

František STANĚK*

INTERAKTIVNÍ PROGRAMOVÝ SYSTÉM PRO APLIKACI MODERNÍCH METOD HODNOCENÍ UHELNÝCH LOŽISEK A JEJICH DÍLČÍCH ČÁSTÍ V KOMPLIKOVANÝCH PODMÍNKÁCH

INTERACTIVE PROGRAM SYSTEM FOR APPLICATION OF MODERN METHODS OF EVALUATION OF COAL DEPOSITS AND THEIR PARTS AT COMPLICATED CONDITIONS

Abstrakt

V předloženém článku je popsán projekt GA ČR č. 105/03/1417, jehož cílem je vytvoření interaktivního programového systému pro aplikaci moderních metod hodnocení uhelných ložisek a jejich dílčích částí vhodného i pro komplikované geologické poměry. Tento systém umožní provádět co nejpřesnější zhodnocení ložiskových údajů pro budoucí využití uhlí na základě v minulosti provedených finančně náročných průzkumných a těžebních prací i v detailech. V projektu budou využity možnosti nejnovějšího programového a technického počítačového vybavení pro potřeby funkcí systému z oblasti statistického zpracování dat, geostatistické strukturální analýzy, interpolačních metod, grafického znázorňování map, prostorového 3-D zobrazování modelovaných slojí apod. Součástí projektu bude přizpůsobení systému nejvýznamnějším uhelným ložiskům ČR.

Abstract

In the present article the project N^o 105/03/1417 of Grant Agency of the Czech Republic is described. Aim of project is creation of an interactive program system for application of modern methods of evaluation of coal deposits and their parts, which is suitable equally for complicated geological conditions. This detailed system will enable to make the most accurate appreciation of deposit data for future utilisation of coal based on in the past performed financially demanding prospecting and mining work. In the proposed project possibilities of the newest software and hardware for needs of system functions in spheres of statistical data processing, geostatistical structural analysis, interpolation methods, graphic plotting of maps, spatial 3-D visualization of modelled coal seams etc. will be applied. A part of project, therefore, will be adaptation of the system to the most important coal deposits of Czech Republic.

Key words: coal deposit, program system, evaluation of coal reserves.

Úvod

V letech 1996 – 1998 byl na hornicko-geologické fakultě VŠB-TU Ostrava úspěšně vyřešen projekt GA ČR č. 105/96/1348 „Vývoj systému pro ukládání a vyhodnocování údajů uhelných zdrojů a jeho využití pro analýzu těchto zdrojů po roce 2000“. Cílem tohoto projektu bylo vytvoření přehledu zpracovávaných ložiskových veličin, struktury ložiskové databáze a systému zpracování, přehodnocování a ukládání ložiskových a hornických údajů do této databáze. Souhrnné výsledky řešení byly uvedeny ve zvláštním čísle Sborníku vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, řada hornicko - geologická (2/1998) – viz například Schejbal et al. 1998, Honěk et al. 1998, Staněk 1998. Další informace o výsledcích řešení projektu uvedli Honěk et al. (1999a, 1999b, 1999c) a Staněk (1999a, 1999b, 1999c). Systém dával dobré předpoklady a možnosti, jak z těchto zpracovaných a uložených dat provádět běžné hodnocení ložiska.

Díky dosaženým výsledkům výše uvedeného grantového projektu bylo možné zpracovat v letech 1998 – 2000 rozsáhlý projekt GA ČR č. 105/98/0557 „Jihomoravský lignitový revír – komplexní studie“. Hlavní výsledky řešení projektu byly uveřejněny ve zvláštním čísle Sborníku vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, řada hornicko - geologická (2001, monografie 3), jehož součástí bylo doprovodné CD s velkým

* Doc. RNDr., Ph.D., HGF VŠB-TU Ostrava, Třída 17. listopadu, Ostrava-Poruba, 708 33

množstvím grafických a textových příloh. Hlavní výsledky projektu popsali například Honěk et al. (2001a, 2001b, 2001c), Hoňková et al. (2001) a Staněk (2001).

Protože při hodnocení uhelných pánví, jak na jednotlivých ložiscích, tak na centrálních úrovních, vzniká často při řešení problémů těžebních záměrů nebo při určování surovinové politiky požadavek rychlého hodnocení změn zásob uhelného ložiska při použití rozdílných základních ukazatelů, byl navržen, posléze přijat a na stejném pracovišti v letech 2000 až 2002 vyřešen projekt GAČR č. 105/00/0194 „Vývoj automatizovaného systému pro rychlé hodnocení uhelných ložisek s použitím univerzálního systému zobrazení hornin, přechodných hornin a uhlí“ (Schejbal, 2002). V tomto projektu byl vyvíjen automatizovaný systém pro rychlé hodnocení uhelných ložisek (výpočtu zásob) z dat uložených v ložiskové databázi včetně zpracování textových a grafických výstupů. Systém umožňuje z primárních informací (tj. dat uložených v databázi) odhadnout hmotnost uhelných zásob ložiska alternativně podle zadaných kritérií a podmínek využitelnosti. Celý systém probíhá v maximálně automatizovaném režimu s minimálními ručními zásahy do postupu řešení. Umožňuje tak rychlé alternativní výpočty zásob podle měnících se limitních hodnot základních výpočtových parametrů (Honěk et al. 2002c, Staněk 2002a a 2002b, Staněk et al. 2002). Toto řešení umožňuje operativní hodnocení především uhelných ložisek s jednoduchou geologickou stavbou - jako jsou ložiska s plochým uložením slojí a jednoduchou tektonikou.

Druhým hlavním úkolem projektu GAČR „Vývoj automatizovaného systému pro rychlé hodnocení uhelných ložisek s použitím univerzálního systému zobrazení hornin, přechodných hornin a uhlí“ bylo vypracování zcela nového způsobu grafického znázorňování dat uložených v databázi. V rámci projektu byl vytvořen plně automatizovaný klasifikační systém umožňující zpracovat a graficky znázorňovat prakticky všechny horniny vyskytující se na uhelných ložiscích a také všechny různé příměsi, vložky a další informace (Honěk 2002, Honěk et al. 2002a, 2002b, 2002d, Jelínek a Hoňková 2002).

Jednotlivá uhelná ložiska i jednotlivé sloje se ve svém vývoji od sebe značně liší počtem slojí, jejich mocnostmi, stabilitou vývoje (tj. proměnlivostí mocnosti a kvality sloje na ložisku) atd. Na ložisku dochází k rozštěpování slojí, vytváření samostatných lávek nebo naopak k jejich spojování do jedné sloje. Kromě toho jsou uhelná ložiska postižena tektonickými poruchami a deformacemi. Uhelno ložisko je tedy velmi složitý geologický objekt jak po stránce morfologické, tak po stránce vnitřní stavby a kvality uhlí. Při řešení grantového projektu v letech 2000-2002 se ukázalo, že při snaze automatizovaně a rychle hodnotit uhelné ložisko musí zákonitě docházet k vzniku značně zjednodušeného modelu ložiska.

Automatizovaný systém pro rychlé hodnocení uhelných ložisek je vhodný a poskytuje dostatečně přesné výsledky pro rozlehlé územní celky (celé uhelné pánve nebo jejich velké části). Jeho použitím v oblastech komplikovaného vývoje a složité tektonické stavby ložiska dochází z důvodů nutnosti zjednodušení geologické situace k nepřesnému popisu reality. Tento systém byl podle záměru vyvíjen pro případy, kdy je třeba rychle a s minimální námahou znát orientačně zásoby uhlí.

Cíle grantového projektu

Cíle grantového projektu lze definovat v následujících bodech:

- ❑ Vývoj nového kvalitativně dokonalejšího systému hodnocení uhelných ložisek a jejich dílčích částí až do úrovně těžebních bloků vhodného i pro malé územní celky - a to i s komplikovanými geologickými poměry a variabilními technicko-ekonomickými podmínkami. Tento detailní systém umožní provádět co nejpřesnější zhodnocení ložiskových údajů pro budoucí využití uhlí na základě v minulosti provedených finančně náročných průzkumných a těžebních prací. Navrhovaný systém nebude sice s ohledem na výše uvedené podmínky plně automatizovaný (a tedy i tak rychlý), ale bude mnohem přesněji hodnotit zásoby suroviny. Bude mít daleko širší možnosti než výše uvedený automatizovaný systém pro rychlé hodnocení uhelných ložisek, proto bude vyžadovat větší podíl práce hodnotícího pracovníka. Hodnotitel bude v nezbytných případech interaktivně vstupovat do průběhu řešení. V některých situacích musí rozhodnout expert, který na základě svých znalostí a zkušeností a s pomocí analogie s jinými částmi pánve může zvolit správný směr řešení podle dialogové nabídky.
- ❑ Umožnění správného výběru bilancovaných poloh (tj. poloh vyhovujících zadaným technicko-ekonomickým podmínkám) v jednotlivých vrtech s využitím zcela nového způsobu grafického znázorňování dat uložených v databázi (výsledek řešení druhé části projektu GA ČR „Vývoj automa-

tizovaného systému pro rychlé hodnocení uhelných ložisek s použitím univerzálního systému zobrazení hornin, přechodných hornin a uhlí“). Vyhovující výběr bilancovaných poloh v jednotlivých vrtech je základní podmínkou tvorby modelu ložiska.

- ❑ Využití možností nejnovějšího obecně dostupného programového a technického počítačového vybavení pro zavedení nových a zdokonalení stávajících funkcí systému.
- ❑ Přizpůsobení navrhovaného systému nejvýznamnějším uhelným ložiskám ČR. Protože jsou typy uhelných ložisek velmi rozdílné, nelze při jejich hodnocení použít naprosto stejné postupy. Z tohoto důvodu navrhovaný interaktivní programový systém pro aplikaci moderních metod hodnocení uhelných ložisek a jejich dílčích částí v komplikovaných podmínkách bude ve svých verzích přizpůsoben a následně otestován na rozdílných uhelných pánvích. Pro jednotlivé typy uhelných pánví budou zpracovány geologické charakteristiky a budou pro ně vypracovány metodické postupy s popisem, jak aplikovat jednotlivé moduly programového systému pro daný typ uhelné pánve.

Z technického hlediska bude programování jednotlivých modulů interaktivního programového systému pro aplikaci moderních metod hodnocení uhelných ložisek a jejich dílčích částí v komplikovaných podmínkách probíhat pod operačním systémem MS Windows. Programovacím jazykem bude Visual Basic. V systému budou využity objekty moderního programového vybavení z oblasti statistického zpracování dat, geostatistické strukturální analýzy, interpolačních metod, grafického znázorňování map a prostorového 3D zobrazování modelovaných slojí. Pomocí Visual Basicu budou takto propojeny například aplikace MS Access, MS Excel, Surfer, případně vybraný GIS.

Jednotlivé moduly systému budou využívány v testovacích příkladech vybraných uhelných pánví. Zpracování bude probíhat podle jednotlivých slojí, příp. lávek, s možností alternativně měnit parametry podmínek využitelnosti, jak při výběru bilancovaných poloh ve vrtu, tak při vytváření modelu sloje (lávky sloje) a následného výpočtu zásob.

Navržený postup prvotního zpracování pánve bude sestávat z těchto částí:

1. Výběr potřebných hodnot z externích databází, popřípadě vstup dalších hodnot do ložiskové databáze.
2. Testování věrohodnosti dat, vyřazení chybných údajů na základě volitelných logických omezení.
3. Grafické znázornění profilů vrtů zájmového území s využitím nového způsobu grafického znázorňování dat uložených v databázi (výsledek řešení druhé části projektu GAČR „Vývoj automatizovaného systému pro rychlé hodnocení uhelných ložisek s použitím univerzálního systému zobrazení hornin, přechodných hornin a uhlí“).
4. Identifikace a korelace slojí, příp. jednotlivých lávek slojí.

Navržený postup zpracování sloje, příp. lávky sloje, bude sestávat z těchto částí:

1. Stanovení bilancovaných poloh slojí, resp. lávek, ve vrtech, uložení vypočtených geologických a technologických parametrů do databáze.
2. Výběr údajů v průzkumných bodech zájmového území (vrtech, zásecích) z ložiskové databáze a jejich grafické znázornění spolu s hodnotami technologických a geologických parametrů pro modelovanou sloj.
3. Statistická analýza a geostatistická strukturální analýza jednotlivých veličin prováděná pro další rozhodování o způsobu modelování sloje. Výběr vhodné interpolační metody.
4. Vytvoření základního modelu ložiska z dat informačních bodů (vrtů, záseků) uložených v databázi.
5. Vykreslení velkoformátových map izolinií modelovaných veličin sloje, včetně zobrazení tektonické situace, vydobytých prostorů, smluvních hranic a dalších důležitých informací.
6. Základní model se rozdělí zjištěnými tektonickými liniemi na samostatné kry. Podle linií vymezujících další geologické jevy (eroze, výchoz), smluvních hranic (demarkace, ohradní pilíře), technologických omezení a dalších se ložisko rozdělí do menších jednotek – geologických či těžebních výpočtových bloků.
7. Výpočet zásob sloje (lávky sloje) v zájmovém území.
8. Sestavení textových přehledů zásob s rozdělením podle kategorií, vázanosti a skupin zásob.
9. Tvorba velkoformátových map zásob v tradičním pojetí.
10. Moderní prezentace modelu sloje (prostorové 3D-zobrazení, případně animace).

Závěr

Interaktivní programový systém pro aplikaci moderních metod hodnocení uhelných ložisek a jejich dílčích částí v komplikovaných podmínkách bude využitelný na všech typech ložisek uhlí pro zpracování a grafické znázornění dat uložených v ložiskových databázích moderními matematickými, statistickými, geostatistickými a grafickými metodami. Bude uživatelsky přívětivý, v maximální míře automatizovaný bez zbytečných „ručních“ zásahů uživatele. Umožní provádět co nejpřesnější zhodnocení ložiskových údajů pro budoucí využití této cenné suroviny na základě v minulosti provedených velmi nákladných průzkumných a těžebních prací.

Nedílnou součástí zpracování bude široká škála moderních barevných grafických výstupů věrně odrážejících reálnou situaci na ložisku.

Využití systému bude možné také pro potřeby centrálních institucí v souvislosti s rozhodovacími procesy v oblasti surovinové politiky státu. Má také význam pro organizace zabývající se zpracováním informací z jednotlivých uhelných pánví. Interaktivní programový systém pro aplikaci moderních metod hodnocení uhelných ložisek a jejich dílčích částí v komplikovaných podmínkách podle libovolně volených plošných a kvalitativních kritérií usnadní rozhodování ve všech dotčených oblastech.

Poděkování. Autor děkuje Grantové agentuře České republiky za podporu prací prezentovaných v tomto článku projektem reg. č. 105/03/1417.

Literatura

- [1] Schejbal, C., Honěk, J., Staněk, F.: Vývoj systému pro ukládání a vyhodnocování údajů uhelných zdrojů a jeho využití pro analýzy využitelnosti těchto zdrojů po roce 2000. In *Sb. vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, č. 2, rok 1998, roč. XLIV, řada hornicko - geologická, s. 2 - 8.*
- [2] Honěk, J., Hoňková, K., Staněk, F.: Hodnocení uhlí, přechodných hornin a hornin a způsob jejich grafického znázornění. In *Sb. věd. prací VŠB-TU Ostrava, řada hornicko-geologická, 2, Ostrava, 1998, s. 68 - 84.*
- [3] Staněk, F.: Některé aspekty zpracování údajů z databáze uhelných pánví České republiky. In *Sb. vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, č. 2, rok 1998, roč. XLIV, řada hornicko - geologická, s. 113 - 122.*
- [4] Honěk, J., Hoňková, K., Staněk, F.: Systém grafických značek uhlí a přechodných hornin pro vykreslování dokumentace uhelné sloje. *Věstník Českého geologického ústavu 74, 2, 1999a, s. 233 - 242.*
- [5] Honěk, J., Hoňková, K., Čepelová, L., Staněk, F.: Problémy s ukládáním archivních dat do ložiskové databáze a způsob jejich grafické dokumentace. *Věstník Českého geologického ústavu 74, 2, 1999b, s. 223 - 232.*
- [6] Honěk, J., Hoňková, K., Staněk, F.: Vykreslování grafické dokumentace na uhelných ložiscích. In *Sb. Documenta geonica 1999 – 4. česko - polská konference o sedimentologii karbonu hornoslezské pánve & 2. česko – polské geomechanické sympozium, Ostrava, ÚGN AVČR, 1999c, s. 73 - 78.*
- [7] Staněk, F.: Některé aspekty modelování ložiska uhlí. In *Sb. Documenta geonica 1999 – 4. česko - polská konference o sedimentologii karbonu hornoslezské pánve & 2. česko - polské geomechanické sympozium, Ostrava, ÚGN AVČR, 1999, s. 155 – 162.*
- [8] Staněk, F.: Srovnání některých metod při modelování vnitřních atributů ložiska uhlí. In *Sb. Documenta geonica 1999 – 4. česko - polská konference o sedimentologii karbonu hornoslezské pánve & 2. česko - polské geomechanické sympozium, Ostrava, ÚGN AVČR, 1999b, s. 163 - 173.*
- [9] Staněk, F.: Vliv výběru interpolační metody na přesnost výpočtu zásob uhelného ložiska. *Věstník Českého geologického ústavu 74, 2, 1999c, s. 211 - 222.*
- [10] Honěk, J., Schejbal, C., Staněk, F.: Jihomoravský lignitový revír – komplexní studie. In *Sb. vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, rok 2001, roč. XLVII, řada hornicko - geologická, monografie 3, 2001a, s. 3 - 16.*

- [11] Honěk, J., Hoňková, K., Staněk, F.: Vývoj podmínek využitelnosti a zásoby uhlí v jihomoravském lignitovém revíru. In Sb. vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, rok 2001, roč. XLVII, řada hornicko - geologická, monografie 3, 2001b, s. 139 - 160.
- [12] Honěk, J., Hoňková, K., Staněk, F.: Historie a současný stav průzkumných prací v jihomoravském lignitovém revíru. In Sb. vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, rok 2001, roč. XLVII, řada hornicko - geologická, monografie 3, 2001c, s. 55 - 86.
- [13] Honěk, J., Hoňková, K., Staněk, F.: Analýza a zpracování archivní dokumentace průzkumných a těžebních prací jihomoravského lignitového revíru. In Sb. vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, rok 2001, roč. XLVII, řada hornicko - geologická, monografie 3, 2001d, s. 161 - 168.
- [14] Hoňková, K., Staněk, F., Homola, V.: Systém zpracování údajů z jihomoravského lignitového revíru. In Sb. vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, rok 2001, roč. XLVII, řada hornicko - geologická, monografie 3, 2001, s. 169 - 178.
- [15] Staněk, F.: Softwarové zabezpečení řešení úkolu „Jihomoravský lignitový revír – komplexní studie“. In Sb. vědeckých prací VŠB – TU Ostrava, rok 2001, roč. XLVII, řada hornicko - geologická, monografie 3, 2001, s. 179 - 184.
- [16] Honěk, J.: Grafické zobrazení údajů z uhelných ložisek. *Acta Montanistica Slovaca*, 7, 3, Košice, 2002, s. 175 - 180.
- [17] Honěk, J., Hoňková, K., Jelínek, J., Staněk, F.: Přehled grafického znázorňování uhlí, přechodných hornin a hornin. In Sb. věd. prací VŠB-TU Ostrava, řada hornicko-geologická, Ostrava, 1, 2002a, s. 47-64.
- [18] Honěk, J., Hoňková, K., Staněk, F., Jelínek, J.: Nová metoda reprezentace uhlí, přechodných hornin a hornin. *Documenta Geonica*, 5. česko-polská konference „Geologie hornoslezské pánve“, Ostrava, 2002b, s. 77 – 85.
- [19] Honěk, J., Hoňková, K., Jelínek, J., Schejbal, C., Staněk, F.: Zpracování geologických údajů z ložisek uhlí. In Sb. věd. prací VŠB-TU Ostrava, řada hornicko-geologická, Ostrava, 1, 2002c, s. 41-46.
- [20] Honěk, J., Hoňková, K., Jelínek, J., Staněk, F., Schejbal, C.: New Method of Graphic Representation of Coal Deposit Data. In Proceedings of the 11th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Ostrava, VŠB – TU Ostrava, 2002d, s. 101 – 109.
- [21] Jelínek, J., Hoňková, K.: Systémy grafického znázorňování sedimentů uhelných ložisek. *Documenta Geonica*, 5. česko-polská konference „Geologie hornoslezské pánve“, Ostrava, 2002, s. 87 – 94.
- [22] Schejbal, C.: Vývoj automatizovaného systému pro rychlé hodnocení uhelných ložisek s použitím univerzálního systému zobrazení hornin, přechodných hornin a uhlí. *Acta Montanistica Slovaca*, 7, 3, Košice, 2002, s. 171 - 174.
- [23] Staněk, F., Honěk, J., Hoňková, K., Jelínek, J., Schejbal, C.: Elaboration of System for Rapid Evaluation of Coal Deposits. In Proceedings of the 11th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Ostrava, VŠB – TU Ostrava, 2002, s. 325 – 333.
- [24] Staněk, F.: Programový systém pro rychlé hodnocení uhelných ložisek. *Acta Montanistica Slovaca*, 7, 3, Košice, 2002a, s. 181 - 187.
- [25] Staněk, F.: Automatizovaný systém pro rychlé hodnocení uhelných ložisek. *Documenta Geonica*, 5. česko-polská konference „Geologie hornoslezské pánve“, Ostrava, 2002b, s. 209-219.

Summary

Aim of project is creation of interactive program system for application of modern methods of evaluation of coal deposits and their parts, which is suitable equally for complicated geological conditions. This detailed system will enable to make the most accurate appreciation of deposit data for future utilisation of coal based on in the past performed financially demanding prospecting and mining work.

The system will enable a correct selection of positions balanced in particular drill holes by application of during solving of project of Grant Agency of Czech Republic N° 105/00/0194 newly developed graphic method (developed by the same designer team) of representation of data stored in database. In the proposed project possibilities of the newest software and hardware for needs of system functions in spheres of statistical data processing, geostatistical structural analysis, interpolation methods, graphic plotting of maps, spatial 3-D visualization of modelled coal seams etc. will be used.

Because there are very different coal deposit types no absolutely identical procedures can be applied for their evaluation. A part of project, therefore, will be adaptation of the system to the most important coal deposits of Czech Republic for which geological characteristics will be processed. Accordingly, methodical procedures together with description of how to apply particular modules of program system for them will be elaborated. An integral part of the processing will be a wide scale of modern colour graphic outputs truly reflecting real situation within deposit.

Recenzent: Doc. Ing. Petr Martinec, CSc., Ústav geoniky AVČR, Ostrava