

RNDr. Michal Řehoř PhD., Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most; Vratislav Ondráček, Severočeské doly, a.s., Chomutov; Ing. Tomáš Lang, Keramost a.s.

Metodika rekultivace různých typů stanovišť na výsypkových lokalitách SHP – dílčí výsledky výzkumu

Přijato: 30. 4. 2008, recenzováno: 14. 5. 2008

Ve Výzkumném ústavu pro hnědé uhlí, a.s., bylo v roce 2004 s podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy zahájeno řešení výzkumného záměru „Výzkum fyzikálně chemických vlastností hmot dotčených těžbou a užitím uhlí a jejich vlivů na životní prostředí v regionu severozápadních Čech“. Vzhledem ke svému významu a dlouhodobým perspektivám byla do řešení zařazena rekultivační problematika. Některé dosažené výsledky výzkumu jsou popsány v tomto článku.

Z pestré a často složité geologie těžebních lokalit vyplývá i pestré spektrum zemin s velmi rozmanitými vlastnostmi, které se objevují ve svrchním horizontu rekultivovaných vnějších i vnitřních výsypek povrchových dolů. Z toho plyne i náročnost rekultivace a význam tvorby antropogenních půdních profilů.

Hlavním tématem příspěvku je výzkum pokusných ploch a z něj vyplývající návrh metodiky rekultivace různých typů stanovišť severočeské pánve. Tento výzkum antropogenních půdních profilů oblasti severočeské pánve (SP) má těsnou vazbu na aktuální potřeby těžebních společností i obyvatel regionu při rekultivaci a revitalizaci těžbou uhlí dotčených lokalit. Jeho výsledky umožnily definovat co nejefektivnější a přitom ekologicky šetrné metodiky technické etapy rekultivačních prací a aplikace zúrodnitelných zemin na lokalitách SHP.

The methodology of restoration of different type of North Bohemian Dump locations – particular results of the research

In the year 2004 the Brown Coal Research Institute a share – holding company, with the support of MŠMT, launched a research project „Research of Physical and Chemical properties of Substance Impacted by Coal Mining, Coal Use and and their Effect on Environment in the North – West Bohemia Region“. With regard to the significance and long – term prospects reclamation issues were included in the solution. Some results of the research are described in this article.

A varied spectrum of rocks with very various qualities that occur in upper horizon of inner and outer dump heaps of reclaimed open pit mines implies from a varied and often complicated geology of mining localities. The seriousness of the reclamation and importance of the creation of anthropogenic profiles implies from it, too.

Main topic of this article is the survey of research areas and eventual methodology of restoration of different North Bohemian Basin areas. This research of anthropogenic soil profiles has a close connection with actual need of mining companies and inhabitants of the region at reclamation and revitalization of the localities influenced by brown coal mining. Its results have enabled to determine effective and ecologically regardful methodologies of the technical stage of reclamation works and the application of fertilizable rock on NBB localities.

Rekultivierungsmethodik für verschiedene Standorttype auf den Kippengeländen SHP – teilforschungsergebnisse

Im Braunkohleforschungsinstitut AG wurde im 2004 mit Unterstützung des Ministeriums für Schulwesen, Jugend und Sport die Lösung des Forschungsvorhabens „Untersuchung physikalisch chemischer Eigenschaften der durch Bergbau und Nutzung der Kohle betroffenen Massen und deren Wirkung auf die Umwelt in der Region Nordwestböhmen“ aufgenommen. Mit Hinsicht auf ihre Bedeutung und langfristige Perspektive wurde in die Lösung die Rekultivierungsproblematik einbezogen. Einige erzielte Ergebnisse sind in diesem Artikel beschrieben.

Mit der abwechslungsreichen und oft komplizierten Geologie der Bergbaulokalitäten ist auch ein abwechslungsreiches Bodenspektrum gegeben mit sehr verschiedenartigen Eigenschaften, die im oberen Horizont der rekultivierten Außen- und Innenkippen der Tagebaue auftreten. Daraus folgt auch der Aufwand der Rekultivierung und die Bedeutung der Gestaltung von anthropogenen Bodenprofilen.

Das Hauptthema dieses Beitrages ist die Untersuchung von Versuchsflächen und der davon ausgehende Entwurf der Rekultivierungsmethodik für verschiedene Standortstypen des nordböhmisches Beckens. Diese Forschung anthropogener Bodenprofile im Gebiet des nordböhmisches Beckens ist eng verbunden mit den aktuellen Bedürfnissen der Bergbaugesellschaften sowie der Einwohner der Region bei der Rekultivierung und Revitalisierung der durch Bergbau betroffenen Lokalitäten. Die Ergebnisse der Forschung ermöglichen, die effektivsten und darüber hinaus auch umweltfreundlichen Methodiken der technischen Etappe der Rekultivierungsarbeiten zu definieren und fruchtbare Böden auf den Lokalitäten SHP (nordböhmisches Braunkohlebecken) anzuwenden.

Úvod

Ve Výzkumném ústavu pro hnědé uhlí, a.s., bylo v roce 2004 s podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy zahájeno řešení výzkumného záměru „Výzkum fyzikálně chemických vlastností hmot dotčených těžbou a užitím uhlí a jejich vlivů na životní prostředí v regionu severozápadních Čech“. Vzhledem ke svému významu a dlouhodobým perspektivám byla do řešení zařazena rekultivační problematika.

Cílem projektu je především důkladné zmapování výsypkových lokalit hnědouhelných pánví a nalezení jednotlivých zájmových ploch s potenciální potřebou ochrany a zpřístupnění místních ekosystémů. V první etapě řešení došlo ke shromáždění veškerých dostupných údajů. Na to navázalo mapování pedologického charakteru svrchního horizontu výsypkových lokalit a výběr zájmových ploch v rekultivovaných i nerektivovaných lokalitách, doplňující průzkum těchto ploch, založení jejich dokumentace a zjištění návaznosti na územní systémy ekologické stability. V současnosti je připravován návrh způsobu ochrany, propagace a zpřístupnění sukcesních ploch a jsou prováděny technické práce při dokončování geologických parků.

Řešení již dnes umožňuje zefektivnění metod technické a biologické rekultivace, které budou dlouhodobě využívány i v rekultivační praxi. Navíc jsou zachraňovány často unikátní ekosystémy spontánně vznikající ve specifických podmínkách výsypkových lokalit.

V předkládaném příspěvku je stručně shrnut současný stav řešení výzkumného záměru v oblasti rekultivační problematiky. Článek je věnován především dílčím výsledkům výzkumu pokusných ploch a návrhu metodiky technické rekultivace různých typů stanovišť oblasti SHP.

Současný stav řešení výzkumného záměru

Prvním krokem nutným pro zahájení řešení úkolu bylo shromáždění veškerých údajů získaných v rámci starších prací. Šlo zejména o analýzy vzorků, pedologická hodnocení, rekultivační projekty a studie realizované zhruba od roku 1960 řadou organizací. Dále bylo třeba shromáždit dostupné údaje o srážkových úhrnech z meteostanic v pánevních oblastech, výsledky chemických rozborů vod, průtoky jednotlivých vodotečí a ostatní významná hydrologická a hydrogeologická data, týkající se dané oblasti. Výsledkem je databáze veškerých naměřených údajů a rešerše využitelných prací.

V další etapě proběhlo terénní mapování rekultivovaných i nerektivovaných oblastí hnědouhelných výsypek se zaměřením na výskyt jednotlivých ekosystémů. Na jeho základě byly vybrány jednotlivé pokusné plochy, ty pak byly ohraničeny a jejich hraniční body zaměřeny. Kritériem výběru bylo zjištění spontánně vzniklého rostlinného a živočišného společenství, případně výskyt zajímavého geologického či paleontologického jevu.

V současné době již byla založena dokumentace všech pokusných ploch a probíhá jejich dlouhodobý výzkum. Jde o plochy založené v oblastech rekultivovaných zúrodnitelnými horninami, plochy pokusně rekultivované elektrarenskými popely a stabilizáty a plochy ponechané přirozené sukcesi. Dále byla navržena metodika technické rekultivace jednotlivých typů stanovišť, která je stručně shrnuta v tomto příspěvku. V současnosti rovněž probíhají technické práce při dokončování geologických parků Bílina a Merkur.

Výsledky výzkumu pokusných ploch založených v oblastech rekultivovaných zúrodnitelnými zeminami

Cílem výzkumu tohoto typu pokusných ploch je hodnocení vlastností antropogenních půdních profilů a posouzení jejich dlouhodobých změn. Výsledkem výzkumu je upřesnění a zefektivnění metodiky aplikace zúrodnitelných hornin. V oblasti Severočeských dolů, a.s., probíhá výzkum na plochách Střimice II (aplikace bentonitu), Radovesice III (aplikace slínovců), vnitřní výsypka dolu Bílina II (aplikace sprašových hlín) a Želénky (rekultivace bývalé těžebny vypálených jílu – aplikace organických hmot). V oblasti Mostecké uhelné, a.s., probíhá výzkum na lokalitě Střimice (aplikace spraší), lom Most (aplikace organických hmot) a Dobruška (rekultivace bývalé těžebny vypálených jílu – aplikace organických hmot). Situaci zájmových území ukazuje obr. 1.

Metodika výzkumu pokusných ploch je ukázána na příkladu plochy Radovesice III.

Hodnocení pokusné plochy Radovesice III

Pokusná plocha Radovesice III je umístěna na tělese výsypky v oblasti rekultivované místními slínky a slínovci.

Výsypka Radovesice je situována do katastrálního území osad Radovesice, Kostomlaty a Světec. Má protáhlý tvar od jihovýchodu k severozápadu a těleso výsypky navazuje na masiv Českého středohoří. Jde o nejrozsáhlejší výsypku Dolů Bílina a současně i největší výsypku v České republice.

Vzhledem k rozsahu výsypky, jejímu významu a nepříznivému charakteru většiny zde zakládáných výsypkových zemin, probíhá dle metodiky Dr. Fišery /2/ úprava povrchu výsypky s využitím místních slínovců. Ty tvoří geologický povrch erozního údolí v podloží výsypky /1/. Slínky a slínovce jsou pluhováním zapraveny do hloubky až 0,7 m. Antropogenní půdní profil ukazuje obr. 2.

Zakládání skryvkových hornin bylo na výsypce Radovesice ukončeno v letním období 2003. Na plochách s dokončenou technickou rekultivací probíhá biologická, převážně lesnická rekultivace /3/.

Celková koncepce konečného rekultivačního řešení vychází z potřeby začlenit rozsáhlé výsypkové těleso do okolní krajiny a umožnit jeho plnohodnotné využití. Snaží se maximálně využít obrovského přírodního potenciálu okolí. Cílem je vytvořit vyváženou polyfunkční krajinu s převládající funkcí rekreační a ekologickou (ve smyslu ochrany přírodních zajímavostí), s možností zemědělského využití spíše extenzivního charakteru a samozřejmě s možností pěstování lesa. Velká pozornost je věnována zájmům ochrany přírody vzhledem k těsné vazbě na chráněnou krajinnou oblast České středohoří. Na části území vznikne příměstský park sloužící potřebám obyvatel.

I v tomto případě výzkum pokusné plochy potvrdil úspěšnost zvolené metodiky rekultivace /1/. Odběrem a analýzou vzorků se zde podařilo doložit vznik nově vytvořeného půdního profilu. Ten je rozčleněn na svrchní vrstvu tvořenou ornici (event. směsí ornice a slínky), střední vrstvu tvořenou převážně slínky a slínovci a původní materiál výsypky. Vlastnosti nově vytvořeného půdního profilu lze vidět v tab. 1.

Tab. 1 ukazuje vývoj antropogenního půdního profilu po aplikaci ornice a slínky. Technická rekultivace této plochy probíhala v první polovině devadesátých let minulého století. Hloubka průzkumné sondy cca 1 m byla zvolena tak, aby se podařilo zachytit vlastnosti celého kořenícího horizontu.

Většinu původního svrchního horizontu výsypky tvořily písky velmi ohrožené erozními jevy. To bylo důvodem realizace takto náročné rekultivace. Velmi kontrastní vlastnosti jednotlivých vrstev však svědčí o tom, že v místě průzkumné sondy nebyla dostatečně provedena homogenizace navážené vrstvy slínky a okolního horninového prostředí.

Tab. 1: Chemicko-pedologické vlastnosti zemin pokusné plochy

sonda S1 -interval odběru (m)	Nc (%)	org. látky Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	přijatelné živiny (mg.kg ⁻¹)			sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S	T	V (%)
								mmol/100 g		
1996										
0,00-0,30	0,04	0,88	9,41	7,93	1	112	96	12,8	12,8	100
0,30-0,90	0,02	0,32	39,42	8,45	0	112	26	13,6	13,6	100
pod 0,90	0,01	2,04	1,06	7,70	0	196	269	7,9	7,9	100
2004										
0,00-0,30	0,12	0,83	8,56	7,80	1	134	145	15,0	15,0	100
0,30-0,90	0,09	0,44	32,4	8,32	0	114	56	14,0	14,0	100
pod 0,90	0,10	1,03	2,11	7,80	0	189	269	8,2	8,2	100
2007										
0,00-0,30	0,12	0,83	8,40	7,40	1	148	398	17,8	17,8	100
0,30-0,90	0,09	0,44	28,12	8,20	0	112	99	15,6	15,6	100
pod 0,90	0,10	1,03	2,98	7,30	0	196	168	7,9	7,9	100

Výsledky výzkumu pokusných ploch pokusně rekultivovaných elektrárenskými stabilizáty a popely

Cílem výzkumu těchto pokusných ploch je opět hodnocení vlastností specifických typů antropogenních půdních profilů. Aplikace elektrárenských popelů a stabilizátů by se mohla uplatnit jako doplňková metoda při rekultivaci fytotoxických ploch. Dlouhodobě jsou zkoumány pokusné plochy vnitřní výsypky dolu Bílina I (pokusná aplikace elektrárenského stabilizátu) a Březno (pokusná aplikace elektrárenských popelů). V obou případech jde o plochy založené na lokalitách Severočeských dolů, a.s.

Metodika výzkumu pokusných ploch je ukázána na příkladu plochy Radovesice III.

Hodnocení pokusné plochy vnitřní výsypky dolu Bílina

Pokusná plocha vnitřní výsypky dolu Bílina je situována na tělese výsypky v oblasti výskytu fytotoxických uhelných jílovců. Na tuto plochu byly v průběhu 90. let minulého století uloženy uhelné jílovce z úpravny uhlí Ledvice. Pokusná aplikace stabilizátu proběhla v roce 1996.

Na pokusné ploše byla testována aplikace elektrárenského stabilizátu na různé typy výsypkových zemin. Jedním z těchto typů byly

extrémně kyselé (z rekultivačního hlediska sterilní) uhelné jílovce z úpravny uhlí Ledvice, které tvořily na výsypce rozsáhlou fytotoxickou plochu. Pro pokus byl využit stabilizát z elektrárny Ledvice, který je zde produktem odsíření. Cílem práce bylo posoudit možnosti zefektivnění technické rekultivace fytotoxických ploch.

Hodnota půdní reakce ve vodním výluhu činila u výše uvedených uhelných jílovců obvykle zhruba 3,8 – 4,5. Po aplikaci elektrárenského stabilizátu v dávce 600 t/ha byla zjištěna půdní reakce výsledné směsi zhruba 9-10. Z toho vyplynula potřeba optimalizovat dávky stabilizátu tak, aby bylo dosaženo půdní reakce výsledné směsi v rozmezí cca 6,5 – 7,5.

V rámci řešení byly nejprve odebrány vzorky čistého elektrárenského stabilizátu a uhelného jílovce, u nichž byla zjištěna hodnota půdní reakce ve vodním výluhu. Pak byla připravena laboratorní plocha o rozměrech 0,5 x 0,5 m (tedy 0,25 m²), do níž byly zapravovány různé dávky stabilizátu a následně zjišťována půdní reakce směsi. Zapravená dávka stabilizátu byla na závěr přepočítána na plochu 1 hektaru. Výsledky výzkumu uvádí následující tab. 3. Vzorky byly odebrány ihned po aplikaci stabilizátu. Směsi A-F byly testovány na přítomnost rizikových stopových prvků, všechny vzorky vyhovují vyhlášce MŽP ČR č. 13/1994 Sb. pro ostatní půdy.



Obr. 1 - Situace severočeká hneďdouhelné páne

Změny v hodnotách půdní reakce směsí A – F byly ověřovány v časovém intervalu dalším odběrem a analýzou vzorků (viz tabulka č. 2).

Optimální dávkování se pohybuje v rozmezí 100 – 300 t/ha, pro další aplikaci lze doporučit dávku 200 tun na hektar.

Experiment prokázal podstatné zlepšení vlastností sterilních uhelných jílovců a metoda je

i vzhledem k obrovské produkci stabilizátu velmi perspektivní. Před jejím praktickým využitím však budou třeba další, rozsáhlejší pokusy na větších plochách.

Změny v hodnotách půdní reakce směsí A – F byly ověřovány po dvou letech dalším odběrem a analýzou vzorků. Výsledky udává tab. 2.

Tab. 2: Doporučené dávky stabilizátu a výsledné hodnoty půdní reakce

vzorek	dávka stabilizátu/1ha (t)	pH (H ₂ O)	pH (H ₂ O)	pH (H ₂ O)
		1999	2004	2007
čistý stabilizát	-	12,1		
A	600	9,63	8,52	8,30
B	500	8,86	8,00	7,60
C	400	8,57	7,80	7,30
D	300	8,12	7,50	7,10
E	200	7,25	7,20	7,10
F	100	7,00	7,00	7,00
uhelný jílovec	0	4,11		

Výsledky výzkumu pokusných ploch ponechaných přirozené sukcesi

Plochy ponechané přirozené sukcesi jsou pokusně zakládány v oblastech, kde se již začaly ve specifických podmínkách spontánně vyvíjet funkční ekosystémy, kde je potřebná ochrana a výzkum některých biologických, geologických a paleontologických jevů a kde lze v rámci celkové koncepce rekultivace výsypky předpokládat budoucí zpřístupnění ploch. V oblasti Severočeských dolů, a.s., probíhal v roce 2006 výzkum pokusných ploch Radovesice I, Střimice I a Radovesice II.

Metodika výzkumu pokusných ploch je ukázána na příkladu plochy Radovesice I.

Hodnocení pokusné plochy Radovesice I

Na základě rozsáhlého průzkumu nerekulitované části výsypky (cca 670 ha) spočívajícího v terénním mapování, hodnocení svrchního půdního profilu sondovací tyčí a laboratorních analýzách vybraných vzorků byly na lokalitě vybrány dvě poměrně rozsáhlé plochy navržené pro ponechání přirozené

sukcesi. Výsypkové zeminy byly v oblasti pokusných ploch zakládány v období 1993 – 1997.

Sukcesní plocha 1 o rozloze 32 ha byla ohraničena v jižní části území. Převládajícím horninovým typem je zde heterogenní výsypková směs hnědého jílu, šedého jílovce a šedého písčitého jílovce se zvýšeným obsahem hnědého jílu. Objevují se i hnědošedé kaoliniticko – illitické jíly. Ve východní části plochy jsou významněji zastoupeny písčité horniny, které tvoří přirozenou hranici plochy. Vyskytuje se zde řada přirozených vodních ploch a mokřadů menšího rozsahu (viz obr. 3)

Při hodnocení rostlinného zastoupení byla věnována pozornost pouze vyšším rostlinám jednoděložným a dvouděložným. Z jednoděložných rostlin se objevují převážně zástupci čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Vyskytují se zde kostřava luční (*Festuca pratensis*), kostřava červená (*Festuca rubra*), suchopýr (*Eriophorum* sp.), srha říznačka (*Dactylis glomerata*), bojínek luční (*Phleum pratense*).



Obr. 2 - Antropogenní půdní profil na pokusné ploše Radovesice III (aplikace slínu)

V oblasti vodních nádrží a mokřadů převažují tyto emerzní rostliny: rákos obecný (*Phragmites australis*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*), sítina rozkladitá (*Juncus effusus*). Z dvouděložných rostlin se zde vyskytují lopuch plstnatý (*Arctium tomentosum*), ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*). V menší míře pak heřmáněk pravý (*Matricaria chamomilla*), hluchavka nachová (*Lamium purpureum*), devěsíl lékařský (*Petasites hybridus*). Stromy nacházející se na dané ploše jsou vesměs náletové dřeviny a jejich druhové složení je prakticky shodné s druhovým složením okolních porostů. Mezi nejčastější zástupce patří bříza bělokorá (*Betula pendula*), bříza tuhá (*Betula lenta*), vrba jíva (*Salix caprea*), vrba křehká (*Salix fragilis*), topol osika (*Populus tremula*). Písečné duny nacházející se na hranicích obou ploch jsou dnes prakticky neobsazené rostlinstvem. Jen ve velmi malé míře se zde uplatňují někteří zástupci čeledi lipnicovité (*Poaceae*).

Při hodnocení živočišného zastoupení byli zjištěni hojní zástupci třídy hmyzu (*Insecta*), řádu ptáci (*Aves*) a savci (*Mammalia*). Mezi zástupce hmyzu vyskytujících se na této sukcesní ploše patří především tyto řády: brouci

(*Coleoptera*) - čeledi kovaříkovití (*Elateridae*), střevlíkovití (*Carabidae*), slunéčkovití (*Coccinellidae*), tesaříkovití (*Cerambycidae*), mandelinkovití (*Chrysomelidae*); řád vážky (*Odonata*), řád motýli (*Lepidoptera*), řád síťokřídli (*Neuroptera*), dvoukřídli (*Diptera*), řád rovnokřídli (*Orthoptera*) a řád blanokřídli (*Hymenoptera*). Z ptáků (*Aves*) se zde nacházeli káně lesní (*Buteo buteo*), koroptev polní (*Perdix perdix*), bažant obecný (*Phasianus colchicus*), kos černý (*Turdus merula*), červenka obecná (*Erithacus rubecula*), pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*). Z třídy savců byl zaznamenán výskyt zajíce polního (*Lepus europaeus*), hraboše (*Microtus arvalis*), prasete divokého (*Sus scrofa*), srnce obecného (*Capreolus capreolus*).

Plochu se doporučuje dlouhodobě ponechat přirozenému vývoji bez rekultivačních zásahů. Území by mělo být v budoucnu nadále sledováno a mělo by sloužit jako výzkumné území. Již nyní je zajímavé sledovat způsob jakým se některé druhy (zejména z říše rostlin) přizpůsobují danému, pro tyto druhy ne příliš typickému prostředí. S ohledem na situování plocha (spolu s plochou Radovesice II) poslouží též jako přirozený koridor pro pohyb živočichů při nezbytných technických pracích v okolních částech výsypky. Vlastnosti hornin svrchního horizontu pokusné plochy ukazuje tab. 3.

Tab. 3: Chemicko-pedologické vlastnosti zemín pokusné plochy

Sonda S1 -interval odběru (m)	Nc (%)	org. látky Cox (%)	CaCO ₃ (%)	pH KCl	přijatelné živiny (mg.kg ⁻¹)			sorpční schopnost		
					P	K	Mg	S	T	V (%)
								mmol/100 g		
2004										
0,00-0,90	0,05	2,1	0,4	6,8	2	184	724	15	15	100
2007										
0,00-0,90	0,06	2,2	0,5	7,0	2	214	815	16	16	100



Obr. 3 - Situace pokusné plochy Radovesice I (přirozená sukcese)

Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na jednotlivých typech stanovišť

Na základě dlouhodobého hodnocení půdních profilů pokusných ploch byl vytvořen návrh metodiky technické rekultivace a aplikace zúrodnitelných zemín na jednotlivých stanovištích oblastí severočeské pánve /5/.

Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na fytotoxických zemínách – lesnická rekultivace

Fytotoxické zeminy jsou v podstatě skryvkové zeminy slojových vrstev. Většinou se jedná o heterogenní směs zemín texturálně lehčích písčitohlinitých až písčitých s příměsí vypálených jílu a s vysokým podílem uhelné hmoty, limonitizovaného pískovce, pyritu a místy i sideritu.

Na základě dlouhodobého výzkumu jsou pro jejich rekultivaci navrhovány 2 varianty. Vedle

těchto dále uvedených variant lze doporučit pokračování výzkumných prací zabývajících se možnou aplikací elektrárenských stabilizátů.

Varianta 1

Tuto variantu lze doporučit v případě zemin klasifikovaných na základě provedených laboratorních analýz porušených půdních vzorků jako písky nebo fytotoxické zeminy. V tomto případě je požadována aplikace slinitých nebo bentonitických zemin v množství 3000-3500 m³.ha⁻¹ s následnou homogenizací (promísením) nebo křížovou orbou do hloubky od 0,5 do 0,6 m. V případě použití slinitých zemin s malou rozpadavostí je nezbytné počítat s 1 - 2 ročním přípravným (předaplikačním) návozem těchto melioračních materiálů na rekultivovanou plochu. Sklon rekultivovaného povrchu výsypky může činit maximálně 16 % (1:6). Jako doplňující rekultivační opatření je požadována aplikace organických hmot (kompostů) s upraveným poměrem C : N v dávce 400 t.ha⁻¹, zapravených do hloubky 0,30 - 0,50 m rekultivovaného povrchu výsypky a následný dvouletý přípravný agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení. Po jeho ukončení může být zahájena podzimní výsadba lesních sazenic.

Varianta 2

Je alternativou předcházející varianty. Jde o převrstvení povrchu rekultivované plochy pouze sprašovými hlínami o mocnosti do 0,5 m. Sklon rekultivovaného povrchu výsypky je u písků a fytotoxických zemin bez omezení, u ostatních výsypkových zemin může činit sklon maximálně 16 % (1:6). Jako doplňující rekultivační opatření se požaduje aplikace organických hmot (kompostů) s upraveným poměrem C : N v dávce 400 t.ha⁻¹ zapravených do hloubky 0,30 - 0,50 m rekultivovaného povrchu výsypky, případně bodové mulčování organickými hmotami (kolem vysázených sazenic lesních dřevin). Následuje dvouletý přípravný agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení. Po jeho ukončení může být zahájena podzimní výsadba lesních sazenic.

Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na heterogenních písčitých výsypkových zemínách – lesnická rekultivace

Tuto metodiku lze doporučit u ostatních výsypkových zemin, kde jsou hlavními negativními půdními charakteristikami pouze fyzikální vlastnosti a nízká protierozní odolnost (písky, písčité jílovce atd.). V tomto případě je možné k rekultivačním účelům využít všechny dostupné zúrodnitelné zeminy (sprašové hlíny, slinité a bentonitické zeminy) aplikované v množství 1500 - 2000 m³.ha⁻¹. Podmínkou je promísení křížovou orbou nebo homogenizací s výsypkovou zemínou do hloubky 0,3 - 0,4 m. Sklon rekultivovaného povrchu výsypky může činit maximálně do 16 % (1:6). Jako doplňující rekultivační opatření je požadována aplikace organických hmot (kompostů) s upraveným poměrem C : N v dávce 400 t.ha⁻¹, zapravených do hloubky 0,30 - 0,50 m rekultivovaného povrchu výsypky a následný dvouletý přípravný agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení. Po jeho ukončení může být zahájena podzimní výsadba lesních sazenic.

Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na šedých nadložních terciérních jílovcích

Metodiku lze doporučit v případě zemin klasifikovaných na základě provedených laboratorních analýz porušených půdních vzorků jako nadložní šedé kaoliniticko-illitické jíly. Na lokalitách dolů Bílina a Vršany jde o vzácnou variantu, jinde jsou tyto zeminy hojnější. V tomto případě lze doporučit aplikaci organických hmot (kompostů) s upraveným poměrem C:N v dávce 400 t.ha⁻¹, zapravených do hloubky 0,30 - 0,50 m rekultivovaného povrchu výsypky. Následuje dvouletý přípravný agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení. Sklon rekultivovaného povrchu výsypky je přípustný maximálně do 16 % (1:6).

Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na vypálených terciérních jílovcích – lesnická rekultivace

Velmi malý podíl v regionu SHP tvoří antropozemě ovlivněné vypálenými jílovci. Jedná se o zeminy (terciérní jíly, zastoupeny mohou být i sprašové hlíny), které byly v původním uložení nad uhelnou složi vystaveny podzemním požárům.

Pro jejich rekultivaci lze doporučit následující metodiku:

- převrstvení dostupnými zárodnitnými zeminami (sprašovými hlínami, svahovinami) o minimální mocnosti 0,3 m
- aplikace zárodnitných zemín (spraší, sprašových hlín, terciérních jííl, slínovců, bentonitů) v dávce 1000-1500 t.ha⁻¹ a jejich zapravení do celkové hloubky rekultivovaného půdního profilu cca 0,2 m.

Následuje jednoletý až dvouletý přípravný agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení. Sklon rekultivovaného povrchu lokality je přípustný maximálně do 16 % (1:6).

Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na texturálně těžkých terciérních jílech – lesnická rekultivace

Tyto jíly se v oblasti SHP vyskytují dosti vzácně. Jsou nejsvrchnější součástí nadložního souvrství. Tvoří zhruba 10 - 20 m mocný horizont na lokalitě Libouš a na části lokality Vršany.

Jejich mineralogické a chemicko – pedologické vlastnosti jsou vhodné, extrémně nevhodné je však jejich zrnitostní složení, fyzikální i hydrofyzikální vlastnosti. Na povrchu terénu vytvářejí slité, zcela nepropustné kůry.

V rekultivační praxi lze zrnitost zemín jen velmi obtížně měnit a to pouze pomocí ekonomicky velmi náročných melioračních opatření, při kterých dochází k dokonalému promísení (homogenizaci) upravované zeminy s melioračním sorbentem (písky) pomocí speciálních půdních fréz. Tento technologický postup vytváření antropogenního půdního profilu lze považovat za méně významný, v případě rekultivace těchto zemín by se měla převážně uplatňovat metodika tvorby antropogenních půdních profilů jako na šedých nadložních terciérních jílovcích. Lze také doporučit pokračování výzkumných prací zabývajících se možnou aplikací elektrárenských popelů při rekultivaci báňských výsypek.

Metodika tvorby antropogenních půdních profilů při zemědělské rekultivaci v oblasti SHP

V případě zemědělské rekultivace lze doporučit sklon rekultivovaného povrchu výsypky od 3 – 8 % (1:33 - 1:12). Může být jednostranný i vícestranný. Z hlediska úpravy svrchního horizontu lokality lze doporučit následující opatření:

- v případě výskytu písků nebo fyto toxických zemín je nutná úprava chemických a fyzikálních půdních vlastností těchto zemín homogenizací (promísením) nebo křížovou orbou do hloubky cca 0,5 m slinitými nebo bentonitickými zeminami aplikovanými v množství 1500 - 2000 m³.ha⁻¹.
- převrstvení technicky upraveného a stabilizovaného povrchu výsypky 0,6 m ornice tak, aby po ulehnutí byla zaručena vrstva 0,5 m
- pětiletý agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení, úprava půdní reakce, obsahu humusu a přijatelných živin. Aplikace zpracovaných osevních postupů VÚMOP Praha.

Možnosti zakládání ploch ponechaných přirozené sukcesi a geologických parků

Pro oblast SHP je typické široké uplatnění zárodnitných zemín, které jsou v rámci technické rekultivace zapravované do svrchních horizontů rekultivovaných lokalit. Je třeba zdůraznit, že tato metodika je pro hodnocenou oblast klíčová a zakládání ploch ponechaných přirozené sukcesi ji může pouze vhodně doplňovat.

Zakládání těchto ploch lze doporučit v oblastech, kde se již začaly ve specifických podmínkách spontánně vyvíjet funkční ekosystémy, kde je potřebná ochrana a výzkum některých biologických, geologických a paleontologických jevů a kde lze v rámci celkové koncepce rekultivace výsypky předpokládat zpřístupnění ploch. Výběr těchto ploch by měl probíhat pouze na základě výzkumu výsypkových těles. Po schválení založení plochy příslušnou těžební společností a jejím zakreslením do plánovacích map lze

doporučit její detailní průzkum, na jehož základě bude založena vstupní dokumentace. Následoval by dlouhodobý výzkum území hodnotící jeho pedologický a biologický vývoj. Obdobné zásady by měly platit i pro zakládání geologických parků.

Závěr

Výsledkem realizovaných výzkumných prací v oblasti rekultivační problematiky je získání komplexního souboru poznatků o svrchním horizontu vnějších a vnitřních výsypků severočeské pánve určených k rekultivaci.

Základní metodou technické rekultivace zůstává aplikace zúrodnitelných hornin, která prokázala svou úspěšnost na lokalitách Střimice, Radovesice a vnitřní výsypka dolu Bílina. První dosažené výsledky výzkumu však prokazují, že se významným doplňkem této metody mohou stát některé nové progresivní metody. Perspektivní by mohla být zejména aplikace elektrárenského stabilizátu do extrémně kyselých fytotoxických hornin v oblasti Dolů Bílina. Na zrnitostně těžkých plochách oblasti Dolů Nástup Tušimice může mít značný význam v případě vyřešení problému zapravení do svrchního horizontu i aplikace elektrárenského popela do plastických žlutých jílu. Díky značné morfologické i geologické pestrosti nerektivovaných oblastí, zejména v oblasti Severočeských dolů, a.s., je zde dostatek prostoru i pro zakládání ploch ponechaných přirozené sukcesi, jejichž cílem je ochrana často unikátních ekosystémů vznikajících na výsypkách.

Na základě dlouhodobého výzkumu pokusných ploch se podařilo vytvořit návrh metodiky technické rekultivace a aplikace zúrodnitelných zemín na různých stanovištích oblasti severočeské pánve. Závěry uváděné v tomto příspěvku jsou doloženy výsledky analýz vzorků odebraných na lokalitách Střimice, Radovesice a vnitřní výsypka dolu Bílina.

Literatura:

- [1] Čermák, P.: *Metodické podklady pro hodnocení protierozní odolnosti výsypkových zemín a vegetační nebo jinou úpravu v SHR*; Zpráva, VÚMOP Praha, 1993
- [2] Fišera, E. a kol.: *Radovesická výsypka a její začlenění do ekosystému území*; Referát, konference RVM, 1992
- [3] Ondráček, V. a kol.: *History, the present and perspectives of the Bílina mines area reclamations*; Surface Mining – Braunkohle, 1/2003
- [4] Řehoř, M. a kol.: *Application of modern restoration methods on localities of Bílina mines*; Sborník II. Mezinárodního kongresu hnědé uhlí, Wrocław 1996
- [5] Řehoř M.: *Rekultivace krajiny postižené těžbou hnědé uhlí se zaměřením na tvorbu antropogenních půdních profilů*; Disertační práce doktorského studia, VŠB-TU Ostrava, 2007