

Ing. Petr Čermák, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha
Ing. Hana Lorencová, PhD., Mostecká uhelná a.s., Most
RNDr. Michal Řehoř, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most

Lesnická rekultivace složišť popelovin, jejich historie a současnost

Přijato: 5.8.2005, recenzováno: 26.8.2005

Forstliche Rekultivierung der Aschenabladepplätze, Geschichte und Gegenwart

Durch die Rohstoffgewinnung sowie durch andere Industrietätigkeiten entstehen neue künstliche Formationen in der Landschaft – Kippen, Restlöcher, Taubguthalden, Grubensenkungen und Einsenkungen, Abfalldeponien, Klär- und Sedimentationsbecken.

Nebenprodukte aus der Braunkohleverbrennung stellen eine bedeutende Industrieabfallkategorie (gegenwärtig schon oft als Produkte zertifiziert) dar, die man für Rekultivierungen sowie für die Bildung des Bodenprofils neuer Boden – sog. Anthropoböden, nutzen kann. Der Artikel charakterisiert deren im Großen und Ganzen geeignete chemischen und physikalischen Eigenschaften und befasst sich mit den spezifischen Parametern von Aschen, die aus der Verbrennung der Steinkohle und des Lignits kommen, oder von Aschen, die in Kraftwerken mit den Additiven aufbereitet werden.

Forest Reclamation of Ash Dumps. Their History and Present

With raw materials mining and other industrial activity new artificial formations in landscape - dumps, residual pits of mines, spoil banks, mine falls and depressions, waste dumps, coal-ash settling basins and sedimentation basins are created. The task of the provided reclamations is to make the landscape to conform, in the following period, the agricultural, forest, water management and other corporate interests.

Side energy products coming from brown coal burning represent a significant category of industrial waste (currently already certified to products) which are usable for reclamation and the needs of new

soil profile - anthropogrounds. The article describes their quite favourable chemical and physical properties and also deals with specific parameters of ash coming from black coal and lignite burning or ash prepared with additives in power plants.

Лесохозяйственная рекультивация площадок укладки золы из электростанций – история и современность

В ходе добычи полезных ископаемых и другой промышленной деятельности возникают в ландшафте новые, искусственные формации – отвалы пустых пород, остаточные ямы бывших шахт и разрезов, сбросы и провалы, свалки отходов, хвостохранилища, шламонакопители и отстойники. Их рекультивация должна вновь адаптировать ландшафт таким образом, чтобы в будущем выполнял требования сельско-, лесо- и водохозяйственной продукции и соответствовал также другим интересам всего общества.

Побочные энергетические продукты сгорания бурых углей представляют собой значительную категорию промышленных отходов (в настоящее время часто уже сертифицированных в качестве продуктов), которые можно использовать при рекультивации и для создания почвенного профиля новых, антропогенных земель. В статье дается характеристика их вообще благоприятных химических и физических свойств и приводятся также специфические параметры золы из сгорания каменного угля и лигнита, а также специально адитированной в электростанции золы.

Lesnická rekultivace složišť popelovin, jejich historie a současnost

Těžbou nerostných surovin a ostatní průmyslovou činností dochází ke vzniku nových umělých útvarů v krajině – výsypek, zbytkových jam dolů, odvalů hlutin, důlních poklesů a propadlin, skládek odpadů, odkališť a sedimentačních nádrží. Úkolem prováděných rekultivací je znovu upravit krajinu tak, aby vyhovovala v příštím období produkci zemědělské, lesnické, vodohospodářské a dalším celospolečenským zájmům.

Vedlejší energetické produkty pocházející ze spalování hnědého uhlí, představují významnou kategorii průmyslového odpadu (v současnosti již často certifikovaného na výrobky), které jsou rekultivačně využitelné i pro potřeby vytváření půdního profilu nových půd - antropozemí. Článek charakterizuje jejich vcelku příznivé chemické i fyzikální vlastnosti a zabývá se též specifickými parametry popelů pocházejících ze spalování černého uhlí a lignitu, nebo popelů elektrárensky upravených aditiv.

Problematika rekultivace odkališť popela 60. a 70. let minulého století

Za účelem ověření vhodných rekultivačních technologií zúrodnění odkališť vznikajících ukládáním popela mokrou cestou, byly již v polovině 60. let minulého století zakládány Výzkumným ústavem meliorací Praha rozsáhlejší výzkumné plochy, se zemědělským i lesnickým využitím na elektrárně v Opatovicích, Hodoníně a 1. máje Třebovice.

V případě zemědělské rekultivace bylo na podkladě získaných poznatků za nejvhodnější technologický postup považováno převrstvení odkaliště 0,5 m zúrodnitelné zeminy. Převrstvení odkaliště 0,3 m zeminy bylo doporučováno pouze v případě lokálního nedostatku vhodných zúrodnitelných zemin. Přímé pěstování travin nebo jetelovin v popelu se používalo pouze jako opatření doplňující, sloužící zejména k omezení prašnosti povrchu odkaliště, které však neřešilo problém trvalé rekultivace těchto ploch. Jako vhodné rostliny se pro tyto účely doporučovala zejména kostřava ovčí a červená, jílek ozimý a mnohokvětý, komonice bílá a štírovník růžkatý.

U lesnické rekultivace odkališť popela byla značná pozornost věnována počátečnímu výběru vhodných druhů dřevin k zalesnění. Za dřeviny jako „vhodné“ s vysokým melioračním účinkem byly považovány druhy využitelné na všech druzích popela a do této skupiny byla zařazena olše lepkavá a šedá, bříza bradavičnatá, topol bílý a balzámový, vrba křehká, lípa srdčitá, jeřáb ptačí, hloh obecný, javor jasanolistý, trnovník akát, ptačí zob, tavola kalinolistá, rakytník řešetlákový a čimišník obecný. Druhou skupinu tvořily dřeviny charakterizované jako „částečně vhodné“, ale již hospodářsky významnější, jejichž růst na odkalištích nebyl vždy přesvědčivý. Při souběžné aplikaci vylepšujících melioračních opatření však byly i tyto dřeviny využitelné. Do této skupiny patřil dub zimní a červený, javor klen a mléč, jilm vaz, jasan ztepilý, modřín opadavý, borovice lesní a černá, tavolník vrboolistý, svída krvavá a zimolez tatarský. Pro zalesnění byly navrženy dva technologické postupy. První předpokládal nejprve překrytí plochy určené k zalesnění zeminou (upřednostňována byla technologie naplavení těchto rekultivačních materiálů o mocnosti 0,1 m) a za vhodnou součást tohoto melioračního opatření byla dále považována aplikace průmyslových hnojiv v dávce 150 – 200 kg/ha, pěstování komonice bílé a štírovníku růžkatého v meziřadí výsadeb, nebo aplikace dvouletého přípravného agrocyklu. U takto rekultivačně upraveného stanoviště byla dále doporučována výsadba 50 %

dřevin s vysokým melioračním účinkem a 50 % dřevin hospodářsky již významnějších. Druhý navržený technologický postup předpokládal v počáteční fázi pouze výsadbu dřevin s vysokým melioračním účinkem, kdy se v porostní skladbě upřednostňovalo zastoupení zejména olše lepkavé a šedé a teprve po zlepšení stanovištních podmínek takto zalesněného stanoviště (cca po 10 letech) byla použita výsadba dřevin hospodářsky významnějších. I u tohoto postupu však bylo doporučováno použít k překryvu popela zúrodnitelnou zeminu z důvodu počátečního omezení výparu, prašnosti a přehřívání povrchu, včetně obohacení tohoto materiálu organickou hmotou, které vede k urychlení jeho mikrobiálního oživení. Pro zalesnění byl doporučován zejména dvouletý prostokořenný sadební materiál, sadba štěrbínová i použití sázecího stroje a spon výsadby 1x1 m (při pěstování zemědělských plodin v meziřadí výsadeb i spon 1 x 1,25 m). Ošetřování sazenic okopáváním se provádělo pouze při převrstvení popele zeminou a za nejvhodnější způsob ochrany proti zvěři bylo považováno oplocení zalesněné plochy.

Podle současných poznatků lze považovat za hlavní půdotvorný proces uplatňující se na takto rekultivovaných antropozemích o stáří 40 let proces humifikace, jehož intenzita je pozitivně ovlivňována zastoupením vysokého podílu listnatých dřevin. Tento proces charakterizuje tvorba organického horizontu o celkové mocnosti do 2 cm a humózního horizontu o celkové mocnosti do 15 cm. Specifickým problémem je však atypická tvorba kořenového systému lesních dřevin na těchto stanovištích. Většina kořenové hmoty bývá na všech druhích popela soustředěna zejména v povrchových vrstvách a hranice jejího vertikálního prokořenění půdního profilu i po 15 letech vývoje dosahuje maximální hloubky 0,4 m oproti horizontálnímu rozložení, jehož délka bývá několikanásobně větší (oproti maximální hloubce vertikálního prokořenění).

Problematika rekultivace složišť popelovin v současnosti

Po roce 1990 dochází se zaváděním nových vysoce účinných technologií odsíření tepelných elektráren v České republice k postupnému omezování ukládání popelovin hydrotransportem jako odpadu. Popeloviny vzniklé dokonalejším spalováním uhlí jsou dále technologicky upravovány na energetické výrobky (stabilizát, aglomerát, energosádrovec), které jsou využívány ke stavebním účelům a při úpravě reliéfu krajiny, včetně vytváření antropozemí. Elektrárenský výrobek aglomerát představuje směs popela, strusky a záměsové vody, stabilizát je výrobek obdobného složení jako aglomerát, ale upravený dále pomocí aditiv (vápna, energosádrovce) a energosádrovec je produkt vznikající při procesu odsířování plyných zplodin. Stabilizát i energosádrovec se vyznačují vysokou alkalitou a po zhutnění cementačními účinky i vyššími obsahy síranů a chloridů (zejména energosádrovec).

V souvislosti s ukládáním popelovin na složištích suchou cestou je v současnosti nezbytné na těchto objektech řešit i novou rekultivační problematiku, tj. vytváření antropozemí nejen o příznivých pedologických vlastnostech, ale i o vhodné fyziologické hloubce, která by pěstované vegetaci zajišťovala v průběhu celého jejího vývoje i příznivé hydrické podmínky.

Rekultivační postupy vytváření antropozemí na složištích popela ukládaného novou technologií - suchou cestou, jsou v současnosti ověřovány v prostoru ČEZ, a.s. ve Chvaleticích, kde byly v 50-60 letech minulého století těženy manganopyritové břidlice. Část vytěženého prostoru lomu byla v minulosti zaplněna popelovinami ukládanými hydrotransportem a po roce 1990 je již lom upravován pomocí stabilizátu

do podoby reliéfu terénu původní krajiny před těžbou rudy. Na zhutněném povrchu stabilizátu jsou ověřovány postupy vytváření antropozemí, které představují: překryv stabilizátu zúrodnitelnou zemínou o mocnosti 0,3-0,5 m, překryv stabilizátu aglomerátem a směsí aglomerátu se zúrodnitelnou zemínou o minimální mocnosti 1,0 m, překryv stabilizátu aglomerátem a směsí aglomerátu s organickým substrátem o minimální mocnosti 1,0 m, překryv stabilizátu aglomerátem a směsí aglomerátu se zúrodnitelnou zemínou a s organickým substrátem o minimální mocnosti 1,0 m.

Podle současných poznatků lze považovat za rekultivačně zcela bezproblémový materiál aglomerát po doplňující úpravě obsahu dusíku a kationtové výměnné kapacity. Z pedologického hlediska lze však za zajímavý meliorační materiál považovat i stabilizát, který oproti aglomerátu představuje sice podstatné zvýšení půdní alkality, ale také prostředí s příznivějšími hodnotami kationtové výměnné kapacity, obsahu přijatelného vápníku a stabilní pufrovitostí. Půdní alkalitu u stabilizátu po jeho použití k rekultivačním účelům lze považovat za proměnnou a již po jednom roce dochází k jejímu výraznějšímu snížení. Pro lesnické rekultivační účely lze považovat za zcela vyhovující zejména rekultivační variantu, která spočívá v dokonalém promísení aglomerátu s texturálně vhodnou zúrodnitelnou zemínou v poměru 1:1. V případě směsných substrátů se zastoupením vyššího podílu aplikované organické hmoty dochází k vytváření pedologicky kvalitnějšího půdního stavu. Tyto varianty budou vyhovovat spíše pro potřeby pěstování travních porostů nebo energetických plodin.

Možnosti dalšího využití elektrárensky upravených popelů (stabilizátu a energosádrovce) při úpravě půdních vlastností vytvářených antropozemí jsou v současnosti ověřovány na vnitřní výsypce Dolu Bílina, kde byly tyto materiály použity v dávce cca 600 t/ha při úpravě půdních vlastností rekultivovaného povrchu výsypky. V rámci technické rekultivace byly zapraveny vícenásobnou orbou do celkové hloubky půdního profilu 0,2-0,35 m. Na ploše jsou průběžně sledovány změny chemických a fyzikálních půdních vlastností, včetně růstové vitality širšího sortimentu dřevin použitého k zalesnění.

Ověřovaná rekultivační technologie zapravení elektrárenských výrobků (stabilizátu, energosádrovce) do půdního profilu antropozemí na výsypkách a to i vícenásobnou orbou podmiňuje vznik prostorově značně heterogenního půdního prostředí. To charakterizuje počáteční poměrně extrémní nárůst půdní alkality (pH-KCl 8,5-12,5), ale i velmi pozitivní úprava většiny fyzikálních půdních vlastností (vododržnosti, pórovitosti, nakypřenosti), porovnatelná např. s technologiemi, které pro tyto účely používají vysoké dávky organických hmot. Za velmi zajímavou lze považovat i zjištěnou růstovou reakci různých druhů dřevin na výrazně pozměněné půdní podmínky po aplikaci stabilizátu. Vliv vysoké počáteční půdní alkality se na následném vývoji dřevin, a to prakticky u všech rekultivačně významnějších druhů dřevin do stáří 5 let významněji neprojevuje, naopak v důsledku vytvořeného příznivějšího fyzikálního půdního prostředí po aplikaci stabilizátu, lze u většiny dřevin (dubů zimního, javoru mléče, jasanu ztepilého, habru obecného, lípy srdčité) rozeznat i tvorbu náhradního kořenového systému s podstatně bohatším kořenovým vlášením. Větší rekultivační využitelnost bude mít stabilizát spíše při úpravě texturálně lehčích výsypkových zemín s častou příměsí substrátů uhelné sloje, kde je základním rekultivačním požadavkem spíše komplexní úprava půdních vlastností (chemických, protierozních). Obecně by mohla být aplikace popelovin při úpravě půdních vlastností antropozemí perspektivní zejména za předpokladu použití technologií, které umožňují dokonalé promísení tohoto materiálu s upravovaným substrátem do požadované hloubky půdního profilu, čehož lze docílit pouze při použití speciálních půdních fréz. Některé vlastnosti stabilizátů a aglomerátů ukazují tabulky 1 – 3.



Obr. 1 Vývoj kořenového systému borovice lesní na popelovinách



Obr. 2 Stav bývalé výzkumné plochy VÚM po 40. letech



Obr. 3 Složiště stabilizátu ve Chvaleticích

Tab. 1 Zrnitostní složení elektrárenských výrobků

Rekultivační úprava	Obsah zrnitostní kategorie (%)				
	< 0,001 mm	<0,01 mm	0,01-0,05 mm	0,05-0,25 mm	0,25-2,0 mm
Stabilizát	4,0	6,3	39,4	44,7	9,6
Aglomerát	4,0	17,3	47,6	33,9	1,2

Tab. 2 Chemické a pedologické vlastnosti elektrárenských výrobků

Rekultivační úprava	Půdní reakce		Obsah karbonátů (%)	Obsah celk. dusíku (%)	Kationtová vým. kapacita (mmol/100 g)	Obsah organ. látek (%)	Obsah přijatelných živin (mg.kg ⁻¹)			
	pH/ KCl	pH/ H ₂ O					P	K	Mg	Ca
Stabilizát	8,1	8,2	2,0	<0,05	19,3	0,73	32,9	194	712	13920
Aglomerát	6,1	6,3	<0,1	<0,05	<0,5	0,22	28,0	243	703	624

Tab. 3 Fyzikální půdní vlastnosti elektrárenských výrobků

Rekultivační úprava	Maximální kapilární vodní kapacita (% obj.)	Maximální kapilární nasáklivost (% obj.)	Pórovitost (%)	Minimální vzdušná kapacita (% obj.)	Objemová hmotnost (g.cm ⁻³)
Stabilizát hutněný	44,2-47,4	53,2-57,7	53,3-54,9	5,9-10,4	0,98-1,11
Aglomerát	34,2-39,2	42,6-48,7	62,4-66,8	23,2-32,6	0,73-0,82

Část problematiky této práce byla řešena s podporou Ministerstva zemědělství ČR v rámci výzkumného záměru MZE 0002704901 „Zmírnění nepříznivých přírodních a antropogenních vlivů na půdu a vodu“ a Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci výzkumného záměru č. MS 4456918101 „Výzkum fyzikálně chemických vlastností hmot dotčených těžbou a užitím uhlí a jejich vlivů na životní prostředí v regionu severozápadních Čech“.

Literatura

1. Čermák, P.: Počáteční pedologické vlastnosti ověřovaných rekultivačních variant úpravy povrchu stabilizátu ve Chvaleticích. Výzkumná zpráva VÚMOP Praha vypracovaná pro ČEZ,a.s. Chvaletice, 2003.
2. Čermák, P.: Hodnocení lesnických rekultivací na Dole Bílina. Výzkumná zpráva vypracovaná pro SD Chomutov,a.s., 2004.
3. Malý, V., Špiřík, F.: Rekultivace opuštěných odkališť popela. Metodika ČAZ, Ústav vědeckotechnických informací Praha, 13-14/1975.
4. Minx, A., et.al.: Metodika pro jednotný a optimální způsob zajištění biologických rekultivací složišť VEP ČEZ, a.s. ÚHUL Hradec Králové 05/2003.