

Výsledky pedologického výzkumu oblasti jezera Most v letech 2012-2013

RNDr. Michal Řehoř, Ph.D.¹, Ing. Marcela Šafářová, Ph.D.¹, Milan Fraštila²

¹Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., tř. Budovatelů 2830/3, Most; rehor@vuhu.cz

²Severočeské doly a.s.

Přijato: 30. 7. 2013, recenzováno: 9. a 26. 8. 2013

Abstrakt

Článek se zabývá pedologickou situací zemin břehů jezera Most. První část příspěvku stručně shrnuje výsledky dosažené v roce 2011. Hlavní pozornost je věnována 4 okruhům výzkumu řešeným v letech 2012 a 2013. Prvním problémem bylo doplňující mapování břehů jezera Most, druhým realizace pravidelného vzorkování z odběrných sond, třetím výzkum 11 lokalit zajímavých z botanického hlediska a čtvrtým výzkum obsahu rizikových stopových prvků v zeminách břehů jezera Most.

Results of the pedological research in the area of the Lake Most in the period 2012-2013

The article briefly summarises the pedological situation of the soils in the coast of the Most Lake. The first part of the article summarises the result of the research in 2011. Main attention is dedicated to 4 research activities carried out in 2012 and 2013. The first topic was geological and pedological mapping of the Most Lake coast. The second activity was periodical sampling of soils from the research pits, the selection of 11 interesting localities from a botanical point of view was the third activity and the study of the risk trace elements in the coastal soils of the Lake Most was the forth one.

Ergebnisse der bodenkundlichen Forschung im Bereich des Sees Most in Jahren 2012-2013

Der Artikel befasst sich mit dem bodenkundlichen Zustand der Böden im Uferbereich des Sees Most. Der erste Teil des Beitrags fasst die im 2011 gewonnenen Ergebnisse kurz zusammen. Die Hauptaufmerksamkeit ist den 4 Forschungsbereichen gewidmet, die in Jahren 2012 und 2013 gelöst wurden: der erste Bereich war die ergänzende Kartierung der Ufer des Sees Most, der zweite die Umsetzung der regelmäßigen Probenahme mittels Entnahmesonden, der dritte die Forschung von 11 vom botanischen Gesichtspunkt interessanten Lokalitäten und der vierte war die Untersuchung des Gehaltes von gefährlichen Spurelementen in Böden des Uferbereiches des Sees Most.

Klíčová slova: hydrická rekultivace, zemina, půdní vlastnosti, geologie.

Keywords: hydrological restoration, soil, soil properties, geology.

1 Úvod

Hydrická rekultivace bývalého lomu Ležáky/Most dnes představuje v České republice unikátní rekultivační akci. Řešení komplexního výzkumného úkolu zadaného Technologickou agenturou České republiky je příležitostí získat cenné poznatky, které mohou být v budoucnu využity při plánování tvorby dalších,

ještě podstatně větších jezer ve zbytkových jámách povrchových dolů oblasti mostecké pánve. Důležitou součástí komplexního výzkumu je pedologická problematika.

Příspěvek v úvodu stručně shrnuje již dříve publikované výsledky pedologického výzkumu získané od počátku řešení. Hlavní pozornost je věnována novým poznatkům z roku 2012 a začátku roku 2013.



Obr. 1: Situace části pedologické oblasti 1 (J a JV svahy jezera).



Obr. 2: Situace části pedologické oblasti 2 (skrývkové řezy zasahující do fonolitového tělesa).



Obr. 3: Situace pedologické oblasti 3 (Pařidelský lalok).

Jde zejména o hodnocení obsahu rizikových stopových prvků u vybraných 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⁻¹ HNO₃ metodou atomové absorpční spektrometrie) [1]. Zatím nebyla zjištěna žádná lokalita s nebezpečně vysokými obsahy rizikových stopových prvků.

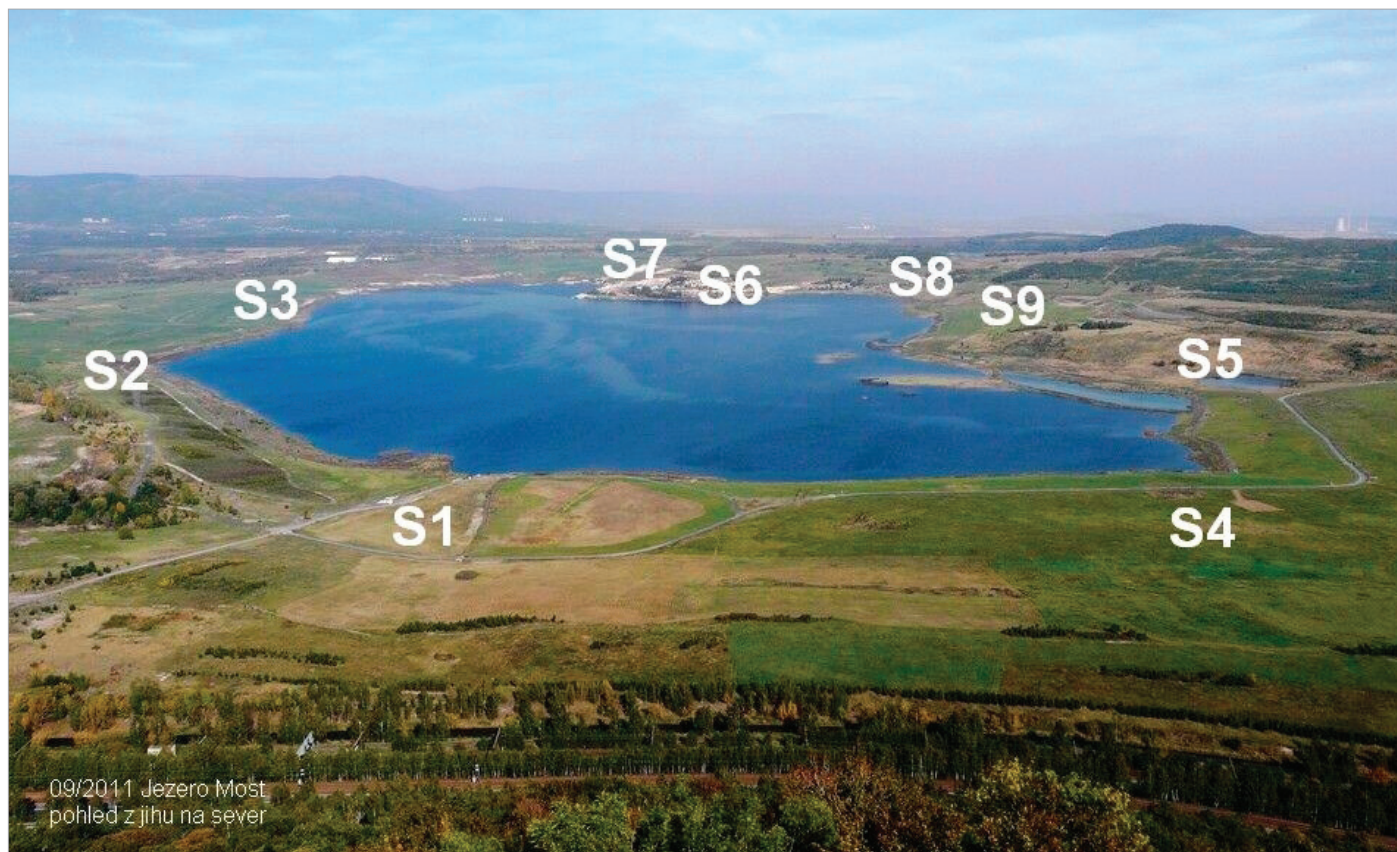
Pozornost je věnována i vyhodnocení vzorků odebraných ze sond realizovaných na botanicky zajímavých stanovištích včetně konfrontace s výsledky botanického výzkumu, dalšího mapování a odběru vzorků z průzkumných sond.

2 Stručná rekapitulace výsledků dosažených v roce 2011

V roce 2011 byla provedena rešerše archivů Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí a.s. (dále VÚHU a.s.), Báňských projektů Teplice a.s. [9] a Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy Praha, v.v.i. [1,2,3]. Bylo získáno 18 odborných posudků, článků v odborném tisku a ve sbornících konferencí [4,5,6,9]. 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 byl zmapován). Příčinou je zpravidla výskyt fytotoxických kyselých zemin uhelné slaje, méně často pak výskyt tvrdých, sideritem nabohacených zemin.
- Druhou oblast (cca 5 % břehu) tvoří bývalá těžebna kameňova (fonolitu). Je tvořena různě zvětralými bělavými fonolity, od prakticky pevného štěrku po kaolinicky zvětřelou zeminu. Rekultivačně jsou tyto zeminy zcela nevhodné, z hlediska krajiny tvoří bývalý lom zajímavý fenomén, který je doporučeno ponechat přirozené sukcesce.
- Třetí oblast (cca 15 % břehu) tvoří strmý svah Pařidelského laloku. Zeminy jsou zde podobné 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) [2].



Obr. 4: Situace kopaných sond na břehu jezera Most.

Tab. 1: Makroskopický popis a místa odběru vzorků odebraných z jednotlivých sond v roce 2012 a 2013.

Sonda	Interval odběru [m]	Lokalita	Plocha	Makroskopický geologický popis
S1	0,0-0,6	jezero Most	oblast 1	šedohnědá hlinitojílovitá zemina s převahou lístkovitě rozpadavého hnědého jílu až jílovce
S2	0,0-0,6	jezero Most	oblast 1	šedohnědá hlinitojílovitá zemina s převahou lístkovitě rozpadavého hnědého jílu až jílovce
S3	0,0-0,6	jezero Most	oblast 1	šedý jílovec, lístkově rozpadavý, slabě zpevněný sideritem
S4	0,0-0,6	jezero Most	oblast 1	šedohnědá hlinitojílovitá zemina s převahou lístkovitě rozpadavého hnědého jílu až jílovce
S5	0,0-0,6	jezero Most	oblast 1	šedá jílovito prachovitá zemina se silnou příměsí uhelné hmoty
S6	0,0-0,6	jezero Most	oblast 2	bělošedý fonolitový štěrk
S7	0,0-0,6	jezero Most	oblast 2	fonolit bělošedý, silně kaolinicky zvětralý
S8	0,0-0,6	jezero Most	oblast 3	šedohnědá hlinitojílovitá zemina s převahou lístkovitě rozpadavého hnědého jílu až jílovce
S9	0,0-0,6	jezero Most	oblast 3	šedohnědá hlinitojílovitá zemina s převahou lístkovitě rozpadavého hnědého jílu až jílovce

Bylo realizováno 10 odběrných sond a provedeny vstupní odběry a analýzy vzorků. Situaci jednotlivých oblastí ukazují obrázky č. 1 - 3.

3 Výsledek řešení v letech 2012 - 2013

3.1 Metodika rekognoskace terénu, mapovacích prací a laboratorních analýz realizovaných v roce 2012

Tyto terénní práce byly realizovány v období 02/2012 – 06/2013. Šlo o doplňkové detailní pedologické mapování a pravidelné odběry vzorků ze stálých odběrných sond.

Rekognoskace terénu byla prováděna pomocí půdních vpichů sondovací tyčí do hloubky 0,6 m půdního profilu v celém hodnoceném území [7]. Stanovení počtu vpichů na 1 ha záviselo na heterogenitě zeminy.

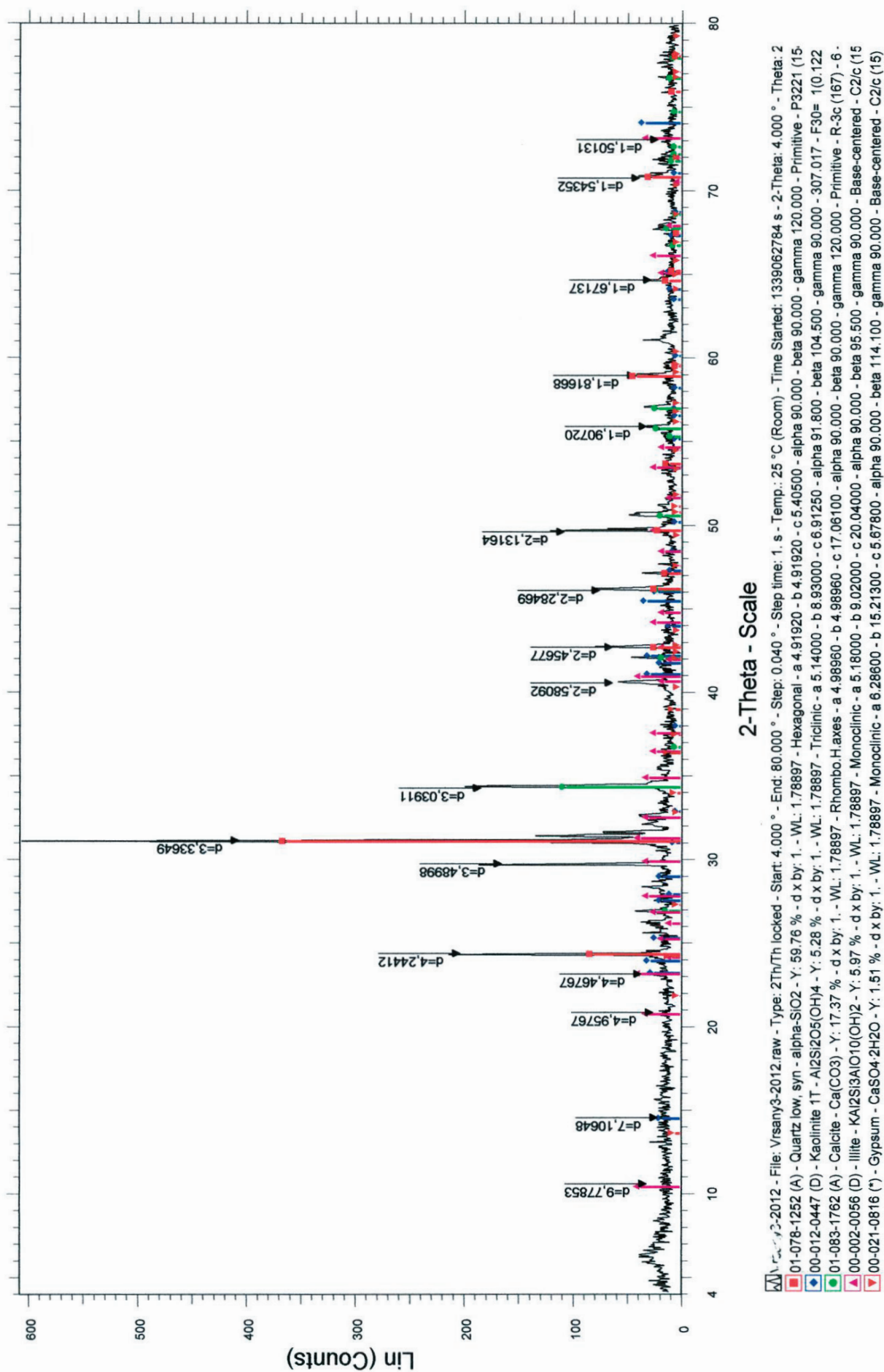
Odběr půdních vzorků byl prováděn z obnažené stěny půdní sondy, a to pouze z horizontů, které se makroskopicky odlišovaly

(zrnitostně, barevně). Množství odebrané zeminy pro jeden vzorek bylo 1 - 1,5 kg, v případě zastoupení skeletu v zemině nad 20 % se zvyšovalo na 3 - 5 kg. Místa odběru byla zaznamenávána do pracovní mapy. Při odběru vzorků byla vždy prováděna fotodokumentace. Na vzorcích se hodnotily vlastnosti mineralogické, fyzikálně-mechanické, chemické a pedologické [8].

Veškeré realizované laboratorní analýzy byly provedeny zkušebními laboratořemi VÚHU a.s. a VÚMOP, v.v.i., akreditovanými ČIA dle ČSN EN 150/IEC 17025 na základě interních metodických postupů vycházejících z příslušných norem [8]. U každého vzorku bylo realizováno stanovení zrnitosti, hodnocení mineralogického složení na RTG difraktometru Siemens, stanovení půdní reakce, stanovení obsahu CaCO_3 , stanovení obsahu a kvality oxidovatelného uhlíku a humusu, stanovení obsahu dusíku a síry, stanovení sorpční schopnosti, stanovení obsahu přijatelných živin dle Melich III [1] a stanovení obsahu rizikových stopových prvků.

Tab. 2: Základní pedologické parametry zemín z jednotlivých sond – odběr v říjnu 2012.

Typ zeminy	Nc (%)	Organické látky Cox (%)	CaCO_3 (%)	pH KCl	Přijatelné živiny [mg.kg ⁻¹]			Sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S mmol/100 g	T	V (%)
S1	0,06	1,9	1,4	6,8	3	295	818	16	16	100
S2	0,05	2,2	1,7	6,9	3	290	753	15	15	100
S3	0,07	2,7	2,1	6,9	5	313	822	16	16	100
S4	0,06	1,8	1,5	6,8	3	258	698	15	15	100
S5	0,00	5,5	0,6	3,6	0	55	175	5	25	20
S6	0,00	0	0,2	7,1	0	90	212	3	3	100
S7	0,01	0,1	0,7	7,2	1	110	218	4	4	100
S8	0,08	3,4	2,1	6,8	3	248	724	16	16	100
S9	0,07	2,7	1,8	6,8	3	250	685	15	15	100



Obr. 5: Vyhodnocený RTG difraktogram vzorku z oblasti se salinní flórou.

Tab. 3: Základní pedologické parametry zemin z jednotlivých sond - odběr v květnu 2013.

Typ zeminy	Nc (%)	Organické látky Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	Přijatelné živiny [mg.kg ⁻¹]			Sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S mmol/100 g	T	V (%)
S1	0,08	2,2	1,9	6,9	5	313	833	17	17	100
S2	0,06	2,4	2,0	7,1	3	307	795	16	16	100
S3	0,09	2,8	2,3	6,8	6	341	912	18	18	100
S4	0,06	2,0	1,7	6,8	4	284	750	16	16	100
S5	0,00	5,4	0,6	4,0	0	81	197	5	25	20
S6	0,00	0,0	0,4	7,2	1	94	221	4	4	100
S7	0,00	0,2	0,8	7,3	1	111	215	5	5	100
S8	0,10	3,3	2,1	6,9	4	283	766	17	17	100
S9	0,08	3,0	1,8	6,9	4	256	705	16	16	100

Tab. 4: Obsah rizikových stopových prvků v hodnocených zeminách.

Prvek	Obsah ve vzorku [mg.kg ⁻¹]								
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
AS	2,12	0,89	0,62	0,73	2,44	0,12	0,15	0,98	0,75
Be	1,24	0,43	0,22	0,45	1,55	0,11	0,13	0,56	0,48
Cd	0,452	0,128	0,091	0,245	0,442	0,085	0,058	0,211	0,216
Co	12,8	5,9	5,8	8,4	12,9	3,1	4,2	6,3	7,9
Cr	21,8	9,3	10,3	15,6	21,7	6,3	6,3	10,3	12,6
Cu	21,5	9,9	5,4	11,2	32,8	4,6	4,7	9,9	11,2
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mo	1,976	1,348	0,998	1,615	3,452	0,155	0,088	1,216	1,432
Ni	15,42	12,81	9,75	12,45	14,42	5,44	7,66	16,76	12,54
Pb	16,11	10,56	7,67	12,36	32,89	6,16	5,17	10,56	11,33
V	28,56	10,44	9,78	11,33	24,12	7,45	6,44	10,44	12,78
Zn	18,28	21,8	11,34	13,35	45,23	9,33	10,22	21,8	14,33

Tab. 5: Makroskopický popis a místa odběru vzorků odebraných z botanicky významných stanovišť v roce 2011.

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 prachovitěho jílovce a uhelné hmoty
4	břeh rybníčku č. 1	hnědočerné jílovité bahno
5	břeh rybníčku č. 2	hnědošedé jílovité bahno, poněkud hrubozrnnější
5b	břeh rybníčku č. 3	typické šedé rybniční bahno
6	stanoviště pod Celiem, nad cestou Podmáčená salina s charakteristickou flórou	mokrý hnědý, kaoliniticko-illitický jíl
7	stanoviště pod Celiem, pod cestou suchá salina s charakteristickou flórou	píscitoprachovitý jílovec, patrně tuftický, se zvětralým vulkanitem
8	svahy Kočičího vrchu	částečně zvětralý fonolit
9	svahy Kočičího vrchu	silně zvětralý fonolit
10	Pařídelský lalok (oblast s aplikací organiky ze Štětí)	hnědý, kaoliniticko-illitický jíl, bez makroskopicky patrné organické hmoty

3.2 Výsledky pravidelných odběrů vzorků realizovaných v roce 2012

V rámci pedologického mapování byla v roce 2011 vybrána optimální místa pro vyhloubení 9 půdních sond pro dlouhodobý odběr vzorků (pět sond v oblasti 1, dvě sondy v oblasti 2 a dvě sondy v oblasti 3). V roce 2012 proběhly na těchto sondách dvakrát odběry a analýzy vzorků (5/2012 a 10/2012). Rozmístění sond ukazuje obrázek č. 4.

Zatím poslední odběr proběhl v květnu 2013, výsledky analýz (říjen 2012 a květen 2013) ukazují tabulky č. 1 - 3.

Vedle odběru vzorků a laboratorních analýz pokračovalo celý rok 2012 a v prvním pololetí 2013 soustavné mapování jednotlivých půdních oblastí. Jeho cílem bylo upřesnit pedologii jednotlivých oblastí a nalézt případné malé izolované plochy odlišných vlastností (zejména fytotoxické). Získaná data jsou pravidelně umísťována v archivu dat Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí a.s.

3.3 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⁻¹ HNO₃ metodou atomové absorpční spektrometrie).

Výsledky ukazuje tabulka č. 4. Dalších 15 vzorků hodnocených na obsah rizikových stopových prvků bylo odebráno při detailním mapování zájmových ploch na potenciálních drobných fytotoxických plochách. Jejich analýzy v současnosti probíhají.

Získaná data jsou pravidelně umísťována v archivu dat Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí a.s.

3.4 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

Tab. 6: Mineralogické složení vzorků odebraných z jednotlivých botanicky významných stanovišť (vyhodnoceno 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

zájímavých stanovišť, v nichž byly vykopány půdní sondy a odebrány vzorky pro pedologické rozborů metodikou popsanou v kapitole 3. Odběry vzorků proběhly v závěru roku 2011, pedologické analýzy a hodnocení vzorků v roce 2012.

Charakteristiku jednotlivých vybraných stanovišť uvádí tabulka č. 5.

Mineralogické složení odebraných vzorků ukazuje tabulka č. 6, pedologické vlastnosti tabulka č. 7. Na obrázku č. 5 je vyhodnocený RTG difraktogram s mineralogií vzorku z oblasti se salinní flórou.

4 Závěr

V rámci řešení pedologické problematiky výzkumného úkolu bylo v letech 2012 – 2013 realizováno pravidelné sledování vlastností půdního profilu z 9 vybraných sond, byla zjišťována kontaminace

Tab. 7: Základní pedologické parametry vzorků odebraných z jednotlivých botanicky významných stanovišť (vyhodnoceno v roce 2012).

Stanoviště	Nc (%)	Organické 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	0,00	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	0,00	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

rizikovými stopovými prvky na zájmových plochách, probíhalo mapování a byly zjišťovány půdní vlastnosti zemin z dalších 11 sond v oblastech zajímavých z hlediska výskytu pozoruhodné flóry.

V rámci první oblasti řešení pedologické problematiky proběhly na vybraných sondách třikrát odběry a analýzy vzorků (5/2012, 10/2012 a 5/2013). Z výsledků patrně plyne velmi pomalé zlepšování půdních vlastností, pro definitivní závěry je však nutné vzorkování v delším časovém úseku. Druhou oblastí řešení bylo pokračování soustavného mapování jednotlivých půdních oblastí. Jeho cílem bylo upřesnit pedologii jednotlivých oblastí a nalézt případné malé izolované plochy odlišných vlastností (zejména sterilní a fytotoxické). Celkem bylo odebráno a analyzováno 18 vzorků. Dalších 15 vzorků bylo odebráno v rámci mapování a jejich analýzy probíhají. Dosud bylo zmapováno několik desítek malých sterilních i fytotoxických ploch a malých skluzů. Tyto práce dále pokračují.

V rámci třetí oblasti řešení pedologické problematiky bylo provedeno hodnocení obsahu rizikových stopových prvků u vybraných 9 sond. Dosažené výsledky uvádí tento příspěvek. Pro zachování kontinuity výzkumu byla zachována metodika hodnocení sedimentů mostecké pánve využívaná již od 90. let 20. století (stanovení ve výluhu 2 mol.l⁻¹ HNO₃ metodou atomové absorpční spektrometrie). Dalších 15 vzorků hodnocených na obsah rizikových stopových prvků bylo odebráno při detailním mapování zájmových ploch na potenciálních drobných fytotoxických plochách. Jejich analýzy v současnosti probíhají. Zatím nebyla zjištěna žádná lokalita s nebezpečně vysokými obsahy rizikových stopových prvků a její nález je i v budoucnu málo pravděpodobný.

Poslední oblastí výzkumu byla analýza vzorků odebraných ze sond na 11 botanicky zajímavých stanovištích. Výsledky pedologického výzkumu uvádí tento příspěvek.

Poděkování

Příspěvek byl realizován s podporou projektu „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydričké rekultivace hnědouhelných lomů“, č. TA 01020592 Technologické Agentury ČR.

Literatura

- [1] ČERMÁK, P., KOHEL, J., DEDERA, F.: *Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského hnědouhelného revíru*. Metodika, VÚMOP Praha, 1998.
- [2] ČERMÁK, P.: *Hodnocení chemických změn výsypkových zemin rekultivovaných celulóзовými kaly*. Odborný posudek, VÚMOP Praha, 1992.
- [3] DEDERA, F., ŠPIŘÍK, F.: *Zpráva o sledování a vyhodnocení lesnického poloprovozního pokusu na lokalitě Střimická výsypka – Ležáky I*. Zpráva, VÚMOP Praha, 1992.
- [4] DVOŘÁK P., ŠVEC, J.: *Napouštění zbytkové jámy lomu Most – Ležáky*. Časopis Vesmír 88, s. 46, ISSN 1214-4029, Praha 2009.
- [5] KAŠPAR, J., MĚSTKOVÁ, L.: *Rekultivace a voda*. Sborník symposia Hornická Příbram ve vědě a technice, Příbram, 2003.
- [6] MAJER, J. a kol.: *Uhelné hornictví v ČSSR*. Nakladatelství Profil, Ostrava, 1985.
- [7] ŘEHOŘ, M.: *Rekultivace krajiny postižené těžbou hnědého uhlí se zaměřením na tvorbu antropogenních půdních profilů*. Disertační práce doktorského studia, Ostrava, 2007.
- [8] ŘEHOŘ, M., LANG, T., EIS, M.: *Application of new methods in solving current reclamation issues of Severočeské doly, a.s.* World of Surface Mining, Braunkohle and Other Minerals, s. 383-386, 6/2006, ISSN 1613-2408.
- [9] Kolektiv autorů: *Generel rekultivací lokality Most – Ležáky*. Zpráva, Báňské projekty Teplice, 2006.