

VYUŽITÍ GIS JAKO NÁSTROJE PRO VERIFIKACI GEOLOGICKÝCH DAT

Vlastimil Macůrek¹

¹Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s. Most, Budovatelů 2830, 43437 MOST, ČR
macurek@vuhu.cz

Abstrakt. Jednou ze základních úloh při zahájení průzkumných geologických prací i hodnocení geologické stavby území je shromáždění, verifikace a analýza všech dostupných dat.

V některých báňsky aktivních oblastech, jako je např. území severočeské hnědouhelné pánve, to znamená shromáždit informace získané v průběhu desítek i stovek let. Takovéto soubory dat často obsahují chyby (hrubé i systematické) a duplicitní informace. Prověření rozsáhlých souborů dat a jejich vyčištění je zdlouhavá a náročná práce.

Vzhledem k tomu, že geologická data jsou prostorově orientována a vzájemně provázána, nabízí se použití GISu (systému vytvořeného pro práci s prostorovými daty) jako nástroje pro verifikaci geologických dat.

Na příkladech doplňování vrtné dokumentace v severočeské hnědouhelné pánvi jsou presentovány některé možnosti verifikace geologických dat pomocí programu TOPOL.

Klíčová slova: geologická data, ověřování

Abstract. Use of GIS tools for geological data verification

Basic problems for geological exploration and interpretation are collection, analysis, and verification of all available geological data.

Primary step is to obtain all accessible information from the analysed area. In some active mining areas, such as the North Bohemian Brown Coal Basin, it means to collect data that were obtained during ten or hundred years. This collections of geological data contain mistakes and duplicate data. The storage and verification of the geological data is the long sophisticated work.

Since the geological data are spatial and linked data we can use the GIS (the system that is working with three-dimensional data) as the instrument for the verification of the geological data.

This article presents some examples of data verification in the North Bohemian Brown Coal Basin.

Key words: geological data, verification

1 Úvod

Geologický průzkum jakékoliv lokality je již v etapě projektování zahajován shromážděním existující dokumentace a její verifikací. Tato etapa prací je velmi náročná, neboť znamená zkontrolovat mnohdy tisíce průzkumných bodů, a to nejen z hlediska jejich prostorové pozice a vzájemných vztahů, ale také z pohledu rozsahu a dostatečnosti provedených analýz.

V oblasti severočeské hnědouhelné pánve (SHP), bylo od počátku dobývání provedeno několik desítek tisíc vrtů, sond, šachtic a jiných průzkumných děl. V databázi průzkumných děl je evidováno 31571 průzkumných děl. Takovému obrovskému souboru dat je, i přes neustále prováděnou kontrolu, řada chyb a duplicitních informací.

Také v rámci excerpce různých archívních zpráv je nalézána dokumentace průzkumných děl, případně informace o existenci dalších průzkumných bodů, které je nutno prověřit, zda se nejedná o dosud neznámá díla.

Digitalizace geologických dat umožnila využití GISů (systému vytvořeného pro práci s prostorovými daty) jako jednoho z nástrojů pro verifikaci, především prostorové složky, geologických dat.

2 Geologická data

Při hodnocení geologické stavby vycházíme ze souboru dostupných geologických dat. Tato data můžeme v zásadě rozdělit na dvě skupiny:

- primární data a
- sekundární data.

Pod pojmem primární data rozumíme data získaná v průběhu geologického průzkumu. Jedná se o data získaná v terénu (dokumentace vrtů, rýh, záseků, výchozů a pod.), analýzami odebraných vzorků (mineralogické, petrologické, chemické, fyzikální, mechanické atd.). Skupina sekundárních dat pak obsahuje výstupy vytvořené zpracováním výsledků dříve prováděného geologického hodnocení území, které představují mapy, geologické řezy, vyhodnocení geofyzikálního průzkumu a pod..

Obě skupiny dat jsou prostorově orientovány. Zatímco primární data mají jednoznačné souřadnice (x, y, z) získané zaměřením nebo odvozením z mapy, sekundární data mají souřadnice pouze odvozené.

2.1 Primární data

Základními dokumentačními body pro geologické práce v SHP jsou průzkumné vrty.

V 60. letech 20. století byla geologickou službou Severočeských hnědouhelných dolů (dále jen SHD) zpracována koncepce jednotné databáze geologických údajů (Databanky) pro celou severočeskou hnědouhelnou pánev [1]. Tato databáze byla naplněna v průběhu 70. let a stala se tak výchozím podkladem pro geology v SHP.

Původní plány na vytvoření Databanky nebyly naplněny a do počátku 90. let (do rozdělení SHD) se podařilo vytvořit Databanku s následujícím obsahem:

- evidence vrtných prací
 - identifikační údaje o vrtech,
 - souřadnice vrtů,
 - dokumentační náležitosti vrtů ve formě bitových informací a
- základní technologické charakteristiky uhlí.

Po rozpadu koncernu SHD počátkem 90. let byla centrální správa Databanky ukončena a důlní podniky převzaly data (podle svých zájmových území) do své správy. Data

likvidovaných důlních podniků a pro těžební organizace neperspektivních území jsou spravována ve Výzkumném ústavu pro hnědé uhlí (VÚHU). Ve VÚHU je také, na základě dohody s důlními organizacemi, vedena souhrnně evidence vrtných prací pro celou pánev. Ověřování dat uložených v Databance probíhá již mnoho let. Nejvýznamnějšími pracemi při ověřování dat uložených v Databance byly práce na výpočtech zásob. V rámci těchto prací byla prověřována jak technologická data o uhlí, tak také informace o vrtech. Povedlo se tak odstranit jednak množství chyb vzniklých při přepisování dat, chyby v souřadnicích, nadmořských výškách, záměny analytických vzorků, jednak byla doplněna nová data. Tyto práce však proběhly pouze v územích, v nichž byly výpočty zpracovávány. Z těchto důvodů je stále ještě v ploše SHP řada míst, v nichž nebyla verifikace již uložených dat provedena.

2.2 Sekundární data

Sekundární data tvoří v SHP především výsledky dříve prováděného geologického hodnocení území jako jsou výpočty zásob, vyhodnocení geofyzikálního průzkumu, geologického mapování. Vedle prací, které byly zaměřeny na průzkum uhlí, se vyskytuje řada prací stavebně-geologického, inženýrskogeologického či hydrogeologického průzkumu. Všechny tyto práce obsahují geologické, strukturní, hydrogeologické mapy a geologické řezy, které upřesňují geologickou stavbu v území řešení.

Převážná většina těchto výstupů existuje pouze v papírové formě. Pouze část prací z posledních let je zpracována v digitální podobě, ale většinou se jedná o výkresy, které postrádají třetí rozměr. Databáze těchto map v SHP neexistuje.

3 Evidence vrtných prací

Evidence vrtných prací je prvotní databází, která obsahuje základní údaje o vrtu a některé další informace vztahující se k vrtu: účel vrtu, vrtná organizace, způsob provedení vrtu, stratigrafický útvar, v němž byl vrt ukončen, pozitivita vzhledem k uhelné sloji a signální informace o provedených analýzách a zkouškách (byla nebo nebyla provedena).

Tab. 1 Základní údaje o vrtu

Údaj	Obsah
adresa	jedinečné číslo
název vrtu	
číslo katastru	číslo katastrálního území
rok provedení	rok provedení vrtu
souřadnice x	
souřadnice y	
nadmořská výška	nadmořská výška ohlubně vrtu
konečná hloubka	hloubka vrtu
kódové údaje	
ukončení	stratigrafický útvar v němž byl vrt ukončen
způsob	způsob vrtání
účel	účel vrtu
provedl	vrtná organizace
pozitivita	pozitivita vrtu vzhledem k uhelné sloji
signální informace	

Každý údaj vztahující se k vrtu může obsahovat chybu nebo být určitým způsobem nevěrohodný.

3.1 Název vrtu

K prvním komplikacím při sestavování souboru hodnocených dat dochází již při kontrole označení vrtu (obecně jakéhokoliv dokumentačního bodu).

Je totiž zvykem začínat číslování dokumentačních bodů každé nové průzkumné akce samostatně. V případě SHP ještě musíme brát v úvahu to, že zde existovala řada dolů a každý z nich vedl své číslování. Průzkumné práce probíhaly v ročních etapách a každý rok se začínalo číslovat od 1. Vznikly zde řady stejně označených vrtů.

Pokud se tedy jedná o hodnocení prostoru, v němž se překrývají různé průzkumné akce, pak se lze především setkat se stejným označením pro různé dokumentační body. Při přehodnocení takového území byl problém stejného označení různých dokumentačních bodů většinou vyřešen jednoduše - rozšířením názvu tak, aby bylo jednoznačné, o který bod se jedná (např. přidáním letopočtu nebo písmena do názvu). Tento způsob rozlišení byl jednoznačný, ale pouze pro konkrétní akci. Bohužel při opakovaném vyhodnocení stejného území různými autory bylo označení rozšiřováno podle toho, z jakého primárního souboru dat jednotliví autoři vycházeli. Tím vzniklo několik souborů dokumentačních bodů, v nichž byly stejné dokumentační body označeny různě, případně různé dokumentační body stejně.

Pro území SHP bylo přistoupeno k zavedení tzv. adresy vrtu, která představuje jedinečné číslo přidělované každému novému vrtu zařazovanému do Databanky.

V JATAZANGE WIEDEN
 Oschrift: *jako CC/1893*
 746. 369,40
 989. 693,58

*Je kritizují Antonín Ha
 jako průzkumný vrt, nízka odpovědnost
 správně a proto by měl být smazán
 lokalizován*

Bohr - Journal
 Ko 3
 30.11.99Z

ber die für die Herren B a i l & I e u b n e r
 ausgeführte Bohrung in den J u n o - Massen bei H a r e t h , Parz.Nr:181.
 begonnen am 11. März 1893, beendet am 25. März 1893.
 - 40.455 + x = 273.204. *il. 137.*

Nr. des Bohr- punktes	Bohrloch Nr: Art des Gebirges	Stärke d. Schichten m	Anmerkung f. besond. Ver- kommnisse	Gesamt- Tiefe. m <i>JAHRAU</i>
1	Humus	- .60		1274.980 ✓ - .60
2	Letten gelb	3 .40		4 .-
3	Sand grob	1 .-		5 .-
4	Letten grau	49. 60		54. 60

Obr. 1 – Hlavička vrtu 1 z r. 1893 – do Databanky byl zařazen jako vrt CC/1893

3.2 Prostorové určení dokumentačního bodu

V dlouhodobém průběhu exploatace SHP došlo k vývoji měřicí techniky i způsobu kartografického zobrazování. Území SHP bylo postupně zobrazováno v několika polohových a výškových souřadnicových systémech.

Do zavedení systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) platila na území severočeské hnědouhelné pánve soustava gusterbergská a výškový systém jaderský – Líšov [2].

Zákon č. 177/1927 Sb. o pozemkovém katastru stanovil již od roku 1930 jako základní souřadnicový systém československou jednotnou síť trigonometrických bodů. Pro oblast báňského podnikání bylo vedení mapové dokumentace (důlních map) upraveno nařízením Báňského hejtmantství v Praze ze dne 24. února 1932 č. j. 2870 o důlních mapách v souřadnicovém systému československé základní trigonometrické sítě a výškovém systému jaderském - Líšov. S drobnými úpravami platilo toto nařízení až do vydání důlně měřických předpisů Ústředního báňského úřadu čj. 5700/1962 o důlně měřické dokumentaci na hlubinných dolech a čj. 1700/1966 o důlně měřické dokumentaci na povrchových uhelných dolech.

Lhůta k vyhotovení map podle nařízení č.j. 2870 o důlních mapách, t.j. o přechodu ze systému Gusterbergského na S-JTSK, byla dána do konce r. 1933. Toto nařízení však prakticky nebylo naplněno.

V 50. letech minulého století bylo již celé území SHP pokryto státními mapami hospodářskými 1 : 5 000 zpracovanými v S-JTSK a část organizací (především průzkumných) pracovala v S-JTSK, důlní dokumentace však byla ještě stále vedena v souřadnicovém systému Gusterberg. Teprve v roce 1960 vydalo sdružení SHD Most "Pokyny pro provedení přechodu na čs. jednotný souřadnicový systém Křovákův v měřické službě SHD". Na základě těchto pokynů došlo k přechodu na S-JTSK u všech důlních podniků.

V roce 1963 vstoupil v platnost důlně měřický předpis Ústředního báňského úřadu (ÚBÚ) o důlně měřické dokumentaci na hlubinných dolech čj. 5700/1962, kterým byl nařízen pro zakreslování důlní situace souřadnicový systém S-42 a výškový systém baltský po vyrovnání (Bpv). Výjimku mohl povolit ÚBÚ na žádost organizace, pokud byl v organizaci používán S-JTSK. Shodná ustanovení o souřadnicovém systému obsahovala také směrnice ÚBÚ čj. 1700/1966 o důlně měřické dokumentaci na povrchových uhelných dolech ze dne 31. 12. 1966.

Usnesení vlády ČSSR č. 327 ze dne 18. září 1968 však vyhradilo použití souřadnicového systému S-42 pro potřeby obrany státu. Závěry tohoto vládního usnesení se promítly do výnosu ÚBÚ č. 5066/72, kterým se mění ustanovení o geodetických základech důlních map a byl opět zaveden souřadnicový systém JTSK a byl ponechán výškový systém Bpv.

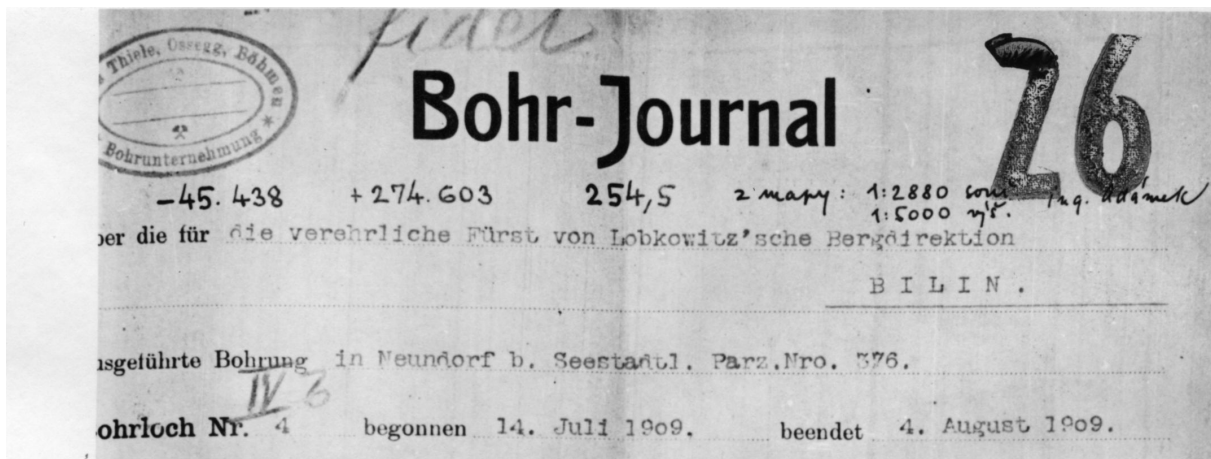
Vzhledem k tomu, že prostorové určení vrtu bylo a je prováděno v aktuálně platném polohovém i výškovém souřadnicovém systému je patrné, že se při zpracování dat na území SHP lze setkat prakticky se všemi systémy, které byly v této oblasti používány. K těmto systémům celostátním musíme přidat ještě místní souřadnicové systémy platné pouze pro některé doły. Naštěstí tyto místní souřadnicové systémy jsou zcela výjimečné.

Problematika prostorového určení dokumentačního bodu se rozpadá do následujících bodů:

- přesnost souřadnic,
- přepočty souřadnic z různých systémů a
- výškové určení bodu.

Přesnost souřadnic

Přesnost souřadnic je dána způsobem jejich zjištění, tzn. odečtením z mapy nebo zaměřením. Většina dokumentačních bodů je zaměřena s přesností 0,1 m, což je např. u vrtů při obvyklém průměru vrtání 156 mm dostačující. Této přesnosti dosahují prakticky veškerá zaměření vrtů. U řady starších vrtů nevíme, jestli byly souřadnice zaměřeny nebo odečteny z mapy. Původní souřadnice (Gusterberg) jsou udávány na metry nebo desítky metrů a lze tedy předpokládat, že souřadnice byly zjištěny jejich odečtením z mapy na základě zákresu vrtu. Vlivem přepočtu do S-JTSK jsou souřadnice udávány v centimetrech a původní informace se ztrácí.



Obr. 2 – Příklad vrtu, jehož souřadnice byly odečteny z mapy

Přepočty souřadnic z různých systémů

Při přepočtu z gusterbergského systému do S-JTSK (za použití mílových tabulek) je přesnost určena použitím správných konstant pro přepočítávanou oblast. Přepočty byly prováděny nejprve s jednou konstantou platnou pro celé dolové pole a až s postupem doby byly přepočty zpřesňovány výpočtem po čtvercích, kterých bylo na ploše dolového pole několik. Běžná chyba výpočtu provedeného při použití jedné konstanty se vzhledem k výpočtu po čtvercích pohybuje v centru dolového pole v decimetrech, ale na jeho okrajích může dosáhnout až desítek metrů.

Pole Horní Jiřetín	Vrt číslo 1/52 rok 1952.
Závod Dál Obr. míru	Souřadnice N.V. + 228,99 m
Zadáno -"-	$y = -40.003,29$ $x = +278.516,39$
Firma prov. vrtů G P P Osek	List měr. stolu číslo 3823 jméno
Vrtmistr Kudrna Dozor Plechátý	Okres Mosl list 3823
Doba vrtu od 7.7. do 11.9. způsob vrtání ruční	Označení parcela 1162/1
Začáteční a konečný průměr vrtání 270 mm - 1200 mm	Majitel SHD
Konečná houbka a průměr pažnic 116,30 m - 12,0 mm	
Vodní hladina navrtnána v m stoupla o m	Poznámka a sit. plán v JTSK y = 495 170,5 x 20 x = 984 494,7 x 78 1:5000 M 8-2

Obr. 3 – Přepočet souřadnic z systému Gusterberg do S-JTSK

Výškové určení bodu

U výškového určení dokumentačního bodu se setkáváme s obdobným problémem jako u polohových souřadnic. Přesnost, která je dána většinou neznalostí výškového systému a také přepočty při přechodu na výškový systém Bpv. Setkáváme se s tím, že přepočet byl proveden několikrát, nebo nebyl proveden vůbec.

4 Využití GIS jako nástroje pro verifikaci geologických dat v SHP

Rozvoj GISů velmi usnadnil verifikaci prostorového určení dokumentačního bodu a následně také jeho atributů. Grafické prostředí s vazbou na databázi dokumentačních bodů umožňuje jejich přehledné zobrazení, včetně okamžitého přístupu k údajům v databázi (pokud je naplněna). Analytické nástroje GISů pak navíc umožňují analýzu topologických vztahů jednotlivých dokumentačních bodů.

U sekundárních dat (především linií a ploch z mapových výstupů) je využití GISů pro jejich verifikaci vázáno na jejich umístění v prostoru. GISy však obsahují nástroje pro prostorové umístění i transformaci map převedených do digitální podoby (rastru). Takto umístěné mapy lze využít jak pro verifikaci dokumentačních bodů, tak i pro porovnávání mezi sebou.

Z hlediska potřeb verifikace geologických dat lze využít topologické úlohy typu vyhledávání bodů v určité vzdálenosti od prověřovaného bodu, dotaz na příslušnost bodu určité plošné jednotce (dolu, stratigrafické jednotce, ale také katastru, případně parcele) či dotaz na překrývání ploch.

4.1 Verifikace dokumentačních bodů

Dokumentace každého nově nalezeného dokumentačního bodu (postupem času byly do Databanky zařazovány také jámy a kopané sondy) na území SHP je porovnávána s údaji obsaženými v Databance. Většinou se jedná o případy, kdy je získána dokumentace z dosud neexcerpovaného zdroje.

Prověřuje se:

- umístění dokumentačního bodu podle souřadnic ve vazbě na topografickou a případně důlní situaci,
- nadmořská výška dokumentačního bodu,
- u vrtů jejich hloubka a
- zda popisované skutečnosti odpovídají nebo neodpovídají geologickým poměrům v okolí dokumentačního bodu.

Primární kontrolou je kontrola názvu a souřadnic. Prakticky se setkáváme s těmito případy:

Vrt se stejným názvem a shodnými souřadnicemi. Je provedena kontrola nadmořské výšky a profilu vrtu. Stává se totiž, že takový vrt nemá shodný profil a je nutno rozhodnout, zda se jedná o opakovaný vrt, který byl odvrtný vedle původního vrtu a jeho souřadnice byly vztaženy k místu původního vrtu, nebo při zakládání dokumentace chyběla další stránku profilu, případně byl dokonce vrt “zkompletován” z profilů různých vrtů.

Vrt se stejným názvem a jinými souřadnicemi nebo bez souřadnic. U starých vrtů, které byly zaměřeny v gusterbergsém systému, se provede jejich přepočet do S-JTSK. Pokud je rozdíl mezi nově přepočtenými souřadnicemi a souřadnicemi uvedenými v Databance malý a ostatní parametry vrtu jsou shodné, jsou v Databance opraveny souřadnice. Většinou je rozdíl mezi přepočítávanými souřadnicemi způsoben, jak již bylo uvedeno, použitím jiných výpočtových konstant.

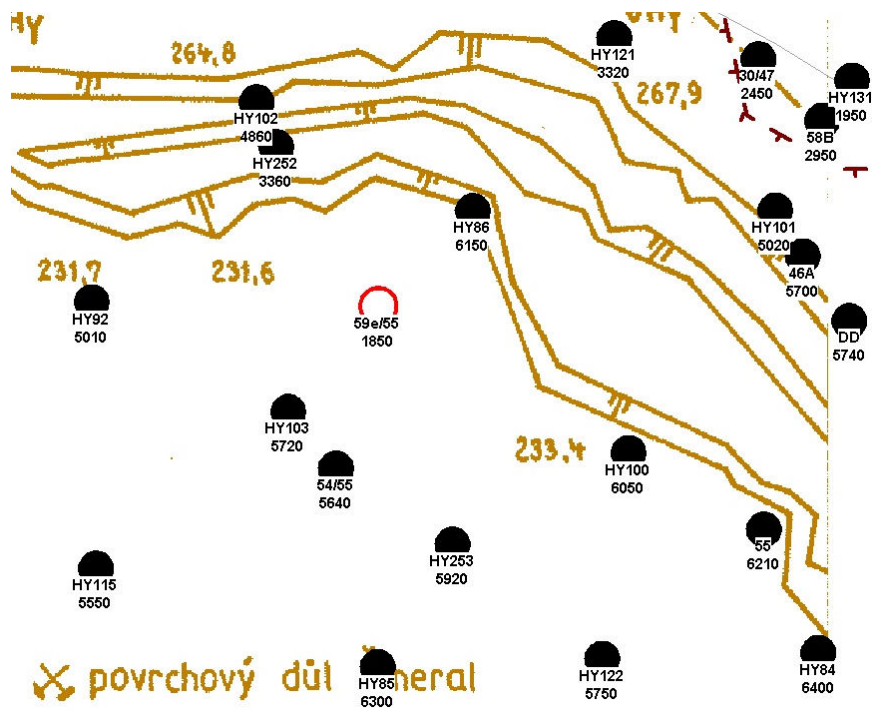
Obvyklé bývají chyby vzniklé špatným zadáním přepočítávaných souřadnic, nebo zaokrouhlením souřadnic či prepisem některé z číslic souřadnic v hlavičce opsaného vrtu.

V případě, že souřadnice jsou odlišné, je prověřováno nové místo situování vrtu a podle geologické stavby v obou místech je geologem rozhodnuto o situování vrtu na původní nebo nové místo.

Pokud souřadnice nejsou uvedeny, ale jsou k dispozici jiné údaje, podle nichž lze určit přibližné souřadnice vrtu (v případě zákresu vrtu v mapě), je kontrola provedena s ohledem na topografickou situaci terénu a souřadnice jsou doplněny.

Vrt s odlišným názvem a stejnými souřadnicemi. Po kontrole souřadnic, nadmořské výšky a profilu vrtu se dále provádí kontrola názvu vrtu. Může se jednat o prepis, vedení vrtu pod projekčním číslem, nebo vedení vrtu pod číslem nějakého již neznámého seznamu. Vrtu je ve výsledku přiřazen název pokud možno původní.

Vrt s odlišným názvem a různými souřadnicemi. Zde je kontrola nejobtížnější, neboť se může jednat o zcela nový vrt, nebo již existující vrt (např. starý vrt, který má přepočítané souřadnice s odchylkou a jiným názvem). Po kontrole, případně přepočtu, souřadnic a nadmořské výšky se provádí kontrola s ohledem na geologickou stavbu v místě vrtu.



Obr. 4 – Situování vrtu 59e/55 – tento vrt provrtal uhelnou sloj a byl ukončen v bezpečném podloží; číslo pod označením vrtu je hloubka v cm, nadmořská výška ústí vrtu je 272,042 m (Jadran); vrt skončil 22 m nad plání lomu, přičemž sloj se nacházela přímo pod kvartérem v hloubce 6,5 m; souřadnice uvedené v dokumentaci jsou špatné

Při kontrole nadmořské výšky dokumentačního bodu je nutno přihlédnout k době jeho provedení (u vrtu na obr. 2 není výškový systém uveden, ale vzhledem k době provedení je jednoznačné, že se jedná o výškový systém jaderský), případně k nadmořské výšce terénu v místě jeho provedení. Při kontrole bodu vzhledem k terénu je nutno posoudit, zda není současný stav terénu změněn vzhledem k době provedení vrtu (v důsledku přesypání výsypkou, poklesu po hlubinném dobývání, případně jiných terénních úprav).

4.2 Verifikace sekundárních dat

Většina sekundárních dat je obsahem grafické dokumentace, která je digitalizována do rastrového formátu. Po jejich umístění je část rastrů, nebo alespoň některé jejich části, převáděna na vektory, právě z důvodu jejich použití v GISech, CADech nebo digitálních modelech terénu.

Použití vektorových dat v kombinaci s rastry umožňuje jejich průběžné upřesňování. Typické je upřesňování výchozu uhelné sloje na základě kombinace důlních map, odkryté geologické mapy a doplňovaných dokumentačních bodů.

Při verifikaci dokumentačních bodů v území s hlubinnou těžbou je možné porovnávat úroveň sloje ve vrtu s údaji kót rubání z důlních map.

5 Shrnutí

Použití GISů, jak bylo popsáno, usnadňuje verifikaci prostorového určení geologických dokumentačních bodů.

Největší předností je propojení možností grafického prostředí s databází dokumentačních bodů. Při verifikaci dat v prostředí GISů je okamžitě k dispozici jak soubor již známých bodů včetně jejich databází, ale také řada rastrových dat, jako jsou důlní mapy, topografické mapy, geologické a jiné účelové mapy. To velmi urychluje práci, neboť není nutno pracovat s velkým množstvím nepřehledné papírové dokumentace. Další významnou předností použití GISů je údržba dat v aktuální podobě.

Reference

- [1] Macůrek V.: Vývoj databáze geologických údajů v Severočeské hnědouhelné pánvi. *In sborník konference Netradiční metody využití ložisek*, VŠB-TU Ostrava, 2005
- [2] Vykutíl J.: *Vyšší geodézie*. Kartografie, Praha, 1981