.5	22.4	22.2	22.3	22.3
	22.4	22.2	22.0	22.1	22.4	22.4	22.5	22.6	22.6	22.5	22.5	22.6
	22.5	22.4	21.9	21.8	22.1	22.2	22.3	22.5	22.7	22.7	22.8	22.9
	22.7	22.4	22.0	21.8	21.9	22.0	22.2	22.3	22.5	22.6	22.7	22.9
996200	22.8	22.4	22.0	21.7	21.6	21.7	21.8	21.9	22.2	22.2	22.4	22.5
	23.0	22.5	22.1	21.8	21.6	21.6	21.7	21.9	22.1	22.2	22.3	22.5
	22.7	22.3	22.0	21.7	21.5	21.4	21.6	21.7	21.9	22.0	22.2	22.4
	22.5	22.2	21.9	21.7	21.6	21.4	21.5	21.7	21.9	22.0	22.2	22.4
	22.3	22.1	21.8	21.6	21.5	21.3	21.5	21.7	21.9	22.1	22.3	22.5
	22.1	21.9	21.8	21.7	21.9	21.6	21.8	21.9	22.1	22.3	22.5	22.7
	21.9	21.7	21.5	21.4	21.6	21.5	21.6	21.7	21.8	21.9	22.3	22.4
	21.7	21.6	21.4	21.2	21.5	21.4	21.5	21.6	21.7	21.8	22.1	22.2
	813880			813800					813640			
	996400											
996500												

C:\GEOMODEL\LIMO LIBOUS
Cislo vrstvy : 160 - kvalita : Qd

Meritko: 1 : 2000
Zpracoval: Vrabel

Obr. 8. Příklad grafického výstupu na Digigrafu

Závěr

Program Geologický model umožňuje efektivní využití výpočetní techniky na pracovištích geologie v lomových provozech. Výhodou je okamžité získávání informací o ložisku a rychlé výpočty. Stavba Geologického modelu je poměrně jednoduchá a účelná, způsob komunikace s programem formou nabídkového menu je srozumitelný a přístupný širokému okruhu uživatelů.

Použitá literatura

1. Mañas, Tichá - Geologický model - uživatelská příručka