

GIS pro tvorbu geologických řezů

Ing. Vladimír Mandrla
Odbor výpočtu zásob
OKD, DPB, a.s.
Rudé armády 637
739 21 Paskov
E – mail: Vladimir.Mandrla@dpb.cz

Abstract

A geological model of mineral deposit is an interpretation results of survey.

We need build 3D models of the deposit and mine workings to help understand and visualise them.

Computers have given us the power to build those models electronically, and view them dynamically in 3D or in sections and plans. The models can be updated as new data becomes available and most importantly guide mine planning. Computer models also produce volume and grade reports that reconcile production information and measure mining efficiency and performance.

It is written software application CODEPMOD (coal deposit model) in Visual Basic for Microstation V8 or AUTOCADMAP.

It helps make geological cross sections and coal bad maps in Ostrava – Karvina coal mines.

Abstrakt

Těžba nerostných surovin se potýká s řadou problémů (ekonomika, velké hloubky dobývání, zhoršené geologické podmínky). Jejich úspěšné řešení je podmíněno dokonalým poznáním ložiska. Ideálním řešením je vytvořit jeho digitální model a ten upřesňovat podle nově ověřených informací.

*V příspěvku je v krátkosti shrnuta současná situace ve světě v této problematice a dále je popsána programová aplikace s názvem **CODEPMOD (coal deposit model)** pro vytváření geologických řezů a slojových map Ostravsko-karvinského revíru pro potřebu OKD a.s. v prostředí CAD programů Microstation a Autocad MAP.*

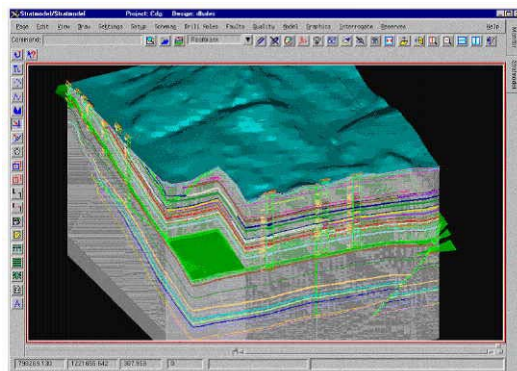
Kapitola 1. Modelování ložisek nerostných surovin

Dá se říci, že počítačové 3D modelování a 3D vizualizace přináší revoluční změnu v geologii. Rozvoj počítačového hardwaru (superpočítače např. [Earth Simulator](#), 3D monitory, 3D plotry) i softwaru umožňuje dnes geologům vytvářet virtuální planetu Zemi. Modelovat lze např. ložiska nerostných surovin, geomechanické vlastnosti horninového masívu, seizmické jevy, proudění podzemních vod, hornickou činnost a podzemní stavby. Existuje již řada specializovaných softwarových aplikací pro tyto účely např. Mining Visualization Systém f. [C Tech Development Corporation](#) nebo software f. [Midland Valley](#)

Pro ložiska nerostných surovin je nutno modelovat mimo prostorové lokalizace geologické stavby, i mocnosti a řadu chemicko - technologických parametrů suroviny. Se započtením těžby se zde uplatňuje časový faktor a je nutná častá aktualizace modelu s ohledem na nově zjištěné údaje.

V případě uhelných ložisek s velkým plošným i vertikálním rozsahem a počtem slojí se zatím úplný 3D model používá zřídka a jen u specializovaného softwaru jako je např. [VULCAN](#), [SURPAC](#) a [MINCOM](#). Ložisko je modelováno pomocí obrovského množství mikrobloků o souřadnicích X1,X2,Y1,Y2,Z1,Z2 (kvůli variabilitě mocnosti je nutno z souřadnice uvádět s přesností na cm) s atributy umístěnými v těžišti. Pro efektivní práci jsou nutné velmi výkonné počítače.

Mnohem častěji se vytvářejí dílčí digitální modely pro jednotlivé sloje. Jejich zájmové parametry jsou hodnoceny samostatně. Výsledkem je např. mapa izolinií nebo výpočet průměrné hodnoty v pravidelné síti. Výsledky jsou použity pro další výpočty a hodnocení.



Obr. 1 Ukázka 3D modelu

Kapitola 2. Programová aplikace CODEPMOD

Ložisko černého uhlí v české části Hornoslezské páve je doposud u nás modelováno pomocí geologických vertikálních a horizontálních řezů, map slojí a reliéfu karbonu. V nich jsou interpretovány informace získané z geologického průzkumu (vrty z povrchu, jámy, chodby, důlní vrty) i z probíhající těžby (chodby, poruby) s cílem popsat úložní poměry a tektonickou stavbu ložiska. Zjištěné údaje z hornicky ověřených částí ložiska (tektonika, úklon a vývoj slojí, mezislojové vzdálenosti) jsou interpretovány v řezech a následně použity pro konstrukce slojových map v hlouběji uložených částech ložiska.

Nejčastěji se používají řezy jednotlivými dobývacími prostory v měřítku 1 : 5 000. Vertikální řezy jsou konstruovány tak , aby procházely vrty z povrchu, jámami a důlními vrty, obsahují proto několik lomových bodů a obvyklý rozsah do hloubky je – 1000 m nebo – 1400 m pod hladinou moře.

Horizontální řezy pak jsou konstruovány na úrovni stávajících a projektovaných pater dolu a smluvních hloubkových úrovních ve vzdálenosti cca 200 m.

Slojové mapy pak obsahují sloje s uhelnými zásobami a promítají se do nich informace z obou typů řezů. Naopak informace ze slojových map (tektonika, výrub a vývoj sloje) jsou obsaženy v řezech.

Mapa reliéfu karbonu je konstruována jako 3D vrstevnicová mapa s krokem 10 m.

Řezy i slojové mapy jsou vytvářeny jako 2D vektorové soubory. Vzájemné propojení řezů a map v rámci CAD programu a načítání dat mezi těmito soubory je klíčovým problémem pro urychlení vlastního vytváření modelu ložiska.

Informace z řezů a map jsou využívány pro výpočet zásob uhlí , plánování důlních prací a bezpečnostních opatření (důlní ořesy, rizika průvalu vod z detritu a podobně).

Odbor výpočtu zásob pracuje již 12 let s CAD programy *Microstation* f. Bentley a *Autocad* f. Autodesk, nad kterými vytváříme vlastní aplikační programy v jazyce *Visual Basic for Application*.

Z potřeby zkrátit časovou náročnost tvorby a aktualizace řezů vznikly postupně dílčí aplikace pro tvorbu vertikálních i horizontálních řezů, které v tomto roce byly přepracovány do celistvé aplikace **CODEPMOD (coal deposit model)** .

Aplikace se skládá z několika aplikací pro řešení exportu a importu dat mezi jednotlivými částmi modelu. Základem řešení je propojení CAD programu s databází *Access*. f. Microsoft.

Program **Vertikální řez** vygeneruje vstupní informace nutné ke konstrukci řezu.

Linii řezu lze zadat libovolně lomenou přímkou v digitální mapě. Souřadnice počátečních a lomových bodů jsou programem načteny do tabulky souřadnic řezu.

Z ní je pak programem je vytvořen řez s vykreslením lomových bodů, průsečíků s dalšími řezy, s hranicí dobývacího prostoru, patrovými úrovněmi a souřadnicovou sítí s volitelnou vzdáleností – pro měřítko 1: 5000 je to 500 m.

Řez má počátek v bodě s nulovou X souřadnicí , kterému v tabulce souřadnic odpovídá bod linie řezu s maximální X nebo Y souřadnicí. Délka řezu je pak součtem vzdáleností jednotlivých úseků.

V dalším kroku je proveden databázovým dotazem výběr vrtů. Standardně je limitní vzdálenost 50 m od linie řezu. V případě chybějících informací z hlubších částí ložiska , lze zadat podmínku, aby byly vybrány i vrty, či jámy dosahující zájmové hloubky ve vzdálenosti do 100 m od linie řezu. Vrty jsou vybrány do tabulky, spolu s vypočtenými údaji o vzdálenosti v řezu a kolmé vzdálenosti od linie řezu. Následně lze zásahem uživatele vyloučit některé vrty z důvodu vzájemné blízkosti a duplicity informací v řezu.

Program promítne kolmo souřadnice vrtu do linie řezu a vykreslí informace o uhelných slojích (identifikace sloje, hloubka, profil, mocnost) z databáze a vynese je do řezu v příslušných hladinách s databázovým napojením na tabulku vrtů.

Do vertikálního řezu lze vynést pomocí dílčích aplikací informace z horizontálních řezů, mapy reliéfu karbonu, DTM slojí nebo slojových map (u nich je k nutno předem přiřadit průsečíkovým bodům z souřadnicí pomocí textového údaje).

Program **Importslojmodel** poskytne informaci o hloubkovém vývoji z digitálního modelu báze sloje, kde je zobrazena pomocí vygenerovaných vrstevnic s krokem 1 m .

Program najde průsečíky vrstevnic s linií řezu a vynese je jako čáru v příslušné hladině, tu lze upravit s ohledem na tektoniku a následně pomocí jiného programu **Exportslojmodel** ji použít pro zpřesnění modelu.

Po zkonstruování vertikálního řezu je nutno zpětně přenést informace do slojových map a horizontálních řezů.

V otevřené slojové mapě lze pomocí programu *Import from vertical to bad* provést načtení informací z vertikálních řezů. Program postupně referenčně připojí soubory vertikálních řezů, v nich nalezne pro hledanou sloj v příslušné hladině jednotlivé úseky sloje a průřezy sloje s tektonikou, reliéfem, ohradníky jam atd, pak je pomocí souřadnic řezu přepočte a vynese ve slojové mapě v samostatných hladinách do linie řezu jako text s údajem o hloubce. Tyto body pak slouží ke konstrukcím liniových průběhů výše uvedených prvků ve slojové mapě.

Obdobně lze přenášet informace do horizontálních řezů program *Import from vertical to horizontal* – zde se přenášejí průřezy jednotlivých patrových úrovní se slojemi, tektonikou, reliéfem a ohradníky apod.

Další možností nabízí program *logVirtual*, kdy je možno v mapě na linii řezu v zadaném místě zjistit hloubku vybrané sloje, nebo všech slojí a dalších hodnocených objektů v řezu a následně vypočítat hloubku karbonu, mocnost pokryvu, mezislojové vzdálenosti a pod a tyto informace uložit do databáze pro další využití.

Vzhledem k tomu, že každý druh informace je ukládán v samostatné hladině vyvstává problém efektivní správy hladin ve výkrese. Stávající způsob ovládání hladin v DGN souboru je značně nepraktický a uživatelsky komplikovaný (nelze např. vytvářet dílčí podskupiny ve skupině, jediným způsobem zapínat skupinu i jednotlivé hladiny, měnit jednoduše pořadí hladin v seznamu a podobně).

Řešením je *správa hladin pomocí stromové struktury - Treelevel*.

Mnou napsaná aplikace ve *VBA* přináší možnost logického uspořádání prvků v mapě, změnu jejich pořadí ve skupině, možnost shodných názvů ve skupinách, snadné ovládání zapínání hladin a podobně.

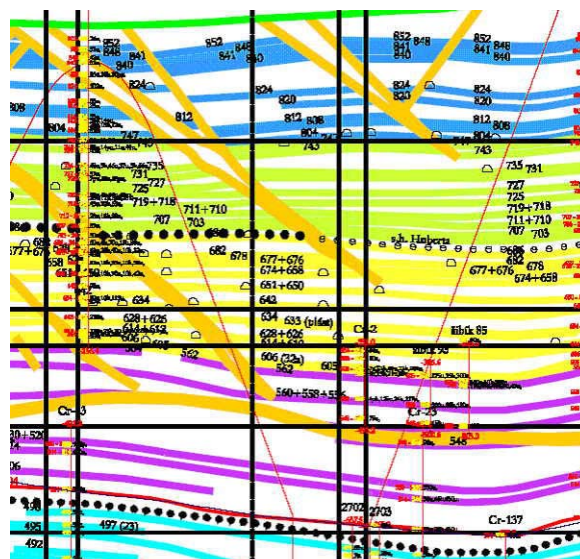
Kapitola 3. Závěr:

Co do budoucna? Cílem je vytvořit 3D model tektoniky spolu s 3D modelem slojí. Jejich vzájemným průnikem bychom dostali základ modelu geologických bloků a zavedením omezujících podmínek (mocnost sloje, ohradníky jam a překopů, patrové úrovně) bychom jej byli schopni upravit do výsledné fáze podoby bloků. Další fáze výpočtu zásob jsou již do značné míry automatizovány.

Problémem je aktualizace modelu. Každá nově získaná informace ve svém důsledku může změnit stávající modely řady slojí. Plánování otvirkových a těžebních prací pak požaduje detailní model uhelné sloje v zájmové oblasti.

To vše ve svém důsledku vyžaduje výkonný systém na úrovni superpočítače a software s možností interaktivní aktualizace.

Ideálním řešením by bylo spojení sil výzkumu a praxe - tedy vytvoření společného pracoviště OKD a.s. a VŠB TU Ostrava. Přineslo by to plné využití superpočítače a na modelu ložiska by bylo pak možno řešit řadu dalších problémů spojených s hornickou činností.



obr.2: Ukázka vertikálního řezu