

Lesnická rekultivace plaviště popele Lotta Marie

Petr Čermák¹, Vratislav Ondráček²

¹Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., cermak@vumop.cz

²Severočeské doly a.s., ondracek@sdas.cz

Přijato: 11. 1. 2010, recenzováno: 23. 8. a 25. 8. 2010

Abstrakt

V práci jsou uvedeny poznatky ze stavu 17leté lesnické rekultivace plaviště popelovin Lotta Marie, pocházejícího ze spalování hnědého uhlí v tepelné elektrárně Ledvice. Hodnocena je technická část provedení rekultivace zúrodnitelnými zeminami, půdní vlastnosti vytvořené antropozemě, pěstební péče a růstová vitalita dřevin. Na podkladě provedeného šetření lze rekultivační stav tohoto zalesněného území charakterizovat takto: značná heterogennost vytvořené celkové mocnosti překryvné vrstvy ze zúrodnitelných zemín, extrémní poškození výsadeb zvěří (okus, vytloukání, oděr), za rekultivačně významné (pionýrské) dřeviny v první generaci pěstování lesa na tomto stanovišti, ale s již příznaky předčasného stárnutí, lze považovat *Populus canadensis*, *Populus nigra* var. *pyramidalis* a *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., za další rekultivačně významnou skupinu dřevin, ale s již nezaznamenanými příznaky předčasného stárnutí, lze považovat *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L., *Larix decidua* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L. a *Fraxinus ornus* L., a významněji se již růstově na tomto stanovišti neuplatnil *Fraxinus excelsior* L., *Acer negundo* L., *Acer pseudoplatanus* L. a *Sorbus aucuparia* L.

The forest reclamation of the coal ash settling basin Lotta Marie

The paper presents findings concerning the conditions of 17-year-old settling basin called Lotta Marie, where coal ash originating from brown coal combustion in Ledvice power plant was disposed and forest reclamation was subsequently performed. We evaluated the technical reclamation of the site performed by application of fertilizable soils, soil properties of the developed Anthroposol, silvicultural measures, and growth vitality of tree species. Based on the performed investigation, the conditions of this reforested site is described as follows: great heterogeneity of the total thickness of the overlaying stratum formed from fertilizable soils, extreme damages to plantations by game (browsing, fraying, rubbing). *Populus canadensis*, *Populus nigra* var. *pyramidalis* and *Alnus glutinosa* (L.) can be considered as a group of tree species of high reclamation importance, but already showing symptoms of premature aging; another group of tree species of reclamation importance, where however no symptoms of premature aging were observed, consists of *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L., *Larix decidua* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L. and *Fraxinus ornus* L., whereas *Fraxinus excelsior* L., *Acer negundo* L., *Acer pseudoplatanus* L. and *Sorbus aucuparia* L. did not prosper at this site very much.

Forstliche Rekultivierung des Aschespülbeckens Lotta Marie

Im Aufsatz werden Erkenntnisse aus dem Zustand der 17-jährigen forstlichen Rekultivierung des Aschespülbeckens Lotta Marie angeführt, wobei die Asche aus der Verbrennung der Braunkohle im Wärmekraftwerk Ledvice stammte. Bewertet ist der technischen Teil der Rekultivierung, durchgeführt mithilfe der kultivierbaren Böden, Bodenbeschaffenheit des gebildeten Antropobodens, züchterische Pflege und Wachstumsvitalität der Holzarten. Aufgrund der durchgeführten Ermittlung kann der Rekultivierungszustand nachfolgend charakterisiert werden: beträchtliche Heterogenität der gebildeten Gesamtmächtigkeit der Überdeckungsschicht aus den kultivierbaren Böden, extreme Beschädigung der Pflanzung. Für rekultivierungsbedeutende (Pionier-) Holzarten in der ersten Generation des Waldanbaus auf diesem Standort, bereits aber mit Merkmalen der vorzeitigen Alterung können *Populus canadensis*, *Populus nigra* var. *pyramidalis* und *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. betrachtet werden, für weitere rekultivierungsbedeutende Holzartengruppe, aber mit nicht mehr verzeichneten Merkmalen der vorzeitigen Alterung können *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L., *Larix decidua* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L. und *Fraxinus ornus* L. betrachtet werden, und *Fraxinus excelsior* L., *Acer negundo* L., *Acer pseudoplatanus* L. und *Sorbus aucuparia* L. haben sich auf diesem Standort aus der Sicht des Wachstums bedeutend nicht durchgesetzt.

Klíčová slova: plaviště popelovin, lesnická rekultivace, půdní vlastnosti, růstová vitalita dřevin.

Keywords: coal ash settling basin, forest reclamation, soil properties, growth vitality of tree species.

1 Úvod

Rekultivované území o rozloze 14,6 ha se nachází na Bílinsku u obce Světec. Náleží do klimatického regionu teplého a suchého (T1), s průměrnou roční teplotou 8 – 9 °C, s průměrným ročním srážkovým úhrnem do 500 mm a vegetačním do 310 mm a s 40–50 % pravděpodobností výskytu suchých vegetačních období. Odkaliště (území narušené již předchozí těžbou hnědého uhlí) bylo zaplněno v roce 1988, převrstveno zúrodnitelnými zeminami, proveden hydroosev a na podzim 1989 a na

jaře 1990 zalesněno zahradnickými výpěstky stromů o celkové výšce 1,5–2,0 m ve sponu 2,0 x 2,0 m a keřů ve sponu 1,0 x 1,0 m, vysázených do kopaných jamek 0,35 x 0,35 m. Pěstební péče v prvních 5 letech spočívala v chemickém ošetřování sazenic proti okusu zvěří, okopávce kolem sazenic, celoplošném vyžínání buřeně a přihnojení průmyslovým hnojivem NPK (event. průmyslovým kompostem) kolem sazenic. Vzhledem k vysokým úhynům vysázených sazenic byla jejich intenzivní dosadba prováděna až do roku 1997, v důsledku čehož došlo i k častému narušení prostorového rozmístění dřevin navrže-

Tab. 1: Chemické a ostatní půdní vlastnosti vytvořené antropozemě

Rekultivační stav	pH KCl	CaCO ₃ (%)	C _{ox} (%)	N _t (%)	CEC [cmol/kg]	Přijatelné živiny [mg/kg]			
						P	K	Mg	Ca
„A“	4,9-5,1	<0,1	2,5-4,0	0,11-0,13	14,0-17,2	1,1-1,9	98-112	401-441	1510-1583
„B“	6,9-7,2	<0,1	0,3-0,6	0,03-0,05	5,0-5,8	1,4-2,5	50-65	230-264	910-997
„C“	3,2-3,5	<0,1	7,2-8,8	0,20-0,22	19,5-21,8	1,6-2,6	70-82	511-532	1711-1780
Popele	5,5-6,0	<0,1	1,4-3,6	<0,05	<5,0-5,8	14,2-26,2	122-163	113-230	920-1236

ného projektovou dokumentací. Během pěstební péče bylo území rovněž významněji ovlivněno i dřevinami náletovými (*Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L., *Salix caprea* L.) a zřejmě i (*Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Pinus sylvestris* L.). V roce 2009 došlo k celoplošné likvidaci dřevin vykácením, za účelem využití území pro výstavbu solárních panelů.

2 Metodika

2.1 Posouzení půdních vlastností

Posouzení stavu převrstvení plaviště zúrodnitelnými zeminami bylo provedeno pomocí 42 půdních vpichů sondovací tyčí do celkové hloubky 0,8 m, rozmístěných v celém prostoru rekultivovaného objektu. Na podkladě získaných informací o stavu celkové mocnosti vytvořené překryvné vrstvy ze zúrodnitelných zemin, a jejich barevné a makroskopické charakteristice posouzené vizuálně (struktura, skelet, příměs uhlí), byly vybrány tři typické rekultivační stavy a odebrány porušené půdní vzorky ve tříásobném opakování pro stanovení: zrnitostního složení, půdní reakce výměnné, celkového obsahu dusíku, karbonátů a organických látek, sorpčních vlastností a obsahu přijatelných živin P, K, Mg a Ca (Mehlich III). Součástí hodnocení půdního stavu bylo i stanovení půdních vlastností uložených popelů.

2.2 Posouzení růstové vitality dřevin

Posouzení stavu vitality nadzemních orgánů dřevin bylo provedeno momentním vizuálním hodnocením charakteristických makromorfologických kritérií doporučených některými autory [7, 4, 5, 3]. Hodnoceny byly tyto údaje a diagnostické znaky:

- významnější druhy dřevin a četnosti jejich výskytu (1 = ojedinělý výskyt, 2 = skupinovitě roztroušený, 3 = četnější skupiny, 4 = souvislý porost),
- malolistost (0 = normální list, 1 = list do poloviny listové čepele, 2 = list menší než polovina listové čepele normálního listu),
- barevné změny listů (výskyt chlorózy) jsou uváděny znaménkem +,
- prosychání koruny (0 = nezjištěno, 1 = prosychání jedno- až dvouletých výhonů, 2 = prosychání silnějších větví zejména v prostoru vrcholové části koruny, 3 = více jak 40 % objemu koruny prosychá, 4 = koruna z převážné části prosychá),
- vícekmennost (vývin vícekmennosti stromových taxonů původně s jednotlivým kmenem) je označována znaménkem +,
- poškození kmene (hniloba, oděr černou zvěří) je označováno znaménkem +,

- vývraty (začínající, dokončené) jsou označovány znaménkem +,
- střední porostní výška a tloušťka ($d_{1,3m}$) je charakterizována naměřenými numerickými hodnotami.

3 Výsledky

3.1 Pedologické vlastnosti vytvořené překryvné vrstvy plaviště popele

K převrstvení byl použit geogenně poměrně heterogenní materiál, který tvoří hlíny a písky původu kvartérního i terciérního, a dále i substráty již uhelné sloje s vyšším obsahem různě zvětralého uhlí. Tyto zeminy byly pak při technické rekultivaci (převrstvování) různě smíchány a vytvořen plošně i profilově značně nesourodý půdní stav. Ze 60-70 % charakterizuje vytvořený půdní stav rekultivační varianta „A“ a ostatní část území rekultivační varianta „B“ a „C“. Zrnitostní složení zemin u všech hodnocených rekultivačních variant je poměrně homogenní, obsah částic I. zrnitostní kategorie (< 0,01 mm) se pohybuje na převážné části území v rozmezí 40-45 % (zemina hlinitá), ojediněle zaklesává až na 30 % (zemina písčito-hlinitá). Půdní reakci výměnnou u rekultivačního stavu „A“ a „B“ lze hodnotit jako slabě kyselou až alkalickou, zemina je bezkarbonátová, má velmi nízký až vysoký obsah organických látek, kationtová výměnná kapacita je velmi nízká až střední, sorpčně je nenasycená až nasycená a z přijatelných živin má velmi nízký obsah fosforu, vyhovující obsah draslíku, velmi vysoký obsah hořčíku a nízký až vyhovující obsah vápníku. Některé nepříznivé půdní vlastnosti (vysokou půdní aciditu) již představuje rekultivační stav „C“ s vyšším obsahem uhlí. Zaznamenané půdní vlastnosti vytvořené antropozemě uvádí tabulka č. 1.

3.2 Růstová vitalita dřevin

Za rekultivačně velmi významnou skupinu dřevin s počáteční nejpriznivější růstovou vitalitou charakterizovanou střední porostní výškou a tloušťkou ($d_{1,3}$), ale ve stáří cca 17 let s již zaznamenanými příznaky předčasného stárnutí (prosychání koruny, hniloba kmene), lze považovat především *Populus canadensis*, *Populus nigra* var. *pyramidalis* a dále i *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (fruktifikace, vícekmennost, hniloba kmene). Za další rekultivačně velmi významnou skupinu dřevin s počáteční příznivou růstovou vitalitou, ale s již zaznamenanými příznaky předčasného stárnutí, lze považovat jednak dřeviny ze stádia primární sukcese – *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L., *Salix caprea* L., *Elaeagnus angustifolia* L., *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L. a dále i dřeviny z umělé výsadby – *Larix decidua* Mill., *Fraxinus ornus* L., *Picea pungens* Engel., *Rhus typhina* L., *Amorpha fruticosa* L.,

Tab. 2: Charakteristika růstové vitality dřevin dle použitých makromorfologických kritérií

Dřevina	Malolistost	Chloróza	Prosychání koruny	Vícekmennost	Poškození kmene	Vývraty	Celková výška [m]	Výčetní tloušťka [cm]	Četnost výskytu
Topol osika - <i>Populus tremula</i> L.	0	-	0	+	-	-	11,5	13,8	1
Topol kanadský - <i>Populus canadensis</i>	0	-	2, 3, 4	-	+	-	17,5	27,4	3
Topol černý - <i>Populus nigra</i> var. <i>pyramidalis</i>	0	-	2	-	+	-	14,0	23,0	3
Vrba jíva - <i>Salix caprea</i> L.	0	-	0	+	-	-	6,5	12,2	1
Jeřáb ptačí - <i>Sorbus aucuparia</i> L.	0	+	2,3	+	+	-	5,5	7,3	3
Jasan zimnář - <i>Fraxinus ornus</i> L.	0	-	0	-	-	-	8,0	13,3	1
Jasan ztepilý - <i>Fraxinus excelsior</i> L.	0	-	0	+	-	-	3,5	3,6	1
Javor klen - <i>Acer pseudoplatanus</i> L.	0	-	0	+	+	-	6,5	9,8	2
Javor jasanolistý - <i>Acer negundo</i> L.	0	+	2,3	+	+	-	3,0	4,7	3
Javor tatarský - <i>Acer tataricum</i> L.	0	-	0	+	-	-	5,5	4,0	1
Javor stříbrný - <i>Acer saccharinus</i> L.	0	-	0	+	-	-	5,5	6,4	1
Olše lepkavá - <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	0	-	2,3	+	+	-	11,5	13,7	3
Bříza bělokorá - <i>Betula pendula</i> Roth.	0	-	0	+	-	-	12,5	14,2	1
Dub letní - <i>Quercus robur</i> L.	0	-	0	+	-	-	6,5	8,3	1
Dub červený - <i>Quercus rubra</i> L.	0	-	0	+	-	-	6,5	9,0	1
Smrk ztepilý - <i>Picea abies</i> (L.) Kaerst.	0	-	0	-	+	-	8,5	12,2	1
Smrk Pančičův - <i>Picea omorika</i> (Panč.) Purk.	0	-	0	-	+	-	6,5	10,8	1
Smrk pichlavý - <i>Picea pungens</i> Engelm.	0	-	0	-	-	-	6,0	9,5	3
Borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> L.	0	-	0	+	+	-	8,0	11,1	1
Modřín opadavý - <i>Larix decidua</i> Mill.	0	-	0	-	+	+	14,0	14,2	2
Hlošina úzkolistá - <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	0	-	0	+	-	-	8,0	-	1
Škumpá očetná - <i>Rhus typhina</i> L.	0	-	0	-	+	-	5,0	-	3
Tavolník vrbový - <i>Spiraea salicifolia</i> L.	0	-	0	-	-	-	1,5	-	2
Ptačí zob obecný - <i>Ligustrum vulgare</i> L.	0	-	0	-	-	-	3,0	-	2
Netvařec křovitý - <i>Amorpha fruticosa</i> L.	0	-	0	-	-	-	3,0	-	2
Hloh jednosemenný - <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	1	+	0	-	-	-	2,0	-	2
Střemcha obecná - <i>Padus avium</i> Mill.	0	-	0	-	-	-	4,5	-	3

Řešetlák počistivý - <i>Rhamnus catharticus</i> L.	0	-	0	-	-	-	2,0	-	1
Šeřík obecný - <i>Syringa vulgaris</i> L.	0	-	0	-	-	-	3,0	-	1
Svída krvavá - <i>Swida sanguinea</i> (L.) Opitz.	0	-	0	-	-	-	2,5	-	2

Swida sanguinea (L.) Opitz., *Padus avium* Mill.. Zajímavé je, že se na tomto stanovišti významněji neuplatnily taxony, které jsou (byly) často využívány i při zalesňování pedologicky značně různorodých výsypkových substrátů v severočeské hnědouhelné pánvi – *Fraxinus excelsior* L., *Acer negundo* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Sorbus aucuparia* L., *Crataegus monogyna* Jacq. [11, 2]. Zaznamenanou růstovou vitalitu dřevin dle použitých hodnotících kritérií uvádí tabulka č. 2.

4 Závěr

Problémem zalesněného plaviště popele je zřejmě i technická část provedení rekultivace, a to jak po stránce pedologické kvality použitých zúrodnitelných zemín k překryvu, tak i celkové mocnosti vytvořené vrstvy, která je na celém území značně heterogenní, pohybující se v rozmezí 0,1-0,8 m, i když metodicky [8] je považováno za dostatečné vytvoření překryvu o celkové mocnosti pouze do 0,1 m. Obdobný způsob provádění technické rekultivace na složitých popelovinách ze spalování fosilních paliv, včetně aplikace různých aditiv (organických odpadů), je však běžně používán i v zahraničí [1, 6, 10].

Při zalesňování tohoto objektu byl projektově rovněž navržen sortiment dřevin, který opět vychází z doporučení dostupných metodik [8, 9]. Vzhledem k umístění objektu v blízkosti aglomerace bylo požadováno vytvoření zeleně spíše s příměstskými funkcemi, čemuž odpovídal i způsob navrženého zalesnění – obalované zahradnické výpěstky, spon výsadby, rozmístění keřů a stromů v rekultivovaném prostoru. Použitý sadební materiál při zalesňování tohoto území (odrostky vypěstované v nepropustných obalech), s ohledem na prováděnou pěstební péči bez doplňkové závlahy, lze považovat za zcela nevhodný, čemuž odpovídají i ztráty sazenic úhynem, které dosáhly v prvních 5 letech po výsadbě do kopaných jamek na většině území 70-100 %. Dalším problémem použité kvality sadebního materiálu vypěstovaného v nepropustných obalech se stává kořenový systém (výskyt strboulů), který je po výsadbě dále velmi často příčinou trvalých vývojových deformací (plošný, jednostranný) a ve starším věku i vývratů (problematika zachycena u *Larix decidua* Mill.).

Velmi významným faktorem, rozhodujícím o úspěšném zalesnění toho typu rekultivačního objektu, se však stává též ochrana proti zvěři (okusu, vytloukání, oděru). Zde má zcela nezastupitelný význam zejména ochrana mechanickými prostředky (oplocením). Stav extrémního poškození většiny dřevin zaježí, srnčí a černou zvěří na této lokalitě to významně dokumentuje. Jedná se o území, které je pro zvěř i během zimního období velmi atraktivní, klimaticky i vegetačně významně chráněné ze tří světových stran (S, Z, J).

Poděkování

V práci jsou dále využity výsledky z řešení výzkumného záměru MZE0002704902 „Integrované systémy ochrany a využití půdy, vody a krajiny v zemědělství a rozvoji venkova“.

Literatura

- [1] ATHY E. R., KEIFFER C. H., STEVENS M. H.: *Effects of mulch on seedlings and soil on a closed landfill*. Restoration Ecology, Vol. 14, No. 2, pp. 233-241, 2006.
- [2] ČERMÁK P., ONDRÁČEK V.: *Rekultivace antropozemí výsypek severočeské hnědouhelné pánve*. Metodika VÚMOP Praha, s. 54, 2006.
- [3] FÉR F., ALEXANDR P.: *Klasifikace zdravotního stavu dřevin, sadovnické hodnoty a biomechanické vitality*. Kostelec nad Černými lesy, Česká unie soudních znalců v lesním hospodářství, Edice Ekotechnika Iuridica, 2. sv. 2, s. 25, 2006.
- [4] HARTMANN G., NIENHAUS F., BUTIN H.: *Atlas poškození lesních dřevin (diagnóza škodlivých činitelů a vlivů)*, Praha, nakladatelství Brázda, s. 296, 2001.
- [5] KOLAŘÍK J.: *Péče o dřeviny rostoucí mimo les – II. Vlašim*, Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 6, s. 176-187, 2005.
- [6] RAMJEE SRIVASTAVA, ASHWANI KUMAR, RAI A.M., LAL SINGH: *Biological method of flyash stabilisation through afforestation on ash dump yards near thermal power station*, Panki (Kanpur). Indian Forester, Vol. 121, No. 2, pp. 81-87, 1995.
- [7] ROLOFF A.: *Kronenarchitektur als Zeichen der Baumqualität bei Laubbäumen*. Das Gartenamt, 38, pp. 490-496, 1989.
- [8] MALÝ V., ŠPIŘÍK F.: *Rekultivace opuštěných odkališť popela*. Metodika č. 13-14. Praha, ÚVTIZ, s. 56, 1975.
- [9] MINX A.: *Metodika pro jednotný a optimální způsob zajištění, biologických rekultivací složišť VEP ČEZ, a.s., Brandýs n.L., ÚHUL*, s. 80, 2003.
- [10] SHYAM LAL: *Rehabilitation of fly ash dump yard (of) Shaktinagar super thermal power station through afforestation*. Indian Forester, Vol. 122, No. 9, pp. 777-782, 1996.
- [11] ŠPIŘÍK F.: *Racionalizace lesnických rekultivací území devastovaných báňskou činností v oblasti SHR Komplexními opatřeními*. Metodika č. 8, VÚMOP Praha, s. 29, 1992.