

## PRÍKLAD SPRACOVANIA PRVOTNEJ DOKUMENTÁCIE Z VRTNÉHO PRIESKUMU PRI LOŽISKOVOM PRIESKUME

### EXAMPLE OF PROCESSING OF PRIMARY DOCUMENTATION FROM MINERAL DEPOSIT EXPLORATION

Julián Kondela, Dušan Dugáček

*Ústav Geovied, Fakulty BERG TU Košice, Letná 9, 043 84 Košice, Slovensko*  
[julian.kondela@tuke.sk](mailto:julian.kondela@tuke.sk), [dusan.dugacek@tuke.sk](mailto:dusan.dugacek@tuke.sk)

#### Abstrakt

Hodnotenie dát pochádzajúcich z geologického prieskumu je založené na rozdielnych metódach, prebieha na rôznych úrovniach a prevádza sa za rôznymi účelmi. Základom každej metódy, úrovne spracovania a konečného zámeru je hierarchická a štruktúrovaná archivácia primárnej dokumentácie geologického prieskumu vo forme jej digitálneho spracovania. Prieskumná činnosť v ložiskovom geologickom prieskume je charakteristická cieľavedomým zberom informácií o stavbe a vlastnostiach skúmaného horninového prostredia. Často je to zber finančne nákladných údajov, zvlášť ak ide o údaje z hĺbky. V ložiskovej geológii ide najčastejšie o údaje získavané na základe in-situ vyhodnocovania a dokumentácie vrtných jadier. Prvotná dokumentácia v teréne je navyše ovplyvnená subjektívnymi parametrami, medzi ktorými dominuje skúsenosť dokumentujúceho geológa (technicko-analytické terénne možnosti, čas a iné). Prvotná geologická dokumentácia vrtného jadra býva zameraná na viac neskôr sledovaných a interpretovateľných cieľov – litologicko-petrografická, spolu so štruktúrnou, mineralogickou, geotechnickou a ďalšie. Systematickosť zberu dát, ich rýchle, prehľadné spracovanie a archivácia je jednou z nutných podmienok pre ich kontrolu a operatívnu interpretáciu nadobudnutých informácií. Tieto sú základom pre následné rozhodnutia ako pokračovať v ďalšom prieskume. Prezentovaný príspevok sa zameriava na popis tvorby a vývoja aplikovaného informačného systému pre geologické údaje získané počas dokumentácie vrtných jadier z ložiskového prieskumu, ktorý má slúžiť pre archiváciu, spracovanie a prezentáciu týchto údajov.

**Kľúčové slová:** prvotná dokumentácia, aplikovaný informačný systém, geotechnická dokumentácia,

#### Abstract

Assessment of data coming from mining-geological survey of the mineral deposits and environment has several methods, levels of processing and different purposes. Basis for every method, level, and purpose is hierarchical and structured archiving of a primary documentation of geological survey into the digital form. In mineral deposit geology are the most frequent data gained during documentation of the drillhole cores. Digital processing of the primary documentation comes out from a nature of data obtained during geological survey. Exploration activity during mineral deposit exploration is characteristic one because of its goalseeking and systematic collection of the information about structure and properties of studied rock environment. The collection of geodata itself is often very expensive, mainly in case of getting data from very deep position. In-situ primary geological documentation is beside it affected by subjective parameters like geologist experiences, technical-analytical facilities, time, etc. Primary geological documentation of drillhole cores is focused on a set of later studied parameters and variables and interpreted aims – lithological, petrographical, structural, mineralogical, geotechnical, etc. Systematic collection of mineral exploration data, their quick, well-arranged processing and archiving is one of the obligatory conditions for their checking and operative interpretation. They are fundamental for the following decisions how to continue in the next stage of mineral exploration. Presented contribution aims at creation and development of an applied information system for data obtained during mining-geological mapping and documentation of the technical works of geological survey for purposes of archiving, processing and presentation those data.

**Keywords:** primary documentation, applied information system, geotechnical documentation

## ÚVOD

Prvotná geologická dokumentácia ložiskového geologického prieskumu je faktografické zaznamenávanie geologických informácií s cieľom zostaviť priestorový obraz ložiskovej akumulácie (Sinclair & Garston, 2006). Pre jednoznačnú identifikáciu zaznamenávaných dát je potrebné údaje zanášať do mapových podkladov, prípadne ich prehľadne archivovať.

V súčasnosti sú definované štandardné metodické (dokumentačné) postupy na presné a výstižné zaznamenanie nevyhnutných terénnych geologických informácií. Tieto postupy resp. dopredu zhotovené formuláre stále naplňa terénny dokumentujúci geológ. Ide o jedinečné typy informácií, ktoré sú do istej miery ovplyvnené skúsenosťou a vedomosťami dokumentujúceho geológa. V ložiskovom geologickom prieskume bývajú získavané rôznorodé skupiny atribútov horninového prostredia. Sú to petrografické, mineralogické, litologické, hydrogeologické, geotechnické, a ďalšie skupiny informácií. Všetky uvedené geologické dáta sú vyhodnocované a navzájom konfrontované tak, aby poslúžili k vytvoreniu modelu na záverečný odhad zásob.

Pri väčšine ložiskových prieskumov sú detailné geologické informácie získavané aj dokumentáciou vrtného jadra. Prvotná dokumentácia vrtného jadra v teréne prináša množstvo rôznych typov informácií, ktoré bývajú neskôr spracovávané vo viacerých softwérových prostrediach. Vzniknú tak rôzne typy výstupov (účelové typy máp, rezov, korelačných matíc a pod.), na základe ktorých sú potom vytvárané koncepty, modely a strategické postupy. Vytvorené koncepty a modely sú neustále konfrontované s pribúdajúcim množstvom dát. Preto je účelné a rozumné evidovať získané geologické dáta tak, aby ich bolo možné po jednoduchej úprave adaptovať do rôznych softwérov a systémov. Súčasne je požadované zachovať prvotne zaznamenané informácie v prehľadnej forme, aby bol umožnený rýchly prístup ku ktorémukoľvek typu získanej informácie. Je teda potrebné brať ohľad na to, že všetky typy dát získaných počas ložiskového prieskumu bývajú niekoľkokrát prehodnocované a revidované. Viacero informácií môže byť zaťažených náhodnou alebo systematickou chybou preto by mali byť dáta rýchlo a jednoducho skontrolovateľné a opraviteľné. Z uvedeného vyplýva, že jedným z možných aktuálnych riešení je tvorba aplikovaných informačných systémov pre rôzne skupiny informácií. Tento postup bol použitý pre archiváciu geotechnických údajov zistených z prvotnej dokumentácie vrtného jadra pri ložiskovo-geologickom prieskume urán-molybdenitového ložiska Košice I.

## APLIKOVANÝ INFORMAČNÝ SYSTÉM A METODIKA JEHO ZOSTAVENIA

Cieľom prezentovaného aplikovaného informačného systému bolo:

- prehľadne usporiadať, skupinu geotechnických informácií získaných dokumentáciou vrtného jadra a umožniť kontrolu ich správneho a úplného zápisu,
- jednoducho a rýchlo sprístupniť uvedenú skupinu informácií z rôznych miest a rôznych úrovní užívateľov,
- geotechnické údaje v systéme dokumentovať fotodokumentáciou vrtného jadra,
- informácie zachovať v tvare rýchlo adaptabilnom pre rôzne softwérové prostredia, najlepšie v jednotnej tabuľkovej forme.

583	FROM	LENGTH (m)	3,90		COUNT	MICRO	INFILL TYPE	THICK (cm)	JWA
584	293,30	REC (m)	99	S 0	35	7	Cly--SlT	0,5	1
585		RQD (m)	48	JNT 1					
586	TO	IRS (MPa)	50-100	JNT2					
587	297,20	WEATH	SW	CJNT	5		Quartz-Car	1	
588		LITH	TFF-SST	ROCK		JN	3	JA	
589	DESCRIPTION								
590									
591									
592									
593									

HOLE No:	Core Size:	Total Depth:	Easting:
583	LH-K-12 A		Nothing
584	Loc: Jahodná-Kurišková	Bearing:	Elevation:
585	FROM	LENGTH (m)	0,65
586	298,35	REC (m)	100
587		RQD (m)	0
588	TO	IRS (MPa)	1-5
589	299,0	WEATH	HW
590		LITH	BX
591			ROCK
592			JN
593			10
594			JA

count	micro	infill	infill	infill	infill	thick	JWA
S0	12	6	CHL	CLY	TLC	0,3	1
JNT1	6	8	CLY	SLT		0,2	0
JNT2							
CJNT	4		Quartz	CAR		1,0	
Systémov. JN	5						

**Obr. 1** Vstupná importovateľná tabuľka údajov do systému (vľavo). Formulár vytvorený v informačnom systéme na priame editovanie údajov do systému (vpravo). Vyselektovaná (ružová) tabuľka je prezentovaná v editovacom formulári.

Prvou úlohou bolo vyplnenie predpísanej formy tabuľky (obr.1) s hodnotenými geotechnickými vstupnými údajmi z vrtného jadra. Obsah tabuľky zohľadňuje metodický postup používaný pri geotechnickej dokumentácii vrtného jadra. Súčasne sú v nej zachytené

Vrty Jahodná

Vstupné údaje

Grafické podklady

Web skripty

Grafický výstup

Nastavenia

Jadrá

Vrty

Pridať

Upraviť

Symbole

Fotografie

Prílohy

Kontrola

Analýza

Počet: 439

Vrt: LE-K-49

Prevod údajov o jadrách do databázy

Testovať

>> LE-K-49.csv

tab.1 Chybný údaj IRS = 0 - 1 (ROCK tab. FROM: 2.9)

tab.2 Neznámy údaj SO, INFILL = Fe (tab. FROM: 4.6)

tab.3 Neznámy údaj LITH = BX-TFH (tab. FROM: 7.10)

tab.3 Neuvedený údaj SO, COUNT (tab. FROM: 7.10)

tab.3 Neuvedený údaj JNT1, COUNT (tab. FROM: 7.10)

tab.4 Neznámy údaj SO, INFILL = Fe (tab. FROM: 10.00)

tab.5 Neznámy údaj SO, INFILL = Fe (tab. FROM: 11.50)

tab.5 Neznámy údaj JNT1, INFILL = Fe (tab. FROM: 11.50)

tab.6 Neznámy údaj SO, INFILL = Fe (tab. FROM: 13.2)

tab.6 Neznámy údaj JNT1, INFILL = Fe (tab. FROM: 13.2)

tab.9 Neznámy údaj LITH = Q (tab. FROM: 19.60)

tab.9 Neznámy údaj JNT1, INFILL = Clear (tab. FROM: 19.60)

tab.10 Neznámy údaj SO, INFILL = Fe (tab. FROM: 19.65)

tab.10 Neznámy údaj JNT1, INFILL = Fe (tab. FROM: 19.65)

tab.11 Neznámy údaj LITH = BX,TFH (tab. FROM: 25.10)

tab.12 Neznámy údaj SO, INFILL = Fe (tab. FROM: 25.35)

tab.12 Neznámy údaj JNT1, INFILL = Fe (tab. FROM: 25.35)

**Obr. 2** Výpis zoznamu chýb po testovaní tabuľkových údajov po importe do systému z vrtu LE-K-49

všetky potrebné údaje, ktoré sú identifikovateľné v teréne. Predpísaný tvar tabuľky je možné importovať do systému. Rovnako priamo v systéme je vytvorený formulár, v ktorom sa dajú editovať vstupné dáta z dokumentácie (obr.1). Editácia dát v systéme do formulára má výhodu oproti tabuľke vo formáte xls. Formulár obsahuje v editovacích oknách preddefinované možné parametre a osoba vyplňujúca okná si môže vybrať len jednu z možností. Tým sa znižuje možnosť výskytu chyby pri vpisovaní údajov. Po editovaní alebo importe dát prebehne kontrola (test) údajov a systém vypíše chyby prípadne chýbajúce údaje (obr.2).

Vrt	LH-K-12A	Počet	69	Zoznam	1	2	3
1 J265	S	0,00 - 4,00	1				
2 J266	R	4,00 - 6,70	1				
3 J267	R	6,70 - 13,00	1				
4 J268	R	13,00 - 16,60	1				
5 J269	R	16,60 - 19,30	1				
6 J270	R	19,30 - 27,70	1				
7 J271	S	27,70 - 33,00	1				
8 J272	R	33,00 - 40,00	1				
9 J273	R	40,00 - 43,00	1				
10 J274	R	43,00 - 45,40	1				
11 J275	S	45,40 - 47,50	1				
12 J276	R	47,50 - 50,80	1				
13 J277	S	50,80 - 57,30	1				
14 J278	R	57,30 - 62,80	1				
15 J279	S	62,80 - 64,90	1				
16 J280	R	64,90 - 73,40	1				
17 J281	R	73,40 - 76,70	1				
18 J282	R	76,70 - 77,50	1				
19 J283	S	77,50 - 78,20	1				
20 J284	R	78,20 - 87,80	1				
21 J285	R	87,80 - 89,00	1				
22 J286	R	89,00 - 90,90	1				
23 J287	R	90,90 - 92,50	1				
24 J288	S	92,50 - 94,00	1				
25 J289	R	94,00 - 101,10	1				

Farebne vyznačené S (Soil), R (Rock) znamenajú prítomnosť popisných informácií o jadre

**Obr. 3** Náhľad do prostredia informačného systému na sekciu Vstupné údaje-Jadrá-Upraviť na vrt LH-K-12A a na štruktúru prvých 101,1 m jeho dokumentácie

Práca v informačnom systéme je podmienená autorizáciou prístupu k danému projektu. Po prihlásení sa objavia ďalšie linky k pracovným nástrojom a funkciám prostredia (pozri obr.3). V ľavom stĺpci hore je vstup „Vrty Jahodná“ do sekcie správcu (zelený), a ďalšie dve rovnomenné linky, ktoré sprístupňujú dve formy prezentačných grafických a tabuľkových výstupov projektu. Na obr.3 je náhľad do sekcie *Vstupné údaje – Jadrá – Upraviť*. Zoznam častí vybraného jadra vrtu je tvorený podľa geotechnicky odlišených celkov (každý z 25-tich riadkov označuje rôzne identifikovaný celok).

V riadku zoznamu vľavo je zelený textový link so symbolickým označením časti jadra (napr. J275), ktorým sa správca dostáva k prípadnému editovaniu údajov (pozri obr.1 vpravo). Ikona mini-tlačiarne vyvoláva okno s tabuľkou podrobných informácií o danej časti jadra. Hneď vedľa vpravo je metráž jadra a ikony mini-fotoaparátov v riadku sprístupňujú náhľady zaradených príloh – fotografií (farebné), ako aj volanie funkcie pre pridanie ďalšej novej fotografickej prílohy (šedé). Systém ponúka možnosť zaradiť 10 kusov obrazovej dokumentácie ku každej časti jadra. V prípade, že sa aktivuje popis detailov k danému jadrú, potom je možné doplniť ďalších až 10 fotografických príloh.

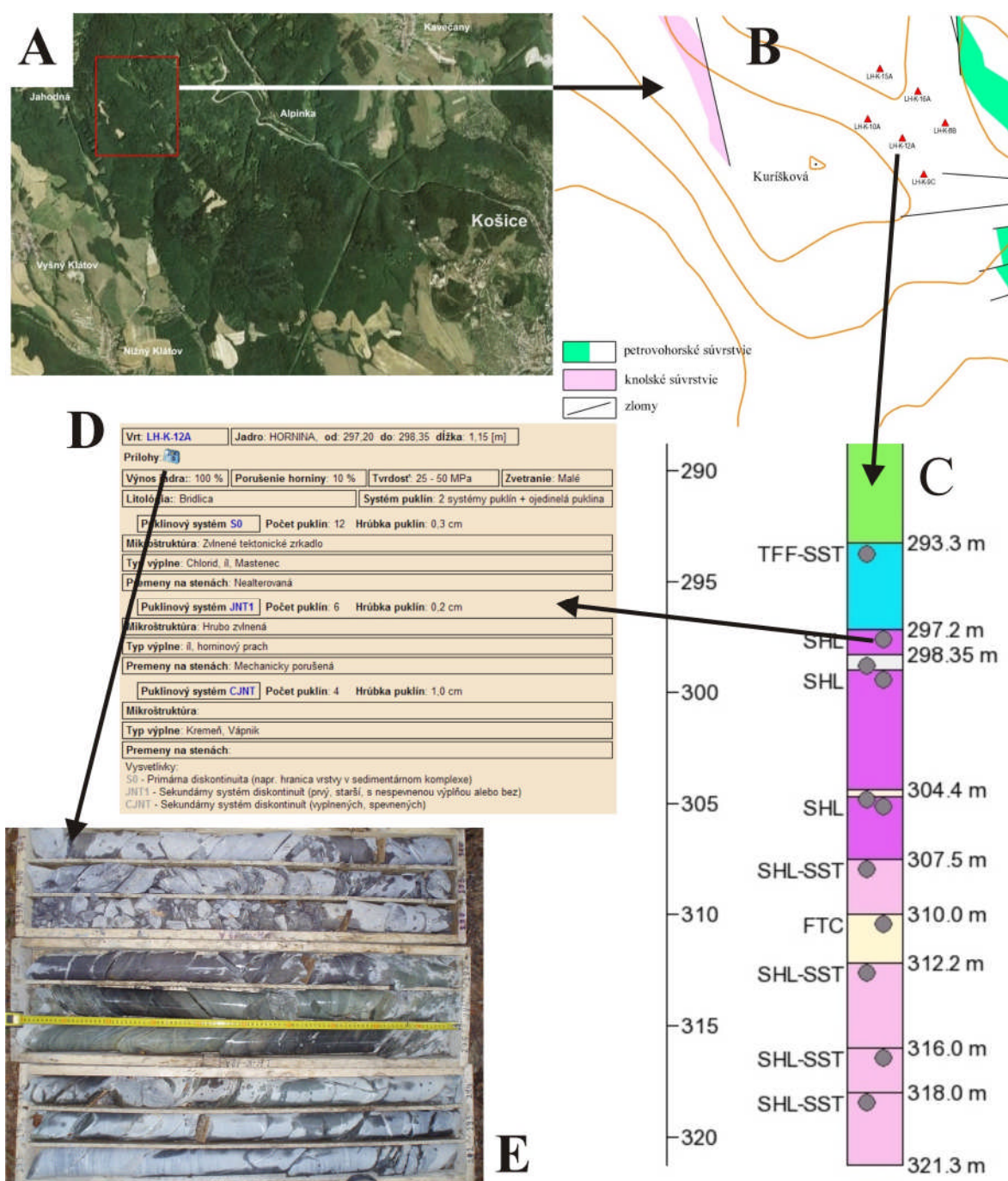
Na základe vrchných riadkov (menu) na obr.3 je možné aspoň čiastočne priblížiť štruktúru pracovného prostredia informačného systému členeného v sekciách:

- *Vstupné údaje – Jadrá*: tu sú zoradené vstupy ku procedúram na zadávanie nových častí jadra (*Pridať*), pre editovanie (*Upraviť*), upresnenie podoby symbolov (*Symboly*), ktoré sa majú objaviť vo výstupných grafických podkladoch, samostatná redakčná sekcia (*Fotografie*) pre spravovanie fotografických príloh – pridávanie, prezeranie, odstraňovanie, popr. zvláštne prílohy ku popisu jadra (*Prílohy*), a to v dokumentačnom formáte PDF.
- *Kontrola*: tu sú vypisované informácie o chýbajúcich údajoch v popise jadra vrtu, takže správca má kompletný prehľad o úplnosti a vnútornej integrite celej štruktúry vrtu. Ako ukazuje obr.2 je v tejto sekcii aj vstupná procedúra pre načítanie údajov o jadre do informačného systému. Tabuľkové údaje o jadre vrtu sa pri importe testujú a správca projektu má možnosť verifikovať ich správnosť a úplnosť. Až potom môžu byť zaznamenané do databázy informačného systému.
- *Analýza*: je doplnkové rozšírenie, v ktorom budú naprogramované doplnkové procedúry skúmajúce a vyhodnocujúce štruktúru vrtu.

- *Vstupné údaje – Vrty*: tu sú zoradené vstupy ku procedúram na registráciu nových vrtovej (Pridat), pre editovanie základných údajov o vrte (Upraviť), napr. názov vrtu, hĺbka vrtu, GPS súradnice, atď. Sekcia je funkčne členená podobne, ako sekcia pre popis jadra (Symboly pre zobrazenie vrtu v mapách, Fotografie pre dokumentovanie prostredia vrtu či práce na vrte,...).

Ďalej sú v menu, ktoré sa nachádza v záhlaví, uvedené vstupy do ďalších sekcií informačného systému:

- *Grafické podklady*: tu je naprogramovaná kompletná podpora (upload, download, referenčné vzťahy) pre grafické podklady projektu, ktoré pozostávajú jednak z mapových grafických podkladov (terén, geologické mapy,...) a tiež grafických obrazov jadier vrtovej, ktoré sú vygenerované procedúrami tohto informačného systému (z údajov o jadrách vrtu v databáze).
- *Web skripty*: vytvárajú na základe údajov v databáze zostavy *htm* súborov, ktoré prostredníctvom vyššie spomínaných vstupných tabuliek sprostredkujú kompletne údaje o vrtoch vo výstupných tabuľkách informačného systému.
- *Grafický výstup*: ponúka funkcie na automatizované vytváranie výstupných grafických podkladov (mapy so symbolmi umiestnenia vrtovej, grafické podoby vrtovej). Tvorba všetkých výstupov sa odvíja od overených údajov, ktoré sa cez vstupné funkcie zhromaždili v databáze.
- *Nastavenia*: tu môže správca povoliť alebo zakázať verejný prístup k údajom o vrtoch (do prezentačného výstupu projektu) alebo meniť niektoré parametre a nastavenia funkcií používaných pre generovanie výstupov projektu.



**Obr. 4** Náhľad do prostredia informačného systému na sekciu výstupov pri vyhľadani konkrétneho geotechnického typu horniny v konkrétnom vrte (LH-K-12A) a v konkrétnej hĺbke 297,2 m.

Výstupná časť informačného systému je prezentačná a umožňuje rýchly prístup k informáciám uloženým v databáze.

Pri skúmaní údajov sa cez mapový podklad lokalizujúci prieskumné územie (obr.4A) vstupuje na geologickú mapu prieskumného územia (obr.4B) s lokalizovanými a označenými jednotlivými vrtmi. Po kliknutí na symbol s číslom vrtu sa otvorí litologický profil vrtu (obr.4C) s jednotlivými geotechnicky definovanými typmi hornín. Jednotlivé horninové geotechnické typy sú v profile jadra odlišené metrážou vpravo a litologickou skratkou vľavo. Každý geotechnicky odlišný typ horniny má priradený symbol (krúžok) na profile jadra. Po kliknutí na tento symbol sa otvorí okno s tabuľkou geotechnických parametrov konkrétneho celku (obr.4D). Priamo v textovom okne je pridaná príloha fotodokumentácie vrtného jadra z uvedeného geotechnického typu horniny. Po kliknutí na symbol prílohy je možné vyvolať fotografiu daného geotechnického typu horniny (obr.4E).

Celý aplikovaný informačný systém bol programovaný v jazyku PHP (verzia 5.2.14) a je prevádzkovaný na webovom serveri (Apache, verzia 2.2.14), s podporou databázy MySQL (verzia 5.1.30). Výhodou je, že k obsluhu s diaľkovým prístupom postačuje *bežný prehliadač internetu* (Explorer, Firefox, Opera,...), takže správcovia, prevádzkovatelia či návštevníci nepotrebnú žiadne špeciálne programové vybavenie.

Veľmi praktická je aj *tímová práca* na takomto projekte, pretože jeho tvorcovia zdieľajú nezávislé prístupy do jeho prostredia, či už internetom zo stacionárneho pracoviska alebo priamo z terénu (napr. cez mobil internet).

## ZÁVER

Digitálne spracovanie dát prvotnej dokumentácie v geologickom prieskume rôznych úrovní sa v súčasnosti stáva nutnosťou. Získavané typy a kvantita údajov už vyžadujú prehľadné archivovanie a rýchle vyhľadávanie rôznych typov informácií. Zároveň je geologický prieskum tímovou prácou a zistené informácie z prvotnej dokumentácie je potrebné ucelene v rýchlom čase a pomerne jednoduchou formou sprístupniť všetkým úrovniam prieskumu na ich spracovanie. Často práve na rýchlom prístupe k správnym informáciám závisí pozitívny výsledok rôznych technických prác počas prieskumu. Prezentovaný informačný systém dokumentuje možnosti spracovania jednej z viacerých skupín informácií. Môže tak byť výrazne nápomocný pri tvorbe geoinformačného systému v ložiskovo-geologickom prieskume, ktorý spravidla býva pre každé ložisko individuálny.

Príspevok vznikol za podpory VEGA č.1/0361/09 a autori ďakujú Ludovika Energy s.r.o., Slovakia, ktorá poskytla údaje z prvotnej dokumentácie.

## LITERATÚRA

Sinclair, A. J. & Garston, B.H., 2006: Applied Mineral Inventory Estimation. Cambridge University Press, New York, 381 p.