

Lokality jílovcových sorbentů v širším okolí hnědouhelných pánví severozápadních Čech a možnosti jejich využití

RNDr. Michal Řehoř, Ph.D., Dr. Ing. Lubomír Chytka

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most, Budovatelů 2830, rehor@vuhu.cz

Přijato: 25. 7. 2011, recenzováno: 24. 8. a 5. 9. 2011

Abstrakt

Jílovcové sorbenty jsou jednou z významných surovin České republiky. Nejznámější z nich je bentonit, jehož hlavní lokality jsou soustředěny v blízkosti Českého středohoří a Doupovských hor. Zajímavé lokality dalších jílovcových sorbentů však byly zjištěny i v sedimentech hnědouhelných pánví. Příspěvek se zabývá geologickou charakteristikou hlavních lokalit, vlastnostmi suroviny a možnostmi jejího využití. Hlavní důraz je kladen na možné aplikace v rámci technické rekultivace výsypkových lokalit.

Occurrence of claystone sorbents in the surroundings of brown coal basins in the north-western Bohemia and their possible utilisation

Claystone sorbents are among most important raw material in the Czech Republic. Bentonite is the best known claystone sorbent, mainly occurring in sites adjacent to České Středohoří Mountains and Doupovské Hory Mountains. Nevertheless, there are several significant occurrences of bentonite in sediments of brown coal basins. The paper deals with geological conditions of main bentonite locations, bentonite properties, and possible ways of its utilisation. A special focus is put on possible utilisation of bentonite for land reclamation of spoil banks originating from brown coal mining.

Lokalitäten von Tonsteinsorbentien in der weiteren Umgebung von Braunkohlebecken im Nordwestböhmen und Möglichkeiten der Nutzung

Die Tonsteinsorbentien sind eine der bedeutenden Rohstoffe der Tschechischen Republik. Der bekannteste davon ist der Bentonit, dessen Hauptlokalitäten in der Nähe des Böhmisches Mittelgebirges und des Duppauer Gebirges konzentriert sind. Interessante Lokalitäten von weiteren Tonsteinsorbentien wurden auch in Sedimenten der Braunkohlenbecken festgestellt. Der Beitrag befasst sich mit der geologischen Charakteristik von Hauptlokalitäten, mit den Eigenschaften des Rohstoffes und den Möglichkeiten dessen Nutzung. Hervorgehoben werden mögliche Anwendungen bei der technischen Rekultivierung der Tagebaukippen.

Klíčová slova: bentonit, geologie, sorpce, rekultivace.

Keywords: bentonite, geology, sorption, land reclamation.

1 Úvod

Jílovcové sorbenty širšího okolí sokolovské a zejména severočeské pánve představují velmi významnou surovinu. Jejich sorpční vlastnosti, bobtnavost a plasticita je předurčují k využití v řadě odvětví. Mezi ně patří především využití jílovců jako adsorbentů, dále je to slévárnictví, stavebnictví a zemědělství včetně rekultivací. Další využití surovina nachází při čištění, rafinaci, peletizaci železných rud a činnostech, jako jsou vrtné výplachy a výroba steliva pro domácí zvířata.

Jedním ze sorbentů s nejširším využitím je bentonit. Jde o reziduální horninu s převládajícím obsahem jílových minerálů skupiny smektitů, nejčastěji montmorillonitu, méně beidellitu, saponitu aj. [3], vznikající zvětráváním mateční horniny čediče. Jedná se o reziduální a nepremísťnou jílovitou horninu, která má velmi dobré sorpční vlastnosti a vysokou schopnost výměny kationtů. Jde o plastickou horninu s vlastnostmi, které jí umožňují bobtnat. Nositeli těchto vlastností jsou jílové minerály, především montmorillonit. Přesné chemické i minerální složení bentonitu však nelze vyjádřit [4]. V širší oblasti severočeské pánve se nacházejí významná ložiska Černý vrch a Rokle. Přímo v pánevních sedimentech se však objevují i další zajímavé lokality jílovcových sorbentů, jako jsou například montmorillonitické jílovce povrchového dolu Libouš. Výskyty bentonitu v oblasti sokolovské pánve mají menší význam, zato však zde byla zjištěna jediná těžitelná poloha analcimového jílovce v České republice.

2 Jílovcové sorbenty širšího okolí severočeské pánve

V oblasti severočeské hnědouhelné pánve jsou potenciálními sorbenty využitelnými pro rekultivační práce nadložní kaolinicko-illitické jílovce libkovických vrstev lomu Bílina (omezené využití), montmorillonitické nadložní jílovce lomu Libouš a bentonity lokalit Černý vrch a Rokle, které mají v současnosti zdaleka největší význam.

2.1 Ložisko bentonitu Černý vrch

Ložisko bentonitů se nachází v lokalitě Černý vrch, která je situována v okrese Most na rozhraní katastrálních území Střimice, Braňany a Želenice. Topograficky jde o plošinu, jejíž východní část se mírně svažuje. V severní části ložiska byla v předešlých letech založena výsypka, která je v současné době již zrekultivována.

Rozsah ložiska bentonitu je dán výskytem pyroklastických hornin třetihorního vulkanického komplexu. V jeho podloží se vyskytují jílovitopísčité sedimenty křídového stáří, v nadloží pak kvartérní spraše, hlíny a terasové šterky řeky Bíliny. Pod nadložím, jehož celková mocnost jen zřídka přesahuje 2 m, se vyskytují první polohy bentonitu. Jedná se zpravidla o bentonity rezavých, hnědých, zelených barev a směsných odstínů, které jsou vhodné pro slévárenské a stavební účely.

Pod tímto horizontem se nachází první čedičová poloha, tvořená místy pevným, slabě navětralým olivinickým čedičem černé, šedočerné a nazelenalé barvy. Ten bývá často rozpukán, přičemž pukliny mají povlaky limonitu, případně bílého kalicitu. Čedič je přerušován vložkami navětralých tufů. Mocnost této čedičové polohy je až 11,4 m.

Druhá poloha bentonitu dosahuje mocností kolem 10 m. Obsahuje surovinu převážně modré barvy, vhodné pro výrobu steliv, také se však zde vyskytují bentonity hnědé, zelené, rezavé a smíšeného zbarvení.

Nerostem v DP je ložisko bentonitu. Ložiska bentonitu jsou ve státní bilanci zásob rozděleny do dvou skupin. V první jsou bentonity slévárenské. Ve druhé bentonity ostatní. Za ostatní bentonity jsou považovány bentonity používané např. ve stavebnictví, zemědělství atd. Hodnocení ostatních bentonitů je jednoduché s velmi mírnými podmínkami využitelnosti, které odpovídají prakticky všem bentonitům, jež nelze využívat pro slévárnictví. Na ložisku Černý vrch se vyskytují bentonity pro výrobu steliv, bentonity slévárenské a bentonity pro stavebnictví.

Těžba v lomu Černý vrch probíhá v jihovýchodní části stávajícího dobývacího prostoru, generální postup směřuje od východu k západu. Postupně je vytvářen závěrný svah v západní části stávajícího DP. Skrývkové zeminy a horniny mají mocnost pohybující se od 1,5 m do 10,0 m a tvoří je kromě čediče také jílovité materiály, místy se vyskytují písky a pískovce. Mocnost suroviny (bentonitů) dosahuje místy až 15 m. Postup těžby v hranicích nového dobývacího prostoru je stanoven v těžební studii pro období 2005–2017. V tomto časovém horizontu bude těžba postupovat severním směrem až do dosažení severní hranice zjištěných bloků zásob. Vnitřní výsypka bude nejprve sledovat postup porubní fronty od východu k západu.

V tabulce č. 1 jsou ukázány některé vlastnosti bentonitů z lokality Černý vrch. Výběr použitých analýz odpovídá zaměření příspěvku na rekultivační využití jílovcových sorbentů.

Laboratorní analýzy prokázaly vhodnost všech vzorků pro rekultivační využití [1]. Celkově lze konstatovat, že bentonit lokality Černý vrch je nejkvalitnějším sorbentem oblasti severočeské pánve. Situaci lokality ukazuje obrázek č. 1.

Tab. 1: Vlastnosti bentonitů lokality Černý vrch.

Horninový typ	Nc (%)	Org. látky Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	Přijatelné živiny [mg.kg ⁻¹]			Sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S [mmol/100 g]	T	V (%)
¹ bentonit zelený	0,01	0,9	4,1	7,1	11	380	1013	28	28	100
² bentonit červený	0,05	0,7	3,0	7,4	3	234	842	19	19	100
³ bentonit žlutý	0,01	0,7	3,8	7,0	4	215	855	18	18	100
⁴ směsný vzorek	0,03	0,8	3,8	7,0	7	310	980	22	22	100

1–4 – zemina hlinitojílovitá



Obr. 1: Situace ložiska bentonitu Černý vrch.

Tab. 2: Vlastnosti bentonitů lokality Rokle.

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]		(%)
¹ bentonit hnědočervený	0,02	0,7	3,3	7,3	8	280	850	21	21	100
² směsný vzorek	0,01	0,6	2,8	7,2	7	230	770	19	19	100

1-2 – zemina hlinitojílovitá



Obr. 2: Situace ložiska Rokle.

2.2 Ložisko bentonitu Rokle

Ložisko Rokle leží v Ústeckém kraji v katastrálním území obcí Rokle, Krásný Dvůrček a Vinaře, necelých 10 km jihozápadně od města Kadaň. Závod Keramost, a.s., v Kadani vyrábí ze suroviny těžené na lokalitě Rokle papírenský kaolín, podstatnou část ložiska však tvoří bentonit se sorpčními schopnostmi.

Ložisková oblast je součástí neovulkanického komplexu Doupovských hor a leží v severovýchodní okrajové části doupovského stratovulkánu. Terciární vulkanická činnost v krušnohorské oblasti velmi úzce souvisí s významným geologickým fenoménem – tzv. oháreckým riftem. Jednak s ním souvisí geneticky, jednak byly riftem vytvořeny podmínky pro akumulaci vulkanických materiálů, ale také pro celý proces zjilování.

Nejstarší geologickou jednotkou ložiska je ohárecké krystalinikum. V předterciálním období byly horniny krystalinika svrchu postiženy intenzivním kaolinizačním pochodem, při němž vznikla ložiska primárního kaolínu v širším okolí obce Kadaň. Ohárecké krystalinikum je zde tvořeno převážně drobozrnnou až střednozrnnou muskovito-biotitickou ortorulou. Jedná se o horninu bělošedé barvy s všesměrnou až paralelní

texturou. Ojedinele se vyskytují silněji prokřemenělé úseky a křemenné žilky. Kaolín v okolí těchto žilek bývá žlutě až rezavě zbarvený. Průměrný obsah hlavních minerálů je 45 % křemene, 25-50 % draselných živců a 5-10 % slíd.

Další jednotkou je terciér. V době oligocénu se předpokládá vznik sedimentů předvulkanických – sekundárního kaolínu, písků a rulových deluvií. Mají mocnost až několik metrů. Zhruba na rozhraní oligocénu a miocénu, již v souvislosti s počátkem vulkanické činnosti, vznikalo vulkanogenní souvrství. To se dělí na dvě části, souvrství bazálních pyroklastik a souvrství lávových těles a pyroklastik.

Souvrství bazálních pyroklastik, které je hlavní matečnou horninou bentonitu, začíná tufitickými písčitými jíly pestrých barev, kde vedle chemogenního materiálu bývá patrný i materiál krystalinika. Mocnost je většinou několik metrů (2-7 m), ale často nemusí být tyto písčité jíly vyvinuty.

Vlastní souvrství je tvořeno jemnozrnnými biotitickými tufty, které podlehlý montmorillonitizaci. Biotitické tufty jsou velice variabilní ve svém makroskopickém vzhledu. Barevný odstín se pohybuje od šedé, hnědé, zelené, rudé k modré fialové, rezavé a žluté. Přechody jsou pozvolné i ostré. Povrchovým větráním dochází velice rychle ke změ-

nám modrozelených odstínů na žlutozelené. Petrograficky jde vesměs o tufity, chybí však zřetelné makroskopické znaky tufitů, jako např. vrstevnatost. Z jílově horniny mají proměnlivou pevnost, místy jsou zpevněné karbonátem. Tufity obsahují zejména ve spodní části čočkovité vložky tufitických vápenců a místy i nesouvislé polohy černošedých uhelných jílu až jílovitého uhlí o mocnosti převážně do 1 m. Ojedinele byly zastíženy i nepravidelné vložky pískovců. Všechny tyto vložky tvoří souvislé polohy a nelze je propojit ani v sousedních vrtech. Mocnost souvrství pyroklastik, jehož velká část představuje ložisko bentonitu, se pohybuje kolem 40–60 m. Mocnost roste od západu k východu, přičemž v oblasti kaolínového hřbetu v okolí potoka na západě je značně redukována. V jižní části prostoru ložiska Rokle je vyvinuto v nadloží bazálních pyroklastik s bentonitem několik čedičových těles.

Kvartérní sedimenty jsou na ložisku tvořeny především svahovými hlínami s úlomky vulkanických hornin, hlinitokameinitou až hrubší čedičovou sutí. Mocnost tohoto pokryvu činí většinou 0,5–3 m, jen ojedinele je větší.

V rámci realizovaných výzkumných prací byla posouzena možnost využití bentonitů lokality pro rekultivační účely. Pro laboratorní analýzy byly odebrány 2 vzorky bentonitu - kvalitnější hnědočervený bentonit a směsný vzorek. Výsledky analýz uvádí tabulka č. 2.

Laboratorní analýzy prokázaly možnosti obou vzorků pro rekultivační využití [1], přestože jde o méně kvalitní bentonit nežli v případě ložiska Černý vrch. Situaci lokality ukazuje obrázek č. 2.

2.3 Další méně významné lokality jílovcových sorbentů v oblasti severočeské pánve

Nadložní montmorillonitické jílovce se vyskytují v oblasti povrchového dolu Libouš při svrchním horizontu terciéru pod plastickými žlutými jíly. Tento horninový typ tvoří zejména jíly, jílovce až prachovité jílovce hnědé, žlutohnědé až šedo-hnědé barvy. Jsou jemnozrnné, v mineralogickém složení převládá křemen, montmorillonit, kaolinit, illit a stopy živců. Mají velmi dobré chemicko-pedologické vlastnosti a vzhledem k výborným sorpčním schopnostem je lze doporučit jako zúrodnitelnou zeminu v oblastech určených pro lesnickou rekultivaci.

Nadložní kaoliniticko-illitické jílovce libkovického souvrství tvoří na povrchovém dole Bílina svrchní horizont terciéru. Tento horninový typ je tvořen zejména jíly, jílovci až prachovitými jílovci od hnědé po šedo-hnědou barvu. Jsou jemnozrnné, v mineralogickém složení převládá křemen, kaolinit a illit. Mají velmi dobré chemicko-pedologické vlastnosti. Jejich sorpční schopnosti lze označit jako střední, vzhledem k minimálnímu obsahu montmorillonitu je nelze označit jako sorbenty. Lze je však přímo využít jako zúrodnitelnou zeminu v oblastech určených pro lesnickou rekultivaci.

Zeolity se vyskytují relativně hojně ve vulkanitech Českého středohoří a zcela výjimečně i v sedimentech severočeské pánve (ferrierit v oblasti dolů Nástup Tušimice). Často jde o unikátní lokality, vždy však pouze mineralogického charakteru, a jejich průmyslové využití je vyloučené.

3 Jílovcové sorbenty širšího okolí sokolovské pánve

V oblasti sokolovské pánve jsou situovány dva významné povrchové doly Jiří a Družba. Na obou jsou hlavními skrývkovými horninami cyprisové jílovce, tufy a tufitické jílovce. Cyprisové jílovce jsou velmi dobře využitelné, za potenciální sorbenty je však považovat nelze. Tufy a tufitické jílovce nejsou vzhledem ke špatným fyzikálním vlastnostem příliš dobře využitelné a navzdory zvýšenému obsahu montmorillonitu nevykazují výrazné zlepšení sorpčních schopností. Rovněž lokality bentonitů v okolí uhelné pánve nemají větší význam. Pozoruhodnou výjimkou je vrstva analcimových jílovců, která se objevuje v cyprisovém souvrství lomu Družba. Tyto horniny lze jednoznačně za sorbenty považovat.

První etapu sedimentace tvořilo v sokolovské pánvi starosedelské souvrství (svrchní eocén), které je nejstarší terciární jednotkou v pánvi. Z hlediska petrografického jde o proměnlivý soubor diagonálně zvrstvených, poměrně dobře vytržiděných, převážně asi říčních sedimentů o mocnosti zhruba do 40 m. Největší zastoupení mají psefity a psamity, zatímco aleurolity ustupují do pozadí. V důsledku pokračujícího kaolinitického zvětrávání jsou rozsáhlé části souvrství silicifikovány na pískovce, slepence až křemence. Starosedelské souvrství není rozšířeno souvisle [2].

Druhou sedimentační etapu je vulkanosedimentární komplex (oligocén – spodní miocén). V této etapě došlo k vytvoření sedimentačního prostoru sokolovské pánve a uložení tohoto komplexu [2].

Počátkem uhelné sedimentace je souvrství sloje Josef (oligocén-rupel). Uhlenná sloj Josef je obvykle rozdělená jílovými a písčitými vrstvami do 2–4 těžitelných poloh. Ukládání sloje Josef je už od samého začátku provázeno stupňující se sopečnou činností. Ta se projevuje tufovými proplástkami a chemickým složením popelovin. Předznamenává tím sedimentaci vulkanogenního souvrství. Dle nové stratigrafické klasifikace RNDr. Petra Rojíka, Ph.D., [2] je do vulkanosedimentárního komplexu (novosedelského souvrství) vedle starších hornin vulkanického původu zahrnuto i souvrství sloje Josef a bazální hrubozrnná proluvia s příměsí vulkanického materiálu [2].

Vulkanogenní (vulkanodetritické) souvrství (rupel-eger) přechází z podložní jednotky plynule bez přerušení sedimentace. Jeho mocnost celkově stoupá východním směrem. Ve výplni sokolovské pánve lze najít široké spektrum hornin od čistě výlevných (např. olivinické nefelinity a olivinické bazality) a vulkanoklastických (tufy a aglomeráty) přes smíšené uloženiny (tufity, tufitické jíly, tufitické pískovce a droby) až po sedimenty (uhelnaté jíly, jíly, písky a pískovce) [2].

Mladší vulkanosedimentární komplex (eggenburg) je od podloží oddělen diskordancí. Nejspodnější část je tvořena uhelnatými jíly nebo rytmickým střídáním jílových a uhelných vrstev. Postupně se prosazuje uhelná sedimentace. Nejspodnější uhelná sloj Anežka a střední tzv. meziložní sloj v oblasti lomů Družba a Jiří nejsou vyvinuté. Těženou slojí je zde sloj Antonín o mocnosti cca 40 m. Dle nové stratigrafické klasifikace RNDr. Petra Rojíka, Ph.D., je mladší vulkanosedimentární komplex, složený z miocenních vulkanitů, deltoových písků, jílu a hlavní hnědouhlenné sloje, sloučen do sokolovského souvrství [2].

Cyprisové souvrství (ottnang), nazvané podle ostrakodů *Cypris angusta Reuss*, nasedá na uhelnou sloj Antonín koncordantně, bez hiátu, ale ostře. Spodní část cyprisového souvrství je tvořena kaolinitickými jíly. Svrchní část cyprisového souvrství je tvořena laminovanými jílovci s proměnlivým podílem jílových minerálů dvousíťových (kaolinit), trojsíťových (illit, montmorillonit, nontronit) a čtyřsíťových (chlorit) [2]. Součástí tohoto horizontu je hodnocená vrstva analcimových jílovců. Tyto jílovce nelze rozlišit makroskopicky od okolních cyprisových jílovců, v jejich mineralogickém složení se však významně uplatňuje zeolit analcim. Jde o jedinou průmyslově využitelnou lokalitu zeolitového jílovce v České republice.

V rámci výzkumných prací byla posouzena možnost využití jílovců této lokality pro rekultivační účely. Pro laboratorní analýzy byly odebrány 2 makroskopicky totožné vzorky analcimového jílovce. Výsledky analýz uvádí následující tabulka č. 3.

Laboratorní analýzy prokázaly vynikající využitelnost obou vzorků pro rekultivace i jiné obory. Šlo o vůbec nejkvalitnější zkoumaný sorbent. Situaci skrývkových řezů lokality Družba ukazuje obrázek č. 3.

4 Hodnocení výsledků aplikace jílovcového sorbentu při rekultivaci výsypky Střimice

Rekultivace výsypky Střimice byla první a zatím jedinou rozsáhlou rekultivační akcí, při níž byla úspěšně využita aplikace jílovcového sorbentu [6]. Výsypkou Střimice je v tomto příspěvku míněna bílinská část výsypky, kde byly zakládány skrývkové zeminy povrchového dolu Bílina (od mostecké části výsypky se zcela odlišnými zeminami je oddělena silnicí Most – Braňany).

Výsypka je umístěna severovýchodně od Mostu. Byla sypaná v letech 1959-1973. Rozloha temene výsypky činí 160 ha a nadmořská výška dosahuje 330 m n. m. Původní lesnická rekultivace byla realizována v roce 1967. Vzhledem k nepříznivým změnám povrchové zóny výsypky výsadba prakticky vyhynula. Současně se projevil značný vliv erozních jevů. Pro technickou rekultivaci byly využity bentonity z lomu Černý vrch. Vrstva navážených bentonitických zemin byla stanovena na 50 cm. Po zaorání bylo provedeno zatravnění a později zalesnění. Následně byla zahájena zemědělská rekultivace na pláni výsypky o celkové výměře 89 ha.

Tab. 3: Vlastnosti analcimových jílovců lokality Družba.

Horninový typ	Nc (%)	Org. látky Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	Přijatelné živiny [mg.kg ⁻¹]			Sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S [mmol/100 g]	T [mmol/100 g]	V (%)
¹ analcimový jílovec	0,02	0,2	5,4	7,2	11	380	1120	28	28	100
² analcimový jílovec	0,01	0,3	6,2	7,2	12	435	1280	35	35	100

1-2 – zemina hlinitojílovitá



Obr. 3: Skrývkové řezy povrchového dolu Družba.

Tab. 4: Vlastnosti antropogenního půdního profilu výsypky Střimice.

Horninový typ	Nc (%)	Org. látky Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	Přijatelné živiny [mg.kg ⁻¹]			Sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S [mmol/100 g]	T	V (%)
¹ směs hlíny a bentonitu	0,07	1,3	0,9	6,8	10	190	102	18	18	100
² bentonit	0,05	0,6	9,9	8,2	1	218	949	28	28	100
³ písek s uhlím	-	2,9	0,2	4,5	1	103	304	3	8	39

1- zemina hlinitá, 2- zemina hlinitá, 3- zemina písčitá

Ve spolupráci Dolů Bílina a Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí a.s. Most byla dlouhodobě zjišťována úspěšnost zvolené metody rekultivace. Odběrem a analýzou vzorků se na výsypce Střimice podařilo doložit vznik nově vytvořeného půdního profilu. Ten je rozčleněn na svrchní vrstvu tvořenou ornici (event. směsí ornice a bentonitu), střední vrstvu tvořenou bentonitem (event. směsí jílu a bentonitu) a původní materiál výsypky.

Svrchní vrstva je z mineralogického hlediska tvořena křemenem, kaolinitem, illitem, montmorillonitem. Občas se vyskytuje příměs živců, muskovitu. Chemismus je poměrně příznivý. Půdní reakce je neutrální, celková sorpce *T* střední až vysoká (dle obsahu bentonitu), obsah kalcitu kolísá. Obsah dusíku je nízký, obsah humusu střední. Obsah přijatelných živin je u fosforu nízký, u hořčíku a draslíku střední až vysoký. Ze zrnitostního hlediska jde o zeminy poněkud hrubozrnné, lze je charakterizovat jako písčitohlinité až hlinité. Pro rekultivační účely jsou přijatelné. Střední vrstva je tvořena převážně bentonitem. V mineralogickém složení tomu odpovídá výraznější podíl montmorillonitu. Půdní reakce je slabě zásaditá, sorpce *T* vysoká (s rostoucím obsahem montmorillonitu), roste obsah kalcitu. Obsah dusíku i humusu je nízký. Obsah přijatelných živin mírně stoupá oproti svrchní vrstvě. Ze zrnitostního hlediska jsou vzorky mírně hrubozrnné, odpovídají písčitohlinitým až hlinitým zemínám. Původní materiál výsypky je tvořen žlutými jíly s úlomky uhlí. Pro rekultivační účely jsou tyto zeminy krajně nevhodné.

Výsledky potvrzují úspěšnost zvolené metody rekultivace výsypky Střimice, viz tabulka č. 4.

Rekultivace lokality Střimice je dnes již dokončena. Na temeni výsypky slouží obyvatelům Mostu areál letiště o rozloze cca 90 ha, obklopený zemědělskou rekultivací. Na svazích výsypky byla realizována lesnická rekultivace s turistickými stezkami. Navíc dnes lokalita poskytuje jedinečnou příležitost dlouhodobě sledovat vývoj takto vytvořeného antropogenního půdního profilu [5].

5 Dnešní možnosti využití jílovcových sorbentů při rekultivačních pracích

Výsledky laboratorních analýz vzorků odebraných na jednotlivých lokalitách jílovcových sorbentů a hodnocení vlastností antropogenního půdního profilu na výsypce Střimice jednoznačně dokládají mimořádnou vhodnost jílovcových sorbentů jako zúrodnitelných zemin. Značně omezujícím faktorem je však cena suroviny, která rekultivační akce rozsahu výsypky Střimice dnes prakticky vylučuje.

Aplikaci těchto zemin tedy lze doporučit pouze na fyto-toxických plochách kontaminovaných uhelnou hmotou, tvořených silně písčitými jílovci až písky s uhlím a sulfidy železa. V tomto případě je požadována aplikace jílovcových sorbentů v množství 1 500-3 500 m³.ha⁻¹ (dle míry kontaminace uhlím a sulfidy) s následnou homogenizací (promísáním) nebo křížovou orbou od 0,5 do 0,6 m. Jako doplňující rekultivační opatření je požadována aplikace organických hmot (kompostů) s upraveným poměrem C : N (25), zapravených do 0,30-0,50 m rekultivovaného povrchu výsypky a následný dvouletý přípravný agrocyclus (pěstování plodin na zelené hnojení).

6 Závěr

Příspěvek hodnotí dnešní situaci dobývaných a potenciálně využitelných lokalit jílovcových sorbentů v širším okolí severočeské a sokolovské pánve.

Pozornost je věnována parametrům surovin a jejich využitelnosti zejména jako zúrodnitelných zemin při technické rekultivaci.

Nejvýznamnějšími lokalitami bentonitu jsou dnes ložiska bentonitu Černý vrch a Rokle, nejvyšší kvalita suroviny byla zjištěna u analcimových jílovců povrchového dolu Družba. Určité možnosti rekultivačního využití byly prokázány i u montmorillonitických jílovců povrchového dolu Družba a kaoliniticko-illitických jílovců povrchového dolu Bílina.

Analýza vzorků z jednotlivých lokalit a dlouhodobé hodnocení antropogenního půdního profilu na výsypce Střimice jednoznačně prokazují mimořádnou vhodnost bentonitů a analcimových jílovců pro rekultivační využití. Silně omezujícím faktorem je však cena, takže lze doporučit rekultivační využití těchto surovin pouze při technické rekultivaci fyto-toxických ploch kontaminovaných uhelnou hmotou, tvořených silně písčitými jílovci až písky s uhlím a sulfidy železa. Doporučenou metodiku uvádí kapitola č. 5.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci prací na státním úkolu MŠMT „Centrum výzkumu 1M06007 - Centrum výzkumu integrovaného systému využití vedlejších produktů z těžby, úpravy a zpracování energetických surovin“.

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] ROJÍK, P.: *Miocénní vulkány v sokolovské pánvi. Zpravodaj hnědé uhlí, 2/2005, s. 16-34, ISSN 1213-1660.*
- [3] ŘEHOŘ, M., ONDRÁČEK, V., ŠÁLEK, M.: *Přínos výzkumných projektů pro rekultivační praxi Severočeských dolů a.s. Chomutov. Sborník sympozia Hornická Příbram ve vědě a technice, s. 1-7, ISBN 978-80-254-5090-1.*
- [4] ŘEHOŘ, M.: *Rekultivace krajiny postižené těžbou hnědé uhlí se zaměřením na tvorbu antropogenních půdních profilů. Disertační práce doktorského studia, Ostrava, 2007.*
- [5] ŘEHOŘ, M., HENDRYCHOVÁ, M., ŠÁLEK, V.: *Application of restoration methods on brown coal localities of Czech Republic. Journal of Agricultural Science and Technology, ISSN 1939-1250.*
- [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.*