

Rekultivační substráty Sokolovska

Mgr. Petr Rojík, Ph.D.¹, RNDr. Michal Řehoř, Ph.D.²

¹Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s.; rojik@suas.cz

²Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., tř. Budovatelů 2830/3, Most; rehor@vuhu.cz

Přijato: 31. 10. 2013, recenzováno: 5. a 7. 11. 2013

Abstrakt

Sokolovská pánev je nesouvisle zaplněna vulkanity a sedimenty o mocnosti až 360 m. Třetihorní výplň pánve se skládá asi z 55 % vulkanických hornin, 30 % sedimentů odvozených z kaolinických zvětralin a z 15 % organických sedimentů. Rekultivační vlastnosti substrátů a antropogenních půd z nich vzniklých dále závisí na vlastnostech matečné horniny a na zvětrávacích procesech po jejím založení do výsypky. Jsou ovlivněny řadou faktorů popsaných v tomto příspěvku. Dosud jediné systematické pedologické vyhodnocení substrátů Sokolovska pochází z roku 1964. Výzkum popsaný v tomto příspěvku částečně upravuje dosud obecně přijímané názory o vlastnostech jednotlivých substrátů.

Recultivation substrates of the Sokolov region

The Sokolov basin is intermittently filled with the volcanic and sediments of the layer thickness to 360 m. The tertiary layer of the basin consists of about 55 % of the volcanic rocks, 30 % of sediments from the kaoline erosion and from 15 % of organic sediments. Properties and utilisation of the substrates and of anthropogenic soils originated from them for reclamation depend on the characteristics of the mother rock and erosion processes after their bedding into the dump. They are affected by a number of factors described in this article. The only systematic evaluation of soil substrates of Sokolov dates from the year 1964. The research described in this article partially modifies the generally up to date accepted knowledge about the characteristics of the individual substrates.

Rekultivierungssubstrate des Gebietes von Sokolov

Das Sokolover Becken ist mit Vulkaniten und Sedimenten mit einer Mächtigkeit bis zu 360 m nicht zusammenhängend ausgefüllt. Die tertiäre Füllung des Beckens setzt sich aus etwa 55 % vulkanischer Gesteine, 30 % von kaolinischen Verwitterungsdecken abgeleiteten Sedimenten und aus 15 % organischer Sedimenten zusammen. Die Rekultivierungseigenschaften der Substrate und der aus diesen Substraten entstandenen anthropogenen Böden sind von den Eigenschaften des Muttergesteines und von den Verwitterungsprozessen nach dessen Verkippung abhängig. Diese sind von einer Reihe der Faktoren beeinflusst, die in diesem Beitrag beschrieben sind. Die bisher einzige systematische bodenkundliche Bewertung der Substrate des Gebietes von Sokolov stammt aus dem Jahr 1964. Die in diesem Beitrag beschriebene Forschung modifiziert teilweise die bisher allgemein akzeptierten Meinungen zu den Eigenschaften von einzelnen Substraten.

Klíčová slova: rekultivace, geologie, výzkum.

Keywords: reclamation, geology, research.

1 Úvod

Sokolovská pánev je nesouvisle zaplněna vulkanity a sedimenty o mocnosti až 360 m. Třetihorní výplň pánve se skládá asi z 55 % vulkanických hornin, 30 % sedimentů odvozených z kaolinických zvětralin a z 15 % organických sedimentů [7,8]. Úspěch či neúspěch realizované lesnické a zemědělské rekultivace závisí na kvalitě těchto substrátů.

Rekultivační vlastnosti substrátů a antropogenních půd z nich vzniklých dále závisí na vlastnostech matečné horniny a na zvětrávacích procesech po jejím založení do výsypky [4]. Nej důležitějšími faktory jsou mineralogické složení, nutriční dostupnost, množství a složení organické hmoty, koncentrace toxických prvků a sloučenin, radioaktivita, adsorpční schopnost organominerálního komplexu, výměnná kapacita kationtů, pH, textura a struktura hornin, infiltrační vlastnosti a fosilní hydrotermální, zvětrávací a půdotvorné změny horniny před jejím odkrytím k těžbě. Také způsob rozpojení, dopravy, zakládání horniny a způsob následných úprav terénu ovlivňují rekultivační potenciál substrátů.

Biologické rekultivace jsou na Sokolovsku soustavně prováděny od roku 1910 [2]. Dosud jediné systematické pedologické vyhodnocení substrátů z celého profilu pánve zde provedli Beneš et al. [1]. Tato práce i praktické zkušenosti z rekultivací



Obr. 1: Bentonit překrytý sprašovou a šterkovitou hlínou (kamenolom Dasnice).



Obr. 2: Dobře zúrodnitelný substrát z tufitů cyprisového souvrství (Podkrušnohorská výsypka).

potvrzují rekultivační vhodnost sprašových a proluviálních hlín kvartérního stáří, dále bentonitů vulkanických formací a polyminerálních jílovců cyprisového souvrství. Zkušenosti naopak potvrzují nevhodnost kyselých kaolinických zemín s úlomky sapropelitického uhlí a sulfidů. Protože hlíny a bentonity jsou na rekultivovaných plochách zastoupeny poměrně vzácně (viz tabulka č. 2), zavedlo se v praxi rovnítko: cyprisové souvrství = vhodný materiál pro biologickou rekultivaci, podloží hlavní sloje (tufity) = nevhodný materiál. Jak vyplývá z provedených analýz, toto zjednodušení neplatí vždy.

Substráty hodnocené v tomto příspěvku jsou využívány pro lesnickou rekultivaci (v případě zemědělské rekultivace je požadována aplikace ornice).

2 Metodika výzkumných prací

V letech 2011 a 2012 bylo ve všech provozovaných a opuštěných lomech sokolovské pánve odebráno 24 vzorků pro pedologickou a mineralogickou analýzu. Skladba vzorků reprezentuje všechny stratigrafické jednotky a všechny základní typy hornin a substrátů. S pomocí GPS došlo k zaměření všech vzorků. S popisem jejich pozic a petrografické povahy byl zachycen i způsob rozpadu substrátů, včetně rychlosti a charakteru spontánní sukcese rostlin na substrátech. Byla pořízena fotodokumentace odběrových míst.

Veškeré realizované laboratorní analýzy byly provedeny zkušebními laboratořemi VÚHU a.s. a VÚMOP, v.v.i., akreditovanými ČIA dle ČSN EN 150/IEC 17025 na základě interních metodických postupů vycházejících z příslušných norem.

U všech vzorků byla provedena rentgenová strukturní analýza ve VÚHU a.s. Most na difraktometru D 5000 Siemens. Rent-

genové difraktogramy byly snímány na PC datastanici Sicomp PC-32D pomocí soustavy programů Diffrac AT. U zkoumaných vzorků tak bylo získáno kvalitativní spektrum vzorku v práškovém stavu v rozsahu $2-80^\circ 2\Theta$ pro informaci o hlavních zastoupených minerálech.

Základní fyzikálně-mechanickou zkouškou zemín z hlediska rekultivačního využití je stanovení zrnitostního složení vzorků. Při zjišťování zrnitostního složení vzorků byla využívána kombinace hustoměrné zkoušky a síťového rozboru. Po rozdělení vzorků máčením se stanovily hmotnostní podíly jednotlivých frakcí na sítích 12 mm, 10 mm, 9 mm, 8 mm, 3 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm a 0,1 mm. Pro frakci pod 0,125 mm byl použit laserový granulometr CILAS 1064 Liquid.

Dále byla u všech vzorků provedena zrnitostní analýza kombinací hustoměrné zkoušky a síťového rozboru. Po suspenzním rozdělení vzorků máčením byly stanoveny obsahy frakcí na sítích 12, 10, 9, 8, 3, 2, 1, 0,5, 0,25 a 0,1 mm. Frakce pod 0,125 mm byla analyzována na přístroji CILAS 1064 LIQID. Z hlediska rekultivační využitelnosti jsou nejvhodnější středně zrnité, zrnitostně vyrovnané horniny. Důležitým kritériem je procentuální zastoupení frakce o velikosti zrn pod 0,01 mm, které by se mělo pohybovat v rozmezí 25 – 60 %. Dalším kritériem jsou obsahy frakcí o velikosti zrn pod 0,02 mm a pod 0,002 mm. Výsledky umožnily zařazení podle klasifikace Nováka [5].

Výběr chemicko-pedologických analýz vycházel z metodiky Čermáka et al. [3], využívané v mostecké pánvi. Základními realizovanými rozborů bylo stanovení půdní reakce (H_2O , KCl), stanovení obsahu $CaCO_3$, stanovení obsahu a kvality oxidovatelného uhlíku a humusu, stanovení obsahu dusíku a síry, stanovení sorpční kapacity a stanovení obsahu přijatelných živin dle Melich III [3].

3 Výsledky výzkumu

Hlavní výsledky mineralogických, zrnitostních, chemicko-pedologických analýz jsou shrnuty v tabulce č. 1. Mocnost a distribuci jednotlivých stratigrafických jednotek a typů hornin ukazuje tabulka č. 2. Výskyt typických rekultivačních substrátů Sokolovska zachycují obrázky č. 1 – 3. Stratigrafickou situaci odběru vzorků zaznamenává obrázek č. 4. Z hlediska rekultivačního potenciálu se dají substráty sokolovské pánve rozčlenit do následujících skupin.

3.1 Kaolinické substráty

Tuto skupinu substrátů zastupují primární kaolíny, tj. kaolinicky zvětralé ruly a granity v podloží třetihorních usazenin pánve. Primární kaolíny jsou zakryté sekundárními kaolíny, které vznikly z primárních kaolínů jejich rozrušením, přemístěním a uložením řekami a svahovými pohyby. Během kaolinického zvětrávání v kyselém prostředí třetihorních subtropických lesů byly ze silikátových horninotvorných minerálů vylouženy prvky Na, K, Mg, Ca, Fe. Živce v rulách a granitech byly nahrazeny kaolinitem, povrchová část zvětralin byla prostoupena křemem a hydroxidy železa. Kaolinické zvětrávání snížilo obsah nutričních makro- a mikroprvků v horninách. Nízká výměnná kapacita kationtů (KVK) a nízká permeabilita takto vzniklých těžkých jílových substrátů znesnadňují biologickou rekultivaci.

3.2 Pískové substráty

Písčité sedimenty se vyskytují na bázi všech třetihorních a čtvrtohorních souvrství. Písky uložené v říčních korytech, deltách

a výnosových vějířích po obvodu pánve periodicky progradovaly do močálů a jezer v centru pánve. Písková frakce sedimentů obsahuje převážně materiál hrubozrnné frakce rozplavených kaolínů. Skládá se z křemenných zrn, méně často ze živců a horninových úlomků včetně vulkanoklastik. Obsah minerálních živin je v těchto substrátech nízký. Častý výskyt pyritu a markazitu způsobuje aciditu substrátů. Místy byly nalezeny zvýšené obsahy toxických prvků (As, Hg). KVK a obsah organické hmoty jsou nízké. Fyzikálně-infiltrační vlastnosti usnadňují rekultivaci, pokud substráty obsahují i dostatek jemnozrnné frakce.

3.3 Uhelné substráty

Uhlonosné jednotky obsahují vrstvy humitového uhlí, které se střídají s vrstvami liptobiolitového a sapropelitického uhlí. Sloje jsou prokládány a lemovány vrstvami uhelnatých tufitů z periodických záplav rašeliniště a proplástky kaolinizovaných sopečných tufů. Oxidací uhelných úlomků se substráty obohacují aromatickými sloučeninami, převážně huminovými kyselinami a fulvokyselinami. Produkce volných fenolů a kresolů brzdí mikrobiální aktivitu, což se projevuje dlouhodobě přetrvávajícím vysokým podílem C/N = 40 až 50 [5]. Obsah minerálních živin uhelnatých substrátů je nízký vlivem kyselého loužení hornin v blízkosti uhelných slojí. Koncentrace toxických prvků (As, Be, Ga aj.) kolísá lokálně v širokém rozpětí. Je zvýšená v blízkosti třetihorních přínosových kanálů do pánve. Aciditu substrátů místy umocňuje přítomnost rozkládajících se sulfidů. Uhelné substráty mají velmi nízkou KVK. Organická hmota uhelného typu je pro rekultivaci nevhodná až toxická, zvláště ve výklizu sapropelitického uhlí slojí Anežka a Josef.



Obr. 3: Obtížně zúrodnitelný substrát z vyloužených tufů chodovských vrstev (Podkrušnohorská výsypka).

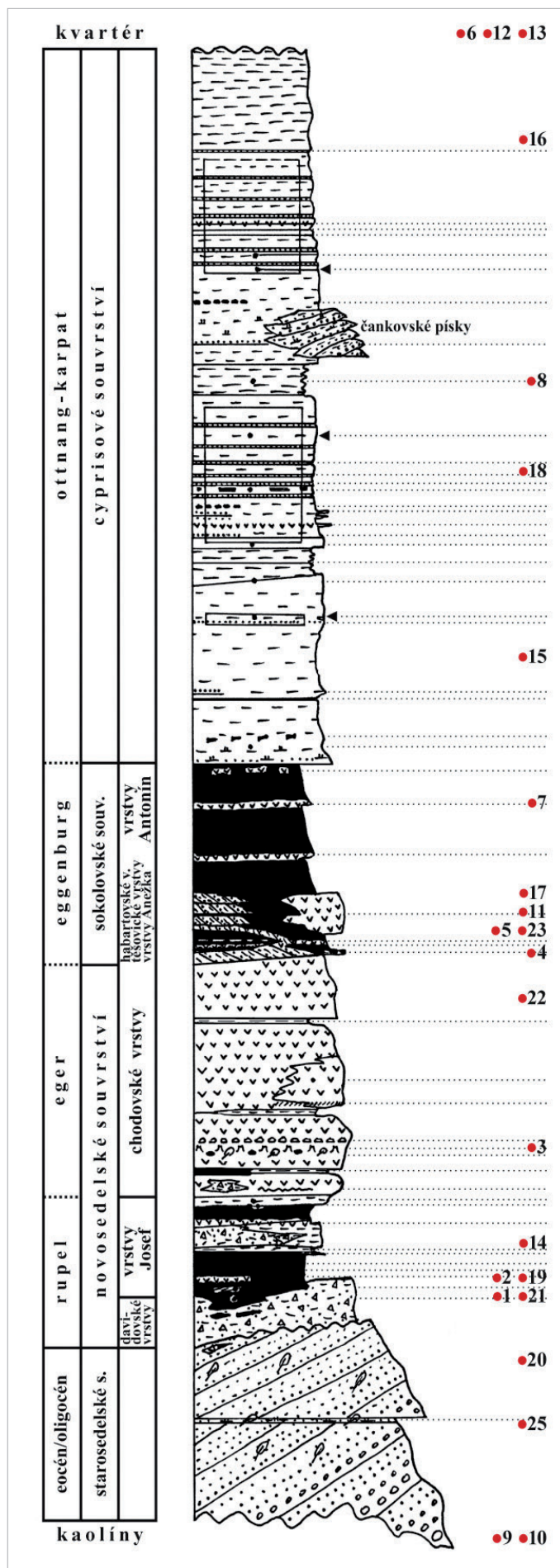
Tab. 1: Pedologické vlastnosti vzorků substrátů sokolovské páne.

Č. vz.	Stratigrafie	Petrografie	Lokalizace	Granulometrie (%)		Mineralogie	pH/ H ₂ O	pH/ KCl	CaCO ₃ (%)	C _{ox} (%)	N _c (%)	Přijímatelné živiny [mg.kg ⁻¹]			Sorpce [mmol.100g ⁻¹]		
				<0,01 mm	Klasif. Novák							P	K	Mg	S	T	V (%)
9	kaolín	silně kaol. rula	Jiří - vrt OV 96-04	52	Jh	k, q > sl	7,2	7,1	0,2	0,2	-	0	105	187	7	7	100
10	kaolín	kaol. granit	Družba - Pískovec	34	H	q, f, sl > mm	6,8	6,6	0,2	0,2	-	1	125	221	9	9	100
20	starosedelské	kaol. písek	Erika	23	Ph	q >> k	3,7	3,4	0,2	0,3	-	2	35	121	-	-	-
25	starosedelské	kaol. prach. jíl	Erika	45	H	k, q, i	6,0	5,8	0,2	0,2	-	2	24	98	5	5	100
1	davidovské	píšč. jíl	Libík - sever	35	H	q > k	7,1	6,8	0,2	0,9	0,01	1	145	310	8	8	100
21	davidovské	píšč. jíl až jíl. písek	Družba severovýchod	33	H	k, q	3,6	3,4	0,2	1,2	-	3	78	123	-	-	-
2	josefské	uhel. jíl	Libík - sever	40	H	am, q, k > sd	4,1	3,9	0,1	4,1	-	0	93	175	5	20	25
19	josefské	uhel. jíl a jílovec	Družba severovýchod	39	H	k > q	5,9	5,7	0,9	3,4	-	3	153	412	7	14	50
14	rozhraní josefské/ chodovské	jíl s pyritem	Družba sokolovský zlom	47	Jh	k, q, am	7,2	6,9	0,7	1,7	-	1	215	495	10	10	100
3	chodovské	kaol. tuf	Libík sever Kamenné pařezy	47	Jh	k, sanidin > sd, q	7,4	7,1	1,9	0,5	-	2	245	517	10	10	100
22	chodovské	kaol. tuf	Družba Kobylí hlava	38	h	k	5,5	5,4	1,0	3,7	-	2	164	388	12	12	100
4	anežské	jíl	Libík - sever	42	h	k, gilbertit	7,2	7,0	0,3	0,4	-	1	110	205	7	7	100
5	habartovské	píščito- prach. jíl	Libík sever u štol	33	H	q > k, i	6,9	6,7	0,4	0,6	-	2	184	305	10	10	100
23	habartovské	kaol. jíl	Družba - sever	43	H	k > q	5,0	4,6	0,2	0,1	-	2	55	112	9	15	60
11	těšovické	tuf	Sokolov silnice R6	32	H	mm, f, cristobalit? > kc, dol	7,0	6,9	2,3	0,3	-	3	205	611	11	11	100
17	antonínské (podložní jíl)	jíl s pískem a uhlím	Silvestr Březová	59	jh	k, q	7,1	6,9	0,4	1,9	-	1	220	290	11	11	100
7	antonínské	uhlí + uh. jíl	Medard - Svatava	54	Jh	am > q	3,8	3,6	0,1	6,9	-	1	56	105	-	25	-
15	cyprisorové spodní, spod. magnet. hor.	jílovec	Jiří těžebna Lias	61	J	k, q, ms, sd > kc > mm	6,9	6,7	2,1	1,1	0,01	2	305	712	16	16	100

18	cyprisové, svrchní, pelokarbonát. obzor	jílovce	Družba - centrum	68	J	q, ac, sd > k, i, ms, mm	6,9	6,7	1,2	1,4	0,01	4	365	980	26	26	100
8	cyprisové svrchní	jílovce	Marie u vrtu KP122	65	J	q, k, i, mm, sl, ankerit > sd	7,0	6,7	1,8	1,9	0,02	4	212	585	14	14	100
16	cyprisové svrchní, žlutý propl.	jíl hydr.	Jiří Královské Poříčí	69	J	q, i, mm, am	6,8	6,5	0,5	0,1	-	1	290	612	14	14	100
6	kvartér	hlína	Medard - Svatava	70	J	q, k, i	7,0	6,7	0,7	0,5	0,02	3	211	345	13	13	100
13	recent	goethit	Družba sokolovský zlom	53	Jh	k, f, q >> goethit, am	6,9	6,7	0,3	0,3	-	0	170	255	8	8	100
12	recent	pěnovce	Podkrušnohorská výsypka - Lomnice	52	Jh	kc >> q, f, mm	7,1	6,8	38,1	0,2	0,01	0	167	285	9	9	100

Vysvětlivky:

h - hlinitá zemina, jh - jílovitá hlinitá zemina, j - jílovitá zemina, ac - analcim, am - amorfní fáze, dol - dolomit, f - živec, i - illit, k - kaolinit, kc - kalцит, mm - montmorillonit, ms - muskovit, q - křemen, sd - siderit, sl - síla
Pozn.: Vzorčky jsou seřazeny podle stáří vrstev od nejstarších po nejmladší.



Obr. 4: Stratigrafická situace odběru vzorků.

3.4 Kaolinické vulkanické substráty

Vulkanoklastické materiály jsou v sokolovské pánvi zastoupeny nejhojněji. Vyskytují se ve všech stratigrafických jednotkách. Téměř výlučně budují chodovské a těšovické vrstvy. Vulkanoklastika, struskové kužely a zčásti také čedičové lávové proudy jsou v pánevním prostředí pozměněné devitrifikací, argilizací (kaolinit > montmorillonit), karbonatizací (siderit > dolomit, kalcit), tvorbou autigenního anatasu a fosfátů. Tyto procesy změnilly původně struskovitý, dobře propustný materiál na jílovitou, nepropustnou horninu. V močálech a jezerech s hojnou přítomností organické hmoty vulkanoklastika podlehlá redukci a kyselému loužení. Obsah minerálních živin v substrátech vzniklých z kaolinizovaných tufů je proto poměrně nízký. Obsah pyritu a toxických prvků je většinou nízký, mimo okraje pánve, kde místy docházelo k přínosu As, Be, Ge, Ga, U ze zvětrávajících granitů a rudních ložisek. Výměnné pH substrátů je mírně kyselé

až neutrální, KVK je nízká. Organická hmota fosilních půd a prouhelných kořenů má charakter uhelného kerogenu, který je nevhodný pro rekultivaci. Těžké, jílové substráty nemají vhodné infiltrační vlastnosti pro biologickou rekultivaci.

3.5 Bentonitizované vulkanické substráty

Bentonity lemují pánevní centra a pokrývají vyvýšená místa pánve. Na rozdíl od kaolinicky rozložených vulkanoklastik nebyly vystaveny kyselému loužení. Obsahují mnoho minerálních živin a poměrně málo toxických prvků. Půdní reakce pH je neutrální až slabě alkalická. Výměnná kapacita kationtů je vysoká až velmi vysoká. Organická hmota je zde vzácná; výjimkou jsou pyroklastika těšovických vrstev, hustě prostoupená kořeny a úlomky dřev. Fyzikální a infiltrační vlastnosti těžkých jílových substrátů jsou však poměrně nepříznivé.

Tab. 2: Rekultivační potenciál hornin sokolovské pánve, jejich zastoupení na výsypkách a hodnocení rekultivační využitelnosti.

Stratigrafická jednotka Typická hornina	Zastoupení (%)	MIN	TOX	pH	SOR	ORG	STR
KVARTÉR sprašové a proluvialní hlíny	3						
CYPRISOVÉ S. Nejsvrchnější část: zvětralá zjílovělá vulkanoklastika	12						
CYPRISOVÉ S. Svrchní část: poly-minerální zjílovělá vulkanoklastika	28						
CYPRISOVÉ S. Spodní část: kaolinické jílovce	18						
JOSEFSKÉ, ANEŽSKÉ, ANTONÍNSKÉ V. uhlí, uhelnatá zjílovělá vulkanoklastika	8						
HABARTOVSKÉ V. písky, kaolinizovaná vulkanoklastika	14						
TĚŠOVICKÉ VRSTVY bentonitizovaná vulkanoklastika	2						
CHODOVSKÉ VRSTVY kaolinizovaná vulkanoklastika	10						
CHODOVSKÉ VRSTVY bentonitizovaná vulkanoklastika	2						
DAVIDOVSKÉ V., STAROSEDELSKÉ S. kaolinické pískovce, písčité jíly	3						

Vysvětlivky:

celkový obsah dostupných minerálních živin - MIN, koncentrace fyto toxických sloučenin - TOX, půdní reakce - pH, adsorpční a pufrací vlastnosti - SOR, obsah a složení organické hmoty - ORG, fyzikální a infiltrační vlastnosti - STR

Pozn.: Hodnocení rekultivační použitelnosti vychází z klasické práce akademika J. Hraška [5] a její modifikace pro mosteckou pánev [3]. Stanovení organické hmoty je diskutabilní vzhledem k možnosti výskytu rekultivačně škodlivé uhelné hmoty.

Legenda k tabulce:

Parametr	velmi vhodné	vyhovující	méně vhodné	nevhodné
----------	--------------	------------	-------------	----------

3.6 Substráty cyprisového souvrství

Cyprisové souvrství buduje převážnou část nadloží těžené sloje. Spodní část souvrství se skládá z jílovců a prachovců uložených v permanentním jezeře. Dominuje v nich kaolinit, k němuž přistupují, několik metrů nad bází souvrství, karbonáty (siderit). Vyšší a mocnější část cyprisového souvrství se skládá převážně z vulkanoklastik uložených v mělkých intermitentních, brakických jezerech. Polohy pelokarbonátů (dolomit > ankerit, kalcit) vyznačují epizody vysychání jezer. Listkovitě rozpadavé tufity obsahují kaolinit, illit, montmorillonit, karbonáty, K-živce, K-zeolity, analcim, anatas, opál, křemen, muskovit, flogopit, sepiolit, palygorskit, greigit, pyrit, sádrovec, thenardit a kerogen řasového a pylového původu. Cyprisové souvrství vytváří substráty, které většinou velmi usnadňují rekultivaci. Obsah minerálních živin, který je na bázi souvrství poměrně nízký, vzrůstá směrem do vyšších poloh. Obsah toxických prvků je převážně nízký s výjimkou několika horizontů s hojným pyritem a greigitem. Výměnné pH se mění od mírně kyselého na bázi souvrství do neutrálního až alkalického v polohách karbonátů a analcimolitů a opět se obrací do kyselého prostředí v recentní zvětrávací zóně. KVK a pufrací kapacita se zvyšují od báze souvrství do mladších vrstev a opět klesají ve zvětrávací zóně. Jemně rozptýlený kerogen řasového a pylového původu obsahuje alifatické uhlovodíky, usnadňující rozvoj mikrobiální aktivity substrátů a stabilizují poměr C/N na hodnotách kolem 10 [6]. Tyto vlivy spolu s příznivými fyzikálně-infiltračními vlastnostmi tence vrstevnatých tufitů podstatně zvyšují rekultivační potenciál. Naproti tomu bazální a nejsvrchnější polohy souvrství jsou z hlediska fyzikálně-infiltračního a obsahu pyritu méně příznivé a místy dokonce fyto toxické.

3.7 Substráty na pleistocénních hlínách

Sprašové a proluviální hlíny se vyskytují jen v plošně omezeném území pánve. Mají poměrně vysoký obsah minerálních živin, nízký obsah toxických prvků, pH je slabě kyselé až neutrální, KVK mírně zvýšená, obsah organické hmoty převážně nízký s výjimkou přirozených slatin a umělých poklesových kotlin vyplněných sapropelity. Fyzikální a infiltrační vlastnosti jsou výborné pro rekultivaci.

4 Diskuze

Naměřené laboratorní hodnoty dokazují velkou heterogenitu rekultivačních substrátů. V některých případech se zjištěné údaje poněkud liší od starších údajů ve výzkumných zprávách různých organizací. Místy se mírně rozchází asociace minerálů, zjištěná rentgenovou difrakcí, s makroskopickým popisem vzorků, což dokládá heterogenitu dokonce uvnitř odebraných vzorků.

Dosavadní zjednodušování rekultivačních substrátů na vhodné materiály pocházející z cyprisového souvrství a na nevhodné tufitické materiály z podloží hlavní sloje sice v mnoha případech funguje, ale není tomu tak zdaleka vždy. Horniny cyprisového souvrství obsahují kromě velmi dobře zúrodnitelných tufitů, které se dokonce expedují a využívají pro výrobu zahradnických zemin a sorbentů, také kyselé, pyritem bohaté jílovce nebo alkalické analcimické horniny, vytvářející zasolené substráty. Naopak v podloží těžené hlavní sloje Antonín se místy vyskytují bentonitizované tufy, jejichž nutriční hodnota a výměnná kapacita iontů

dosahují špičkových hodnot. Tufům je někdy v praxi dávana „vina“ za nízký rekultivační potenciál fyto toxických substrátů. Příkladem je výsypka Lítov, kde však tufy jsou ve skutečnosti vzácné. Původcem kyselých oligotrofních, fyto toxických substrátů s nezapojeným vegetačním krytem zde jsou kaolinické jíly a písky s hojným bitumenem a pyritem, které pocházejí z říčních výnosových vějířů. Ačkoli jsou tufy sokolovské pánve často pokládány za nevhodný materiál pro rekultivaci, podstatou dobře zúrodnitelných substrátů cyprisového souvrství je právě rozložený tufový materiál.

5 Závěr

Na základě provedených analýz bylo ověřeno, že nejvhodnější substráty pro rekultivaci jsou polyminerální karbonatické tufity svrchní části cyprisového souvrství (mimo zvětralé partie), dále bentonity z chodovských vrstev v podloží těžené sloje a pleistocénní sprašové hlíny. Naopak rizikové substráty pro biologickou rekultivaci se tvoří na uhelném výklizu a na kaolínech, zvláště obsahují-li sulfidy a sapropelitické uhlí.

Poděkování

Studie byla podpořena grantovým projektem GA206/09/1642 a projektem Technologické agentury č. TA 01020592.

Literatura

- [1] BENEŠ, S., SEMOTÁN, J., VORÁČEK, V.: *Geopedologické vyhodnocení nadloží pro účely rekultivace v oblasti sokolovského revíru*. MS Báňské stavby, ČVUT, ČSAV, VŠZ, Praha/Sokolov, 1964.
- [2] BERAN, P.: *Rekultivační práce v sokolovském revíru před rokem 1945*. Západočeský historický sborník, č. 6, 299–310, SOA Plzeň, 2000.
- [3] ČERMÁK, P., KOHEL, J., DEDERA, F.: *Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského hnědouhelného revíru*. Metodika, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, 1998.
- [4] DIMITROVSKÝ, K.: *Tvorba nové krajiny na Sokolovsku*. Sokolovská uhelná, a.s., Studio F., Praha, 2001.
- [5] HRAŠKO, J., BEDRNA, Z.: *Aplikované podoznalectvo*. Vydavatelství Příroda, Bratislava, 1988.
- [6] KRÍBEK, B.: *Rychlost zvětrávání fosilní organické hmoty na výsypkách uhelných dolů a velkých stavbách a vliv oxidačních produktů na půdní vlastnosti*. MS, ČGÚ Praha, 1995.
- [7] ROJÍK, P., DAŠKOVÁ, J., KRÁSNÝ, J., KVAČEK, Z., PEŠEK, J., SÝKOROVÁ, I., TEODORIDIS, V.: *Sokolovská pánev*. In: PEŠEK J. [ed.]. Terciární hnědouhelné pánev a ložiska České republiky ČGS, Praha, 2012.
- [8] ROJÍK, P.: *New stratigraphic subdivision of the Tertiary in the Sokolov Basin in Northwestern Bohemia*. Journal Czech Geol. Soc. 49, 3–4, 173–185, Praha, 2004.