

Ing. Konstantin Dimitrovský, ČZU Praha

Rekultivační lesnické arboretum Antonín na Sokolovsku má 35 let

Přijato: 3. 5. 2007, recenzováno: 1. 6. 2007

Rekultivační lesnické arboretum Antonín na Sokolovsku má 35 let

Historie původní přírodní krajiny před těžbou hnědého uhlí a po ní vytvořené hlubokými geomorfologickými a geologickými proměnami, je neustále řešena na rozdílné úrovni badatelského poznání. Celá historie rekultivačního významu a praxe na mnoha tisících hektarech nás neustále učí, že lidský vliv vyjádřený těžbou uhelné sloje nemusí vždy krajinu devastovat a že je naopak schopen pomoci rekultivace krajinu spoluvytvářet a vnášet do ní nové fenomény (georeliéf, půda, voda, vegetace, výstavba, apod.), které nepochybně zvyšují její krajinnotvorný vzhled. Arboretum Antonín na Sokolovsku je unikátní dendrologicko-rekultivační objekt, který nemá obdoby jak v ČR, tak i ve světě. Na základě v příspěvku uvedených bioindikačních dendrologických morfogenních proměn a ostatních odpozorovatelných znaků jsou postupně odvozeny geodendrologické základy na antropogenních substrátech pedogeneticky zařazených ve sledu protopedoprofile, mezopedoprofile a telopedoprofile. Všeobecně rekultivace jsou v současnosti přírodovědným oborem, kde by se měla projevit co nejdokonalejší znalost, moudrost a perspektivní předvídavost, opřená o poměrně velké množství faktologického materiálu v rámci celého souboru přírodních věd. Zájmy rekultivační vědy, potvrzené na celé řadě případů obnovy nové krajiny po těžbě zejména hnědého uhlí, bezesporu vyjadřují zájmy celé společnosti. Základním kritériem při budování rekultivačního arboreta, kde se po celou dobu sleduje kovalence a prosperita 222 taxonů, je zvýšení biodiverzity krajiny na základě novodobých poznatků získaných na antropogenních substrátech. Roviny biodiverzity jsou různé. Celospolečenská politika životního prostředí, řešená v podmínkách těžby nerostných surovin, je velmi složitá, výzkumně náročná a z pohledu biodiverzity dosti konfliktní. Všeobecně se rozlišují 3 roviny biodiverzity: a) genetická, b) druhová, c) ekosystémová. Pro řešení tvorby průmyslové krajiny, tvorby nových lesů a ochrany přírody jsou neméně důležité ještě roviny: d) geologická, e) užitková (způsob hospodaření), f) přístupová. Z toho bezesporu vyplývá, že průmyslová doba přinesla posun přístupu hodnotových kritérií stupně devastace krajiny a prováděných rekultivačních opatření řešených v systému hornina – půda – voda – vegetace – ovzduší. Dosavadní výsledky deodendrologických pohledů na jednotlivé taxony vedou i ke změně názoru kovalence dřevin listnatých, jehličnatých a keřů pěstovaných na zcela atypických stanovištních podmínkách. Výsledky získané v arboretu jak u dřevin domácího původu tak introdukovaných vedou k novému nazírání jak na kovalenci jednotlivých druhů, tak i způsobu jejich zakládání na antropogenních substrátech. Volby jednotlivých sekcí lesnické rekultivace u dřevin listnatých a jehličnatých v arboretu (celkem 46) je zcela v lesnické praxi unikátní, stejně tak jako je unikátní dendroflóra v celém areálu rekultivačního arboreta.

Forstliches Rekultivierungsarboretum Antonín in der Region Sokolov hat 35. Jubiläum

Die Geschichte der ursprünglichen Naturlandschaft vor dem Braunkohleabbau und der danach durch tiefe geomorphologische und geologische Wandlungen gestalteten Landschaft ist dauernd auf unterschiedlichem Niveau des Forschungserkenntnisses gelöst. Die ganze Geschichte der Rekultivierungsbedeutung und –praxis auf vielen Tausenden Hektar lernt uns immer wieder, dass der menschliche Einfluss ausgedrückt durch den Abbau des Kohleflözes muss die Landschaft nicht immer verwüsten, und dass er im Gegenteil fähig ist, mit der Rekultivierung die Landschaft mit zu gestalten und neue Phänomene (Georelief, Boden, Wasser, Vegetation, Ausbau u.ä.) darin eintragen, die zweifellos ihr landschaftsgestalterisches Aussehen erhöhen. Das Arboretum Antonín im Gebiet Sokolov ist ein einzigartiges Denrologisch-rekultivierungsobjekt, das keine Analogie weder in der Tschechischen Republik noch in der Welt hat. Auf dem Grund der im Beitrag angeführten bioanzeigenden dendrologischen morphogenen Verwandlungen und anderen beobachteten Merkmale werden schrittweise geodendrologische Grundlagen abgeleitet, auf den anthropogenen Substraten pädogenetisch eingeordneten in der Folge Protobodenprofile, Mezzobodenprofile und Telobodenprofile.

Die Rekultivierungen allgemein werden gegenwärtig ein naturwissenschaftlicher Fachbereich, wo sich die vollkommenste Kenntnis, Weißheit und ein Ahnungsvermögen zeigen soll, angelehnt auf große Menge von faktologischen Materialien im Rahmen der ganzen Gruppe der Naturwissenschaften. Die Belange der Rekultivierungswissenschaft, bestätigt auf einer ganzen Reihe der Fälle der Wiederherstellung einer neuen Landschaft nach dem Bergbau und vor allem dem Braunkohlebergbau drücken unstreitig Belange der ganzen Gesellschaft aus. Ein grundlegendes Kriterium bei dem Aufbau des Rekultivierungsarboretums, wo während des ganzen Zeitraums die Kovalenz und Prosperität von 222 Taxa verfolgt wird, ist die Erhöhung der Biodiversität der Landschaft auf Basis neuzeitlicher Erkenntnisse, die auf den anthropogenen Substraten gewonnen wurden. Es bestehen unterschiedliche Ebenen der Biodiversität. Die gesamtgesellschaftliche Umweltpolitik, gelöst in Bedingungen des Abbaus von Bodenschätzen, ist sehr kompliziert, forschungsgemäß anspruchsvoll und aus der Sicht der Biodiversität ziemlich konfliktreich. Allgemein unterscheidet man 3 Biodiversitätsebenen: a) genetische, b) gattungsmäßige, c) ökosystemmäßige. Für die Lösung der Gestaltung einer Industrielandschaft, der Gestaltung neuer Wälder und des Naturschutzes sind nicht weniger bedeutend noch: d) geologische Ebene, e) Nutzungsebene, f) Zugangsebene. Daraus unstreitig folgt, dass unsere Industriezeit den Ansatz zu den Wertkriterien der Stufe der Landschaftsdevastierung und den vorgenommenen Rekultivierungsmaßnahmen geändert hat, die im System Gebirge – Boden – Wasser – Vegetation – Luft gelöst werden. Die bisherigen Ergebnisse geodendrologischer Ansichte auf einzelne Taxa führen auch zur Ansichtsänderung in der Kovalenz von Laub- und Nadelholzarten und Sträucher, die unter ganz atypischen Standortbedingungen angebaut werden. Die im Arboretum erhaltenen Ergebnisse bei den Holzarten heimischer Ursprung sowie den introduzierten führen zu einer neuen Anschauung sowohl auf die Kovalenz einzelner Arten als auch auf die Weise ihrer Gründung auf den anthropogenen Substraten. Die Wahl einzelner Sektionen der forstlichen Rekultivierung bei der Laub- und Nadelholzarten im Arboretum (gesamt 46) ist in der forstlichen Praxis einzigartig sowie auch die Dendroflora in dem ganzen Areal des Rekultivierungsarboretums ein Unikat ist.

The Antonín Reclamation Forest Arboretum in the Sokolov Region Celebrates 35 Anniversary

The issue of original natural landscape history before brown coal exploitation and consequent geomorphological and geological changes is permanently solved on different research levels of knowledge. The history of reclamation significance and practice on many thousand hectares has been constantly teaching us that human impact as an exploitation of a coal seam does not necessarily devastate landscape. On the contrary reclamation is capable of regenerating landscape and introducing new phenomena (geo-relief, soil, water, vegetation, construction etc.) which clearly improve landscape appearance. The Antonín Arboretum in the Sokolov region is a unique dendrological and reclamation element which has no equivalent in the Czech Republic or in the world. Based on the bioindicating geodendrological and morphogenic changes and other observed marks stated in the article geodendrological elements on anthropogenic substrate classified from the pedogenetic perspective to protopedoprofiles, mesopedoprofiles and telopedoprofiles have been identified. In general reclamation is a natural science field where the most perfect knowledge, wisdom and perspective foresight should show off stemmed upon a great amount of facts within the set of natural science. The interests of reclamation science confirmed on a lot of new landscape regeneration cases mainly after brown coal exploitation express the interests of the whole society. Increasing landscape diversity based on the modern knowledge acquired on anthropogenic substrates is the basic criterion in building a reclamation arboretum where covalence and prosperity of 222 taxa is constantly monitored. The biodiversity levels are different. The overall society environmental policy solved under the conditions of raw materials exploitation is very complex and demanding from the research perspective and quite conflict from biodiversity viewpoint. In general 3 levels of biodiversity have been classified: a) genetic, b) generic, c) ecosystem ones. When creating an industrial landscape, new forests and in nature protection other levels are no less important: d) geologic, e) utility (management manner), f) access ones. It hereof appears that the industrial era has brought a change in the value criteria access to the landscape devastation level and executed reclamation measures in the system of mineral – soil – water – vegetation – air. Actual results of the deodendrologic views to the single taxa also lead to the change in opinion on the covalence of broadleaved species, conifers and shrubs planted on totally atypical post conditions. The results acquired in the arboretum for domestic and imported tree species lead to a new view on the covalence of the species and the manner of

their establishment on anthropogenous substrates. The selection of the forest reclamation sections for broadleaved species and conifers in the arboretum (total 46) is, in forest practise, unique as well as the dendroflora in the reclamation arboretum area.

Úvod

Vznik a existenci tohoto jedinečného díla lze nejlépe vyjádřit takto:

Zasej myšlenku a sklidiš čin.
Zasej čin, sklidiš zvyk.
Zasej zvyk, sklidiš charakter.
Zasej charakter a sklidiš osud.
Zasej osud sklidiš obdiv nebo pohrdání.

Počátky řešení ekologických škod vzniklých devastací území hlubinnou a posléze lomovou těžbou hnědého uhlí v severozápadních Čechách, tj. v Ústeckém a Karlovarském kraji, jsou poměrně starého data (1954). Základní údaje o těžbě hnědého uhlí v Sokolovské a Severočeské pánvi jsou evidovány od roku 1860. Za období 1860 až 1945 se v obou pánvích vytěžilo 1,157 mld. tun uhlí. Po 2. světové válce dochází k přechodu z těžby hlubinné na těžbu lomovou, která z ekonomických a celospolečenských potřeb je bezesporu mnohem výhodnější, avšak z ekologických hledisek je tomu naopak. V závislosti na prudkém rozvoji celostátní energetiky a budování těžkého průmyslu dosáhla těžba v roce 1984 svého maxima, a to 96,872 mil. tun. Od roku 1985 dochází k trvalému poklesu těžby. V přítomné době se celková těžba pohybuje okolo 45 mil. tun. V sedmdesátých letech budováním tepelných elektráren paralelně s devastací krajiny lomovou těžbou dochází i k značnému znečištění ovzduší průmyslovými emisemi a imisemi (SO_2 , F, NO_x , prach) a vlivem těchto emitovaných škodlivin dochází k vleklému nebo akutnímu poškození borových a především smrkových porostů v celém areálu Krušných hor. Dané skutečnosti se staly jakýmsi algoritmem pro volbu způsobů rekultivace (lesnická, zemědělská, vodní, ostatní) a při tvorbě nových lesů zejména na výsypkových stanovištích pro volbu vhodných taxonů vůči průmyslovým imisím. Takto pojatá koncepce řešení ekologických škod, vzniklých těžební a průmyslovou činností, přímo nabízela odzkoušení celé řady dřevin listnatých a jehličnatých, domácího a introdukovaného původu. A tak se naskytla příležitost

pro založení experimentálních objektů plošně rozsáhlých a trvalého charakteru.

Zrovna tehdy se dokončovaly technické úpravy na výsypce Antonín, která je přímo okrajovou částí města Sokolova. Ve vzdálenosti cca 78 m od bagrového řezu stál rodinný domek, kde bydlel pracovník tehdejšího podniku Statky a lesy Hnědouhelných dolů a briketáren Sokolov, n.p., lesník pan Drahomír Koutný, který zajišťoval chod veškerých rekultivačních prací a tím se stal i spoluautorem současného originálního díla v podmínkách ČR a ve světě – lesnického rekultivačního arboreta. Za tuto časově velmi náročnou řídicí spolupráci mu patří velký dík a uznání.

Stručná historie vzniku arboreta

Výsypka Antonín vznikla v areálu stejnojmenného lomu, tzn. že patří do kategorie výsypek vnitřních. Její převýšení je 48 m, rozloha 165 ha. Geologicko-petrografický charakter zdejších antropogenních substrátů je zcela analogický i pro ostatní výsypky, ať již vnitřní nebo vnější. Hlavními půdotvornými antropogenními substráty jsou:

- jíly cyprisové série
- jíly cyprisové a vulkanodetritické série
- porcelanity (erdbranty).

Nacházíme zde substráty homogenní (složené pouze z výše uvedených „čistých“ typů), i substráty heterogenní, které jsou jejich rozdílnou směsí. Pojmosloví „cyprisové jíly“ pochází od skořepatce *Cypris angusta*, který je v hojné míře zastoupen ve zdejších zkamenělinách. Doba založení arboreta 1969 – 1974. Dendrologická specifikace taxonů (čeleď, rod, druh, poddruh) přesahuje čísla 220. Zastoupení druhů dřevin listnatých a jehličnatých je zvláštní, neobvyklé z pohledu arboret klasického typu. Liší se zastoupením dřevin (v tisících a desetitisících kusech), způsobem založení kultur různých velikostí a geometrických tvarů a v neposlední řadě strukturou a skladbou (42 variant). Z výše uvedených skutečností používáme terminologie lesnické arboretum s přívlastkem k dané problematice – rekultivační. Topografické umístění arboreta zachycují obr. 1- část západní; obr. 2 – část východní.

Dendroekologická náplň a sledované cíle

Stanovení dendroekologických základů pěstování lesa na antropogenních substrátech složených ze skryvaného nadloží uhelných slojí u domácích a introdukovaných dřevin a keřů je otázkou novodobých dějin dendrologie, zakládání a pěstování lesa a především pedologie jako nositele a určujícího činitele tzv. kategorizačních procesů lesnické rekultivace. Z důvodů věcných, analytických a interpretačních uvádíme následující definici: „Kategorizační procesy jsou taxativně dokonalá vědecká poznání a respektování mezi přírodou a člověkem, mezi krajinou a jejím využitím“. (K. Dimitrovský, 1976). Žijeme v době, která ani zdaleka nepřipomíná dokonalé zvládnutí dendroekologických zákonitostí a všeobecně sil přírody inteligencí člověka. Na prahu dalšího století jsme konfrontováni s jevy, které už dávno měly patřit minulosti. Týká se zejména dendrologických základů odvozených především změnou podmínek:

- půdních
- klimatických
- emisních
- pěstebních.

Z důvodů analýzy a syntézy problematiky budou tyto limitující faktory rozborovány v uvedeném pořadí.

Půdní chemie, půdní fyzika a hydropedologie substrátů

Základním půdotvorným materiálem na všech výsypkách je skryvané nadloží vesměs sedimentárního původu. Na rozdíl od ostatních podkrušnohorských pánví (Chomutovska, Mostecka, Teplicka) s poměrně jednolitou výplní jsou sedimenty pánve sokolovské rozdrobeny do denudačních reliktů, oddělených některými elevacemi pánevního podloží. Největší relikt vytváří na SV samostatnou pánev hroznětínskou. Na Z transpreduje terciér laločnatě na horniny svatavského krystalinika. V laterálně přechází do komplexu neovulkanických vyvřelin a tufů Doupovských hor, přechod vytváří rovněž linii lalokovitého tvaru. Sokolovská pánev vytvářela původně jediný sedimentační prostor s pánví chebskou, zaplňovaný sedimenty od JZ až SZ. Výplň pánve je kontinentální, hlavně jde o sladkovodní jezerní a říční sedimenty (Havlena in Misař a kol., 1983). Podloží pánve je budováno především granitoidními horninami

karlovarského plutonu, v západní části také svory svatavského krystalinika. Tyto horniny jsou výrazně kaolinicky zvětralé, na některých místech se kaoliny a jíly jako keramické suroviny těží. Sedimentární výplň sokolovské pánve se dělí na pět hlavních stratigrafických členů (souvrvství), které lze shrnout do dvou hlavních sedimentárních etap: paleogenní (nejspíše eocenní) (starosedlské souvrství) a snad miocenní (souvrvství hnědouhelné sloje Josef, vulkanogenní souvrství, hlavní hnědouhelné slojové souvrství a cyprisové souvrství).

Mocnost nadložních hornin (zemin) byla a ještě je velmi diferencovaná a pohybuje se v širokém rozpětí a to od 0,5 m do 180 m. Jílovce jsou buď nezřetelně vrstevnaté až lasturnatého lomu nebo tence vrstevnaté, žlutozelené až šedohnědé barvy. Jsou zpravidla illitické, obvykle s příměsí montmorillonitu a méně hojnou příměsí kaolinitu. Mívají bituminózní příměs a místy přecházejí až v sapropelity. Dokladem nevětraného prostředí před započítím skryvky je stálá příměs pyritu (konkrece) a vložky karbonátů CaCO_3 , MgCO_3 a FeCO_3 .

Na bázi cyprisového souvrství se vyskytují až 40 m mocné převážně modrošedé kaolinitické jíly, místy slídnaté, někdy s obsahem sádrovce. Geochemické vlastnosti skryvaného substrátu pro účely rekultivace jsou pak partikulárně analogické i pro půdní chemii vznikajících půd v procesu jejich pedogeneze (tab. 1a, 1b). Všeobecně v rámci realizace ať již lesnické nebo zemědělské rekultivace jako limitující půdotvorné faktory se jeví půdní fyzika a hydropedologie, podmíněné primárním strukturálním stavem hornin v rhizologické hloubce profilů.

Ke snazšímu pochopení rozdílů mezi rostlou půdou pedogeneticky se vyvíjející po staletí a výsypkovými substráty, přispěje jejich definice: „Antropogenní půdní substrát je specifická pedologická kategorie půd s heterogenní půdní chemií, půdní fyzikou, hydropedologií a genetickou nevyhraněností“ (K. Dimitrovský, 1976). Specifické vlastnosti antropogenních substrátů podmiňují odlišné analýzy a metody hodnocení. Hodnocení výsypkových substrátů uzančně používanými pedologickými a hydropedologickými metodami (M. Kutílek, 1963, J. Semotán, K. Dimitrovský 1967, J. Hraško 1963) je značně nepřesné především v oboru půdní fyziky, hydropedologie, mikrobiologie a obsahu

organické půdní složky autochtonního (limnického) a allochtonního původu. Bez rozdílu geologicko-petrografické, geochemické a mineralogické příslušnosti jsou při kvantifikaci fyzikální a hydropedologické vlastnosti pro volbu ať již dřevin listnatých nebo jehličnatých pedologickou potenciální kategorií nejdůležitější. Vysoké hodnoty rozptýlu a ostatních statistických ukazatelů (struktura, textura, zastoupení makropórů planárních, mezerovitých, tabulárních, infiltrace, obsah půdního vzduchu apod.) jsou ovlivněny především zvětrávacími procesy (desagregace). Proto při kvantifikaci primární potenciální úrodnosti výsypkových substrátů jsme těmto hydrofyzikálním charakteristikám již od prvopočátku věnovali zvláštní pozornost. Na základě podrobné pedologické inventarizace antropogenních substrátů na výsypce Antonín, jež byla reprezentativní i pro ostatní výsypky sokolovské pánve, jsme provedli jak volbu výběru dřevin a keřů, tak i způsoby zakládání kultur listnatých, jehličnatých a smíšených. Byli jsme si vědomi rovněž toho, že k rajonizaci substrátů tyto samotné ukazatele neskýtají záruku především proto, že období, ze kterého bylo možno vyjít, je příliš krátké, aby bylo možno vyloučit náhodná zkreslení našich vědomostí a odhadů. Teoreticky šlo o aplikaci pedologicko-dendrologické metody ověřování primární potenciální úrodnosti výsypkového stanoviště. Pro správnost konfrontace zvolených metodických postupů a dosažených výsledků jsme pak dlouhodobě zkoumali jen výsypkové substráty analogického geologicko-mineralogického složení (jíly cyprisové série). Makroskopický vzhled povrchu pod lesními porosty v arboretu v časovém intervalu 35 let je různorodý. Pedologicko-dendrologická charakteristika antropogenních substrátů má svůj skrytý význam, svá tajemství, je neustálým zdrojem nových informací a poučení. Vzniká výsledný dojem určitého typu půdního substrátu, který odlišuje potenciální úrodnost odvozenou na základě prvotní pedogeneze profilů pod nově zakládanými lesními porosty jak z domácích, tak i introdukovaných dřevin. Při všech výzkumech jsme se snažili zcela cílevědomě o to, aby terénní i laboratorní práce neprobíhaly izolovaně, aby byly pojaty mnohostranně tak, jak mnohostranná je problematika rekultivační pedologie, dendrologie a pěstování lesa. Dopustil bych se neomluvitelného zjednodušení, kdybych se pokoušel v několika odstavcích objasnit složité pedologickodendrologické

procesy, které jsou zcela specifické pro výsypková stanoviště. Proto se zde pokusím o podrobnou analýzu antropogenního půdního prostředí.

Chemizmus antropogenních substrátů v arboretu Antonín je primárně předurčen geologicko-petrografickým složením a sekundárně stupněm desagregace a volbou dřevinné skladby. Základní chemické vlastnosti profilů pod pěstovanými lesními porosty udává tab. č. 1a, 1b; zrnitostní složení tab. č. 2 a vodní režim tab. 3. Hodnoty pH všech sledovaných profilů ukazují, že jde o jílovité substráty s reakcí mírně zásaditou, neutrální až mírně kyselou. U klasických jílovitých substrátů (jíly cyprisové a vulkanodetritické série) s vysokým nebo nízkým stupněm desagregace povrchových horizontů málo nebo více obohaceným organickou půdní složkou nedošlo k podstatným změnám acidity. Charakteristickou vlastností nedesagregovaných jílu cyprisové série je mírně alkalická reakce. Neutrální reakce (většina zkoumaných substrátů v arboretu) je především způsobena ustáleným rovnovážným stavem nasycení sorpčního komplexu i přítomnosti dvojmocných kationtů Ca a Mg.

Základním předpokladem změny nazírání na ekologickou stabilitu pěstovaných taxonů v imisních oblastech a antropogenních výsypkových substrátech je studium evolučně genetických proměn taxonů vyvolaných jak změnou půdních podmínek, tak i podmínek mikro a makro klimatických. Chronologický vývoj obnovy lesa na antropogenních substrátech vytvořil unikátní objekt pro takové studium z těchto důvodů:

- atypické půdní prostředí (horniny vytěžené z mnohametrové hloubky, nadloží uhelné sloje) je půdně geneticky nedefinovatelné a jeho vyživovací schopnost (poukazováno podle obsahu a migrace základních prvků minerální povahy – Ca, Mg, K, P) poskytuje zcela analogické podmínky pro odzkoušení dřevin domácího a introdukovaného původu bez ohledu na jejich autochtonní půdní podmínky,
- intoxikace fyziologické hloubky profilů imisemi a pevným úletem je v první fázi rekultivačního cyklu hodnota nulová a kontrolovatelná v časovém rozpětí sledování,
- počet druhů sledovaných dřevin z lesnického významu důležitých listnatých, jehličnatých a jejich porostů

- domácí a introdukované provenience na experimentálních plochách trvalého charakteru převažuje číslo 50,
- paralelně jsou sledovány i porosty založené z „domácích“ výsypkových potomstev u některých druhů (olše lepkavá, olše šedá, jasan ztepilý, modřín jesenický, modřín sibiřský, modřín dahurský, borovice Murrayova, borovice pokroucená, smrk ztepilý, douglaska tisolistá, javor klen),

- nedílnou součástí našich dendrologických studií se staly rovněž porosty vzniklé generativním procesem – přirozenou obnovou u dubu, javoru, jasanu, modřínu, douglasky, borovice a dalších,
- možnosti porovnání dendroekologické stability nebo lability u druhů domácích a introdukovaných.

Tab. 1a Chemické vlastnosti substrátů

Číslo vz.	pH		Co _x	H	CaCO ₃	Ca	Mg	K	P	S	T	V
	H ₂ O	KCl	%	výměn.	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mmol/100g		%
1	7,16	6,57	1,64	5,60	0,35	1 830	830	390	2	28,15	35,60	89,50
2	7,24	6,75	1,87	6,10	0,20	1 690	690	410	<1	31,40	33,90	90,40
3	7,51	6,80	0,92	3,80	0,42	1 940	820	815	<1	30,10	30,50	100,0
4	6,83	6,65	0,58	4,20	0,22	1 660	560	370	<1	20,80	22,00	93,20
5	6,50	6,10	1,90	3,35	0,25	1 970	630	450	<1	21,50	32,10	59,60
6	7,72	7,26	2,04	5,40	0,40	1 830	950	860	<1	20,20	34,80	94,60
7	7,12	6,48	2,16	3,90	0,25	1 790	640	490	<1	26,10	28,30	94,70
8	7,05	6,72	1,77	5,30	0,38	1 680	480	380	3	21,00	34,70	89,30

Tab. 1b Celkový obsah živin minerální povahy u zvětralých a nezvětralých zemin – údaje v %

Výsypka	číslo vz.	Stav zeminy	Hloubka odběru v cm	CaO			K ₂ O			MgO			P ₂ O 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	1,06	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 Rísl	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

Tab. 2 Proces desagregace jílovitých zemin pod pěstovanými lesními porosty

Výsypka	Druhovú skladbu	Číslo profilu	Hloubka odběru v cm	Zrnitostní složení – údaje v %				
				< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-2 mm
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 Rísl	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 kleny	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

Tab. 3 Momentální vlhkost, maximální kapilární nasáklivost a specifický povrch

1. Rekultivace lesnická – přeměna přípravného. porostu olše šedé kotlík. sečí – jilm horský, profil č. 1

Výsypka	Hloubka odběru (cm)	Jaro		Léto		Podzim		Jaro		Léto		Podzim	
		W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N
Vilém	0-5	47,40	50,40	28,50	49,35	36,20	49,95	27,05	40,36	26,00	51,50	33,00	48,50
	5-10	44,30	49,50	32,00	50,20	47,34	50,40	33,90	42,03	29,20	52,35	38,20	48,50
	10-20	42,90	50,60	53,10	51,40	46,90	50,92	40,96	48,24	30,50	50,00	40,70	48,20
	20-40	37,80	48,30	42,00	50,00	44,40	51,55	36,02	55,43	35,80	52,90	40,20	45,30
	40-60	43,90	47,20	43,15	48,60	41,80	47,15	30,47	50,52	34,30	47,05	37,40	43,75
	60-80	39,30	41,60	46,00	50,30	46,25	50,02	40,20	52,95	42,50	45,00	31,80	36,50
	80-100	42,00	45,00	44,20	48,00	42,65	47,03	41,15	53,50	38,60	47,10	31,40	36,00

2. Rekultivace lesnická – přípravný porost olše lepkavé s podsadbou javoru kleny – profil č. 2

Velký Rísl	0-5	22,10	263,90	13,35	29,00	21,30	17,52	18,15	22,38	20,45	22,05	26,25	29,48
	5-10	26,80	29,30	18,10	30,90	18,89	26,70	20,30	24,60	14,19	18,38	20,00	23,40
	10-20	35,10	31,35	28,40	39,65	21,14	29,10	24,40	31,36	28,40	34,50	25,90	31,76
	20-40	39,20	51,45	31,55	42,30	32,55	41,36	29,85	38,54	31,93	40,74	30,27	36,15
	40-60	42,80	47,70	40,15	45,80	38,19	44,28	33,42	40,12	37,14	42,30	38,59	44,20
	60-80	45,00	49,45	42,30	49,00	42,10	46,80	37,51	43,30	39,85	48,26	41,55	49,38
	80-100	40,15	45,10	38,10	46,50	37,45	43,95	40,25	46,55	36,40	43,19	38,16	45,90

Pokračování tab. 3

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	50,10	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 Rísl	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	32,12	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	49,81	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

Dendrologický význam nově vznikajícího lesa na antropogenních substrátech (vyjádřený ekologickou stabilitou, případně labilitou) se opírá o dlouhodobá sledování (1961 – 2005) půdní chemie, půdní fyziky, hydropedologie, mikrobiologie, fytoecologie, biometrie, meteorologie a imisního zatížení. Při zjišťování přímých a zpětných vazeb jednotlivých činitelů nejvíce ovlivňujících ekologickou stabilitu lesa ať již listnatého, jehličnatého nebo smíšeného na výsypkových substrátech v imisních oblastech, byly zjištěny jako významné tyto autoregulační půdní a biomechanismy:

- pufrovitost substrátů
- pH a sorpční vlastnosti
- celkový obsah Ca a Mg a jejich migrace v procesu perkolace
- obsah organické půdní složky (humusu) autochtonního a allochtonního původu v povrchových horizontech profilů
- genetické ekvalenční a klimaxové vlastnosti dřevin
- množství imisí (SO₂, F, Nox, prach) prudkých, vleklých a jejich setrvalý stav
- množství atmosférických srážek a relativní vlhkost.

Při této reprodukci výsledků autoregulačních mechanismů na výsypkách si dovoluji určité odbočení.

Acidita lesních půd již od 50. let minulého století, tj. od doby radikálních ekologických proměn v severozápadních Čechách, patří k nejvíce diskutovaným problémům. Proces okyselování půd je v drtivé většině spojován s výskytem a působením tzv. kyselých dešťů.

V důsledku toho díky některým „vědatům“ společně s administrativně schopnými pracovníky resortu bývalého MLVH se přistoupilo při „záchraně“ lesa v imisních oblastech k velkoplošnému vápnění bez ohledu na exaktní ověření jeho působení proti okyselení půd různých druhů a typů. Tomuto „spásnému“ trendu nezabránily ani tehdy ani v současné době seriózní výzkumy (K. Dimitrovský, 1989), zpochybňující toto meliorační opatření, a to ze zcela průkazných hodnot infiltrace a perkolace profilů pro kapalnou fázi vody. Naprostá většina územních celků, kde se vápnilo celoplošně, vykazuje půdní profily s promyvnými horizonty, kde při atmosférických srážkách cca 800 – 1000 mm dochází k intenzivní perkolaci (vyplavování) vápníku různých konzistencí a tím i k velmi nízkému stupni neutralizace, tj. postupnému snižování acidity. Vzhledem k tomu, že jen nadhozená úvaha problematiky celoplošného vápnění půd v imisních oblastech vyžaduje mnohem podrobnější analýzu a vzhledem k tomu, že se vymyká náplni předkládaného příspěvku, přidržím se výsledků ex argumentis získaných na antropogenních substrátech podobně ne-li více imisně zatížených jako v oblasti Krušných hor s celoplošným vápněním. V rámci ověřovacích zkoušek obnovy lesa na antropogenních půdních substrátech po dobu 4 desetiletí byla systematicky sledována otázka změny pH jak vlivem imisního zatížení, tak i skladbou dřevin pěstovaných na výsypkových stanovištích. Čtyřicetileté výsledky v oblasti sledování změny pH vlivem

emitovaných sloučenin síry na antropogenních substrátech ukazují na tyto vzájemné souvislosti:

- půdní substráty s nepromyvnými horizonty profilů, s dostatečným obsahem kationtů Ca a Mg, s dobrými sorpčními vlastnostmi a příznivými formami humusu vykazují vysokou až velmi vysokou profilakční schopnost proti systematickému i periodickému vstupu sloučenin síry do půdních profilů. Tato kategorie půd (převážná část výsypek) poskytuje při vhodné volbě druhové skladby (listnaté, smíšené porosty) dostatečný prostor pro zachování ekologické stability zakládaných porostů;
- u sorpčně nasycených půdních substrátů kromě příznivého pH (6,3 – 7,0) má z hlediska ekovalence (tolerance, odolnosti, flexibility) dřevin nezastupitelnou funkci celkový obsah hořčíku a jeho migrace ve fyziologické hloubce profilů a asimilačních orgánech dřevin. Na základě půdních a listových analýz (K. Dimitrovský, J. Vesecký, 1989) bylo zjištěno, že **s přibývajícím množstvím hořčíku v asimilačních orgánech se zvyšuje tolerance dřevin vůči imisnímu zatížení SO₂ a F.** Zatímco SO₂ v asimilačních orgánech je složkou variabilní (podmíněnou množstvím atmosférických srážek, relativní vlhkostí vzduchu apod.), fluór se ukazuje jako složka méně pohyblivá. Starší ročníky jehličí (borovice, smrk, douglaska) obsahují 2 až 3 krát větší množství fluóru než jehlice jednoleté. Průměrný obsah Mg se u půdních substrátů výsypek pohybuje v úzkém rozpětí 1,3 až 1,6 %. Toto množství Mg lze považovat za velmi vysoké. Stanovená zásoba Mg v asimilačních orgánech listnáčů (olše, javor, jasan, jilm) je velmi příznivá (0,16 – 0,32 %), u jehličnanů je nižší, a to 0,09 – 0,18 (výsypka Antonín, Velký Rísl, Vilém). Porovnáme-li množství Ca a Mg u zkoumaných půdních substrátů, zjistíme dosti výjimečný jev, a to převahu Mg nad Ca. Příjem Mg dřevinami je rozdílný a vesměs přímoúměrný pH. Se zvyšující se kyselostí půdních substrátů klesá příjem Mg a naopak. Podobná gradace byla zjištěna i u obsahu Ca.

1. Migrace Mg a Ca v jednotlivých vrstvách výsypkových substrátů je podmíněna:
 - a) intenzitou zvětrávání zemin
 - b) výskytem ve formě síranu a uhličitanu hořečnatého

- c) perkolací (vyplavováním) preferenčními cestami srážkové vody, vytvořenými mikro a makropóry.

2. Dalším autoregulačním mechanismem podstatnou měrou ovlivňujícím schopnost tolerance dřevin proti přímému a zprostředkovanému působení imisí je množství a kvalita organické půdní složky (humusu). Na rozdíl od rostlých lesních půd u výsypkových půdních substrátů je organická složka dvojího původu:

- a) primárního z období sedimentace v historické době,
- b) sekundárního – produkt opadu asimilační hmoty a ostatních rostlinných zbytků (větví, bylinné patro).

Z provedených analýz vyjádřených **poměrovými hodnotami huminových kyselin a fulvokyselin** a odpozorovatelných znaků zdravotního stavu pěstovaných listnatých, jehličnatých a smíšených porostů platí zde zásada, že se zvyšujícím se množstvím a kvalitou organické půdní složky, primárního a sekundárního původu, se úměrně zvyšuje tolerance dřevin vůči imisím a tím i jejich ekologická stabilita. Kvalitativně nejpríznivější formu humusu vykazují:

- a) porosty javoru mléče, kleny a lípy srdčité (Antonín),
- b) porosty jilmu drsného a habru obecného (Antonín),
- c) porosty olše šedé a olše lepkavé (Bohemia, Vilém, Velký Rísl).

Hodnotíme-li množství opadu u zkoumaných dřevin, dostaneme toto pořadí:

- 1) topol berlínský, topol marilandika (Velký Rísl)
 - 2) olše lepkavá, javor klen (Vilém)
 - 3) olše šedá a jilm drsný (Vilém).
3. Ukazuje se, že nemalý vliv na ekovalenci dřevin proti působení SO₂ má rovněž obsah dusíku v půdě a v asimilačních orgánech. Vysokou až velmi vysokou ekovalenci vykazují porosty pěstované na antropogenních substrátech s obsahem humusu a jeho rovnoměrné mineralizace. Tyto substráty, minerálně bohaté, skýtají po určité době příznivé podmínky pro rozvoj mikroorganismu podporující nitrifikační procesy (F. Jonáš 1975, K. Dimitrovský 1989). Podle provedených mikrobiálních

testů nejpříznivější nitrifikační podmínky mají půdní substráty pod různorodými porosty listnatými a smíšenými složené ze strukturních forem jílu, bohaté Ca + Mg s příznivou reakcí a mezními hodnotami výměnného pH 6,4 – 7,2. Příznivou půdní reakci vykazují protopedoprofil, u nichž je množství Ca : Mg v poměrovém vyjádření 1,3 : 1,5 % a sesquioxidy Fe : Al 5,0 – 3,0 %. Protopedoprofil s poměrovými hodnotami Ca : Mg (0,15 : 0,05); Fe : Al (5,2 – 2,2) jsou zcela fytotoxické (pH = 2,2), většinou jsou tvořeny nadložními zeminami pocházejícími z bezprostřední blízkosti uhelné sloje (Lítov). U tohoto typu nadložních zemin je *průměrný obsah síry 1,7 %*. *Odzkoušené opakované vápnění v různých dávkách se ukázalo jako meliorační opatření naprosto neúčinné.* Jedinou možnou cestou navrácení takovýchto typů fytotoxických zemin na výsypkách lesní výrobě je jejich převrstvení zúrodněnými schopnými zeminami (veškeré nadložní zeminy mimo areál bezprostřední blízkosti uhelné sloje), vpravováním uhličitane vápenatého – tzv. stabilizátu vykazujícího pH (KCl) 9,6, odpadu z odsířovacích zařízení.

4. Pro ekologickou stabilitu antropogenních substrátů a jejího hodnocení dostatečný prostor poskytují i velmi zajímavé výsledky dosahované u pěstovaných druhů introdukovaných dřevin (borovice Murrayova, borovice pokroucená, borovice černá, smrk pichlavý, smrk omorica, douglaska tisolistá, smrk sivý, borovice těžká, borovice Jeffreova a další) na antropogenních výsypkových stanovištích. Porovnáme-li stanovištní podmínky výsypek (půdní, klimatické, imisní zatížení – SO₂, F, N, pevný úlet) ve vztahu k výškové pásmovitosti uvedených a jiných introdukovaných dřevin, zjistíme některé vzájemné vazby opírající se o vztahy stupně ekvalence dřevin proti působení imisí podle:

- výškové pásmovitosti zkoumaných druhů v původním areálu výskytu,
- odolnosti ekotypu proti mrazu,
- tepelných výkyvů v autochtonním prostředí.

Získaná evolučně genetická proměnlivost druhů vlivem působení výše uvedených faktorů v původním areálu jejich výskytu se projevuje jako určující faktor autoregulační

a tím i stabilizační i na výsypkových stanovištích.

5. Je třeba předeslat, že fyzikální a hydropedologické vlastnosti u všech druhů a typů antropogenních substrátů na výsypkách se jeví jako klíčové faktory jak z hlediska půdotvorného, tak i dendrologického. Primární struktura, textura a hydropedologické vlastnosti předurčují vodní režim, volbu taxonů a jejich zastoupení v porostech na všech typech výsypek (vnitřní, vnější, úrovnové, převýšené). Je třeba si uvědomit, že žádný z výsypkových substrátů není v kontaktu s podzemní vodou. Z toho je zřejmé, že vláhová potřeba dřevin je zásadně podmíněna množstvím spadlých atmosférických srážek a kumulativní schopností profilů především v rhizologické hloubce. Následkem toho probíhá translokace rozpustných látek – minerálních i organických živin – pouze vertikálním nebo horizontálním směrem vlivem prosakující srážkové vody. Z toho důvodu lze zkoumané substráty složené z terciálních i kvartérních zemin zařadit do kategorie půd automorfních. Průběh vlhkostních podmínek ve vegetačním období (1980 a 1990) na výsypkách Vilém a Velký Rísl zalesněných v roce (Vilém 1935, Velký Rísl 1962) uvádí tab. 3.

Uvedené příklady vývoje vlhkostních poměrů u nejstarších a mladších porostů na výsypkových stanovištích ukazují na některé rozdíly spojené se stupněm desagregace primárních forem struktury cyprisových jílu (jíly kompaktní, jílovité břidlice, jíly s lístkovitou odlučností) a infiltrace kapalně fáze vody v povrchových a podpovrchových vrstvách profilů. Další specifickou vlastností je vzdušný režim. Na rozdíl od rostlých půd je vzdušný režim antropogenních substrátů zásadně řízen výskytem strukturních jílu a tím i výskytem a četností makropórů mezerovitých, tabulárních a planárních (K. Dimitrovský 1976). Podle obsahu vody v nich rozlišujeme:

- makropóry nasycené
- polonasycené
- nenasycené.

Závěr

Z dosavadní interpretace výsledků výzkumu uvedených v tomto příspěvku a v dřívějších pracích autora, předaných realizačním složkám rekultivace v oblasti

SU, a.s., vyplývá, že problematice kvality antropogenních půdních substrátů pro následný vznik a vývoj půdy, vyjádřený dendroekologickou stabilitou, byla věnována dostatečná pozornost. Pro další vývoj v oblasti tvorby lesních ekosystémů na zdejších výsypkách bude třeba, aby výzkum dořešil následující provozní požadavky:

- zastoupení dřevin listnatých, jehličnatých, případně keřů podle potenciální úrodnosti jednotlivých výsypek,
- volbu vhodných směsí na základě charakteru výsypkových stanovišť,
- stanovení časového intervalu cílových dřevin přeměnou dřevin přípravných mladších a starších věkových tříd,
- stanovení ekonomických parametrů podle způsobů zakládání lesních kultur (přípravné, smíšené, jehličnaté), kvality porostů a v neposlední řadě i pořizovacích finančních prostředků.

Růst, vývoj a prosperita testovaných dřevin domácího a introdukovaného původu v lesnickém rekultivačním arboretu Antonín umožňuje zcela nová nazírání na problematiku obnovy lesa v regionech postižených báňskou a ostatní průmyslovou činností.

Arboretum Antonín na Sokolovsku je unikátní dendrologicko-rekultivační objekt, který nemá obdoby jak v podmínkách ČR, tak i ve světě. Na základě v příspěvku uvedených bioindikačních dendrologických morfogenních proměn a ostatních odpozorovatelných znaků jsou postupně odvozeny geodendrologické základy na antropogenních substrátech pedogeneticky

zařazených ve sledu protopedoprofilů, mezopedoprofilů a telopedoprofilů. Podle genetické dendrologické výbavy jednotlivých taxonů na výše uvedených pedogenetických fázích výsypkových substrátů budou vymezeny shodné nebo odlišné znaky dřevin popisované v dendrologické literatuře.

Skromným přáním autora je, aby jeho výzkumy byly i určitým příspěvkem k řešení problematiky obnovy lesa i na rostlých půdách v imisních regionech severozápadních Čech – Krušnohoří.

Literatura:

Beneš S., Pabiánová J. - Přirozené obsahy, distribuce a klasifikace prvků v půdách. VŠZ – katedra půdoznalství, 1987

Beneš S., Semotán J., Voráček V. - Klasifikace nadložních zemín pro účely rekultivace v Sokolovském hnědouhelném revíru. Závěrečná zpráva, ČVUT, 1964

Beneš K. Tektonika a rozšíření slojí střední části Sokolovské hnědouhelné oblasti. – Sloj Antonín z pánve Sokolovské a její nadloží. – Sbor. VŠB Ostrava, příl. Přírodov. sbor. ostr. kraje, sv. 10:30-32, 150-156, 1949

Brunclík O., Beneš S., Vlk K. - Geologie a půdoznalství. III. a geologie I. vydání 1986, Praha, VŠZ, s. 127

