Půdotvorný a krajinotvorný význam dřevin pěstovaných na výsypkových stanovištích

Ing. Konstantin Dimitrovský, Ing. Miroslav Kunt, Ph.D., Ing. Ondřej Vanc

Katedra zahradní a krajinné architektury FAPPZ ČZU, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchdol; kunt@af.czu.cz

Přijato: 21. 10. 2016, recenzováno: 8. a 10. 11. 2016

Abstrakt

Veškerá lidská činnost je již odedávna neoddělitelně spjata s rozdílným vlivem na obývanou krajinu a její přírodní složky v systému: půda – voda – vegetace – klima. Uvedené přírodní složky jsou i jednou z hlavních náplní katedry Zahradní a krajinné architektury ČZU. Technologie těžby surovin, v našem případě uhelné sloje (černé uhlí, hnědé uhlí, lignit), se již od poloviny 17. století neustále zdokonalovala. Její vývoj prošel celou řadu etap podmíněných společenskou potřebou uhlí. Historicky, ať již těžba hlubinná (Ostravsko-Karvinsko, Kladensko) nebo lomová (SZ Čechy), se rozdílným stupněm podílí na výše uvedených přírodních složkách. Studium komplexní struktury vztahů mezi těmito základními složkami s rozdílným stupněm poškození těžební činností byl úkol velmi komplikovaný, přímo úkol interdisciplinární. Při všech nápravných opatřeních, tj. tvorbě půd, vodního režimu a zejména vegetačního pokryvu formou lesnické rekultivace využitím dřevin listnatých a jehličnatých. Při všech obnovách lesních porostů na výsypkových stanovištích byl hlavní důraz kladen na půdotvorné procesy, na odolnost proti imisím a na jejich krajinotvorný význam. Na základě velmi bohatého dendrologického sortimentu byly specifikovány jednotlivé způsoby zalesňování výsypek dřevinami s velkou adaptací na atypická výsypková stanoviště.

Importance of woody species cultivated on mining dump sites for pedology and landscape formation

All human activity is always inseparably linked with various impacts on the inhabited landscape and its natural components in the system: the soil-water-vegetation-climate. These natural components are one of the major focus of the Department of garden and landscape architecture of ČZU (Czech University of Life Sciences, Prague). The technology of the raw material extraction, in our case, the coal seams (hard coal, brown coal, lignite), has been constantly improved since mid-17th century. Its development has gone through a number of stages influenced by social need for coal. Historically, whether underground mining (Ostrava-Karviná region, Kladno region) or open cast mining (North-West Bohemia) influence with varying degrees the above mentioned natural components. The study of the complex structure of the relationships between these essential components with varying degrees of damage caused by mining activities was the very complex task, directly interdisciplinary task. The main accent In all corrective measures, i.e.. the formation of soils, water systems and vegetation cover in particular in the form of forestry reclamation of mining dump sites using tree species of deciduous and coniferous types was emphasised on soil forming processes, on resistance to air pollutant immissions and their significance for landscape formation. On the basis of a very rich dendrological pool, the particular methods of afforestation were selected using tree species with great adaptation on atypical mining dump localities.

Die boden- und landschaftsbildende Bedeutung der an den Kippenstandorten angebauten Gehölze

Alle menschliche Tätigkeiten sind seit je mit unterschiedlichem Einfluss auf die bewohnte Landschaft und deren Naturkomponente im System: Boden - Wasser – Vegetation – Klima – untrennbar verbunden. Die angegebenen Naturkomponenten stellen einen der Hauptinhalte des Lehrstuhles „Garten- und Landschaftsarchitektur ČZU“ dar. Das Verfahren des Rohstoffabbaus, in unserem Fall des Kohleflözes (Steinkohle, Braunkohle und Lignit), vervollkommnete sich bereits seit der Mitte des 17-er Jahrhunderts ständig. Die Entwicklung der Kohleförderung ging die ganze Etappenreihe durch – abhängig von dem gesellschaftlichen Bedarf an Kohle. Geschichtlich, ob es um die Förderung unter Tage (Ostrava-Karvinná und Kladno) oder im Tagebau (Nordwestböhmen) geht, beteiligt sich auf unterschiedliche Weise an den oben angeführten Naturkomponenten. Das Studium der komplexen Struktur von Beziehungen unter diesen grundlegenden Komponenten mit unterschiedlichem Grad der Beschädigung in Folge der Bergbautätigkeit, war eine sehr komplizierte Aufgabe, gerade eine interdisziplinäre Aufgabe. Bei allen Verbesserungsmaßnahmen, d.h. bei der Bodenbildung, der Gestaltung des Wasserhaushalts und insbesondere der Gestaltung der Vegetationsbedeckung in Form von forstlichen Rekultivierungsmaßnahmen, wurden Laub- und Nadelgehölze genutzt. Bei allen Wiederherstellungen der Waldbestände auf den Kippen-Standorten wurde der Hauptnachdruck auf die bodenbildenden Prozesse, auf die Beständigkeit gegen Immissionen und auf die landschaftsbildende Bedeutung gelegt. Auf Basis sehr reichen dendrologischen Sortimentes wurden einzelne Bewaldungsmethoden der Kippen mit Gehölzen mit einem großen Anpassungsvermögen auf atypische Kippenstandorte spezifiziert.

Klíčová slova: krajinotvorný význam, výsypková dendroflóra, antropogenní substrát, výsypka, rekultivace, rekultivační typologie.
Keywords: landscape formation, dendroflora of mining dump sites, anthropogenic substrate, mining dump site, reclamation, reclamation typology.

© 2016, VÚHU a.s.

1 Úvod

V současné etapě vývoje lesního hospodářství ČR je problematika biocenóz na výsypkových stanovištích velmi aktuální jak po stránce úrovně a zaměření lesnické problematiky, tak i politické orientace především MPO, MMR, MZe a v neposlední řadě MŽP. Nově vznikající lesní porosty na výsypkových stanovištích, listnaté i jehličnaté a smíšené, mohou poskytovat jen tolik užitku, na kolik stačí jejich funkční potenciál. Funkční potenciál výsypkového hospodářství je určen:

- geologicko-petrografickými vlastnostmi, tj. složením antropogenních substrátů, půdní chemií, sorpčními vlastnostmi, obsahem základních chemických makroprvků (Ca, Mg, K, P) minerální povahy, obsahem organické půdní složky (humusu), pH a některých dalších makro a mikro prvků.

U antropogenních půdních substrátů je neméně důležitým půdotvorným faktorem zejména půdní fyzika (pórovitost, struktura, zrnitost, stupeň zvětrání, apod.). Tyto vlastnosti jsou hlavním faktorem pro hydropedologii, zejména infiltraci kapalné fáze vody vlhkostními podmínkami především v rhiziologickém profilu. Výše uvedené půdní a hydropedologické vlastnosti jsou pak určujícím faktorem volby botanické příslušnosti dřevin na výsypkových stanovištích, která v konečné fázi určuje věkovou a prostorovou skladbu porostu.

Významná je rovněž ochrana nově vznikajících lesů na výsypkových stanovištích v procesu územního plánování a v územním řízení (zákon č. 50/1976 Sb. – stavební zákon), jako i v řízeních podle Horního zákona.

Studium výše uvedených jednotlivých částí funkčního potenciálu na sokolovských výsypkách se opíralo o dlouhodobá sledování (1961-2012). A tak již druhá generace rekultivačních pracovníků usiluje o vytvoření lesů blízké tzv. geologické epochy, tj. antropogenních substrátů s rozdílným stupněm pedogenetických proměn počínaje od protopedoprofilů, přes mezopedoprofily, až po profily částečně vyvinuté, u kterých pedogeneze probíhá přes 70 let (nejstarší lesní porosty v ČR – výsypky Bohemia a Vilém). Z pohledu pedogeneze antropogenních substrátů na výsypkových stanovištích jsou pro výživu a prosperitu pěstované vegetace rozhodující poměry makro a mikroprvků v půdní hmotě a biomase.

Výše uvedená hlediska jsou velmi důležitá, protože v po-slední době často dochází k matení jejich obsahu a významu, což má za následek překrucování a nepochopení neustále probíhajících pedogenetických změn vlivem způsobů hospodaření a změn geobiocenózy.

Tento náš příspěvek se může stát vhodným východiskem pro jakoukoli analýzu pedogeneze lesních půd, včetně geobiocenologického a typologického hodnocení. Navíc je nutno dodat, že naše hodnocení procesů pedogeneze antropogenních substrátů na výsypkách není v souladu s uzančními metodami stanovení půdní chemie, půdní fyziky a hydropedologie.

Věříme, že tento příspěvek rovněž napomůže ujasnit pojem pedogeneze, ale také najít společnou řeč především v přítomné době, kdy se naše vědeckovýzkumná základna dostává do jakéhosi střetu mezi pracovišti České akademie věd a výzkumnými ústavy v resortu MZe a zejména MŽP.

Obr. 1: Lístkovitě zpevněné jíly cyprisové série.

2 Výzkum procesů pedogeneze antropogenních substrátů

Z důvodu ozřejmění problematiky uvádíme definici: „Antropogenní substrát je zvláštní pedologická kategorie „půd“ se specifickou půdní chemií, půdní fyzikou, hydropedologií a genetickou nevyhraněností“ [6]. Antropogenní substráty se kategorizují jednak podle geologickopetrografické příslušnosti, tj. mineralogického složení, obsahu makroprvků a mikroprvků, struktury a textury, hydraulické vodivosti, organické půdní složky primárního a sekundárního původu, a v průběhu časového intervalu jednotlivých fází pedogeneze biocenózou [2,3,4].

Základní poslání této části příspěvku vyplynulo z vyhodnocení uplynulých 55 let realizace lesnické rekultivace na vý-sypkách Sokolovska. A nyní podrobná analýza pedogeneze antropogenních substrátů složených vesměs z horninotvorných nadložních sedimentů jílovité povahy ve vazbě na:

a) volbu dřevinné skladby,
b) stáří porostů listnatých, jehličnatých a smíšených,
c) vývoj podrostní vegetace – bylinného patra,
d) tvorbu organické půdní složky (humusu),
e) časovou posloupnost pedogeneze profilů ve sledu počínaje protopedoprofily přes mezopedoprofily až k telopedoprofilům.

Obr. 2: Porcelanity vypálené zemními požáry.

© 2016, VÚHU a.s.

Tab. 1: Mineralogické složení substrátů.

Kaolinit	16,6
Biotit	29,0
Montmorillonit	39,4
Verniculit	4,3
Křemen	3,0
Anorthit	1,2
Albit	3,4
Hematit	32
Σ	**100,1**

2.1 Stručná charakteristika zkoumaných antropogenních substrátů

Základními půdotvornými substráty na výsypkách Sokolovska jsou skrývané nadložní horniny miocénního stáří, tj. jíly cyprisové a vulkanodetritické série (obrázek č. 1), a ve velmi omezené míře, cca 2 % zeminy, kvartérního stáří (štěrkopísky terasy Ohře) [5]. Zvláštní skupinu ještě v nadloží tvoří tzv. porcelanity, jež jsou v podstatě výše uvedené jíly, avšak v historické době vypálené zemními požáry (obrázek č. 2).

Základní mineralogické složení udává tabulka 1, půdní chemii tabulka 2, půdní fyziku tabulka 3, zrnitostní složení tabulka 4.

Interpretací hodnot uvedených v tabulkách 1 až 4 je možno provést jen následující závěry:

a) Geologickopetrografické a mineralogické složení je v jednotlivých vrstvách nadloží rozdílné. To znamená, že zastoupení jílových minerálů v celém vrstevním sledu souvrství není stejné. Ve spodní části jsou kaolinit s illitem, vzácně se vyskytují „čisté" jíly kaolinitické, svrchní část je tvořena směsí kaolinitu s illitem a montmorillonitem. Na základě rentgen – difraktografického výzkumu, provedeného ve spolupráci Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy Praha, v.v.i. a Katedry hydropedologie ČVUT Praha [25], který uvedenou směs indikuje, jsou signifikantní tomuto mineralogickému složení i chemické analýzy [10]. Podle původu nacházíme na recentních útvarech (výsypkách) horniny:

- vyvřelé čili eruptivní,
- usazené čili sedimentární,
- proměněné (metamorfované).

Z rekultivačního hlediska, tedy pedogenetických proměn v prostoru a čase, jsou významné tyto dva morfologické znaky:

- stavba hornin (textura hornin), tj. způsob prostorového uspořádání nerostných součástek;
- sloh hornin (struktura) podmíněný povahou, velikostí a tvarem nerostných součástek. Struktura jílových hornin je pelitická, textura všestranně zrnitá.

b) Ve vztahu k pedogenezi, tj. k půdám nově se vytvářejícím na všech typech recentních útvarů, má mimořádný význam primární chemismus hornin, a to zejména obsah čtyř hlavních prvků (živin) – Ca, K, Mg a P, který předurčuje tzv. minerální sílu hornin vrstvených na povrchu výsypek (tabulka 2).

Disponibilnost základních chemických prvků je však přímo závislá na pedogenetických procesech, a to v přímé závislosti na:

- primární struktuře,
- stupni desagregace,
- skladbě a stáří porostu.

Nicméně kvantitativní zastoupení jednotlivých prvků u zkoumaných profilů různého stáří, stupně desagregace zpevněných forem jílů (kompaktní jíly, jílovité břidlice, jíly s lístkovitou odlučností), intenzity hydratace a dehydratace, zastoupení dřevin s vysokým melioračním účinkem (olše, javor, jilm, habr, lípa), vytváří dobrý předpoklad pro vznik (hodnoceno podle chemických analýz, substrátů a přírůstu celé řady testovaných listnatých a jehličnatých dřevin) půd v genetickém pojetí bohatých až velmi bohatých. Všechny antropogenní substráty na výsypkách Sokolovské pánve mají vysoký obsah sesquioxidů – R_2O_3. U zemin terciérního původu je převaha Al_2O_3 nad Fe_2O_3; u zemin kvartérních

Tab. 2: Celkový obsah živin minerální povahy u zvětralých a nezvětralých zemin – údaje v %.

Výsypka	Čís. vz.	Stav zeminy	Hloubka odběru [cm]	CaO			K_2O			MgO			P_2O_5		
				od	do	%	od	do	%	od	do	%	od	do	%
Antonín	1	zvětralá	0-30	0,72	0,84	0,78	0,42	0,86	0,64	1,33	1,76	1,54	0,12	0,44	0,28
	2	nezvětralá	30-60	0,96	1,24	1,10	1,15	1,74	1,44	2,44	3,52	2,98	0,10	0,56	0,33
	3	zvětralá	0-25	0,49	0,82	0,65	1,51	1,62	1,56	1,38	1,84	1,61	0,18	0,49	0,33
	4	nezvětralá	25-50	1,06	1,48	1,27	0,76	1,84	1,30	1,65	2,31	1,98	0,14	0,36	0,25
	5	zvětralá	0-20	0,86	1,26	10,6	2,64	3,11	2,87	1,74	2,10	1,92	0,17	0,50	0,33
	6	nezvětralá	20-50	1,15	1,99	1,57	1,47	1,58	1,52	2,16	2,65	2,40	0,12	0,39	0,25
Velký Riesl	7	zvětralá	0-20	0,64	0,88	0,76	0,64	0,98	0,81	1,16	1,73	1,44	0,19	0,70	0,45
	8	nezvětralá	20-50	2,12	2,18	2,15	1,76	1,84	1,50	1,49	1,67	1,58	0,11	0,42	0,26
	9	zvětralá	0-30	0,81	2,19	1,50	1,48	1,72	1,60	1,50	1,84	1,67	0,15	0,47	0,31
	10	nezvětralá	30-70	1,32	2,06	1,69	0,76	0,81	0,78	1,92	3,14	2,53	0,12	0,36	0,24
	11	zvětralá	0-20	0,50	2,15	1,07	0,80	1,04	0,92	1,48	2,02	1,75	0,16	0,51	0,33
	12	nezvětralá	20-50	0,74	3,36	2,05	0,56	0,82	0,69	2,08	2,91	2,49	0,10	0,36	0,23

© 2016, VÚHU a.s.

Tab. 3: Průběh vlhkostních podmínek na výsypkách Vilém a Velký Riesl.

Profil č. 1												
Výsypka	Hloubka odběru [cm]	Jaro		Léto		Podzim		Jaro		Léto		Specif. povrch [$m^2.g^{-1}$]
		W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	
Vilém	0-5	22,45	51,70	23,30	49,00	29,43	41,29	44,20	50,80	31,50	46,60	108,0
	5-10	31,80	47,82	24,70	46,50	32,89	47,02	40,00	51,80	34,30	49,50	106,5
	10-20	34,43	49,28	40,10	52,20	21,47	53,58	56,30	58,20	41,00	45,10	112,6
	20-40	39,40	43,85	42,40	46,50	42,08	52,07	48,20	57,35	45,90	50,40	96,4
	40-60	40,84	46,70	41,35	48,20	40,90	51,50	53,40	55,10	46,80	49,60	86,2
	60-80	37,51	42,54	39,50	46,00	42,27	50,92	44,30	49,70	45,00	56,50	121,7
	80-100	42,06	49,51	41,70	48,50	39,44	46,91	53,40	53,70	46,35	50,80	105,2
Profil č. 2												
Velký Riesl	0-5	26,35	29,80	18,19	24,04	12,64	23,30	20,16	26,60	16,23	21,32	36,9
	5-10	19,82	22,14	13,18	19,27	11,36	15,10	18,40	21,35	15,40	26,10	20,6
	10-20	38,05	44,26	21,08	30,62	19,16	31,40	26,10	30,19	23,56	31,58	31,2
	20-40	36,20	41,18	26,40	32,15	22,55	34,18	38,12	38,50	28,79	36,40	54,3
	40-60	42,50	47,30	34,90	41,74	30,06	39,44	30,63	37,45	34,25	40,16	72,5
	60-80	40,10	45,84	39,45	46,81	34,20	41,65	31,50	39,19	28,44	35,20	81,0
	80-100	44,65	49,22	37,20	45,19	36,81	40,22	34,35	42,73	30,90	39,05	97,3

Vysvětlivky: W – počáteční vlhkost, N - nasákli-

je tomu naopak. Určitá vyrovnanost hodnot Al a Fe se projevuje pouze u výsypkových zemin složených jen z jílů a jílovců pocházejících ze souvrství těsně nad uhelnou slojí (nad tzv. průvodcem). Chemické vlastnosti antropogenních substrátů rozdílného stáří a stupně procesů pedogeneze jsou do značné míry ovlivňovány výskytem organické půdní složky jak primárního původu obsaženého v jílovcích a jílech limnického (jezerního) původu, tak i původu sekundárního, dodávaného lesním porostem listnatým, smíšeným nebo jehličnatým. Bez rozdílu geologickopetrografického a mineralogického složení substrátů lze na výsypkách Sokolovska hodnotit obsah fosforu ve všech případech jako velmi nízký. K tomu je třeba ještě poznamenat, že obsah P (nízký, střední, vysoký) neovlivňuje podstatnou měrou růstovou vitalitu dřevin listnatých, ani jehličnatých [1]. Přístupnost fosforu je podmíněna jeho vazbou v jílovitých horninách, která je vesměs ve formě alkalické reakce. U jílů a jílovců cyprisové a vulkanodetritické série se vesměs vyskytuje ve sloučeninách s vápníkem. Určité množství fosforu bylo zjištěno rovněž v organických sloučeninách

Tab. 4: Proces desagregace jílovitých zemin pod pěstovanými lesními porosty.

Výsypka	Druhová skladba	Číslo profilu	Hloubka odběru [cm]	Procentuelní zastoupení jednotlivých zrnitostních tříd [mm]				
				0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-2
Antonín	Monokultura borovice Murrayové	1	0-40	19,5	47,7	20,6	9,4	2,8
	Monokultura olše lepkavé	2	0-30	16,2	34,8	24,4	17,6	8,0
	Směs bor. Murr. a olše lepkavé	3	0-40	22,4	40,0	27,4	4,0	6,2
	Směs olše lepkavé a javoru mléče	4	0-40	17,8	41,8	30,8	3,8	5,8
Velký Riesl	Monokultura borovice Murrayové	5	0-30	26,2	37,0	25,6	5,2	6,0
	Směs borovice Murr. a olše šedé	6	0-30	29,4	34,0	24,8	4,8	7,0
	Směs olše lepkavé a javoru klenu	7	0-40	17,4	26,8	23,4	15,2	17,2
Vilém	Monokultura modřínu opadavého	8	0-40	27,4	39,6	17,5	10,3	5,2
	Monokultura olše šedé	9	0-40	22,6	38,2	20,3	8,9	10,0
	Monokultura borovice černé	10	0-50	25,1	40,6	16,9	12,3	5,1
	Přeměna olše šedé pruhovou sečí (jilm horský, javor klen, buk lesní)	11	0-30	18,7	37,3	30,2	6,1	7,7
	Přeměna olše šedé kotlíkovou sečí (jasan ztepilý, javor mléč)	12	0-40	35,4	34,2	25,6	0,6	4,2

© 2016, VÚHU a.s.

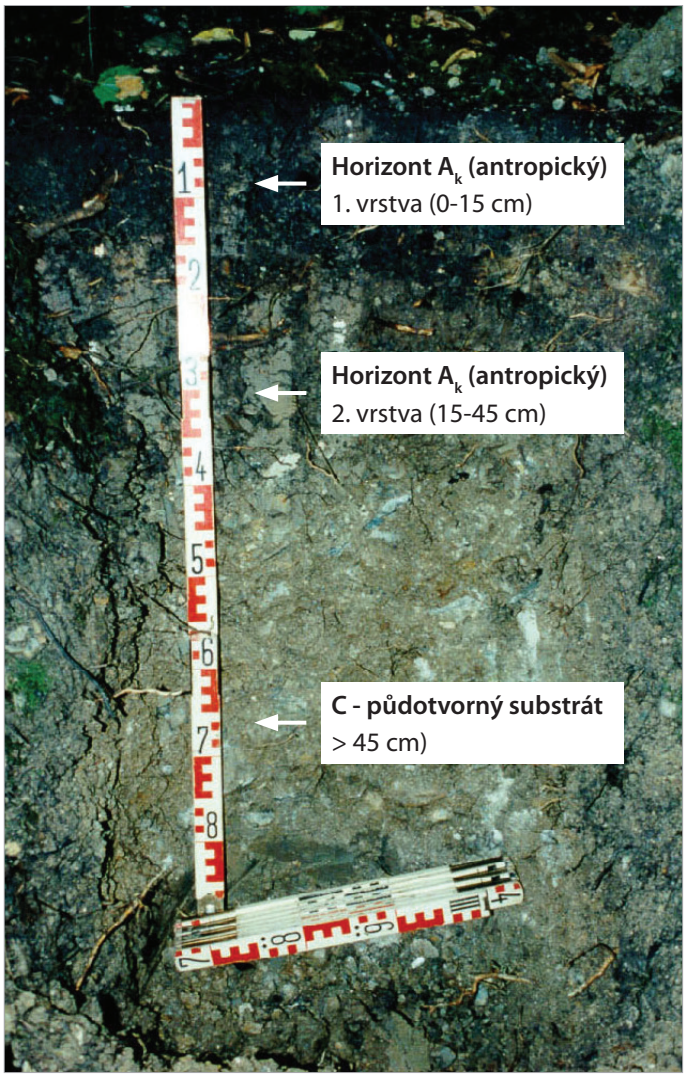
(karbonátech) primárního původu. Za přímo „lukrativní" obsah lze označit obsah Mg. Nejsnadněji rozpustnými sloučeninami hořčíku jsou u cyprisových jílovců síran a uhličitan hořečnatý. Bylo prokázáno, zejména v období vysokých koncentrací SO_2 (1965-1985) v ovzduší [11], že vysoký až velmi vysoký obsah Mg v substrátech výsypek do značné míry eliminuje jeho zhoubný vliv především na jehličnaté porosty. Průměrná aktivní acidita u protopedoprofilů pod lesními porosty cca do 20 let je 7,34; u starších 7,08. Příměs jílů vulkanodetritických v povrchovém horizontu profilu podmiňuje slabě zásaditou reakci. Hodnoty pH (v H_2O) u výsypkových substrátů na nejstarších výsypkách (Bohemia, Vilém) zalesněných v roce 1934-1936 [12,13] ukazují, že vznikající půdy na výsypkách složených z jílů a jílovců cyprisové série nebo série vulkanodetritické si mohou příznivou reakci uchovat i v dalších letech rekulti--vačního cyklu, tj. i v období vzniku meso až teloprofilů, vlivem jejich pedogeneze pod pěstovanými lesními porosty starších věkových tříd.

c) Výzkumy v procesu pedogeneze antropogenních substrátů pod různou druhovou a prostorovou skladbou porostů (celkem v lesnickém arboretu Antonín jich bylo zvoleno 42) jednoznačně prokázaly, že limitujícími faktory při rekultivaci všech antropogenních substrátů v systému protopedo, mesopedo až po telopedoprofily jsou a priori fyzikální a hydropedologické vlastnosti.

Charakteristickým rysem všech druhů a typů zpevnění nadložních hornin rozprostřených na povrchu výsypek (jíly kompaktní, jílovité břidlice, jíly lístkovité odlučnosti) je porušená, a tím i velmi heterogenní struktura. Tato heterogenita struktury podmiňuje nestejnoměrné zastoupení vysokého množství nekapilárních pórů (puklin), nestejnoměrný obsah půdního vzduchu a velmi diferencovanou hydraulickou vodivost pro příjem srážkové vody, jako jediného zdroje půdní vláhy pro potřebu pěstovaných dřevin listnatých, jehličnatých a keřů. V tabulce 3 je pro ukázku uveden průběh vlhkosti ve vegetační periodě na výsypce Velký Riesl pod lesními porosty založenými v roce 1961 (viz obrázek č. 3) a na výsypce Vilém pod lesními porosty založenými v roce 1932.

Na rozdíl od rostlých lesních půd jílovité povahy mají výsypkové substráty, vlivem někdy téměř chaotického stavu strukturálních změn, v jednotlivých vrstvách (horizontech) profilů pod lesními porosty i nerovnoměrnou hmotnost. Kromě biotických a abiotických činitelů má na desagregaci (rozpadu) různých forem zpevnění a geometrických tvarů hornin podstatný vliv jejich mineralogické složení (obsah minerálů typů kaolinitu, illitu, montmorillonitu), četnost hydratačních a de--hydratačních procesů a v neposlední řadě obsah organické půdní složky. Nejpříznivější strukturu vykazují jíly cyprisové a vulkanodetritické série s lístkovitou odlučností (viz obrázek č. 1). Obsah půdního vzduchu a jeho cirkulace je fyzikální veličinou velmi proměnlivou. Množství půdního vzduchu je v podstatě dáno množstvím a hlavně velikostí makropórů (puklin) jak v povrchových, tak i v podpovrchových vrstvách profilů. Heterogenní strukturální stav a nerovnoměrné rozložení vzduchu v profilech podmiňuje i nezákonitou infiltrační schopnost. Infiltrační schopnost profilů s velmi nízkým a středním stupněm desagregace je výrazná až velmi výrazná. Koeficient hydraulické vodivosti je v průměru o 2 řády vyšší než u rostlých půd stejného geologickopetrografického složení. Z vymezených typů makropórů [6] - tabulární, planární a mezerovité, převažují na výsypkových profilech makropóry planární a mezerovité. Nejnižší infiltrační schopnost pro kapalnou fázi vody vykazují profily složené z homogenních kompaktních jílovců a posléze profily s vysokým stupněm desagregace. Proto na rozdíl od rostlých půd, kde obvykle je infiltrace funkcí zrnitostního složení - tedy textury, u antropogenních substrátů je tomu naopak, tzn. že infiltrace je u nich funkcí struktury. Tato specifická hydropedologická vlastnost je výsledkem toho, že veškeré antropogenní substráty na výsypkách nepřevrstvené jakoukoli ornicí jsou vývojem pedogeneze (protoprofily, mesoprofily) zařazeny do tzv. geologické epochy [8].

Otázka pohybu vody na antropogenních substrátech jílovité povahy vesměs strukturálně heterogenního typu je velmi složitou záležitostí [18,9]. V posledních letech byla vyvinuta řada modelů, které simulují průběh pohybu vody v zemědělských půdách rozdílného zrnitostního složení. V podstatě byly zvoleny dva přístupy řešení. Ty jednodušší jsou modely, které simulují tok vody v tzv. systému „přetékajících nádob". Při volbě této metody stanovení pohybu vody odtok z definované vrstvy nastane v okamžiku, kdy je překročena hodnota



Obr. 3: Ukázka profilu antropogenního substrátu na výsypce Velký Riesl.

© 2016, VÚHU a.s.

polní vodní kapacity této vrstvy. Tato metoda je časově málo náročná, neboť většinou vyžaduje krátký simulační čas. Takto získané výsledky je nutné považovat pouze za výsledky orientačního významu. Složitější jsou simulační modely založené na numerickém řešení Richardsonovy rovnice.

Jde o model přesnější, avšak časově poměrně náročný. Pro stanovení infiltrace antropogenních substrátů byla zvolena a použita modifikovaná metoda [15] dvou válcových infiltrometrů za-plavenou plochou. Výpočty byly stanoveny Kostjakovou rovnicí, jež má tvar [20]:

$$i = B \cdot t = \frac{}{1 - \alpha} \cdot t^{1-\alpha} \quad [mm] \qquad (1)$$

$$= V \frac{}{dt} = A \cdot t^{-\alpha} \quad [mmt^{-1}] \qquad (2)$$

i ..... celkový vsak (kumulativní infiltrace [mm]),
V .....vsakovací rychlost v daném čase t, vyjádřená [mm.min^{-1}],
t .....čas uplynulý od počátku vsaku [min],
A .....úsek zkoumané přímky v logaritmickém papíře v první časové jednotce (nejčastěji v 1. minutě),
B .....infiltrační rychlost na konci první časové jednotky,
α .....směrnice zkoumané přímky v logaritmickém papíře.

Na základě bohatého analytického materiálu v průběhu in-filtrace výsypkových substrátů byla pro zhodnocení intenzity infiltrace válcovými infiltrometry zaplavenou plochou sestavena a použita nová klasifikace [6,11]. Z důvodů zcela odlišné zákonitosti infiltrace, způsobené chaotickým výskytem makropórů planárních, tabulárních a mezerovitých, bylo nutné přistoupit k hodnocení infiltrační schopnosti ještě námi nově zavedenou metodou hodnocení, tj. metodou hloubky provlhčení profilů stanovené vertikálním a horizontálním odkryvem po skončení měření infiltrace. Protopedo a mesopedoprofily na výsypkách pod porosty listnatými, jehličnatými a smíšenými, do časové posloupnosti prvního obmytí (výsypky Bohemia, Vilém) vykazují propustnost v rozpětí od 100 do 500 mm/hod., což je řadí do kategorie substrátů s infiltrací výraznou až velmi výraznou [7].

Soubor výše uvedených pedogenetických procesů vývojově výzkumem sledovaných po dobu 55 let určuje, jakým směrem se bude na výsypkách ubírat vývoj rostlinného společenstva a v závislosti na tom i volba obnovy lesa. Hlavním cílem tohoto příspěvku je osvětlit a ozřejmit pro co možná nejširší veřejnost typologické a ekologické názorové spektrum, které se váže k základnímu principu obnovy biocenózy formou tzv. řízené a neřízené vegetace (sukcese). Všeobecně se obnova vegetace na všech typech výsypek naštěstí doposud uskutečňuje formou řízené obnovy založené na dokonalé znalosti vývoje pedogeneze, stadiálního vývoje obnovované vegetace v systému rekultivačních cyklů a jejich proměn v prostoru a čase. Samostatnou kapitolou by mohly být názory a recepty „nových rekultivačních odborníků“ vesměs renomovaných z přírodovědních univerzit, kteří přímo nehorázným způsobem, vlezlou indokrinací a pod heslem „zadarmo“ doporučují tzv. „přírodní rekultivace“, které jsou pro resorty MPO, MZe, MMR a v omezené míře MŽP zcela neakceptovatelné z celé řady důvodů, z nichž zdůrazňujeme, že:

a) jsou v naprostém rozporu s celou plejádou zákonů a vy-hlášek (K. Dimitrovský, 1999) na řešení obnovy vegetace devastované krajiny báňskou a ostatní průmyslovou činností formou lesnické, zemědělské a hydrické rekultivace;

b) vycházejí z naprosté neznalosti vývoje spontánní sukcese po proběhnutí prvního rekultivačního cyklu, tj. v obdo-bí vzniku mesopedoprofilů, kdy druhy tvořící největší pokryvnost na nerekultivovaných částech výsypek (kontrolních pokusných plochách na výsypkách Antonín, Gustav a Dukla – Sokolovská pánev; Prunéřov, Merkur a Březno – Chomutovská pánev) představují pouze významný potenciál pro stanoviště rekultivovaná řízenou sukcesí invazním potenciálem třtiny křovištní (Calamogrostis epigejos) (viz obrázek č. 4);

c) v těchto souvislostech považujeme přímo s určitou nad-sázkou za urážku vědy: „Ani po roce 1989 všechny tyto jevy neodezněly a nutnost nápravy pociťují obzvláště intenzívně vědci uvažující v souvislostech spolu se vzdělanější částí společnosti“, konec citace [24];

d) za přímo úsměvné považujeme hodnocení úrovně technických, biologických a hydrických rekultivací v Severozápadních Čechách (Ústecko, Karlovarsko) výše citovaným autorem a jemu podobných protagonistů nových „šetrných“ způsobů rekultivace;

e) za nepravdivou skutečnost rovněž považujeme kritiku „staré“ České rekultivační školy, která se již od počátku jejího založení (1950) stala a doposud je vzorem a východiskem např. v Německu, Polsku, Anglii, Rusku, Číně, Řecku, Rumunsku, Bulharsku, Srbsku apod;

f) kritizovanou nízkou úroveň výuky obnovy vegetace v oblastech těžebních technologií dobývání nerostů je rovněž třeba kategoricky odmítnout z důvodu, že žádný z představitelů České rekultivační školy nevyučuje, ba dokonce se ani jejich učebnic a celé řady metodik, ke škodě věcí, ani nepoužívá. Bohužel výuku na celé řadě universitních pracovišť zajišťují pedagogové pod heslem „přírodní rekultivace“ nebo „příroda pracuje zadarmo“ [24];

g) struktura a skladba lesních porostů na výsypkách Sokolovska odvozená ze zvolených variant (celkem 42) v rekultivačním lesnickém arboretu Antonín, kde se od roku 1969

Obr. 4: Třtina křovištní (Calamagrostis epigejos) jako vrcholné sukcesní stadium na výsypkách Sokolovska bez řízené rekultivace.

© 2016, VÚHU a.s.

testuje přes 200 taxonů a jež nemá jak u nás, tak i v Evropě obdobu, je na takové úrovni, že bez jakéhokoliv rizika umožňuje zakládání a pěstování lesních porostů i na antropogenních substrátech, které jsou podobné tzv. lesům přírodě blízkým.

3 Stanovištní typologie a její aplikace na výsypkách

Předem je třeba upozornit na to, že klasická typologie lesů České republiky, která je vyvozená na základě fytocenologie, případně pedologie, obecně klasifikovaná jako stanovištní typologie, má v současné fázi vývoje lesů listnatých, jehličnatých a smíšených velmi omezené uplatnění [16]. Máme-li vzít v úvahu geobiocenologicky klasifikační systém („systematika Zlatníková“) nebo systém MMS (Mezera – Mráz – Samek) [21], případně typologický systém ÚHUL zpracovaný K. Plívou [22] a E. Průšou [23], musíme konstatovat, že pro výsypková stanoviště je v dané fázi vývoje lesů přesnější typologický systém MMS, který je a priori založen, i když v omezené míře, na půdních podmínkách stanoviště. Z vymezených 4 souborů stanovištních kategorií typologického systému MMS je v omezené míře použitelná kategorie III a IV, tj. pro půdy zonální a intrazonální. Pokud jde o vegetační pásma A až F, pro výsypková stanoviště přichází v úvahu pouze pásmo A dubové (nížinné) a jakási odchylka pásma B dubo-habrové (dle historických podkladů). Vezmeme-li v úvahu potenciální produkční schopnost výsypkových substrátů při hodnocení trofnosti stanoviště, pak je možno částečně použít i trofické řady [26]. Při takovémto hodnocení, tj. trofnosti výsypkových substrátů složených z nadložních hornin pedogenezí zařazených do geologické epochy, pro tyto účely přichází v úvahu v naprosté většině případů trofická řada D – bazická (živinami bohatá na bazických horninách). Nicméně v současné době vývoje pedogeneze antropogenních substrátů, jež jsou vesměs ve fázi protopedo a mezopedoprofilů, je nejvhodnější typologie stanovištní. Tedy osvojujeme si svět výsypkové geobiocenózy v první fázi vývoje. Stanovujeme – na nejrůznějších úrovních pedogenetických procesů a způsobech dendroekologického poznání – že současný stav je výslednicí našeho rekultivačního snažení za období 1961-2006.

Procesy geobiocenózy na výsypkových stanovištích řešené v geologické epoše mají následující cyklická stadia vývoje pedogeneze:

0	Primární horninotvorný substrát	I. stádium (0 – 10 let)
1	Protopedoprofily	II. stádium (10 – 25 let)
2	Mesopedoprofily	III. stádium (25 – 50 let)
3	Telopedoprofily	IV. stádium (50 a více)

Podle současného stavu poznání pedogenetických poměrů, vyjádřených primární potenciální výživností, je ve většině případů časový horizont rekultivačního cyklu zásadně ovlivňován půdně-biologickými procesy. Uvedené polyfaktoriální vazby, řešené moderním výzkumem v systému: hornina – voda – vegetace – klima, se staly základním dendrologickým kritériem volby taxonů, volby způsobů zakládání a pěstování lesa v geologické epoše. Při všech takovýchto výzkumech nám neocenitelné služby poskytuje rekultivační lesnické arboretum Antonín [7,8,10,17]. Zde bylo odzkoušeno celkem 42 způsobů zakládání směsí lesních dřevin na výsypkových stanovištích (viz obrázek č. 5) na ploše 165 ha.

Obr. 5: Celkový letecký pohled na rekultivační lesnické arboretum Antonín.

Nicméně naše taxativní dendrologická šetření naznačují ještě otázku, zda je reálné zakládat lesy kvalitativně přibližně shodné s původními lesy na Sokolovsku i na výsypkových stanovištích [17,19]. Prostorová a věková skladba v rekultivačním arboretu i na ostatních výsypkách Velký Riesl 1961, Dukla 1963, Bohemia 1936, Vilém 1932 (číselné údaje označují roky založení porostů) predikuje i možnosti pěstování lesů tzv. přírodě blízkých v budoucnosti. „Přírodě blízký les je v pojetí výsypkového lesního hospodářství obnovovaného v geologické epoše určitá struktura a skladba cenózy, která je výsledkem vhodného dendrologického výběru, potenciální produkční schopnosti geograficky vymezeného stanoviště (výsypky), trvale poskytujícího podmínky pro jeho nerušený růst, vývoj a zachování cyklické autoreprodukce“ [8]. Tuto definici v současnosti

Obr. 6: Přirozená obnova lesních dřevin na výsypkových stanovištích (Quercus robur a Pseudotsuga menziesii).

© 2016, VÚHU a.s.

Obr. 7: Kombinovaná rekultivace v západní části sokolovského revíru.

potvrzuje celá řada výsledků zmlazování lesních dřevin (viz obrázek č. 6). Přímo invazní přirozené zmlazování vykazuje: modřín jesenický, modřín dahurský, douglaska tisolistá, javor klen, bříza bělokorá, javor mléč, dub letní a habr obecný.

Současné vzájemné vztahy mezi strukturními poměry za-ložených porostů, tedy porostů mateřských a porostů mladých, vzniklých disponibilním přirozeným zmlazením, jsou ve výsypkovém lesním hospodářství velmi důležitou přímo historickou záležitostí, vypovídající o vývoji umělých a přirozených lesních porostů na výsypkách. K tomu je nutné dodat, že veškerá šetření spojená s dendrologickou indikací byla systematicky potvrzena i podrobnými rozbory půdní chemie, půdní fyziky, hydropedologie a do značné míry i rozbory mikrobiologie [11,14].

Dějiny lesnické rekultivace odvozené z pokusných objektů plošně rozsáhlých (přes 460 ha) a trvalého charakteru jsou totiž přirozeným pokračováním – a současně trvalou součástí epochy dějin obnovy jednoho z nejdůležitějších fenoménů přírody, tj. lesa na antropogenních substrátech sokolovských výsypek. Tvorba a ochrana lesa na výsypkových stanovištích se musí stát minimálně jednou z priorit v oboru zakládání a pěstování lesa jako specifického jednotného typologického celku.

Nejdůležitějším úkolem rekultivačního výzkumu a realizačních složek při postupné obnově lesů však, dle mého názoru, je prosadit ověřenou aplikaci dlouhodobých výsledků na velkých plošných výměrách. Tato rekultivační lesnická starost je nepředstavitelná bez zvlášť promyšlených (sofistikovaných) procesů. Dále současné ekonomické nástroje (vytvářené finance v rámci sanace a rekultivace, finance z fondu národního majetku na zahlazení starých zátěží) dávají celou škálu možností obnovy lesů listnatých, jehličnatých a smíšených, znamenající určitý přelom v historii lidského poznání uvědoměním si faktu, že lesnické vědy (pedologie, dendrologie, zakládání a pěstování apod.) nesmějí být politizovatelné jako vědy humanitní (historické, ekonomické, sociální, politické).

Budoucnost sokolovské rekultivační predikce je v tomto ohledu vázána na nově vymezený atribut, založený na moderních progresívních technologiích obnovy lesů v geologické epoše. Tuto skutečnost, tj. filosofii a praxi obnovy lesů na devastované krajině báňskou a ostatní průmyslovou činností, lze pochopitelně vyjádřit i v jiných souvislostech a terminologických obratech. Naším úkolem však není vytvářet definice. Trváme ovšem na tom, že dosažené výsledky již na 4 000 ha mají zásadní dendrologický význam a bez jakékoli nadsázky vedou k novému nazírání na obnovu lesa na antropogenních substrátech výsypek a rostlých půdách.

Chceme-li pro naši krajinu devastovanou báňskou a ostatní průmyslovou činností něco udělat, alespoň v příslovečné ho-dině dvanácté, měli bychom si vzít poučení z rekultivačního lesnického arboreta Antonín, kde východiska obnovy lesa na výsypkových stanovištích jsou řešena pro téměř všechny případy obnovy lesa mající společného jmenovatele – antropogenní substrát. Poznání a respektování souvislostí mezi energetikou, přírodou a společností, mezi krajinou a jejím využitím je nesmírně důležité nejen pro celý sokolovský region, ale i pro každou sídelní lokalitu.

Některé části sokolovské krajiny mají po obnově lesa svou zcela svébytnou a jedinečnou podobu, jedinečný význam a odlišnost. Jsou to vesměs místa s vlastní historickou identitou a s velmi půvabnou a vysokou vlastní identitou nové kulturní krajiny.

© 2016, VÚHU a.s.

Obr. 8: Devastace a příměstská zeleň kolem obcí Sokolov (vpředu) a Březová (vzadu).

K tomu je nutno dodat, že chybí do detailu realizované úspěšné modely, které by jako příkladné výsledky výzkumu mohly být použity pro osvětu a plošnou realizaci v rámci ČR. Jedním z modelů (obrázek č. 7) je bývalá bažantnice na výsypce Dvory, jako jediná na devastované půdě na světě.

4 Výsypková dendroflora

Významnou hodnotou obnovy lesa na všech recentních útvarech (výsypky, odvaly, haldy, složiště, odkaliště, skládky tuhého odpadu sídelních obcí – TOSO) je její druhová a prostorová skladba, čili dendroflora. Výsypková krajinná dendroflora v lesnické perspektivě je odvozená na základě geologickoekologické a genetické výbavy jednotlivých taxonů, s přihlédnutím i na bio-geografické příslušnosti jednotlivých druhů. Významnou hodnotou odzkoušené dendroflory je její kategorizační druhová klasifikace, která vymezuje vývoj porostů na základě prosperity a stanovištních podmínek téměř všech druhů dřevin domácí a introdukované provenience. Některé části zakládaných porostů rozdílné velikosti a geometrických tvarů na starých výsypkách (Vilém, Bohemia, Dvory, Velký Riedl, Gustav a podobně), a především v rekultivačním lesnickém arboretu, mají nerušený růst a vývoj, svou zcela svébytnou a jedinečnou podobu, jedinečný význam a odlišnost. Identita druhů a morfogenních tvarů pěstovaných listnatých, jehličnatých a smíšených porostů dřevin je rovněž jednou z dalších nejvýznamnějších dendrologických a pěstebních hodnot obnovovaných lesů na výsypkách. Hlavním úkolem současné a budoucí dendroflory na všech recentních útvarech hornické krajiny ČR, který před námi stojí, je usměrnění vývoje druhové a prostorové skladby lesních porostů. Rekultivační lesnická problematika se na těchto útvarech proměňuje v problematiku přírodního prostředí obcí a většinou systému příměstské a městské zeleně (viz obrázek č. 8).

Pod tlakem potřeby specifikace rekultivační dendroflory a teorie pěstování lesa se za období více než 70 let rozvinul nový systém obnovy lesa v geologické epoše, tj. na antropogenních substrátech skrývaných v nadložních horninách ukládaných na vnějších a vnitřních výsypkách. Výsledkem toho je i rozdílné posuzování pedogeneze a potenciální úrodnosti antropogenních substrátů [7,8,14].

5 Závěr

Pedogenetické procesy antropogenních substrátů na výsypkách Sokolovské hnědouhelné pánve a jinde se opírají o řadu metod, např. pedologie, dendrologie, fytocenologie, geofyziku, geochemii, mineralogii, hydropedologii a další. V tomto širokém pojetí řešení pedogeneze substrátů pod rozdílnou strukturou a skladbou lesních kultur a porostů je možno provést určitou analýzu vývoje obnovy lesa, jeho vývoj a způsob hospodaření na základě podrobných terénních a laboratorních analýz v řadě geologie, mineralogie, půdní chemie, půdní fyzika, hydropedologie, dendrologie a krajinná architektura území postiženého báňskou a ostatní průmyslovou činností. Další důvody, proč byl zpracován tento příspěvek, jsou prezentovány na samém začátku. Po dobu šedesáti let existence rekultivačního výzkumu a realizačních složek, jež jsou od samého počátku řešení problematiky jako jediné v ČR nedílnou součástí Sokolovské uhelné a.s., bylo zde založeno na tisících ha velmi mnoho zdařilých lesních porostů listnatých, jehličnatých i smíšených. Celá řada lesních dřevin (dub letní, dub zimní, douglaska tisolistá, modřín jesenický, javor klen, javor mléč, olše lepkavá, habr obecný, jasan ztepilý a další) vykazuje vysoký stupeň plodnosti na rozdíl od stejných porostů na rostlých půdách v ranějším věku, a tím i dostatečnou přirozenou cyklickou autoreprodukci. Lesní porosty založené z vhodných druhů dřevin i výsypkové provenience (potomstev) většinou ponecháváme prakticky samovolnému vývoji ve věku cca 25 let, avšak po uskutečnění diferencovaných pěstebních opatření.

© 2016, VÚHU a.s.

Způsoby obnovy, tj. zakládání a pěstování lesů, velmi široká druhová a prostorová skladba porostů na antropogenních substrátech rozdílné pedogenetické posloupnosti počínaje protopedoprofily, přes mesopedoprofily až po telopedoprofily, vývoj a růst kultur a porostů apod., jsou velmi pádnou a jednoznačnou konkrétní argumentací na scestné, ne-li úsměvné návrhy a doporučení „rádoby odborníků" v resortu lesního hospodářství, v oboru rekultivací, ochraně půdy, vody a ovzduší. Jejich starostlivost o osud českých lesů je pro lesnickou akademickou obec neseriózní, postrádající vědecký základ. Tyto přímo sofistické návrhy a řešení byly publikovány jako „Stanovisko vědců a odborných pracovníků v ochraně lesů". Neméně zajímavá je i skutečnost, že z 250 „odborníků", „expertů" podepsaných pod tímto stanoviskem, je pouze deset lesníků. Pod heslem: „Lesnictví by se mělo otevřít novým vědeckým disciplinám" – konec citace, se vehementně snaží prosadit při tvorbě nového Národního lesnického programu. K tomu je třeba konstatovat, že problematika lesů v ČR je na úrovni zcela srovnatelné s ostatními sousedními státy (Německo, Rakousko, Polsko, Slovensko). A pokud jde o problematiku lesnické rekultivace, jsme bez jakékoliv nadsázky na lepší úrovni než sousední země.

Literatura

[1] BENEŠ, S., SEMOTÁN J., VORÁČEK V.: Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivace v oblasti Sokolovského revíru. Závěrečná zpráva stát. výzk. úkolu, Praha 1964.

[2] DAŇKO, V.N.: Ljupin mnogoletnij v lesnych kulturach pri rekultivacii zemeľ na Ukraine. 1980.

[3] DARMER, G.: Zur forstlichen Rekultivierung schwierigen Kippenboden in Braunkohlentagebaugebeit. Forst u.Jagd Jg. 5, 1955.

[4] DILLA, L.: Wo neue Walder waschen. Informationen Rheinbraun 2, Auflage Dezember 1969.

[5] DIMITROVSKÝ, K.: Příspěvek k poznání chemických vlastností zemin složených z cyprisových jílů na některých výsypkách v Sokolovském revíru. Vědecké práce VÚM, č. 7, str. 157-176, 1965.

[6] DIMITROVSKÝ, K.: Lesnické rekultivace antropogenních půd v oblasti Sokolovského hnědouhelného revíru. Monografie Praha 1976.

[7] DIMITROVSKÝ, K.: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. SZN Praha, 1989.

[8] DIMITROVSKÝ, K.: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Praha 2001, 191 s.

[9] DIMITROVSKÝ, K., KOUTNÝ, D., VESECKÝ, J.: Rekultivační arboretum na Sokolovsku. Lesnická práce, 3, 1984.

[10] DIMITROVSKÝ, K.: Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Metodiky ÚZPI č. 14/1999.

[11] DIMITROVSKÝ, K.: Kategorizační procesy obnovy krajiny postižené báňskou a ostatní průmyslovou činností. Dílčí záv. zpráva ČZU, Praha 2005.

[12] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M., PROKOPOVÁ, D., ŠTIBINGER, J.: Problematika obnovy lesů na výsypkových stanovištích, jejich vývoj, struktura a skladba. – In: sborník referátů FŽP J.E.Purkyně Ústí nad Labem, 2008.

[13] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M.: Unikátní rekultivační lesnické arboretum na Sokolovsku slaví svou 36-letou existenci. In: Sborník referátů z 11.uhelně geologické konference. Přírodovědecká fakulta UK Praha, 2008.

[14] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M., KUPKA, I.: Rekultivační dendrologie. In: Sborník referátů z konference Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť. Kostelec nad Černými lesy, s.21-26, 2008.

[15] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M., KUPKA, I., ŠTIBINGER, J.: Problematika obnovy lesů na výsypkových stanovištích, jejich vývoj, struktura a skladba. In: Sborník referátů z konference Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť. Kostelec nad Černými lesy, s.13-20, 2008.

[16] DIMITROVSKÝ,K.,DOLEŽELOVÁ,D.,ELIÁŠOVÁ, B.: Lesnická typologie a její využití v lesnické rekultivaci antropogenních substrátů. In: Sborník referátů z konference u příležitosti nedožitých devadesátin pana Ing. Karla Plívy: Rozvoj lesnické typologie a její využití v lesnické praxi. Těchov-Čerhovice, 2012.

[17] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M., VACEK, O.: Geneze antropogenních substrátů na výsypkách jako základ pro vytvoření lesnické rekultivační typologie. Zpravodaj Hnědé uhlí, 1/2016, s. 39-51, 2016, ISSN 1213–1660.

[18] JONÁŠ, F., DIMITROVSKÝ, K.: Hydropedologická charakteristika výsypkových zemin v oblasti SHR a HDBS. Dílčí závěrečná zpráva. Praha, VÚM, 1972.

[19] KUNT, M., DIMITROVSKÝ, J., MODRÁ, B., PROKOPOVÁ, D.: Rekultivace fytotoxických výsypkových substrátů. Sborník ČZU FLE Obnova lesního prostředí při zalesňování nelesních a degradovaných půd. Kostelec n. Č. Lesy, 2007.

[20] KUTÍLEK, M.: Stanovení specifického povrchu půd a zemin. Práce ČVUT I, č. 3, 1963, SPN Praha.

[21] MEZERA, A., MRÁZ, E., SAMEK, V.: Stanovištně typologický přehled lesních společenstev. ÚHÚL Brandýs nad Labem, 1 tab., 1956.

[22] PLÍVA, K.: Přírodní podmínky v lesním plánování. ÚHÚL Brandýs nad Labem, 264 s., 1991.

[23] PRŮŠA, E.: Přirozené lesy ČR. SZN Praha, 246 s., 1990.

[24] PRACH, K.: Monitorování změn vegetace: Metody a principy. Český ústav ochrany přírody, 69 s., 1994.

[25] SEMOTÁN, J., DIMITROVSKÝ, K.: Charakteristika vodního režimu a propustnosti některých jílovitých výsypek v oblasti HDBS. Sborník referátů III. mezinár. sympozia o rekultivaci, Praha 1967.

[26] ZLATNÍK, Z.: Lesnická fytocenologie. SZB Praha,

© 2016, VÚHU a.s.