

PEDOLOGICKÁ A GEOMECHANICKÁ CHARAKTERISTIKA ZEMIN SVAHU A BŘEHŮ JEZERA MOST

RNDR. M. Řehoř, Ph.D.

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most

ÚVOD

- **Hydrická rekultivace bývalého povrchového dolu Ležáky – Most dnes představuje v České republice unikátní rekultivační aktivitu.**
- **Těžba hnědého uhlí začala v oblasti dnešního jezera Most v 19. století. První malé povrchové doly, Richard a Princ Eugen, byly založeny roku 1921.**
- **Po 2. světové válce bylo hnědé uhlí dobýváno dvěma velkými povrchovými doly, Ležáky a Most. V roce 1980 překročil objem těžného uhlí 8 mil. tun.**
- **Možnost získat dostupné kvalitní hnědé uhlí bohužel vedla ke zničení historického města Most a několika vesnic.**
- **Těžba hnědého uhlí skončila v roce 1999, následovala úprava svahů. Hydrická rekultivace začala v roce 2008 a bude dokončena příští rok.**
- **Tento příspěvek shrnuje nové výsledky výzkumu břehů jezera Most. Hlavní pozornost je věnována pedologické situaci, obsahu rizikových stopových prvků a botanickým stanovištím**







09/2011 Jezero Most
pohled z jihu na sever

Stručná rekapitulace výsledků dosažených v roce 2011

- **V roce 2011 byla provedena rešerše archivů VÚHU a.s., Báňských projektů Teplice a.s. a Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy Praha v.v.i. Bylo získáno 18 odborných posudků, článků v odborném tisku a ve sbornících konferencí. Celkem bylo získáno 48 využitelných pedologických analýz vzorků. Získaná data byla umístěna v archivu pedologických dat na VÚHU a.s.**
- **Na základě mapování a odběru vzorků byla oblast břehů jezera Most rozčleněna na 3 hlavní oblasti.**
- **První oblast (cca 80 % břehu) tvoří rekultivačně vhodné kaoliniticko illitické hnědé jíly. V oblasti se místně objevují velmi malé oblasti bez vegetace (jejich výskyt je v současnosti mapován). Příčinou je zpravidla výskyt fytotoxických kyselých zemin uhelné sloje, méně často pak výskyt tvrdých, sideritem nabožených zemin.**

Stručná rekapitulace výsledků dosažených v roce 2011

- **Druhou oblast (cca 5 % břehu) tvoří bývalá těžebna kameniva (fonolitu). Je tvořena různě zvětralými bělavými fonolity, od prakticky pevného štěrku po kaolinicky zvětralou zeminu. Rekultivačně jsou tyto zeminy zcela nevhodné, z hlediska krajiny tvoří bývalý lom zajímavý fenomén, který je doporučeno ponechat řízené sukcesi (s odstraněním zbytků uhelné sloje).**

- **Třetí oblast (cca 15 % břehu) tvoří strmý svah Pařidelského laloku. Zeminy jsou zde podobně jako v případě oblasti 1 tvořeny rekultivačně vhodnými kaoliniticko-illitickými jíly. Vzhledem k nebezpečí eroze a sesuvů však zde byly v minulosti v rámci technické rekultivace aplikovány organické hmoty z bývalé papírny Štětí (kůra z odkornění a celulózové kaly).**









HLAVNÍ CÍLE VÝZKUMU V LETECH 2012-2013

- **Pravidelné čtvrtletní vzorkování z 9 stabilních odběrných sond**
- **Výzkum obsahu rizikových stopových prvků v typických zeminách oblasti**
- **Pedologický výzkum botanicky zajímavých stanovišť**
- **Doplňkové pedologické mapování (malé fytotoxické plochy, skluzové oblasti)**

METODIKA PEDOLOGICKÉHO VÝZKUMU BŘEHŮ A SVAHŮ JEZERA MOST

- **Pedologický terénní výzkum byl založen na mapování pomocí půdní sondy a odběru vzorků do hloubky 0,6 m.**
- **Po této etapě výzkumu byla vybrána místa pro realizaci půdních sond o minimální hloubce 0,6 m.**
- **Půdní vzorky byly odebírány ze stěn sond z vizuálně odlišných horizontů (barva, zrnitost). Doporučené množství odebírané zeminy bylo 1 – 1,5 kg / vzorek.**
- **Fyzikálně – mechanické analýzy (zrnitost, porozita).**
- **Mineralogické analýzy (RTG difrakční analýza).**
- **Chemicko pedologické analýzy (zjištění půdní reakce pH/KCl, pH/H₂O, obsahu Cox, CaCO₃, sorpční kapacita S, T, V, obsah přijatelných živin P, K, Mg a u vybraných vzorků zjištění obsahu přijatelných rizikových stopových prvků).**

PRAVIDELNÉ ODBĚRY ZE STÁLÝCH PŮDNÍCH SOND

- **Odběry ze stálých půdních sond probíhají každé čtvrtletí.**
- **Jeden vzorek z každé sondy (do 1 m homogenní prostředí), celkem 9 vzorků**
- **Studium dlouhodobého vývoje půdního profilu**



09/2011 Jezero Most
pohled z jihu na sever

RESULTS OF CHEMICAL AND PEDOLOGICAL ANALYSES

No. of pit	Nc (%)	Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	acceptable nutriens (mg.kg ⁻¹)			sorption capacities		
					P	K	Mg	S	T	V (%)
								mmol/100 g		
S1	0,07	2,2	1,7	6,8	4	311	812	17	17	100
S2	0,05	2,4	1,8	7,0	3	295	763	15	15	100
S3	0,09	2,7	2,1	6,9	6	325	855	17	17	100
S4	0,07	1,9	1,7	6,7	3	256	711	15	15	100
S5	0	5,6	0,8	3,9	0	75	198	5	25	20
S6	0	0	0,4	7,1	1	95	211	3	3	100
S7	0,01	0,2	0,7	7,3	1	105	223	5	5	100
S8	0,08	3,3	2,0	6,8	4	265	724	17	17	100
S9	0,07	2,9	1,8	6,8	3	248	699	15	15	100

POSOUZENÍ VÝSKYTU RIZIKOVÝCH STOPOVÝCH PRVKŮ V JEDNOTLIVÝCH ZÁJMOVÝCH OBLASTECH

- **Hodnocení obsahu rizikových stopových prvků bylo provedeno u vybraných 9 sond. Pro zachování kontinuity výzkumu byla zachována metodika hodnocení sedimentů mostecké pánve využívaná již od 90. let 20. století (stanovení ve výluhu 2 mol/l HNO₃ metodou atomové absorpční spektrometrie).**
- **Probíhají analýzy vzorků odebraných z malých fytotoxických ploch**
- **Byly získány první výsledky laboratorních analýz.**
- **Situaci dlouhodobě vzorkovaných sond ukazuje následující tabulka**

Obsah rizikových stopových prvků v hodnocených zeminách

Prvek	obsah ve vzorku (mg . kg ⁻¹)					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
AS	2,12	0,89	0,62	0,73	2,44	0,12
Be	1,24	0,43	0,22	0,45	1,55	0,11
Cd	0,452	0,128	0,091	0,245	0,442	0,085
Co	12,8	5,9	5,8	8,4	12,9	3,1
Cr	21,8	9,3	10,3	15,6	21,7	6,3
Cu	21,5	9,9	5,4	11,2	32,8	4,6
Hg	-	-	-	-	-	-
Mo	1,976	1,348	0,998	1,615	3,452	0,155
Ni	15,42	12,81	9,75	12,45	14,42	5,44
Pb	16,11	10,56	7,67	12,36	32,89	6,16
V	28,56	10,44	9,78	11,33	24,12	7,45
Zn	18,28	21,8	11,34	13,35	45,23	9,33

Obsah rizikových stopových prvků v hodnocených zeminách
- pokračování

Prvek	obsah ve vzorku (mg . kg ⁻¹)				
	S7	S8	S9		
AS	0,15	0,98	0,75		
Be	0,13	0,56	0,48		
Cd	0,058	0,211	0,216		
Co	4,2	6,3	7,9		
Cr	6,3	10,3	12,6		
Cu	4,7	9,9	11,2		
Hg	-	-	-		
Mo	0,088	1,216	1,432		
Ni	7,66	16,76	12,54		
Pb	5,17	10,56	11,33		
V	6,44	10,44	12,78		
Zn	10,22	21,8	14,33		

POSOUZENÍ VZTAHU VLASTNOSTÍ ZEMIN A VÝSKYTU TYPICKÉ FLÓRY NA JEDNOTLIVÝCH ZÁJMOVÝCH PLOCHÁCH

- **Po ukončení první etapy pedologického a botanického mapování proběhla konzultace řešitelů a bylo vybráno 11 botanicky zajímavých stanovišť, v nichž byly vykopány půdní sondy a odebrány vzorky pro pedologické rozbory.**
- **Odběry vzorků proběhly v závěru roku 2011 a v roce 2012, pedologické analýzy a hodnocení vzorků v roce 2012 – 2013.**
- **Výsledky ukazují následující tabulky.**

Makroskopický popis a místa odběru vzorků odebraných v roce 2012

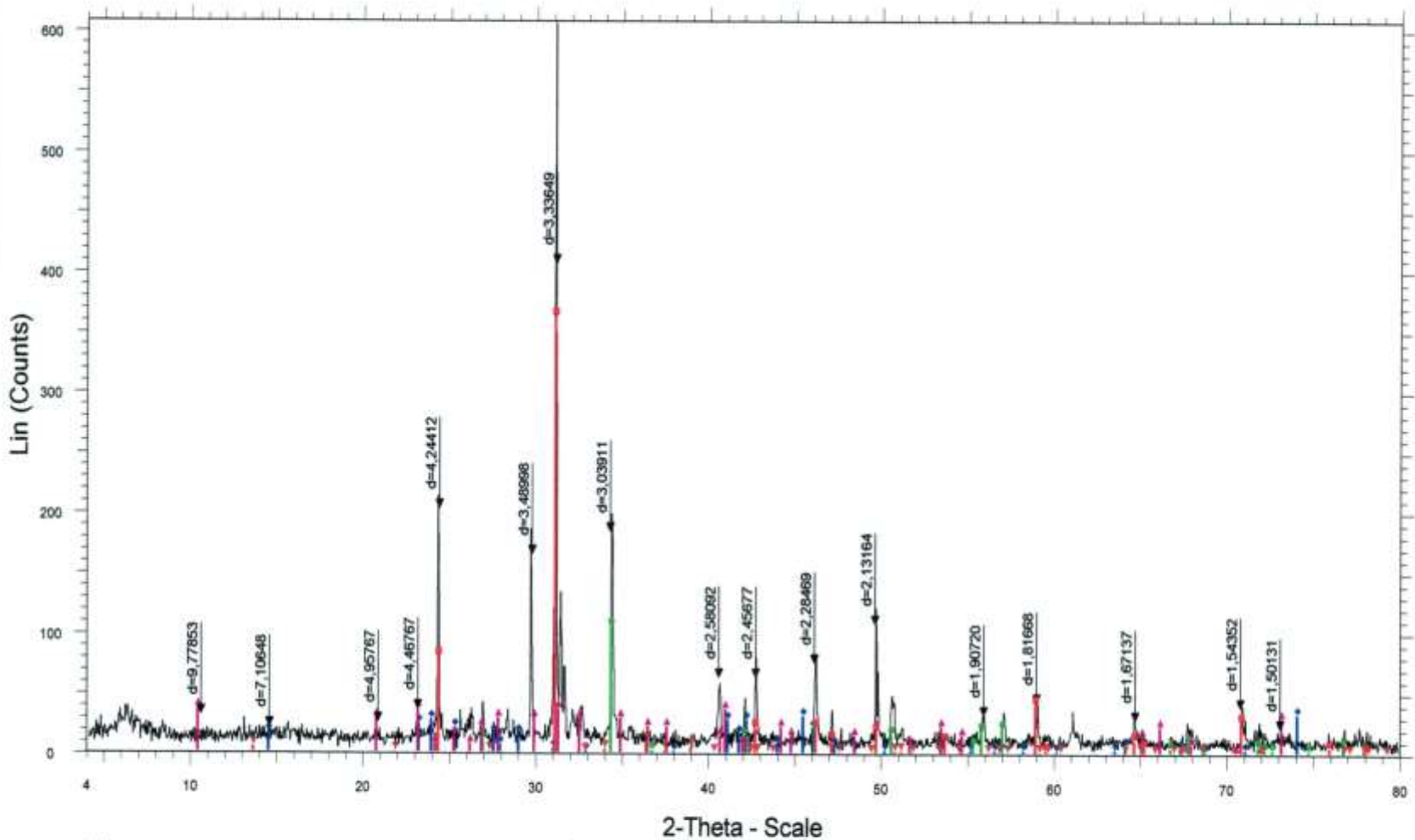
stanoviště	situace stanoviště	makroskopický geologický popis vzorku
1	za vrátnicí podniku, počáteční sukcesní stádium)	hnědý jíl, vulkanit, vypálený jíl, uhelná hmota, antropogenní materiál (směsný vzorek)
2	rákosový svah pod stanovištěm 1	hnědý kaoliniticko-illitický jíl
3	fytotoxická ploška nad rybníkem č. 1.	směs prachovitého jílovce a uhelné hmoty
4	břeh rybníčku č. 1	hnědočerné jílovité bahno
5	břeh rybníčku č. 2	hnědošedé jílovité bahno, poněkud hrubozrnější
5b	břeh rybníčku č. 3	typické šedé rybníční bahno
6	stanoviště pod Celiem, nad cestou. Podmáčená salina s charakteristickou flórou.	mokrý hnědý, kaolinicko-illitický jíl
7	stanoviště pod Celiem, pod cestou. Suchá salina s charakteristickou flórou.	píščitoprachovitý jílovec, patrně tufitický, se zvětralým vulkanitem
8	svahy Kočičího vrchu	částečně zvětralý fonolit
9	svahy Kočičího vrch	silně zvětralý fonolit
10	Pařidelský lalok (oblast s aplikací organiky ze Štětí).	hnědý, kaoliniticko illitický jíl, bez makroskopicky patrné organické hmoty

**Mineralogické složení vzorků odebraných z jednotlivých stanovišť
v roce 2012**

Stanoviště	mineralogické složení vzorku
1	křemen, kaolinit, příměs illitu a amorfni hmoty
2	křemen, kaolinit, illit
3	křemen, kaolinit, illit, amorfni hmota, příměs sideritu
4	křemen, kaolinit, illit
5	křemen, kaolinit, illit
5b	křemen, kaolinit, illit
6	křemen, kaolinit, illit, příměs kalcitu, stopy sádrovce
7	křemen, kaolinit, illit, příměs kalcitu, stopy sádrovce
8	sanidin, egirín amfibol
9	sanidin, egirín amfibol, kaolinit
10	křemen, kaolinit, illit

Základní pedologické parametry vzorků odebraných z jednotlivých stanovišť v roce 2012

Stano- viště	Nc (%)	org. látky Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	přijatelné živiny (mg.kg ⁻¹)			sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S	T	V (%)
								mmol/100 g		
1	0,04	1,9	1,3	6,6	2	233	618	14	14	100
2	0,05	2,1	1,5	7,0	2	291	775	15	15	100
3	0	4,5	0,2	3,9	0	88	123	5	25	20
4	0,07	2,2	1,1	6,7	2	233	668	15	15	100
5	0,04	1,9	0,7	6,5	2	286	653	13	13	100
5b	0,06	2,1	1,3	6,8	3	296	745	15	15	100
6	0,06	2,1	2,9	7,2	2	285	690	14	14	100
7	0,04	1,9	3,0	7,2	2	245	664	14	14	100
8	0	0	0,3	7,3	0	95	188	3	3	100
9	0,01	0,2	0,4	7,3	1	105	223	5	5	100
10	0,08	2,8	2,1	6,9	3	296	723	15	15	100



001-2012 - File: Vrsany3-2012.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 80.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 1339062784 s - 2-Theta: 4.000 ° - Theta: 2

01-078-1252 (A) - Quartz low, syn - α -SiO₂ - Y: 59.76 % - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Hexagonal - a 4.91920 - b 4.91920 - c 5.40500 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 120.000 - Primitive - P3221 (15)

00-012-0447 (D) - Kaolinite 1T - Al₂Si₂O₅(OH)₄ - Y: 5.28 % - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Triclinic - a 5.14000 - b 8.93000 - c 6.91250 - alpha 91.800 - beta 104.500 - gamma 90.000 - 307.017 - F30= 1(0.122)

01-083-1762 (A) - Calcite - Ca(CO₃) - Y: 17.37 % - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Rhombo.H.axes - a 4.98960 - b 4.98960 - c 17.06100 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 120.000 - Primitive - R-3c (167) - 6

00-002-0056 (D) - Illite - KAl₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 5.97 % - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Monoclinic - a 5.18000 - b 9.02000 - c 20.04000 - alpha 90.000 - beta 95.500 - gamma 90.000 - Base-centered - C2/c (15)

00-021-0816 (*) - Gypsum - CaSO₄·2H₂O - Y: 1.51 % - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Monoclinic - a 6.28600 - b 15.21300 - c 5.67800 - alpha 90.000 - beta 114.100 - gamma 90.000 - Base-centered - C2/c (15)

STABILITNÍ PROBLEMATIKA

- **Okolní svahy jezera Most byly rozděleny a stabilně posuzovány podle geologických, hydrogeologických a stabilních územních celků (jižní svahy, západní svahy, severozápadní svahy, Kočičí vrch, kamenolom Konobrze, Střimická výsypka a břehová linie).**
- **Během napouštění jezera Most došlo k poklesům stávající obslužné komunikace, zejména v místech, kde leží na výsypkových zeminách a proto bude nutné navýšit tuto komunikace na požadovaný horizont.**
- **Ze stabilních výpočtů vyplynulo, že je nutná úprava břehové linie svahu v místech, kde došlo k rekonsolidaci výsypkových zemin. Úprava počítá s dosypáním souvislé vrstvy kameniva až po stávající rozražeč. U obvodové komunikace, kde úroveň max. hladiny dosahuje tělesa komunikace, se doporučuje zmírnit sklon tělesa komunikace na 1:3 z důvodu odstranění deformačních účinků na okraj tělesa.**

DALŠÍ PLÁNOVANÉ VELKÉ HYDRICKÉ REKULTIVACE

- **Vedle řady hydrických rekultivací menšího rozsahu lze cca do roku 2050 předpokládat v oblasti mostecké pánve 4 rozsáhlé rekultivační akce.**
- **Půjde o jezero ČSA (předpoklad cca 700 ha), jezero Šverma-Vršany (předpoklad 467 ha), jezero Libouš (předpoklad 1083 ha) a jezero Bílina (předpoklad 1050 ha). Plocha není definitivní.**
- **O budoucí úpravě břehů a postupu rekultivace lze dnes uvažovat na základě současné situace povrchových dolů a hodnocení vrtných jader jádrových vrtů realizovaných v jejich předpolí.**
- **V případě povrchových dolů Libouš a ČSA je nadložní masiv tvořen jílovitými vrstvami podobně jako v případě bývalého lomu Most a v příspěvku popisovaný způsob jeho rekultivace bude v budoucnu dobrým vodítkem.**
- **Povrchové doly Bílina a Vršany – Šverma jsou stratigraficky značně odlišné a vzhledem k výraznému vývoji písčitých meziložních vrstev budou klást podstatně vyšší nároky na minerální těsnění.**

ZÁVĚRY

- V rámci řešení pedologické problematiky výzkumného úkolu bylo v letech 2012 – 2013 realizováno pravidelné sledování vlastností půdního profilu 9 vybraných sond, byla zjišťována kontaminace rizikovými stopovými prvky na zájmových plochách a byly zjišťovány půdní vlastnosti zemin z dalších 11 sond v oblastech zajímavých z hlediska výskytu pozoruhodné flóry.
- Z výsledků sledování stálých sond pravděpodobně plyne mírné zlepšování vlastností půdního profilu, zatím však krátký časový úsek vzorkování
- V letech 2012-2013 bylo provedeno hodnocení obsahu rizikových stopových prvků u vybraných 9 sond. Pro zachování kontinuity výzkumu byla zachována metodika hodnocení sedimentů mostecké pánve využívaná již od 90. let 20. století (stanovení ve výluhu 2 mol/l HNO_3 metodou AAS). Dalších 15 vzorků hodnocených na obsah rizikových stopových prvků bylo odebráno při detailním mapování zájmových ploch na potenciálních drobných fytotoxických plochách. Zatím nebyla zjištěna žádná lokalita s nebezpečně vysokými obsahy rizikových stopových prvků.
- Dále byly v letech 2012-2013 analyzovány vzorky odebrané ze sond na 11 botanicky zajímavých stanovištích. Konfrontace s výsledky botanického průzkumu probíhá.



Děkuji za pozornost