

Výskyt, charakteristika a možnosti vyhledávání obtížně těžitelných struktur ve skrývkových zeminách mostecké pánve

RNDr. Michal Řehoř, Ph.D., Ing Vlastimil Moni, Ph.D.

Výzkumný ústav hnědého uhlí a.s., Most, tř. Budovatelů 2830/3; rehor@vuhu.cz

Přijato: 29. 4. 2016, recenzováno: 14. a 16. 5. 2016

Abstrakt

Článek shrnuje dosavadní znalosti o výskytu, geologických a geotechnických parametrech obtížně dobytelných poloh ve skrývkových zeminách mostecké pánve a o možnostech jejich detekce. Předkládaný příspěvek je dílčím výstupem první fáze evropského výzkumného projektu zaměřeného na co největší možné snížení frekvence poruch kolesových rýpadel pracujících v těchto obtížných dobývacích podmínkách daných výskytem netěžitelných poloh a geologických struktur se zvýšeným rypným odporem.

Occurrence, characteristics and options of detection of difficult mineable structures in the overburden soils of the Most Basin

The article summarizes existing knowledge on the occurrence, geological and geotechnical characteristics of difficult mineable positions in the overburden soils of the Most basin and the possibilities of their detection. The provided summary is the partial output of the first phase of the European research project focused on the highest possible reduction in the fault frequency of bucket wheel excavators working in these difficult mining conditions including the non-minable positions and the geological structure with excessive cutting resistance.

Vorkommen, Charakteristik und Suchmöglichkeiten der schwer gewinnbaren Strukturen im Deckgebirgsmaterial des Moster Beckens

Der Artikel fasst bisherige Kenntnisse über das Vorkommen, die geologischen und geotechnischen Parameter der schwer gewinnbaren Lagen im Deckgebirgsmaterial des Moster Beckens sowie über Möglichkeiten deren Erkennung zusammen. Der vorgelegte Beitrag stellt ein (Teil-)Output der ersten Etappe des europäischen Forschungsprojektes dar, dass auf möglichst größte Reduktion der Störungshäufigkeit von Schaufelradbaggern gezielt ist, welche unter diese schweren Abbaubedingungen samt nichtabbauwürdigen Lagen und geologischen Strukturen mit erhöhtem Grabwiderstand arbeiten.

Klíčová slova: geologie, geotechnika, pevné polohy, průzkum.

Keywords: geology, geotechnics, solid hard structure, survey.

1 Úvod

V roce 2015 bylo zahájeno v rámci programu Výzkumného fondu pro uhlí a ocel Evropské komise řešení projektu „Bucket wheel excavators operating under difficult mining conditions including unmineable inclusions and geological structures with excessive mining resistance“. Vedle dalších firem a univerzitních pracovišť z Polska (nositel projektu), Řecka a Rumunska je účastníkem projektu i Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s.

Hlavním cílem projektu je vyvinout řešení zaměřené na co největší snížení frekvence poruch kolesových rýpadel pracujících v obtížných dobývacích podmínkách zahrnujících netěžitelné polohy a geologické struktury s nadměrným rypným odporem. Výsledné řešení se nebude vztahovat jen na v současnosti provozovaná kolesová rýpadla, ale především na rýpadla nově konstruovaná. Je nezbytné vypracovat nová řešení, protože v současnosti požadované předpisy a normy týkající se konstrukce rýpadel neberou dostatečně v úvahu podmínky práce v obtížných dobývacích podmínkách. Důležitou součástí úkolu je i vypracování systému průzkumu skrývkových řezů v reálném čase, založeného na geofyzikálních metodách schopných detekovat pevné polohy a geologické formace obtížně těžitelné kolesovými rýpadly.

Důležitým úkolem Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí a.s. (VÚHU a.s.) je konstrukce monitorovacího měřicího systému kolesového rýpadla. Úvodním krokem výzkumu musí být shrnutí a doplnění poznatků o výskytu a základních parametrech skrývkových zemin, včetně obtížně dobytelných poloh a shrnutí zkušeností s dosud realizovaným geofyzikálním průzkumem. První výsledky výzkumu jsou předmětem tohoto článku.

2 Metodika práce

VÚHU a.s. se problematikou pevných poloh zabývá již řadu let. Dlouholetým odběrem vzorků z vrtných jader a skrývkových řezů byly získány poznatky o hlavních parametrech skrývkových zemin i pevných a zpevněných poloh. V laboratořích VÚHU a.s. bylo zjišťováno mineralogické složení, obsah klastického křemene, karbonátů, organické hmoty a jílových minerálů (dopočetem do 100 %), objemová hmotnost, vlhkost v % objemu, penetrace a pevnost v prostém tlaku. Pracovníci VÚHU a.s. získali i určité zkušenosti s vyhledáváním pevných poloh geofyzikálními metodami.

Dle požadavků koordinátora projektu z polského institutu Poltegor byla v první etapě řešení stručně shrnuta geologická situace mostecké pánve a jednotlivých těžebních lokalit, byly

zpracovány vybrané parametry skrývkových zemin a pevných poloh mostecké pánve a zhodnoceny zkušenosti s geofyzikálním průzkumem na pevné polohy. Způsob výběru zájmových parametrů a zpracování dat jsou obdobné pro uhelné pánve všech účastníků projektu.

3 Stručné shrnutí geologické situace Mostecké pánve

Mostecká hnědouhelná pánev o rozloze cca 870 km² leží v severozápadních Čechách mezi Pruněřovem u Kadaně a Úžínem u Ústí nad Labem. Spolu s chebskou, sokolovskou a žitavskou pánví, Doupovskými horami a Českým středohořím je součástí oherské příkopové propadliny [5].

Sedimentární výplň mostecké pánve se dělí do tří jednotek. Třetihorní sedimentace začala před zhruba 45 miliony let ukládáním starosedelského souvrství. Šlo o říční a jezerní sedimenty tvořené písky a štěrky druhotně silicifikovanými na křemence a křemité slepence, pestré prachovce a kaolinické jílovce. Dnes jsou zachovány pouze ojedinělé izolované výskyty těchto hornin, jejichž mocnost nepřesahuje 10 m. Další jednotkou jsou střezovské vrstvy. Jde o produkt intenzivní vulkanické činnosti doprovázející počáteční stádia oherského riftu. Vrstvy jsou tvořené tufy, struskami, vulkanickými brekciami a jejich zvětralinami. Mocnost kolísá v širokém rozmezí od několika m po cca 150 m [5].

Nejmladší pánevní sedimentární jednotkou je uhlonosné mostecké souvrství. Jeho nejstarší jednotkou jsou duchcovské vrstvy tvořené přeplavenými zvětralinami, především pestrými tufitickými jíly. V okolí Mostu a Bíliny mají zvýšený obsah titanu a hliníku. Sedimenty holešických vrstev se ukládaly v rašeliništi, které bylo zásobováno vodou a klastickým materiálem přinášeným říčními toky od jihu. Na celé ploše mostecké pánve se vyskytuje uhelná sloj nebo její ekvivalenty. Jednotná sloj o mocnosti zhruba 20–40 m se vyskytuje v centrální části mostecké pánve. Na Mostecku a Bílinsku má často sloj anomální stavbu způsobenou sedimentací písků a jílu v oblasti bílinské delty. Synsedimentární deformacemi vznikla prakticky samostatná tělesa uhelné sloje nepravidelného rozsahu i mocnosti [5,2]. Centrální část pánve s jednotnou slojí na západě sousedí s oblastí tzv. žatecké delty, kde se hlavní sloj štěpí do několika uhelných poloh. Tyto oblasti žatecké a bílinské delty jsou zdrojem nejnebezpečnějších obtížně těžitelných struktur hodnocených v tomto příspěvku.

Vývoj hlavní sloje byl na většině území pánve náhle ukončen. Pánev se změnila ve sladkovodní jezero, ve kterém se ukládaly sedimenty libkovických a posléze lomských vrstev. Libkovické vrstvy tvoří převážně hnědé až šedé jezerní jíly s karbonatickými horizonty. Mocnost libkovických vrstev dosahuje zhruba 200 m. Severně od bílinské delty se objevují lokálně zachované, převážně jezerní, lomské vrstvy s epizodní uhlotvorbou (lomská sloj). Jejich mocnost dosahuje až 120 m [5].

Uložení lomských vrstev sedimentace v mostecké pánvi končí. Teprve na konci třetihor a začátku čtvrtohor došlo k jejímu obnovení a k významným změnám (výzdvih Krušných hor), které vedly ke vzniku říční sítě blízké dnešní podobě.

4 Geologická a geomechanická situace sedimentů lomu Bílina

Lom Bílina je největším povrchovým dolem České republiky. Délka porubní fronty přesahuje 5 km, mocnost skrývkových zemin v současnosti přesahuje 200 m, v oblasti výskytu lomských vrstev může v budoucnu přesáhnout 300 m.

4.1 Geologická a geomechanická situace skrývkových zemin lomu Bílina

Svrchní horizont skrývkových zemin je tvořen kvarténními zeminami, především ornici, sprašemi a sprašovými hlinami, hlinami, štěrky a jíly. Ornice a spraše jsou selektivně dobývány a deponovány pro rekultivační využití (zásoby spraší jsou již prakticky vyčerpány).

Na části území tvoří svrchní terciérní vrstvu horizont hnědých, montmorillonicko – illiticko – kaolinických jílu až jílovců. Mocnost těchto sedimentů, které jsou produktem jezerní sedimentace, kolísá od 0 do cca 60 m. Tyto zeminy jsou dobře dobývatelné, hodnoty pevnosti v prostém tlaku většinou nepřesahují 2 MPa. Zejména při bázi horizontu se vyskytují karbonatické pevné a zpevněné polohy.

Další horizont je hlavní vrstvou bílinských skrývkových zemin. Je tvořen převážně žlutošedými až šedými jílovitými písky, písčitými jíly a prachovci. Mocnost horizontu kolísá, může dosáhnout až 200 m. Jde o produkt deltové sedimentace. Zeminy tohoto horizontu jsou samy o sobě dobře dobývatelné, hodnoty pevnosti v prostém tlaku kolísají od 0 (písky) po cca 2,5 MPa. Horizont je však zdrojem nejnebezpečnějších typů pevných a zpevněných poloh [11].

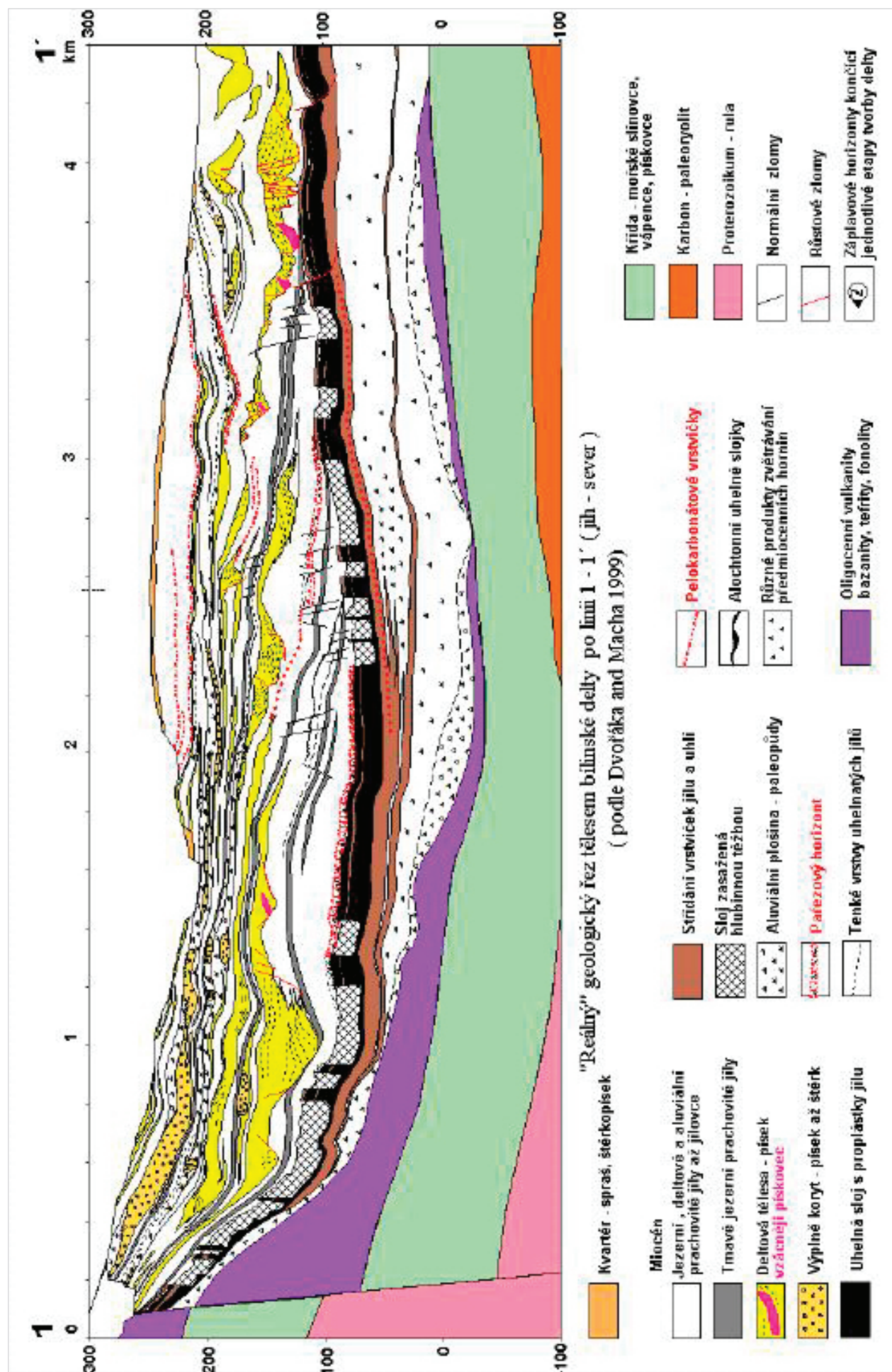
Mocnost uhelné sloje činí v oblasti Dolů Bílina cca 30 m, její podloží tvoří především terciérní šedé jílovce a křídové slínovce. Složitost reálného geologického profilu skrývkových zemin dolu Bílina, vytvořeného díky dlouholetým mapovacím pracím pracovníků OMG DB, zobrazuje obrázek č. 1 [2]. Celkový pohled na skrývkové řezy lomu Bílina ukazuje obrázek č. 2.

4.2 Výskyt, geologická situace a charakteristika pevných poloh lomu Bílina

V oblasti lomu Bílina byly historicky zjištěny 4 hlavní typy pevných a zpevněných poloh [6].

Prvním z nich jsou tenké (mocnost kolísá v rozmezí cca 0,1–0,4 m) spojitě vrstvy jílovců se zvýšeným obsahem sideritu. Tento horninový typ je bez větších problémů těžitelný širokou škálou dobývacích technologií. Výskyt tohoto typu pevných a zpevněných poloh je vázán převážně na bázi horizontu montmorillonicko – illiticko – kaolinitických jílovců (jezerní sedimentace).

Nesouvislé shluky a horizonty bočníkovitých, diskovitých až ploše čočkovitých pelokarbonátových kongregací (mocnost od cca 0,2 m po cca 2 m) jsou druhým typem pevných poloh [6]. Tyto pevné polohy již představují významný problém pro kontinuální těžbu. Jsou sice těžitelné, způsobují však zvýšené opotřebování rypných a drticích orgánů a zároveň mnoho poruch na pásových dopravnících (průrazy gumového pásma, podélné rozříznutí gumového pásma, atd.). Výskyt tohoto typu pevných a zpevněných poloh je převážně vázán na bázi horizontu mont-



Obr. 1: Lom Bílina – geologický profil. [2]



Obr. 2: Lom Bílina – situace skrývkových řezů. (Foto: M. Řehoř)

morilloniticko – illiticko – kaolinitických jílovců (většinou jezerní sedimentace).

Nepravidelná deskovitá tělesa středně až hrubě zrnitého písčovce s převážně dolomitickým tmelem o mocnosti od 0,5 do 10 m (v minulosti výjimečně až 15 m) jsou třetím typem pevných poloh. Tato tělesa mohou dosáhnout plošného rozsahu až 1 000 m² [6]. Jde o nejnebezpečnější typ pevných poloh, který je zpravidla bez aplikace trhacích prací netěžitelný (viz obrázek č. 3). Výskyt těchto poloh je vázán na mocný horizont písčitých jíků, jílovitých písků a prachovců (deltová sedimentace).

Posledním typem pevných poloh jsou písčovce s limonitovým tmelem o mocnosti do 2 m [6]. Tento horninový typ nebyl vzhledem ke své relativní vzácnosti do hodnocení zahrnut. Hlavní parametry obtížně rozpojitelných struktur lomu Bílina [11] ukazuje tabulka č. 1.

5 Geologická a geomechanická situace sedimentů lomu Vršany

Mocnost horizontu skrývkových zemin je v případě lomu Vršany podstatně nižší nežli v případě lomu Bílina, jejich parametry jsou však dosti podobné.

5.1 Geologická a geomechanická situace skrývkových zemin lomu Vršany

Svrchní horizont skrývkových zemin je tvořen kvartérními zeminami, především orníci, hlínami, vysoce kvalitní spraší a šterky. Většina kvartérních zemin je v současnosti již odtěžena.

Svrchní terciární vrstvu tvoří na většině oblasti horizont hnědých, montmorillonicko – illiticko – kaolinitických jíků až jílovců. Mocnost těchto sedimentů, které jsou produktem jezerní sedimentace, kolísá od 0 do cca 40 m. Tyto zeminy jsou dobře dobývatelné, hodnoty pevnosti v prostém tlaku většinou nepřesahují 2 MPa. Zejména při bázi horizontu se vyskytují málo významné karbonátové pevné a zpevněné polohy.

Pod tímto horizontem se nachází svrchní uhelná sloj. Její mocnost kolísá od 0 po cca 5 m (viz obrázek č. 4).

Další meziložní horizont je hlavní vrstvou vršanských skrývkových zemin. Je tvořen převážně žlutošedými až šedými jílovitými písky, písčitými jíly a prachovci. Mocnost horizontu kolísá zhruba v rozmezí 5-50 m. Jde o produkt deltové sedimentace. Zeminy tohoto horizontu jsou samy o sobě dobře dobývatelné, hodnoty pevnosti v prostém tlaku kolísají od 0 (písky) po cca 2,5 MPa. Horizont je však zdrojem nejnebezpečnějších typů pevných a zpevněných poloh [9].

Mocnost hlavní uhelné sloje v oblasti lomu značně kolísá, je rozčleněna na další uhelné lávky s méně výrazným meziložím (zpravidla uhelné jílovce). Podloží sloje tvoří především terciární šedé jílovce, písky, tufy a křídové slínovce. Celkový pohled na skrývkové řezy lomu Vršany ukazuje obrázek č. 4.

5.2 Výskyt, geologická situace a charakteristika pevných poloh lomu Vršany

V oblasti lomu Vršany byly historicky zjištěny 3 hlavní typy pevných a zpevněných poloh.

Tab. 1: Hlavní parametry obtížně rozpojitelných struktur lomu Bílina.

Horninový typ	Pískovce s dolomitickým tmelem	Jílovce s vysokým obsahem sideritu	Sideritické konkrce
spojité	ne	ano	ne
zdrojová hornina	písčitý jílovec, písek	jíl, jílovec	jíl, jílovec
výskyt balvanů	ano	ne	ano
mocnost [m] (min – střední – max)	0,2 – 1,5 – 10 (výjimečně 15)	0,1 – 0,2 – 0,4	0,2 – 0,5 – 2
tvar	desky, bloky	vrstvy	konkrce
složení			
minerál A	křemen	kaolinit	siderit
minerál B	dolomit	siderit	kaolinit
minerál C	siderit	křemen	křemen
minerál D	kaolinit		
minerál E			
další			
objemová hm. [kg/m ³]	2 200	2 200	2 500
pevnost v prostém tlaku [MPa]	10 – 50 (výjimečně do 100)	5 – 15	5 – 40
měrný odpor (W × m)	200	100	150

Výskyty bochníkovitých a diskovitých pelokarbonátových konkrací (mocnost od cca 0,2 m po cca 1 m) jsou prvním typem pevných poloh. Tyto pevné polohy již představují významný problém pro kontinuální těžbu. Jsou sice těžitelné, způsobují však zvýšené opotřebování rýpných a drticích orgánů a zároveň mnoho poruch na pásových dopravnících. Výskyt tohoto typu pevných a zpevněných poloh je převážně vázán na horizont

montmorilloniticko – illiticko – kaolinitických jílovců (většinou jezerní sedimentace).

Nepravidelná deskovitá tělesa středně zrnitého pískovce s převážně dolomitickým tmelem o mocnosti od 0,5 do 5 m jsou druhým typem pevných poloh [9]. Jde o nejnebezpečnější typ pevných poloh, který je v podmínkách lomu Vršany obvykle



Obr. 3: Blok pískovce s dolomitickým tmelem. (Foto: K. Mach)



Obr. 4: Lom Vršany – situace skrývkových řezů. (Foto: P. Šulcek)

obhrabán rýpadlem, vyvalen na pláň skrývkového řezu a rozdrcen. V některých případech je aplikace trhacích prací nezbytná. Výskyt těchto poloh je vázán na meziložní horizont písčitých jíílů, jílovitých písků a prachovců (deltová sedimentace).

Pískovce bez karbonátového tmele o mocnosti od 0,5 do 5 m jsou posledním typem pevných poloh. Tento typ pevných poloh je poněkud méně nebezpečný vzhledem k obvykle nižším hodnotám pevnosti v prostém tlaku. Hlavní parametry obtížně rozpojitelných struktur lomu Vršany ukazuje tabulka č. 2.

6 Geologická a geomechanická situace sedimentů lomu ČSA

Rozsáhlý lom ČSA je situován v blízkosti svahů Krušných hor. Jeho geologická situace je oproti lomům Bílina a Vršany zcela odlišná. To se týká i distribuce pevných a zpevněných poloh.

6.1 Geologická a geomechanická situace skrývkových zemin lomu ČSA

Svrchní horizont skrývkových zemin byl tvořen kvartérními zeminami, především orníci, hlínami a zahliněnými štěrky. Kvartérní zeminy jsou v současnosti prakticky odtěženy.

Hlavní horizont skrývkových zemin lomu ČSA tvoří makroskopicky monotónní vrstva jezerních sedimentů [10]. Jde o horizont hnědých, montmorillonitko – illiticko – kaolinických jíílů až jílovců. Jejich mocnost činila až 200 m, v současnosti jsou však do značné míry odtěženy. Hodnoty pevnosti v prostém tlaku narůstají s hloubkou uložení jílovců od cca 1,5 MPa po cca 5 MPa [10].

Mocnost uhelné sloje činí cca 30 m (s výjimkou výchozových partií v oblasti svahů Krušných hor). Podloží sloje tvoří terciérní šedé jíly, tufy a křídové slíny a pískovce.

6.2 Výskyt, geologická situace a charakteristika pevných poloh lomu ČSA

Situace pevných a zpevněných poloh lomu ČSA je oproti předchozím lokalitám značně odlišná. Byly zde zjištěny pouze dva typy těchto struktur.

Hlavním typem jsou spojitě vrstvy jílovců se zvýšeným obsahem sideritu. Tento typ způsobuje problémy při dobývání, zejména v horizontu nad hlavou uhelné sloje. Zde se vyskytuje souvislý, cca 5 m mocný horizont těchto zemin se zhoršenými dobývacími podmínkami [10]. Obecně se mocnost těchto vrstev pohybuje v rozmezí 0,1 – 5 m a s hloubkou uložení jich přibývá. Jejich výskyt je vázán na horizont montmorillonitko – illiticko – kaolinitických jílovců (jezerní sedimentace).

Druhým, podstatně méně významným typem pevných poloh jsou pelokarbonátové konkrece o mocnosti 0,1-0,5 m. Jsou mnohem méně zastoupené, i jejich výskyt je vázán na horizont montmorillonitko – illiticko – kaolinitických jílovců (jezerní sedimentace). Hlavní parametry obtížně rozpojitelných struktur lomu ČSA ukazuje tabulka č. 3.

7 Situace lomu Libouš

Lom Libouš je situován v jihozápadní části mostecké pánve. Hlavní horizont skrývkových zemin zde tvoří makroskopicky monotónní vrstva jezerních sedimentů. Jde o horizont hnědých,

Tab. 2: Hlavní parametry obtížně rozpojitelných struktur lomu Vršany.

Horninový typ	Pískovce s dolomitickým tmelem	Pískovce	Sideritické konkrce
spojité	ne	ne	ne
zdrojová hornina	písčitý jílovec, písek	písčitý jílovec, písek	jíl, jílovec
výskyt balvanů	ano	ano	ano
mocnost [m] (min – střední – max)	0,2 – 1,5 – 5	0,2 – 1,5 – 5	0,2 – 0,3 – 1
tvar	bloky, desky	bloky, desky	konkrce
složení			
minerál A	křemen	křemen	siderit
minerál B	dolomit	kaolinit	kaolinit
minerál C	siderit		křemen
minerál D	kaolinit		
minerál E			
další			
objemová hm. [kg/m ³]	2 200	2 000	2 500
pevnost v prostém tlaku [MPa]	15 – 50 (výjimečně do 100)	5 – 15	5 – 50
měrný odpor (W × m)	200	200	150

montmorillonicko – illiticko – kaolinických jílů až jílovců. Mocnost makroskopicky monotónního horizontu se pohybuje v rozmezí 40–130 m, jde o produkt jezerní sedimentace.

V době postupu lomu severním směrem se zde vyskytly dva problémové typy pevných poloh. Prvním byly kvarcity v oblasti prvního skrývkového řezu (fosilní sesuv), druhým karbonatické (převážně kalcitové) konkrce v oblasti druhého skrývkového řezu. V současnosti se při postupu lomu východním směrem objevují pouze ojedinělé karbonatické proplástky o mocnosti do 0,3 m, které prakticky nepůsobí problémy při dobývání. Proto tato lokalita nebyla v rámci řešení úkolu hodnocena.

8 Dosavadní zkušenosti s vyhledáváním pevných poloh se zaměřením na možnosti geofyzikálního průzkumu

V současnosti je na všech hodnocených lokalitách hlavní metodou vyhledávání pevných poloh v postupu těžby některá varianta vrtného průzkumu. Možnosti aplikace geofyzikálních metod byly ověřovány pouze na lokalitách Bílina a Vršany (geofyzikální práce na lokalitě ČSA byly určeny pouze pro řešení stabilitní situace svahů Krušných hor, nikoli pro lokalizaci pevných poloh). Autor příspěvku se podílel na geofyzikálním průzkumu skrývkových řezů lomu Vršany, nejvíce zkušeností však bylo získáno na lomu Bílina.

Tab. 3: Hlavní parametry obtížně rozpojitelných struktur lomu ČSA.

Horninový typ	Jílovec s vysokým obsahem sideritu	Sideritické konkrce
spojité	ano	ne
zdrojová hornina	jílovec	jíl, jílovec
výskyt balvanů	ne	výjimečně
mocnost [m] (min – střední – max)	0,1 – 0,3 – 5	0,1 – 0,3 – 0,5
tvar	vrstvy	desky, konkrce
složení		
minerál A	siderit	siderit
minerál B	kaolinit	kaolinit
minerál C	křemen	křemen
minerál D	illit	
minerál E		
další		
objemová hm. [kg/m ³]	2 300	2 500
pevnost v prostém tlaku [MPa]	5 – 35	5 – 40 (výjimečně do 60)
měrný odpor (W × m)	80	150

Tab. 4: Rychlost šíření seismických vln v horninách mostecké pánve.

Horninový typ	V_p [m.s ⁻¹]
aluvium	150 – 600
hlína	150 – 600
suchý písek	150 – 600
zvodněný písek	600 – 1 300
písčitý jíl	300 – 1 000
jíl	1 500 – 3 000
pískovec	1 500 – 4 500
pískovec s karbonátickým tmelem	2 000 – 4 500
vulkanit	2 500 – 3 500

8.1 Vyhledávání pevných poloh na lomu Bílina

Základní metodou využívanou na lokalitě Bílina je bezjádrové vrtání, dále zde byl ověřován široký komplex povrchových geofyzikálních metod, penetrace a GPS aplikace.

Bezjádrové vrtání s využitím snímání jeho mechanických parametrů

Od roku 2008, kdy bylo uvedeno do provozu, jde o hlavní metodu vyhledávání pevných poloh na lomu Bílina [7]. Umožňuje v zájmových oblastech výrazně zahustit základní síť jádrových vrtů. Modifikovaná metoda (zásobník na tyče, pomocný kompresor) umožňuje maximální hloubku vrtání až cca 60 m, lze snímat přítlak, otáčky, rychlost postupu, energii a další charakteristiky postupu vrtání včetně digitálního záznamu [7]. Bezjádrové vrtání je řádově levnější nežli v případě jádrového vrtání a je podstatně rychlejší. Digitální záznam mechanických parametrů umožňuje jednoznačně lokalizovat pevnou polohu. Problémy mohou nastat pouze v případě výskytu silně zvodněných písků nebo pevných poloh o extrémní mocnosti. Určitou nevýhodou je problematický odběr jádra (pouze drt').

Geofyzikální průzkum

Při vyhledávání pevných poloh byla ověřena řada povrchových geofyzikálních metod. Výsledky byly shrnuty v letech 2006-2007 [8]. Šlo o odporové profilování, dipólové elektromagnetické profilování, mělkou refrakční seismiku a použití georadaru. Prakticky u všech metod lze konstatovat nedostatečný hloubkový dosah a komplikace v případě silnějšího zvodnění

masivu, v některých případech i příliš malý fyzikální kontrast mezi pevnou polohou a okolním prostředím. Zásadní změnu by patrně nepřineslo ani využití nejnovějších metod, kterými jsou seismické prostorové prozařování, multielektrodová metoda odporového profilování a georadarové měření ve vrtné variantě (vyhodnocení počítačovou tomografií) [8]. Teoreticky nejúčinnější metodou by byla vrtná varianta seismického průzkumu se zdrojem vln v jednom vrtu (korunka) a senzory v dalších dvou vrtech. Metoda je však finančně a zejména časově náročná, a značný čas a finance by vyžadovalo i její ověření v podmínkách mostecké pánve [8].

Penetrace

Metoda má omezený hloubkový dosah, velkým problémem je nemožnost průniku hrotu velmi pevnými pískovcovými pevnými polohami [7]. Případné modifikace metody by byly časově a finančně velmi náročné.

GPS aplikace

Po roce 2010 byl na lomu Bílina realizován experiment se systémem lokalizace pevných poloh pomocí GPS [1]. Systém je založen na přenosu údajů o poloze kola stroje z GPS. Nejde však o průzkumnou metodu, ale o rychlé zaznamenání aktuální situace. Vzhledem k malému přínosu nebyla metoda prakticky využita.

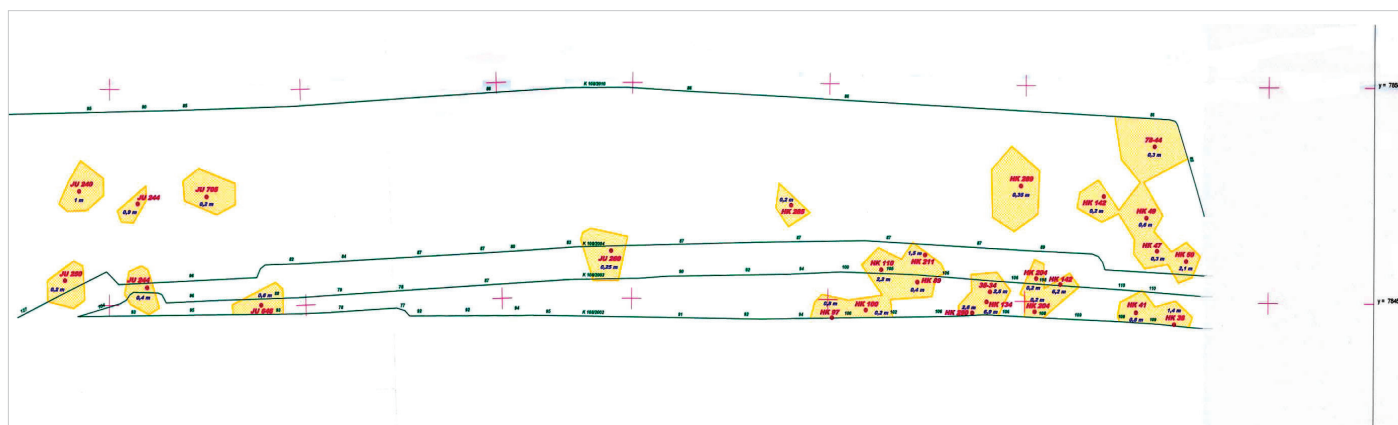
Celkově lze konstatovat, že na lokalitě Bílina se systém bezjádrového vrtání s využitím snímání jeho mechanických parametrů stal hlavní metodou vyhledávání pevných poloh a výzkum dalších metod byl utlumen.

8.2 Vyhledávání pevných poloh na lomu Vršany

Základní metodou využívanou na lokalitě Vršany je jádrové vrtání, ověřován zde byl i komplex povrchových geofyzikálních metod.

Jádrové vrtání s využitím odběru vzorků

Hlavní metodou vyhledávání pevných poloh na lomu Vršany je jádrové vrtání spojené s odběrem vzorků pevných poloh. Využívá poměrně husté síť jádrových vrtů dlouhodobě realizovaných v předpolí lokality a na skrývkových řezech. Výhodou je možnost odběru vzorků z vrtného jádra a zjištění přesné charakteristiky a mocnosti pevné struktury. Nevýhodou je vyšší cena vrtání a při výskytu plošně omezených pevných konkrecí,



Obr. 5: Vyhodnocení výskytu pevných poloh na skrývkovém řezu lokality Vršany (původní měřítko 1 : 2000).

Tab. 5: Vyhodnocení anomálií zjištěných seismickým průzkumem.

Číslo anomálie	Seismická interpretace	Skutečná situace dle těžby
A 1	středně intenzivní anomálie	situovaná na předpokládaném místě pevná poloha (blok pískovce)
A 2	velmi intenzivní anomálie	situovaná na předpokládaném místě pevná poloha (blok pískovce)
A 3	středně intenzivní anomálie	situovaná na předpokládaném místě zvodněný písek (kuřavka)
A 4	středně intenzivní anomálie	situovaná na předpokládaném místě pevná poloha (blok pískovce)
A 5	velmi intenzivní anomálie	situovaná na předpokládaném místě pevná poloha (blok pískovce)
A 6	velmi intenzivní anomálie	situovaná na předpokládaném místě pevná poloha (blok pískovce)
A 7	velmi intenzivní anomálie	situovaná na předpokládaném místě pevná poloha (blok pískovce)
A 8	středně intenzivní anomálie	situovaná na předpokládaném místě ostrý kontakt zvodněného písku a jílovce

balvanů a desek se přesnost vyhodnocení s ohledem na hustotu vrtné sítě snižuje. Výsledkem takového průzkumu je zpravidla prognóza výskytu a orientační stanovení objemu pevných poloh v plánovaném postupu skrývkového řezu. Na obrázku č. 5 je ukázáno vyhodnocení výskytu pevných poloh na skrývkovém řezu lokality založené na vrtném průzkumu.

Geofyzikální průzkum

Ve spolupráci VÚHU a.s. a firmy Geonika s.r.o. byl v letech 2002 a 2003 realizován geofyzikální průzkum na pevné polohy ze skrývkových řezů. V případě geoelektrického průzkumu (odporové profilování a vertikální elektrické sondování) byly hlavními problémy nedostatečný kontrast fyzikálních parametrů, hloubkový dosah a lokální zvodnění masivu. V případě použití georadaru se jako hlavní problém ukázal malý hloubkový dosah cca 10-15 m, neboť těžební společnost požadovala vyhodnocení do hloubky cca 30 m (výška skrývkového řezu). Jako nejnadějnější se jeví výsledky mělké refrakční seismiky. Zde se jako hlavní problém ukázalo lokální zvodnění písků, částečně i hloubkový dosah metody.

Rychlost šíření seismických vln v horninách mostecké pánve ukazuje tabulka č. 4 [3].

Výsledky seismického průzkumu skrývkového řezu se podařilo ověřit až po roce, kdy byly jednotlivé nalezené anomálie ověřeny postupem těžby. Výsledky porovnání výsledků průzkumu se skutečným stavem ukazuje tabulka č. 5 [4]

Dosažená úspěšnost seismického průzkumu činila 75 %. Zadavatelem však byla požadována absolutní úspěšnost (záměrem bylo zcela nahradit vrtný průzkum na pevné polohy a omezit rozsah trhacích prací), takže bylo od dalšího seismického průzkumu zatím upuštěno.

Celkově lze konstatovat, že na lokalitě Vršany zůstává hlavní metodou lokalizace a prognózy výskytu pevných poloh jádrové vrtání a podobně jako na lokalitě Bílina zde byl výzkum dalších metod utlumen.

9 Závěr

První etapou řešení projektu „Bucket wheel excavators operating under difficult mining conditions including unmineable inclusions and geological structures with excessive mining resistance“ bylo na základě požadavku hlavního řešitele projektu stručné shrnutí geologické situace mostecké pánve, základní charakteristiky skrývkových zemin a obtížně těžitelných struktur na jednotlivých těžebních lokalitách a dosavadních zkušeností s aplikací geofyzikálních metod při vyhledávání těchto struktur.

Dosavadní znalosti o výskytu a parametrech pevných a zpevněných poloh mostecké pánve shrnuté v tomto příspěvku jsou poměrně dobré. Vycházejí však především z výsledků různých variant vrtného průzkumu a laboratorních analýz. Výsledky geofyzikálního průzkumu jsou zatím méně přesvědčivé. Hlavními příčinami jsou nedostatečný hloubkový dosah, časté lokální zvodnění masivu a v některých případech i nedostatečný kontrast fyzikálních parametrů pevných poloh a okolního prostředí. Jedním z ambiciózních cílů projektu je konstrukce a nasazení měřicího zařízení na principu georadaru umístěného na kolese rýpadla, které umožní spojitě měření s hloubkovým dosahem cca 3 m. Vzhledem k fyzikální podstatě metody, nutné miniaturizaci zařízení a požadavkům na jeho odolnost a hloubkový dosah měření může být dosažení tohoto cíle velmi obtížné. Případný úspěch by však byl v kombinaci s GPS aplikací pro okamžitou lokalizaci nalezené pevné polohy značným přínosem.

Výsledky prezentované v tomto článku jsou pouze prvním krokem výzkumu, jehož těžiště bude spočívat v monitoringu zatížení těžebních technologií a úpravách jejich konstrukce.

Poděkování

Příspěvek byl realizován s podporou programu RFSC v rámci projektu BEWEXMIN „Bucket wheel excavators operating under difficult mining conditions including unmineable inclusions and geological structures with excessive mining resistance“.

Literatura

- [1] BÍLÝ I., BRABENEC, J.: The concept of monitoring and extraction of dolomite cemented silica sandstone in the Bilina mine, building on innovative alternatives to its use in the coarse and fine production of stonework. SGEM Conference proceedings, Albena 2012, Bulharsko.
- [2] DVOŘÁK Z., MACH, K.: Deltaic deposits in the North Bohemian Brown Coal Basin and their documentation in the Bílina opencast mine. Acta Universitatis Carolinae, 4/1999, 633-641, Praha 1999.
- [3] KAROUS, M.: Geofyzikální metody v inženýrské geologii a geotechnice. Odborný posudek, Geonika s.r.o., Praha 1998.
- [4] KAROUS, M., ŘEHOŘ, M.: Seismický průzkum lokality Vršany. Odborný posudek, VÚHU a.s., Most 2002.
- [5] MACH, K.: Genesis of large scale syndepositional deformations of main coal. seam - Miocene Bílina delta, Most basin. Czech Republic Programme and abstracts of 5th European Coal Conference, 90. Mons-Frameries, Belgium 2002.
- [6] MACH, K.: Geologické aspekty výskytu pevných poloh na povrchovém lomu Bílina. Zpravodaj hnědé uhlí, 3/2003, s. 55-63, ISSN 1213-1660, VÚHU a.s., Most.
- [7] MACH, K.: Application of boring technical parameters logging (geomechanical logging) during geological exploration on lignite opencast mine. Presentace, European Coal Conference, Darmstadt 2010.
- [8] MIKOLÁŠ, M. a kol.: Analýza dobývacích podmínek tvrdých poloh na lomu Bílina – I. a II. etapa. Dílčí zpráva, VŠB – TU Ostrava, 2006-2007.
- [9] ŘEHOŘ, M.: Geomechanický průzkum lokality Vršany. Odborný posudek, VÚHU a.s., Most 2010-2015.
- [10] ŘEHOŘ, M.: Geotechnický průzkum lokality ČSA. Odborný posudek, VÚHU a.s., Most 2010-2015.
- [11] ŽDÁRSKÝ, J., ŘEHOŘ, M.: Geomechanická charakteristika zemin v postupu dobývání skrývky na lokalitě DB. Odborný posudek, VÚHU a.s., Most 2006.