

PEDOLOGICKÝ VÝZKUM BŘEHU A SVAHŮ JEZERA MOST V LETECH 2013-2014

Abstrakt

Tento příspěvek prezentuje nové výsledky pedologické části komplexního výzkumu oblasti dnešního jezera Most získané v letech 2013 – 2014. V tomto období bylo realizováno pokračování pravidelných odběrů vzorků ze stálých 9 odběrných sond. Dále bylo dokončeno detailní doplňkové pedologické mapování tří vymezených pedologických oblastí včetně nalezení všech drobných fyto toxických a sterilních plošek. Důraz byl kladen na zjištění výskytu rizikových stopových prvků a dalších škodlivin v zeminách těchto plošek. V poslední části příspěvku je uvedeno srovnání obsahu rizikových stopových prvků v zeminách oblasti jezera Most a zeminách dalších typů lokalit.

Abstract:

This article briefly summarises the new results of the Most lake present area pedological research in 2013 – 2014. The periodical sampling from the nine research pits was realised in this period. The finishing of the pedological mapping of the three main areas including the location of small phytotoxic areas was the second research problem. The main attention was dedicated to the research of the risk trace elements occurrence in these phytotoxic areas. The last part of this paper is dedicated to the comparison of the risk trace element content in the Most lake soils and different localities soils.

Klíčová slova: rekultivace, historie, přirozená sukcese

Keywords: restoration, history, natural succession

1 Úvod

Hydrická rekultivace bývalého lomu Ležáky/Most dnes představuje v České republice unikátní rekultivační akci [4]. Komplexní výzkum oblasti dnešního jezera Most realizovaný díky Technologické agentuře ČR v rámci projektu č. TA01020592 umožnil získat cenné poznatky, které mohou být v budoucnu využity při plánování tvorby dalších jezer ve zbytkových jamách povrchových dolů oblasti mostecké pánve. Výsledky pedologické části projektu získané v letech 2013 - 2014 prezentuje tento příspěvek.

V letech 2013 – 2014 bylo realizováno pokračování pravidelných odběrů vzorků ze stálých 9 odběrných sond. Dále bylo dokončeno detailní doplňkové pedologické mapování tří vymezených pedologických oblastí včetně nalezení všech drobných fyto toxických a sterilních plošek a skluzových oblastí. Důraz byl kladen na

zjištění výskytu rizikových stopových prvků a dalších škodlivin v zeminách výše uvedených drobných fytotoxických a sterilních plošek.

Pozornost byla věnována i srovnání obsahu rizikových stopových prvků v zeminách oblasti jezera Most a dalších referenčních oblastí. Šlo o jednotlivé rekultivované výsypky a rostlé skrývkové zeminy mostecké pánve.

Dosažené výsledky pedologického výzkumu byly zohledněny při přípravě metodiky průzkumných prací a rekultivace břehů budoucích jezer. Budou využity i při dalších rekultivačních pracích v oblasti jezera Most.

2. Stručná rekapitulace výsledků dosažených v letech 2011 - 2012

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 zmapován). Příčinou je zpravidla výskyt fytotoxických kyselých zemin uhelné sloje, méně často pak výskyt tvrdých, sideritem nabožených zemin.

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 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].

Bylo realizováno 10 odběrných sond a realizovány vstupní odběry a analýzy vzorků. V roce 2012 proběhly 2 odběry ze stálých průzkumných sond a další vzorky byly získány z ploch se specifickou flórou.

3. Metodika rekognoskace terénu, mapovacích prací a laboratorních analýz realizovaných v letech 2013 - 2014

Rekognoskace terénu byla prováděna pomocí půdních vpichů sondovací tyčí do hloubky 0,6 m půdního profilu v celém hodnoceném území. Stanovení počtu vpichů na 1 ha záviselo na heterogenitě zeminy [5]

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.

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. 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.

4. Výsledky pravidelných odběrů vzorků realizovaných v roce 2013

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 2013 proběhly na těchto sondách dvakrát odběry a analýzy vzorků (5/2013 a 9/2013). Výsledky analýz ukazují tabulky č. 1 – 2.

Tabulka č. 1: Základní pedologické parametry zemin z jednotlivých sond – odběr v květnu 2013

horninový typ	Nc (%)	org. látky Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	přijatelné živiny (mg.kg ⁻¹)			sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S	T	V (%)
								mmol/100 g		
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	5,4	0,6	4,0	0	81	197	5	25	20
S6	0	0	0,4	7,2	1	94	221	4	4	100
S7	0	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

S1-zemina jílovohlinitá, S2-zemina jílovohlinitá, S3-zemina jílovohlinitá, S4-zemina jílovohlinitá, S5-zemina hlinitá, S6-zemina šterkovitá, S7-zemina hlinitopísčitá, S8-zemina jílovohlinitá, S9-zemina jílovohlinitá

**Tabulka č. 2: Základní pedologické parametry zemin z jednotlivých sond
- odběr v září 2013**

horninový typ	Nc (%)	org. látky Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	přijatelné živiny (mg.kg ⁻¹)			sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S	T	V (%)
								mmol/100 g		
S1	0,10	2,3	1,9	7,0	5	320	857	18	18	100
S2	0,07	2,4	2,1	7,1	5	316	812	17	17	100
S3	0,10	2,8	2,3	6,9	6	358	922	18	18	100
S4	0,07	2,1	1,9	6,9	5	298	766	16	16	100
S5	0	5,1	0,7	4,3	0	82	198	6	24	25
S6	0	0	0,4	7,2	1	99	245	6	6	100
S7	0,02	0,3	1,1	7,3	3	123	221	7	7	100
S8	0,11	3,3	2,2	7,0	5	288	801	17	17	100
S9	0,10	3,3	1,9	7,0	5	282	715	17	17	100

S1-zemina jílovohlinitá, S2-zemina jílovohlinitá, S3-zemina jílovohlinitá, S4-zemina jílovohlinitá, S5-zemina hlinitá, S6-zemina šterkovitá, S7-zemina hlinitá, S8-zemina jílovohlinitá, S9-zemina jílovohlinitá

Výsledky dosažené v roce 2013 již poměrně jednoznačně dokládají velmi pomalé zlepšování chemicko – pedologických parametrů zemin v odběrných sondách.

Vývoj bude statisticky zhodnocen po ukončení série vzorkování ve čtvrtém roce řešení.

5. Výsledky doplňkových mapovacích prací

V letech 2013 a 2014 pokračovalo soustavné mapování jednotlivých půdních oblastí. Jeho cílem bylo upřesnit pedologii jednotlivých oblastí a nalézt případné malé izolované plochy odlišných vlastností (zejména fytotoxické). Vzhledem k vývoji stabilní situace v letech 2012 – 2013 byla v rámci mapování věnována pozornost novým drobným skluzům a sesuvům.

Výsledkem mapování je zjištění 15 drobných fytotoxických ploch vyskytujících se v pedologické oblasti 1 a 3 a 17 drobných a středně velkých skluzů. Výskyty byly zaměřeny pomocí GPS a v současnosti jsou zakreslovány do půdní mapy.

Detail zemin fytotoxické plošky je ukázán na obrázku č. 1.



Obrázek č. 1: Detailní pohled na drobnou fyto toxickou plochu v půdní oblasti 1

6 . Posouzení výskytu rizikových stopových prvků v jednotlivých zájmových oblastech svahů jezera Most

Hodnocení obsahu rizikových stopových prvků bylo provedeno u vzorků odebraných z nalezených 15 drobných fyto toxických ploch. 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 atomové absorpční spektrometrie).

Výsledky ukazuje následující tabulka č. 3.

Tabulka č. 3: Obsah rizikových stopových prvků v hodnocených zeminách

prvek	obsah ve vzorku (mg . kg ⁻¹)					
	plocha 1	plocha 2	plocha 3	plocha 4	plocha 5	plocha 6
As	3,1	8,5	6,3	9,1	4,1	1,9
Be	1,53	1,32	0,75	1,65	0,95	0,11
Cd	0,643	0,435	0,302	0,833	0,432	0,085
Co	14,9	16,1	19,1	21,3	9,9	4,2
Cr	44,5	48,9	21,5	55,4	36,2	8,1
Cu	33,8	44,2	26,1	53,2	32,8	4,6
Hg	-	-	-	-	-	-
Mo	2,66	3,01	1,98	3,25	1,66	0,18
Ni	31,4	28,6	16,4	33,6	18,3	6,25
Pb	28,6	35,2	22,5	46,8	32,8	9,3
V	23,9	28,6	9,7	31,5	18,6	8,5
Zn	63,2	88,5	23,6	86,2	24,7	11,2

Tabulka č. 3: Obsah rizikových stopových prvků v hodnocených zeminách - pokračování

prvek	obsah ve vzorku (mg . kg ⁻¹)					
	plocha 7	plocha 8	plocha 9	plocha 10	plocha 11	plocha 12
As	0,9	4,8	8,2	9,8	0,8	1,1
Be	0,12	1,12	1,33	1,55	0,13	0,15
Cd	0,098	0,733	0,911	0,899	0,065	0,056
Co	6,4	18,5	26,1	22,5	8,4	7,2
Cr	8,5	41,4	62,1	71,2	10,2	8,4
Cu	9,2	9,9	59,2	46,8	11,7	12,6
Hg	-	-	-	-	-	-
Mo	0,03	3,11	3,22	2,68	0,09	0,11
Ni	12,1	36,5	31,2	38,8	11,1	14,6
Pb	9,3	33,8	46,8	51,2	8,9	12,9
V	10,1	29,4	26,1	30,0	9,5	16,3
Zn	14,2	75,5	69,3	77,5	12,8	13,1

Tabulka č. 3: Obsah rizikových stopových prvků v hodnocených zeminách - pokračování

prvek	obsah ve vzorku (mg . kg ⁻¹)				
	plocha 13	plocha 14	plocha 15		
As	0,18	6,5	7,1		
Be	0,12	1,15	1,32		
Cd	0,088	0,798	0,818		
Co	6,2	29,6	22,7		
Cr	8,8	55,5	46,1		
Cu	7,3	46,4	39,8		
Hg	-	-	-		
Mo	0,08	2,11	3,12		
Ni	15,2	31,7	23,7		
Pb	9,6	54,4	44,2		
V	10,1	22,2	28,0		
Zn	12,8	63,2	66,1		

Na vybraných typických fyto toxických a sterilních ploškách proběhl opakovaný odběr a analýzy vzorků v zimě 2014. Výsledky udává následující tabulka č. 4.

Tabulka č. 4: Obsah rizikových prvků v zeminách fyto toxických a sterilních plošek (svahy jezera Most)

prvek	obsah ve vzorku (mg . kg ⁻¹)					
	plocha 1	plocha 2	plocha 3	plocha 4	plocha 5	plocha 6
As	3,1	10,5	5,3	14,1	4,1	1,9
Be	1,53	1,32	0,75	1,65	0,95	0,11

Cd	0,64	0,43	0,30	0,83	0,43	0,08
Co	14,9	16,1	19,1	21,3	9,9	4,2
Cr	44,5	48,9	21,5	55,4	36,2	8,1
Cu	33,8	44,2	26,1	53,2	32,8	4,6
Hg	-	-	-	-	-	-
Mo	2,66	3,01	1,98	3,25	1,66	0,18
Ni	31,4	28,6	16,4	33,6	18,3	6,25
Pb	28,6	35,2	22,5	46,8	32,8	9,3
V	23,9	28,6	9,7	31,5	18,6	8,5
Zn	63,2	88,5	23,6	86,2	24,7	11,2

Obsahy rizikových stopových prvků jsou v zeminách fyto toxických ploch vyšší nežli v případě základních odběrných sond. Poměrně výrazný rozdíl byl zjištěn mezi fyto toxickými ploškami s uhelnou hmotou (plochy 2 a 4) a plochami sterilními se zvýšeným obsahem sideritu (plochy 1, 3, 5, 6). Zvýšené obsahy rizikových stopových prvků v zeminách s uhelnou hmotou pravděpodobně způsobují přítomné sulfidy železa a produkty jejich rozpadu.

Zjištěné obsahy rizikových stopových prvků byly porovnány s limitním pozadím požadovaným pro půdy náležející do zemědělského půdního fondu dle vyhlášky MŽP ČR č. 13/1994 Sb.). V žádném hodnoceném vzorku nebyly zjištěny nebezpečné obsahy rizikových stopových prvků. Veškeré zjištěné výsledky uvádějí dílčí výzkumné zprávy projektu TAČR.

7. Srovnání výsledků analýz vzorků oblasti jezera Most s dalšími lokalitami

Pro srovnání výsledků analýz na rizikové stopové prvky zjištěných v zeminách jezera Most a v zeminách dalších lokalit byla využita data z dlouhodobého výzkumu výsypkových lokalit mostecké pánve a data z jádrového vrtu z blízkosti Krušných hor, kde byly odebírány zeminy bez jakéhokoliv antropogenního vlivu. Zjištěné obsahy rizikových stopových prvků byly v obou případech porovnány s limitním pozadím požadovaným pro půdy náležející do zemědělského půdního fondu dle vyhlášky MŽP ČR č. 13/1994 Sb.).

Hodnocené lesnický rekultivované antropozemě představují nejběžnější přímý způsob rekultivace nadložních zemin (zpravidla šedých miocenních jíílů) založených na povrch výsypek [6]. Výjimkou jsou pouze svahy výsypky Střimice I, kde došlo v důsledku půdního sesuvu k náročnější rekultivační úpravě výsypkových zemin bentonity [3]. Ve všech případech šlo o staré, rekultivované výsypky. Výsledky výzkumu udává následující tabulka č. 5.

Tabulka č. 5: Obsah rizikových prvků v povrchovém půdním horizontu (0–0,2m) u lesnicky rekultivovaných ploch na výsypkách

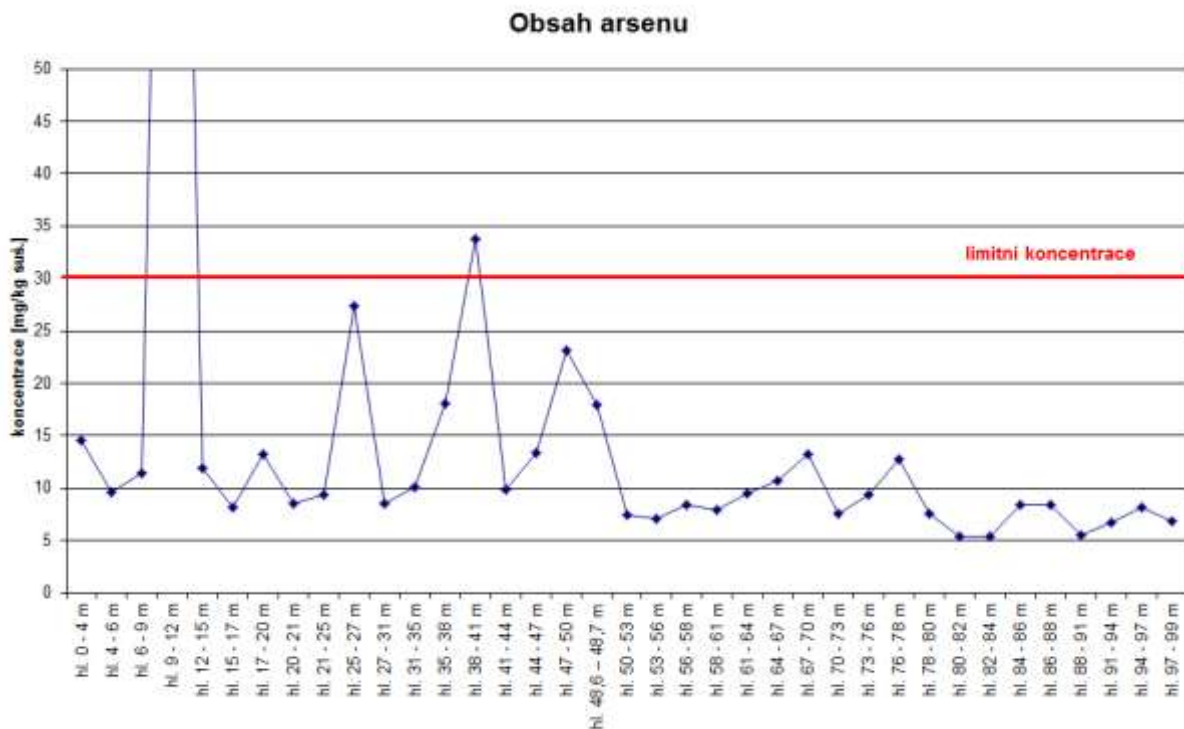
lokality	obsah ve vzorku (mg . kg ⁻¹)											
	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	MO	Ni	Pb	V	Zn	Hg
Merkur	17,5	2,1	0,27	16,9	50,1	27,2	0,52	36,9	27,3	86,3	115	0,06
Šverma	39,8	2,3	0,35	15,2	50,8	27,4	0,58	35,5	29,9	93,2	104	0,07
Velebudice	25,7	1,6	0,45	11,6	105,8	21,8	1,71	31,3	24,5	91,4	70,8	0,21
Střimice svahy	8,7	2,0	0,25	58,8	437,1	65,9	0,70	302	5,0	182	130	0,07
Střimice I.	7,0	1,4	0,07	6,8	45,5	11,1	0,67	16,7	11,5	50,8	40,8	0,04
Větrák	9,9	4,5	0,32	49,6	210,4	71,3	1,31	117	10,2	197	261	0,07
Lotta Marie	9,4	1,9	0,51	13,5	65,6	17,6	0,77	23,9	17,4	60,6	121	0,08
Václav	10,5	2,6	0,20	16,1	86,4	18,4	0,87	38,8	22,9	98,4	80,5	0,09
Úžín	17,2	1,6	0,69	16,5	33,8	33,8	1,02	30,7	37,9	62,5	131	0,09
Lom bentonitů	5,9	<0,1	0,14	69,2	359,2	192,7	0,74	217,0	<5,0	197	112	0,01
Vyhláška č.13/1994	30,0	7,0	1,0	50,0	200,0	100,0	5,0	80,0	140	220	200	0,8

Dle dosažených výsledků lze považovat zatížení těchto půd za málo významné. Problematickým prvkem u půdních profilů rekultivovaných k zemědělským a lesnickým účelům se stává v některých částech hodnocené oblasti pouze nadlimitní obsah As, u zemin rekultivovaných bentonity jsou mírně zvýšené i obsahy Ni, Co a Cr.

Výsledky získané v oblasti jezera Most byly porovnány i s rostlými vzorky nadložních zemin. Šlo o jádro vrtu realizovaného v relativní blízkosti Krušných hor. Zatímco v případě starých výsypek a oblasti jezera Most byla kontaminace hodnocených vzorků způsobena kombinací přirozeného geologického pozadí a antropogenních vlivů, v tomto případě vzorky nejsou lidskou činností nijak dotčeny a veškerá kontaminace pochází z přirozeného geologického pozadí.

Vzhledem k rozsahu analýz a faktu, že interpretace dat stále probíhá, nelze v rámci tohoto příspěvku uvést veškeré výsledky. U většiny hodnocených prvků se zjištěné obsahy pohybují pod limitními hodnotami a překračují je pouze v ojedinělých případech. Specifická je problematika arsenu. Zjištěné výsledky obsahu prvku arsen se v ojedinělých případech pohybují nad limitní koncentrací, zejména pak v hloubkové úrovni do 50 m. Výrazněji zvýšená je pak zjištěná průměrná koncentrace u reprezentativního hloubkového horizontu 9 – 12 m. Jde přitom o hloubku, kde jsou již vzhledem k charakteru zemin (prakticky nepropustné jílovce) antropogenní vlivy vyloučeny [7].

Závislost obsahu arsenu na hloubce odběru vzorku ukazuje následující obrázek č. 2 [7].



Obrázek č.. 2: Závislost obsahu arsenu na hloubce odběru vzorku

8. Závěr

Příspěvek shrnuje výsledky řešení pedologické problematiky výzkumu oblasti jezera Most v letech 2013 – 2014.

V rámci první oblasti řešení pedologické problematiky proběhly v roce 2013 na devíti stálých sondách vybraných v roce 2011 dvakrát odběry a analýzy vzorků (5/2013 a 9/2013). Jednou proběhl odběr v roce 2014 (5/2014). Z výsledků patrně již dnes plyne velmi pomalé zlepšování půdních vlastností, pro definitivní závěry je však nutné vzorkování v delším časovém úseku.

V rámci druhé oblasti řešení pedologické problematiky bylo v roce 2014 dokončeno soustavné mapování jednotlivých půdních oblastí. Jeho cílem bylo upřesnit pedologii jednotlivých oblastí a nalézt případné malé izolované plochy odlišných vlastností (zejména fytotoxické). Výsledkem mapování je zjištění 15 drobných fytotoxických ploch a 17 drobných skluzů. Výskyty byly zaměřeny pomocí GPS a v současnosti jsou zakreslovány do půdní mapy.

V rámci třetí oblasti řešení pedologické problematiky bylo v roce 2013 provedeno hodnocení obsahu rizikových stopových prvků u vzorků odebraných z nalezených 15 drobných fytotoxických ploch. Doplňkové vzorkování typických plošek bylo provedeno v zimě 2014. Obsahy rizikových stopových prvků jsou v zeminách fytotoxických ploch vyšší nežli v případě základních odběrných sond. Výrazný rozdíl byl zjištěn mezi fytotoxickými ploškami s uhelnou hmotou a plochami sterilními se zvýšeným obsahem sideritu. Zvýšené obsahy rizikových stopových prvků v zeminách s uhelnou hmotou pravděpodobně způsobují přítomné sulfidy železa a produkty jejich rozpadu. V žádném analyzovaném vzorku nebyly zjištěny nebezpečné obsahy rizikových stopových prvků.

Poslední oblastí výzkumu hodnocenou v tomto příspěvku je porovnání situace starých zemědělských a lesnických rekultivací na různých lokalitách a stanovištích,

situace mladé rekultivace na kaoliniticko – illitických jílovcích (jezero Most) a situace rostlých nadložních zemin mostecké pánve v blízkosti Krušných hor. Ani v jednom případě nedosahují hodnoty kontaminace nebezpečné úrovně, situace je relativně nejpříznivější v oblasti jezera Most. Zajímavé jsou zvýšené obsahy As u rostlých jíílů v horizontu, který nebyl ovlivněn antropogenní činností.

Příspěvek byl realizován s podporou projektu „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické 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, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 1998
- [2] ČERMÁK P.: Hodnocení chemických změn výsypkových zemin rekultivovaných celulózovými 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] Řehoř M.: Rekultivace krajiny postižené těžbou hnědého uhlí se zaměřením na tvorbu antropogenních půdních profilů Disertační práce doktorského studia, Ostrava, 2007
- [6] 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
- [7] Řehoř M., Čermák P., Schmidt P.: Výsledky dlouhodobého výzkumu kontaminace výsypkových antropozemí skrývkových zemin mostecké pánve rizikovými stopovými prvky Zpravodaj Hnědé uhlí, 2/2014, s. 20-26, ISSN 1213-1660, VÚHU a.s., Most