

Ing. Petr Čermák, CSc. – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha; Ing. Hana Lorencová, Ph.D. – Mostecká uhelná a.s., Most.

Poznatky z lesnické rekultivace plaviště popelovin v bukovině

Přijato: 11. 10. 2007, recenzováno 21. 11. 2007:

Za účelem ověření vhodných rekultivačních technologií zúrodnění odkališť vznikajících ukládáním popelovin hydrotransportem ze spalování hnědého uhlí, byl již v počátku roku 1960 založen Výzkumným ústavem meliorací Praha na elektrárně v Opatovicích výzkumný objekt, kde byly hodnoceny možnosti využití takto devastovaného území pro účely zemědělské i lesnické. V roce 2004 – 2006 bylo provedeno na lesnické části rekultivace posouzení stavu půdotvorného procesu a růstové vitality zastoupených stromových taxonů dřevin. Bylo zjištěno, že půdotvorný proces je celoprofilově charakteristický zejména nárůstem půdní acidity a snížením sorpčního nasycení bazickými kationty a že většina použitých dřevin k zalesnění vykazuje i po čtyřiceti letech velmi dobrý růst i zdravotní stav. Rekultivačním problémem tohoto stanoviště v hodnoceném věku se stávají četnější vývraty stromů.

Information from the Forest Reclamation of Ash Dump in Bukovina

To verify suitable technologies for the reclamation of coal-ash settling basins that originated by a hydraulic sluicing of ash from brown coal burning a research object was established in the Opatovice power station at the beginning of 1960 by the Research Institute of Soil Improvement in Prague where a possible use such a devastated area for agricultural and forestry purposes was tested. In 2004 – 2006 the soil-forming process and the vitality of represented tree taxa of tree species were evaluated in the forest part of reclamation. The soil-forming process was found to be characterized in the whole profile by an increase in soil acidity and by a decrease in base cation saturation; the majority of the tree species used for reforestation showed very good growth and health status. More frequent windthrows of trees become a problem of the reclamation of this site at the evaluated age.

Erkenntnis aus der Forstrehabilitation der Spüldeponie von Kraftwerkaschen in Bukovina

Zum Zweck der Überprüfung des Rekultivierungsverfahrens für Urbarmachung der Spüldeponien, die durch Speicherung der Asche aus der Braunkohleverbrennung mittels Hydrotransport entstehen, wurde bereits anfangs 1960 durch Forschungsinstitut für Meliorationen Prag ein Forschungsobjekt im Kraftwerk Opatovice errichtet. Auf diesem Objekt wurden Möglichkeiten der Nutzung eines solch zerstörten Geländes für forstliche und landwirtschaftliche Zwecke bewertet. In Jahren 2004 – 2006 wurde auf dem forstlich rekultivierten Teil eine Bewertung des Zustandes des bodenbildenden Prozesses und der Wachstumsvitalität von vorkommenden Baumtaxonen der Holzarten bewertet. Es wurde festgestellt, dass der bodenbildende Prozess im ganzen Profil besonders mit dem Anstieg von Bodenazidität und Minderung der Sorptionssättigung durch basische Kationen charakterisiert ist und dass die Mehrheit der zur Beforstung genutzten Gehölze auch nach 40 Jahren sehr gutes Wachstum sowie Gesundheitszustand ausweist. Das Rekultivierungsproblem dieses Standortes im bewerteten Alter sind öfter vorkommende Baumbrüche.

Rekultivační charakteristika odkaliště popelovin v Bukovině

Problematika lesnické rekultivace odkališť popelovin pocházející ze spalování hnědého uhlí, byla výzkumně ověřována v období 1965 – 1975 na elektrárně v Opatovicích. Objekt se nachází v oblasti s ročním srážkovým normálem 602 mm a vegetačním 362 mm, s průměrnou roční teplotou 7,8 °C a vegetační 13,9 °C. Počáteční půdní analýzy v době zalesňování tohoto objektu charakterizovaly celoprofilově naplavený materiál zrnitostně jako

poměrně homogenní (písčité až hlinitopísčité), s obsahem částic o průměru pod 0,01 mm na úrovni 10 – 13% a s převládajícím obsahem částic zrnitostní kategorie 0,05 – 0,1 mm (50 – 55%). Za celoprofilově velmi vyrovnané v tomto období lze považovat i ostatní stanovené půdní vlastnosti: maximální vodní kapacita dosahovala 44 – 51% obj., pórovitost 63 – 67%, objemová hmotnost 0,5 – 0,6 g/cm³, půdní reakce výměnná 5,8 – 6,4, obsah karbonátů 0,1 – 0,3% a stupeň sorpčního nasycení 62 – 71%. Na lesnické části experimentálního objektu byl v tomto období ověřován vliv melioračních opatření

(minerálního hnojení, překryvu ornici o mocnosti 5 cm, pěstování *Melilotus alba* v meziřadí lesních výsadeb, přípravného agrocyklu s pěstováním jetelotravního porostu před výsadbou sazenic, krytokořenné sadby), na ujímavost a vzrůstové poměry stromů i keřů a průběžně byly hodnoceny i změny v půdních vlastnostech zalesněných popelovin. Pozitivních výzkumných výsledků v tomto období bylo dosaženo zejména na rekultivační variantě s překryvem ornici o mocnosti 5 cm, kde úhrnný běžný roční přírůst za období deseti let dosáhl u *Fraxinus excelsior* L., 3,4 m (kontrola 3,1 m) a u *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., 8,2 m (kontrola 7,6 m). Příznivé výsledky poskytovala i varianta s aplikací průmyslových hnojiv (NPK 1:2:1) na jamku v dávce 200 kg č.ž./ha, kde úhrnný běžný roční přírůst dosáhl u *Fraxinus excelsior* L., 3,3 m a u *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., 7,7 m. Použití obalované sadby se na vzrůstových poměrech hodnocených dřevin (*Ulmus laevis* Pall., *Fraxinus excelsior* L.) významněji neprojevovalo. Růstové odlišnosti byly zjištěny i u varianty s pěstováním *Melilotus alba* v meziřadí lesních výsadeb a varianty, kde byl před výsadbou sazenic dřevin po období šesti let pěstován jetelotravní porost (efekt těchto opatření se projevil pouze v období prvních čtyř let po výsadbě).

V roce 2004 – 2006 bylo provedeno na tomto bývalém experimentálním objektu posouzení stavu probíhajícího půdotvorného procesu a růstové vitality zastoupených taxonů dřevin (*Betula pendula* Roth., *Quercus rubra* L., *Fraxinus excelsior* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Acer platanooides* L., *Populus tremula* L., *Ulmus laevis* Pall., *Salix alba* L., *Pinus sylvestris* L.). Posouzení stavu půdních vlastností antropozemě tvořené pouze naplavenými popelovinami (zrnitostního složení, fyzikálních, chemických a ostatních půdních vlastností), bylo provedeno u půdního horizontu (do 0,1 m) s výraznou kumulací organické hmoty (opad, drť), u půdního horizontu (0,1 – 0,2) s výraznou kumulací biomasy kořenů (koncových kořínků) a u půdního horizontu 0,2 – 0,5 m.

Výsledky

Pedologická charakteristika půdního profilu antropozemě, ovlivněného čtyřicetiletým půdotvorným procesem

V bylinném patře jsou významněji zastoupeny nitrofilní druhy (*Galium aparine*, *Urtica urens*). Zaznamenané profilové změny v zrnitostním charakteru půdního profilu složeného z popelovin lze považovat za bezvýznamné, zastoupení částic o průměru pod 0,01 mm charakterizuje opět tento půdotvorný substrát (podle Nováka) jako na počátku rekultivace, tj. na úrovni přechodu mezi písčítým a hlinitopísčítým. Půdní horizont 0 – 0,2 m s vysokým zastoupením organických látek je typický značnou rozkolísaností všech fyzikálních vlastností, průběžně setrvalé změny v těchto půdních vlastnostech (potvrzeno i předchozím výzkumem) jsou hodnotitelné až do hloubky více jak 0,1 m, projevující se ve snížení maximální kapilární vodní kapacity (5 – 10% obj.) a nárůstu minimální vzdušné kapacity. Za velmi nízkou v celém hodnoceném půdním profilu lze považovat objemovou hmotnost, která od hloubky více jak 0,2 m představuje opět půdní stav popelovin jako na počátku rekultivace (cca 0,6 g/cm³). Setrvalé změny v průběhu půdních vlastností představuje půdní reakce. V počátku rekultivace dosahovalo pH výměnné hodnoty v půdním profilu o mocnosti do 1,0 m 6,0 – 6,5, v roce 1975 5,0 – 5,5 a v současné době 4,4 – 4,8 (charakteristika půdního profilu do 0,5 m). Další půdní vlastnost, u které lze zaznamenat obdobný průběh změn, je stupeň sorpčního nasycení bazickými kationty. Před zalesněním charakterizují tuto vlastnost průměrné hodnoty na úrovni 65%, v roce 1975 hodnoty na úrovni 45% a v současnosti hodnoty méně jak 30%. Pozitivní profilové změny zaznamenané i předchozím výzkumem charakterizují naopak vývoj kationtové výměnné kapacity, kterou lze v současnosti hodnotit u půdního horizontu do 0,2 m na úrovni 19 – 30 mmol/100 g a hloubka více jak 0,2 m představuje opět již stav jako na počátku rekultivace, tj. 13 – 17 mmol/100g. Obdobný, pozitivní profilový vývoj jako u kationtové výměnné kapacity, charakterizují dále v důsledku probíhajícího půdotvorného procesu i změny v obsahu organických látek, celkového dusíku a všech přijatelných živin (P, K, Mg, Ca).

Stanovené půdní vlastnosti zalesněného plaviště popelovin ovlivněné čtyřicetiletým

půdotvorným procesem uvádí tab. 1 – 3.

Tab. 1 Zrnitostní složení

Půdní profil, cm	Zrnitostní kategorie (%)			
	<0.01 mm	0.01÷0.05 mm	0.05÷0.25 mm	0.25÷2.0 mm
0÷10	8.1÷8.3	29.6÷30.9	42.4÷49.3	11.6÷19.8
10÷20	6.6÷7.5	18.6÷19.1	49.7÷54.0	19.9÷24.6
20÷50	<4.0	12.9÷15.9	56.6÷62.9	21.4÷24.3

Tab. 2 Fyzikální složení

Půdní profil cm	Maximální kapilární vodní kapacita % obj.	Maximální kapilární nasákavost obj. %	Pórovitost %	Maximální vzdušná kapacita % obj.	Objemová hmotnost g/cm ³
0÷10	12.6÷45.5	19.1÷68.4	74.7÷87.7	29.2÷64.7	0.25÷0.48
20÷50	36.8÷39.8	66.3÷69.3	71.4÷73.5	31.6÷34.9	0.61÷0.67

Tab. 3 Chemické a ostatní půdní vlastnosti

Půdní profil cm	pH KCl	Ca CO ₃ , %	KVK mmol/100g	N _t , %	C _{ox} , %
0÷10	4.7÷5.0	<0.1	24.1÷29.6	1.0÷1.1	13.6÷13.8
10÷20	4.4÷4.6	<0.1	19.1÷21.6	0.5÷0.6	7.2÷8.3
20÷50	4.6÷4.7	<0.1	13.3÷13.7	0.1	3.3÷3.6
Půdní profil cm	Přijaté živiny (mg/kg) Mehlich III				
	P	K	Mg	Ca	
0÷10	13.0÷19.7	322÷346	186÷350	1616÷3116	
10÷20	2.7÷5.9	233÷257	85÷96	477÷638	
20÷50	4.0÷5.5	233÷273	48÷66	626÷636	

Růstová vitalita lesních dřevin

Většina hodnocených dřevin, kromě *Ulmus laevis* Pall. (poškození *Ceratostis ulmi*), vykazuje na plavišti popelovin i po čtyřiceti letech poměrně velmi dobrý růst i zdravotní stav. Za zcela bezkonkurenční lze považovat na tomto stanovišti vývoj např. *Salix alba* L., (zaznamenána i výčetní tloušťka d 1,3 52 cm a výška 29 m). Velmi příznivý růst vykazuje dále i *Populus tremula* L., (průměrná výčetní tloušťka d 1,3 31 cm, výška 25 m), *Betula pendula* Roth., (průměrná výčetní tloušťka d 1,3 27 cm, výška 22 m), *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (průměrná výčetní tloušťka d 1,3 26 cm, výška 21 m), *Fraxinus excelsior* L., (průměrná výčetní tloušťka d 1,3 22 cm, výška 23 m), *Acer platanoide*s L., (průměrná výčetní tloušťka d 1,3 21 cm, výška 18 m), *Quercus rubra* L., (průměrná výčetní tloušťka d 1,3 25 cm, výška 16 m) a *Pinus sylvestris* L., (průměrná výčetní tloušťka d 1,3 25 cm, výška 23 m). Rekultivačním problémem této antropozemě v hodnoceném

věku se stávají častěji vývraty dřevin, které postihují zejména *Betula pendula* Roth..

Závěr

Stav lesnické rekultivace tohoto průmyslového odpadu (s ohledem na vynaložené počáteční ekonomické prostředky), lze i po čtyřiceti letech považovat za velmi úspěšný. Charakteristickým vývojovým znakem této antropozemě je tvorba mocnějšího humusového horizontu (5 – 7 cm), výrazná kumulace biomasy kořenů (koncových kořínků) v povrchovém půdním horizontu do 0,2 m, celoprofilový nárůst půdní acidity a snížení sorpčního nasycení bazickými kationty a z hlediska hydrofyzikálního, bezvýznamné změny v zrnitostním složení a fyzikálních půdních vlastnostech půdního profilu (maximální kapilární vodní kapacity, maximální kapilární nasákavosti, pórovitosti, objemové hmotnosti). Určitým problémem takto provedené rekultivace v hodnoceném věku, se stává stabilita lesního porostu (narůstající počet vývratů postihující zejména *Betula pendula* Roth.).



Obr.1- *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. ve směsi s *Fraxinus excelsior* L.



Obr. 2 - *Betula pendula* Roth. ve směsi s *Pinus sylvestris* L.



Obr. 3 - Narušená stabilita porostu (vývrat *Betula pendula* Roth., *Quercus rubra* L.)

Literatura

Čermák P., Kohel J. : *Hodnocení půdotvorného procesu antropozemě Severočeské hnědouhelné pánve, jejich kategorizace a využití. Výstup z řešení výzkumného záměru MZe-M07-99-01-05. VÚMOP Praha, 2003*

Minx A., a kol. : *Metoda pro jednotný a optimální způsob zajištění biologických rekultivací složišť VEP ČEZ, a.s. ÚHUL Brandýs n./L., 2003*

Němeček J. a kol.: *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZÚ Praha, 2001*

Špiřík F.: *Lesnická rekultivace opuštěných složišť popela. Závěrečná zpráva VÚM Praha, 1970*

Špiřík F.: *Výzkum nejefektivnějších způsobů lesnické rekultivace složišť popela elektráren, spalujících hnědé a černé uhlí. Závěrečná zpráva, VÚM, Praha, 1975*