

Vývoj automatizovaného systému pro rychlé hodnocení uhelných ložisek s použitím univerzálního systému zobrazení hornin, přechodných hornin a uhlí

Ctírad Schejbal¹

Development of automated system for rapid evaluation of coal deposits with application of universal system of representation of rocks, transition rocks and coal

The Geoinformatic section of Institute of geological engineering HGF VŠB-TU Ostrava is engaged a long time in the creation of coal databases, elaboration of automated systems of graphical presentation of exploration and/or mining data and in the development of automated system for rapid evaluation of coal deposits. This paper describes the main stages of problems solving, namely:

- analysis of both classification and documentation systems of coal deposits,*
- creation of both structure and content of specialized databases,*
- principles of the selection of appropriate statistical/geostatistical procedures of geodata analysis,*
- proposal of the automated generation of both deposits documents and graphical symbols,*
- elaboration of the automated system for rapid evaluation of coal deposits.*

Key words: coal databases, geodata analysis, graphical symbols generation, rapid reserve evaluation

Úvod

Oddělení geoinformatiky Institutu geologického inženýrství Hornicko-geologické fakulty VŠB-TU v Ostravě soustředilo od počátku devadesátých let svou pozornost na problematiku tvorby uhelných databází, rozpracování postupů grafického zobrazování průzkumných dat a vývoj systému rychlého, jednoduchého a alternativního hodnocení uhelných ložisek. Postupně byly řešeny následující úkoly:

- vytvoření ložiskových databází uhelných ložisek České republiky (zadavatel MŽP ČR, 1991-1992),
- vývoj systému pro ukládání a vyhodnocování údajů uhelných zdrojů a jeho využití pro analýzy využitelnosti těchto zdrojů po roce 2000 (zadavatel GA ČR, 1996-1998),
- vývoj automatizovaného systému pro rychlé hodnocení uhelných ložisek s použitím univerzálního systému zobrazení hornin, přechodných hornin a uhlí (zadavatel GA ČR, 2000-2002).

Důvodů pro takovouto orientaci je celá řada. V podstatě je lze shrnout do dvou základních cílů, a to:

- uchování primárních dat z průzkumných a těžebních organizací a jejich zpřístupnění ve snadno manipulovatelné formě (v podmínkách transformující se ekonomiky to byl a je velmi vážný problém),
- vytvoření takového systému hodnocení uhelných zdrojů, který by v měnících se hospodářských a technologických podmínkách poskytoval rychlé informace pro rozhodování o možnostech jejich využití.

Z hlediska realizace a možností praktické aplikace při řešení konkrétních problémů uvedené cíle vyžadovaly následující:

- provést podrobnou analýzu stávajících a očekávaných systémů popisu uhelných ložisek a možností jejich sjednocení z hlediska obsahové struktury, sledovaných veličin a používané terminologie;
- vytvořit jednoduchou a adaptabilní strukturu databáze, umožňující snadné přizpůsobení konkrétnímu ložiskovému objektu;
- rozpracovat systém automatického generování textových a grafických dokumentů a symbolů pro znázorňování ložiskových dat;
- prostudovat a vybrat vhodné matematicko-statistické a geostatistické postupy analýzy dat a jejich grafického zobrazování pro potřeby vyhodnocování;
- vytvořit systém rychlého hodnocení uhelných ložisek z dat uložených v ložiskové databázi včetně požadovaných textových a grafických výstupů, které musí respektovat obecně zavedené požadavky.

Praktickým imperativem bylo využít v rámci navržených a realizovaných řešení běžné hardwarové a a zejména takové softwarové prostředky, které jsou obecně dostupné.

¹ Dr.h.c. Prof. Ing. Ctírad Schejbal, CSc., HGF VŠB-TU Ostrava, tř. 17. Listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba (Recenzované 25.7.2002)

Analýza systémů popisu uhelných ložisek a archivace ložiskových údajů

V průběhu exploatace uhelných ložisek a především díky intenzivnímu průzkumu uhelných pánví ve druhé polovině 20. století bylo postupně nashromážděno obrovské množství údajů, které byly zpracovávány různými způsoby a uchovávány v klasické formě. S nástupem výpočetní techniky proto postupně vzrůstaly snahy o převod těchto údajů do databází. Od původně propagované myšlenky univerzální databáze se velmi rychle přešlo na tvorbu účelových databází, propojených pouze identifikačními a lokalizačními údaji. Tyto databáze však zpravidla obsahovaly pouze omezený počet ložiskových veličin (obvykle chyběly geotechnické a geomechanické charakteristiky, často i některé důležité chemicko-technologické veličiny). Výběr veličin byl určován charakterem uhelné pánve, typem uhlí a způsobem jeho využití, charakterem průzkumných a těžebních prací a požadavky výpočtu zásob. Proto bylo na samém počátku řešení projektu nezbytné:

- provést analýzu archivní dokumentace, která byla zpracována podle odlišných klasifikací, s cílem jejich sjednocení podle srovnávacích tabulek do nově vypracované klasifikace;
- zpracovat přehled veličin, které budou ukládány do ložiskové databáze;
- vypracovat petrografickou a technologickou klasifikaci uhlí a přechodných hornin a odpovídající systém jejich grafického označování;
- prověřit spolehlivost stávajících účelových databází s ohledem na složitost a nejednotnost popisů, které nutně implikovaly možnost nepřesného a někdy až chybného záznamu, zejména v souvislosti s často podceňovanou nezbytnou odbornou kvalifikací anotátorů;
- navrhnout vhodné typy textových a grafických výstupů.

Výsledky těchto analýz byly základem pro návrh struktury účelových ložiskových databází.

Účelová ložisková databáze

Záměrem řešených úkolů bylo vytvořit databázový systém, který by byl přístupný pro běžné uživatele, t.j. geology a technology pracující ve sféře ložiskové uhelné geologie a uhelného hornictví. Proto byla zvolena koncepce distribuovaných lokálních databází vytvářených v rámci pánve, dílčí pánve nebo ložiska a provozovaných na osobních počítačích, při dodržení možnosti transportu do databáze vyššího typu, např. databáze provozované geologickou centrální informační institucí, kterou je Geofond ČR v Praze.

Ložiska černého a hnědého uhlí se od sebe značně liší v mnoha směrech - geologickou stavbou pánví, petrografickým charakterem uhlí a průvodních hornin, kvalitou uhlí a způsoby jeho využití, veličinami popisujícími chemicko-technologické vlastnosti, způsobem dobývání, atd. Proto se ukázalo účelným vytvořit dva typy databází jen s nepatrně odlišnými strukturami pro černá a hnědá uhlí (včetně lignitu). Použitím relačního databázového modelu bylo řešení výrazně usnadněno, neboť většina databázových tabulek se svou strukturou shoduje.

Jak už bylo uvedeno, jedním ze záměrů bylo vytvořit jednoduchý systém, se kterým by mohli pracovat odborní pracovníci s minimálními znalostmi informatiky. Proto byly struktury ložiskových databází vytvořeny v prostředí MS Access, který je navíc obecně dostupný. Uvedený produkt podporuje import dat z externích databází v široké škále formátů.

Při navrhování obsahu databáze a její struktury byly především sledovány následující požadavky (Hoňková a Kolomazník, 1998):

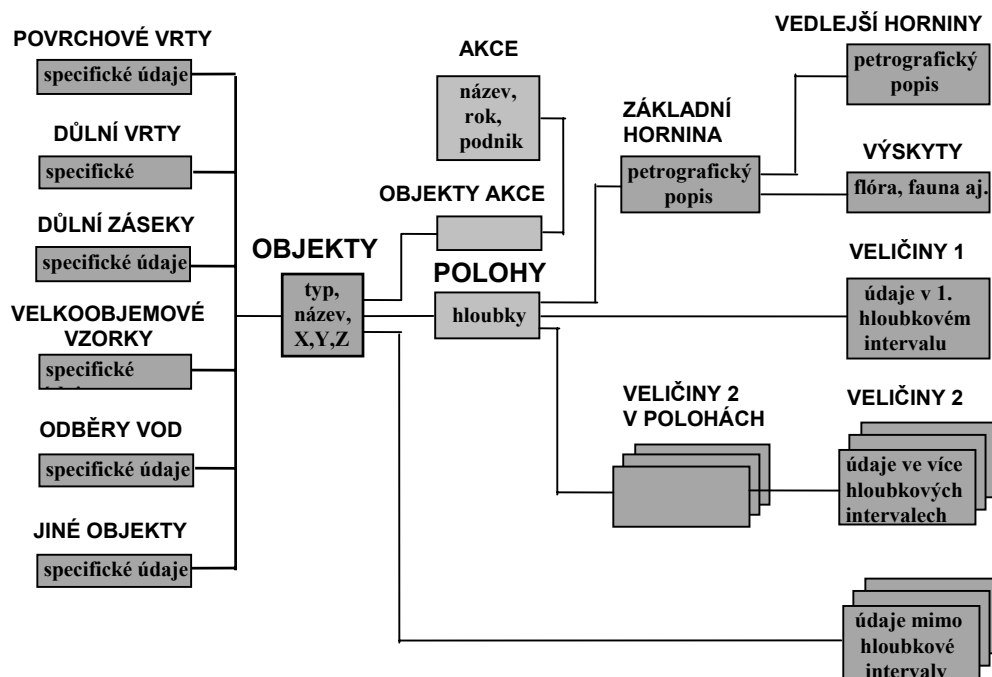
- uložení pokud možno všech důležitých archivních údajů,
- zabezpečení rychlého, snadného a správného uložení dat,
- umožnění co nejsnadnějšího využívání uložených údajů, zvláště při automatickém zpracování dat,
- zajištění možnosti využití dat při grafickém zpracování, např. v oblasti GIS.

Strukturu databáze ve zjednodušené podobě ukazuje obr. 1. Její těžiště představuje tabulka OBJEKTY, která obsahuje názvy a souřadnice veškerých objektů (vrtů, záseků, atd.) uložených v databázi, ke které jsou pomocí definovaných relací vztaheny veškeré údaje uložené v datových tabulkách. Je zřejmé, že základní relací je vztah OBJEKT → POLOHA → ÚDAJ, který je rozvíjen do potřebné struktury.

Výběr procedur analýzy ložiskových dat

Pro analýzu dat bylo postupně navrženo a rozpracováno široké spektrum matematicko-statistických, geostatistických a heuristických metod. Jejich popis, principy využití a existující teoretická a praktická omezení jsou uvedeny v monografii, která vznikla v rámci řešení popisovaného projektu (Schejbal, 2001). Softwarový trh nabízí celou řadu programových systémů, které jsou jen zřídka doplněny popisem principů použitých metod a možností jejich aplikace. Uvážíme-li, že geodata a cesty jejich získávání se vyznačují celou řadou specifických rysů, je výběr postupů jejich analýzy vážným a v některých případech kritickým problémem. To se v našem

případě týká zejména procedur odhadu ložiskových parametrů, interpolačních procedur pro grafické modelování sledovaných veličin a jejich vzájemných vztahů.

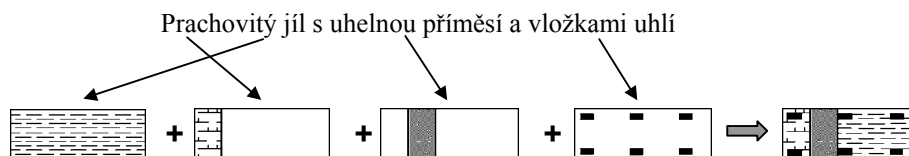


Obr. 1. Zjednodušené schéma databáze uhelných ložisek (Hoňková a Kolomazník, 1998)

Systém automatického generování ložiskové dokumentace a grafických symbolů

Za poslední dvě desetiletí došlo k prudkému rozvoji technických i programových prostředků pro modelování a grafické zobrazování geoobjektů. Je proto překvapující, jak malá pozornost byla věnována problému zpracování základní geologické dokumentace. I ve velmi drahých a náročných programových produktech bývá grafický způsob znázornění uhlí a hornin značně primitivní a zcela nevyhovující praktickým požadavkům.

Sestavování účelových textových a grafických výstupů bylo částečně zpracováno již v grantovém projektu, který byl řešen v letech 1996 až 1998 (Honěk et al., 1999a). Nově vyvinutý systém je založen na zcela odlišném principu tvorby grafických značek, který automaticky umožňuje znázornit všechny podstatné charakteristiky uhlí a hornin uložené v ložiskové databázi v jakékoliv kombinaci, při zachování podmínky přehlednosti a jednoznačnosti (Honěk et al., 2002). Zohledňuje problémy se starými názvy uhlí a hornin popsanych podle jiných klasifikací (Honěk et al. 1999b), resp. problémy spojené s lokálními, často slangovými termíny, které se vyskytují v geologické a hornické dokumentaci. Snadno ovladatelný subsystém generování značek vychází z pochopitelných důvodů z dosud platných předpisů, norem a zvyklostí.



Obr. 2. Princip postupného automatického generování grafických symbolů

Systém dovoluje prezentovat údaje obsažené v ložiskové databázi v textové a grafické formě v jednotně uspořádaných formulářích a grafických výstupech, které lze aplikovat pro různé typy uhelných pánví a druhy uhlí.

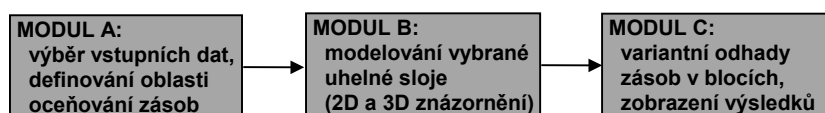
Automatizovaný systém rychlého hodnocení uhelných ložisek

Systém hodnocení uhelných ložisek, který podrobně popisuje v jiném článku (Staněk, 2002), je založen na vytváření rovinných modelů jednotlivých slojí. V nich jsou vytvořeny výpočtové bloky a odhadnuty jejich zásoby. Následně jsou určeny zásoby jednotlivých slojí a poté celého ložiska. Celé zpracování probíhá v maximálně automatizovaném režimu, s minimálními ručními zásahy do postupu řešení. Hlavní předností systému je

možnost provedení rychlých alternativních výpočtů zásob podle měnících se mezních hodnot základních výpočtových parametrů. Zpracovaný postup se skládá z následujících částí:

1. Výběr potřebných hodnot z vlastní či externích databází, popřípadě vstup dalších hodnot do ložiskové databáze.
2. Testování hodnověrnosti dat, vyřazení chybných hodnot (pokud se nejedná o hodnoty prověřené již při ukládání do databáze).
3. Vytvoření základního modelu ložiska z dat informačních bodů (vrtů, záseků) uložených v databázi. Přírozené omezení modelu sloje je dáno stanovenou minimální mocností sloje a maximálním obsahem popela (t.j. obsahem anorganického podílu v uhlí).
4. V rovinných modelech slojí se určí ekonomicky využitelné části na základě mezní mocnosti sloje a maximálního obsahu popela, resp. jiných limitujících parametrů.
5. Rozdělení základního modelu zjištěnými hlavními tektonickými liniemi na tektonické kry. Podle dalších geologických faktorů (eroze, výchoz), smluvních hranic (demarkace, ohradní a bezpečnostní piliře, atd.) se ložisko rozdělí do menších jednotek - výpočtových bloků.
6. Alternativní odhad zásob ložiska podle různých hodnot naturálních parametrů a dalších hledisek:
 - a) Výpočet objemu bloků a průměrných hodnot výpočtových parametrů, odhad hmotnosti zásob uhlí v blocích.
 - b) Sumarizace zásob bloků ve slojích a v ložisku.
 - c) Vytvoření požadovaných tiskových sestav.
 - d) Vykreslení 2D a 3D map modelovaných a dalších vybraných veličin uložených v databázi.
 - e) Grafické zobrazení rozložení zásob uhlí ve sloji, t.j. map uhelných zásob.
 - f) Změny mezních hodnot podle požadavků vyhodnocení a opakování kroků v bodě 6.

Modulárně uspořádaný systém (obr.3) je realizovaný v programovacím jazyku Visual Basic s využitím prostředků programů MS Access, MS Excel a Surfer.



Obr.3 Základní moduly systému rychlého hodnocení uhelných ložisek

Vývoj systému pokračuje dále v souvislosti s pokroky ložiskové geologie a s nově formulovanými požadavky.

Literatura

- HONĚK, J., HOŇKOVÁ, K. a STANĚK, F.: Systém grafických značek uhlí a přechodných hornin pro vykreslování dokumentace uhelné sloje. Věstník Českého geologického ústavu 74, 2, 1999a, s. 233-242.
- HONĚK, J., HOŇKOVÁ, K. a STANĚK, F.: Vykreslování grafické dokumentace na uhelných ložiscích. In Sborník Documenta geonica 1999b - 4. česko-polská konference o sedimentologii karbonu hornoslezské pánve & 2. česko-polské geomechanické symposium, Ostrava, ÚGN AVČR, 1999b, s.73-78.
- HONĚK, J. et al: Grafické zobrazení údajů z uhelných ložisek. X. mezinárodní konference „Baníctvo a dostupnosť zdrojov v polovici 21. storočia“, F BERG TU, Košice, 2002, v tisku.
- HOŇKOVÁ, K. a KOLOMAZNÍK, I.: Návrh databázové aplikace pro ukládání údajů z uhelných pánví České republiky. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava, řada hornicko-geologická, XLIV, 2, 1998, s. 14-25.
- SCHEJBAL, C.: Matematické metody a postupy ložiskového průzkumu. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava, řada hornicko-geologická, Monografie 5, XLVII, 2001, 222 s.
- SCHEJBAL, C. et al.: Vytvoření ložiskových databází uhelných ložisek České republiky. Zpráva HS 660/91 pro MŽP. Manuskript - archiv IGI HGF VŠB-TU Ostrava, 1991, 118 s.
- SCHEJBAL, C., HONĚK, J. a STANĚK, F.: Vývoj systému pro ukládání a vyhodnocování údajů uhelných zdrojů a jeho využití pro analýzy využitelnosti těchto zdrojů po roce 2000. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava, řada hornicko-geologická, XLIV, 2, 1998, s. 2-8.
- STANĚK, F.: Programový systém pro rychlé hodnocení uhelných ložisek. X. mezinárodní konference „Baníctvo a dostupnosť zdrojov v polovici 21. storočia“, F BERG TU Košice 2002, v tisku.