

Ing. Petr Čermák, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha
Ing. Hana Lorencová, Ph.D., Mostecká uhelná a.s., Most
RNDr. Michal Řehoř, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most

Antropozemě výsypek severočeské hnědouhelné pánve

Přijato: 5.8.2005, recenzováno: 26.8.2005

Anthropoböden auf den Kippen im Nordböhmisches Braunkohlenbecken

Die Anthropoböden gehören im Fachbereich Bodenkunde zu der weniger untersuchten Bodengruppe, die auf dem experimentalen Niveau in dieser Geländeregion erst seit 1960 systematisch bewertet ist. Im Unterschied zu den durch natürlichen bodengenetischen Prozess entstehenden Böden, laufen auf den Kippen bodenbildende Prozesse etwas unterschiedlicher durch und unterliegen sie auch anderen Gesetzmäßigkeiten. Der Beitrag charakterisiert diese Gesetzmäßigkeiten und legt Nachdruck auf die Wirkung der Rekultivierungstätigkeit des Menschen.

Die Bewertung der pädologischen Eigenschaften und die Beurteilung des Entwicklungszustandes des bodenbildenden Prozesses von Anthropoböden erfolgte auf den Kippen, die aus verschiedenen Deckgebirgen von Braunkohlentagebauen aufgeschüttet und durch verfügbaren kultivierbaren Böden und Gebirgsarten beeinflusst wurden. Zurzeit laufen auf dem europäischen Niveau Diskussionen über Einordnung der Deckgebirgsmassen in die Kategorie von Abfällen durch. Es ist also sehr aktuell, langfristige Erkenntnisse und Erfahrungen aus den bodenbildenden Prozessen bei diesen Böden zu veröffentlichen, zur Unterstützung des bestehenden rechtlichen Zustandes.

Anthropoground of Dumps in North-Bohemian Brown-Coal Basin

Anthropoground belongs, in pedology, to less explored group of soils which has been on experimental level systematically evaluated in this region since the year 1969. As oppose to soils created by natural pedogenetic process, pedogenic processes in dumps proceed in a bit different way and are subject of other rules. The article

describes these rules and emphasizes the impact of human reclamation activity.

Evaluation of pedologic properties and assessment of pedologic process development of anthropogrounds took part in the dumps created from various overburden minerals of brown coal opencast mines affected with available fertilizable soils and minerals. There have been discussions on the European level to classify the overburden materials to the waste category. In the valid enactment the overburden rocks are not considered as waste. So it is timely to publish long-term findings and experience from pedogenic processes for these soils to support current legal situation.

Антропоземли отвалов Северочешского бурогоугольного бассейна

Антропоземли принадлежат в области науки землеведения к до сих пор меньше изученной группе почв, которая в данном территориальном регионе подвергается систематической оценке только с 1960 г. В отличие от почв, которые возникли в естественном педологическом процессе, на отвалах процессы почвообразования проходят несколько по-другому и подвергаются также другим закономерностям. Статья такие закономерности характеризует и подчеркивает влияние рекультивационных деятельности человека.

Оценка педологических свойств и обсуждение состояния развития почвообразующего процесса антропоземель осуществлялась на отвалах, образованных из различных вскрышных пород бурогоугольных разрезов, на которые оказали влияние также доступные грунты и породы способные к повышению плодородия. В настоящее время на европейском уровне ведутся дискуссии о приурочении вскрышных пород к

категориям отходов. В действующей правовой системе вскрышные породы отходами ни считаются. Значит, что публикация долгосрочных сведений и опыта процессов почвообразования у таких грунтов является высоко актуальным заданием, чтобы поддержать имеющееся правовое положение.

Antropozemě výsypek severočeské hnědouhelné pánve

Antropozemě náleží v oboru půdoznalství k dosud méně prozkoumané skupině půd, která je na experimentální úrovni v tomto územním regionu systematicky hodnocena až od roku 1960. Na rozdíl od půd vzniklých přirozeným pedogenetickým procesem, probíhají na výsypkách půdotvorné procesy poněkud odlišněji

a podléhají i jiným zákonitostem. Článek charakterizuje tyto zákonitosti a klade důraz na vliv rekultivační činnosti člověka.

Hodnocení pedologických vlastností a posouzení stavu vývoje půdotvorného procesu antropozemí se uskutečnilo na výsypkách vytvořených z různých skrývkových hornin hnědouhelných povrchových dolů, ovlivněných i dostupnými zúrodnitelnými zeminami a horninami. V současné době probíhají na evropské úrovni diskuse o zařazení skrývkových hmot do kategorie odpadů. V platné právní úpravě nejsou skrývkové horniny za odpady považovány. Je tedy velice aktuální publikovat dlouhodobé poznatky a zkušenosti z půdotvorných procesů u těchto zemin, na podporu stávajícího právního stavu.

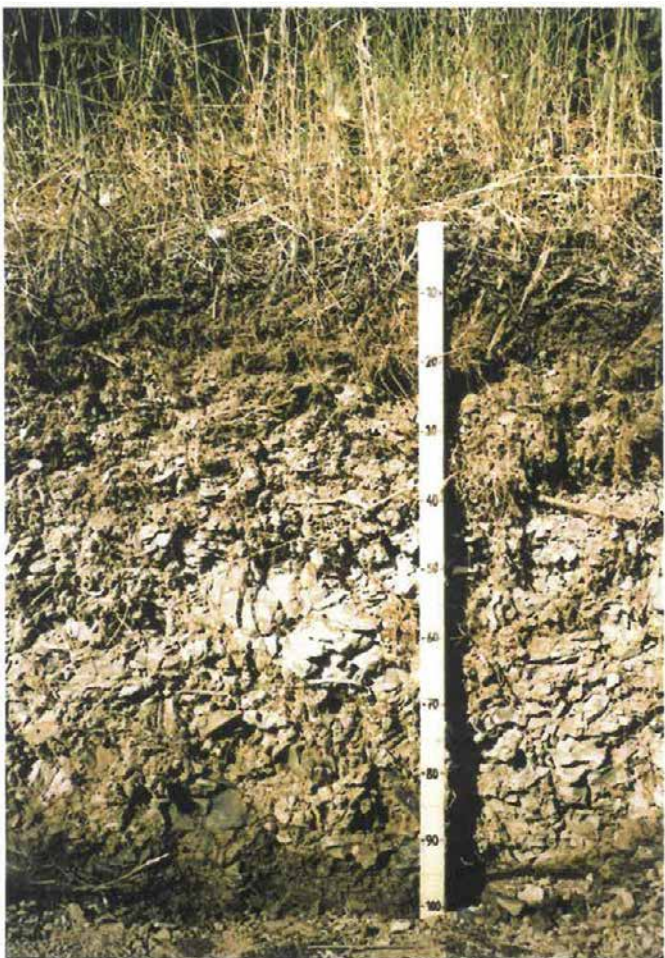
Rekultivační postupy uplatňované při vytváření antropozemí

Lesnická rekultivace prováděná přímo na technicky upraveném povrchu výsypky vytvořeném z geologicky různorodých substrátů, bez převrstvení humusovými horizonty (selektivně odtěženými v předpolí povrchových dolů) nebo dalšími zúrodnitelnými zeminami, podmiňuje vznik antropozemí. Výjimečně jde i o antropozemě arenické a pokud probíhá půdotvorný proces v podmínkách zrnitostně těžkých substrátů, tak i o antropozemě pelické.

Přímá zemědělská rekultivace výsypkových substrátů se provádí v podmínkách severočeské pánve zcela výjimečně, prakticky pouze při naprostém nedostatku vhodných zúrodnitelných zemin nebo v případě, kdy je požadováno pouze extenzivní zatravnění rekultivované plochy.

Nepřímá zemědělská rekultivace výsypkových substrátů využívající převrstvení humusovými horizonty je nejčastější variantou uskutečňované rekultivace. Pokud dochází k překryvu výsypky humusovým horizontem o mocnosti do 0,3 m, vznikají antropozemě humózní a pokud je tento překryv větší jak 0,3 m, lze antropozem hodnotit jako hlubokohumózní. Za nejkvalitnější variantu zemědělské rekultivace se všeobecně považuje postup, kdy dochází k překryvu výsypky humusovým horizontem o mocnosti 0,5 m.

Méně častou variantou zemědělské i lesnické rekultivace bývá vytváření antropozemí překrytých. U zemědělské rekultivace dochází k vytváření této antropozemě v podmínkách, kdy při nedostatku selektivně skrytých humusových horizontů bylo použito jiných, zpravidla méně kvalitních zúrodnitelných hornin (zrnitostně těžších spraší, smíšených svahovin, bentonitů, slínovců). Aplikace těchto melioračních sorbentů se s úspěchem používá spíše při lesnické rekultivaci výsypek s výskytem písků a uhelné hmoty, kde je požadována komplexní úprava půdních vlastností stanoviště (chemická, fyzikální, protierozní).



*Obr. 1 Výsypka lomu J. Švrma – lesnická rekultivace
půdní typ : antropozem pelická*



*Obr. 2 Výsypka Horní Jiřetín – zemědělská rekultivace,
přímá rekultivace trciérních jílu
půdní typ: antropozem*



*Obr. 3 Výsypka Radovesice – lesnická rekultivace
půdní typ : antorpozem překrytá stáří 10 let*



Obr. 4 Severní svahy Dolu Bílina – sukcese stáří 40 let

Půdní vlastnosti antropozemí výsypek

Zrnitostní složení: podle „Novákovy“ [7] klasifikační stupnice zrnitosti převládají na lesnicky rekultivovaných výsypkách těžké půdy (jílovitohlinité až jíly). Výjimku tvoří pouze výsypkové substráty ovlivněné orníci, sprašovými hlínami, svahovinami, vypálenými jíly, písčítými materiály a uhelnou hmotou. Největší variabilitu zrnitostního složení půdních profilů zemědělsky rekultivovaných antropozemí představují půdní profily, kde byly v průběhu technické úpravy povrchu výsypky aplikovány dvojvrstevné překryvy (bentonity a ornice nebo sprašové hlíny a ornice). Zrnitostní složení významnějších půdních profilů v severočeské pánvi znázorňuje graf 1 a 2.

Chemické a pedologické vlastnosti: u zemědělsky rekultivovaných výsypek (přímým i nepřímým postupem) se půdní reakce pohybuje spíše v oblasti slabě kyselé až neutrální a to v celé hloubce posuzovaného půdního profilu. U lesnicky rekultivovaných výsypek je patrný výrazný pokles půdní reakce v povrchové půdní vrstvě (humusovém horizontu) a narůstající půdní alkalita s hloubkou půdního profilu. Tento trend vývoje je charakteristický nejen pro zrnitostně velmi těžké substráty (šedé jíly), ale i pro substráty ovlivněné např. sprašovými hlínami.

U zemědělsky rekultivovaných výsypek nebyly zjištěny výraznější rozdíly v zastoupení organických látek mezi přímou rekultivací šedých jíílů a nepřímou rekultivací s využitím převrstvení humusem (ornicí). Obsah organických látek v půdotvorném substrátu tvořeném šedými jíly je poměrně vysoký a i přes značnou heterogenitu se pohybuje zpravidla v oblasti středního obsahu. Obsah organických látek v humusových překryvech se pohybuje opět na úrovni střední až vysoké a do značné míry závisí na způsobu hospodaření na těchto nových půdách. Lesnicky rekultivované výsypky vykazují vysoký až velmi vysoký obsah organických látek v humusovém horizontu do 15 cm. Ten velmi rychle klesá s hloubkou až na úroveň, která charakterizuje počáteční stav před rekultivací. Výrazně nižší obsahy organických látek byly zjištěny na zrnitostně lehčích zeminách.

Převážnou většinu antropozemí rekultivovaných zemědělsky i lesnicky lze hodnotit jako zeminy bezkarbonátové, tj. s obsahem karbonátů pod 0,3 %. Jejich vyšší obsahy lze konstatovat pouze v případě postupů, kdy jsou k rekultivačním účelům použity ornice, sprašové hlíny, slínovce a bentonity.

Nárůst hodnot kationtové výměnné kapacity u lesnické rekultivace je charakteristický, a to bez ohledu na zrnitostní složení, zejména pro humusové horizonty, kde se u půdotvorného substrátu tvořeného šedými jíly zvyšuje až na hodnoty 40 mmol/100 g. Vyšší hodnoty kationtové výměnné kapacity v celém půdním profilu lze zaznamenat u těchto antropozemí dále pouze v případě zastoupení vyššího podílu jílového minerálu montmorillonitu. U zemědělsky rekultivovaných antropozemí, na nichž byl aplikován překryv orníci, je tato půdní charakteristika při obdobném zrnitostním složení zeminy opět určována kvalitou hospodaření na těchto půdách. Výjimku tvoří antropozemě v případě, že byly při rekultivaci povrchu výsypky použity bentonity nebo velmi vysoké dávky organických substrátů.

Stupeň sorpčního nasycení humusového horizontu bazickými kationty lze u všech zemědělsky rekultivovaných výsypek hodnotit jako nasycený až zcela nasycený (nad 80 %). U lesnicky rekultivovaných výsypek dochází vlivem okyselení v humusovém horizontu k vyluhováníází a k poklesu sorpčního nasycení, který např. u šedých jíílů představuje za 30 let snížení až na 60 % původní hodnoty. S hloubkou půdního profilu se stupeň sorpčního nasycení ale opět zvyšuje až na úroveň, která představuje počáteční rekultivační stav zeminy - tj. úplně nasycená (90-100 %).

Všechny lesnický rekultivované antropozemě vykazují nižší zásoby fosforu, obsahy ostatních přijatelných živin (hořčíku, draslíku, vápníku) lze považovat většinou za střední až velmi vysoké a pro potřeby pěstování lesa zcela vyhovující.

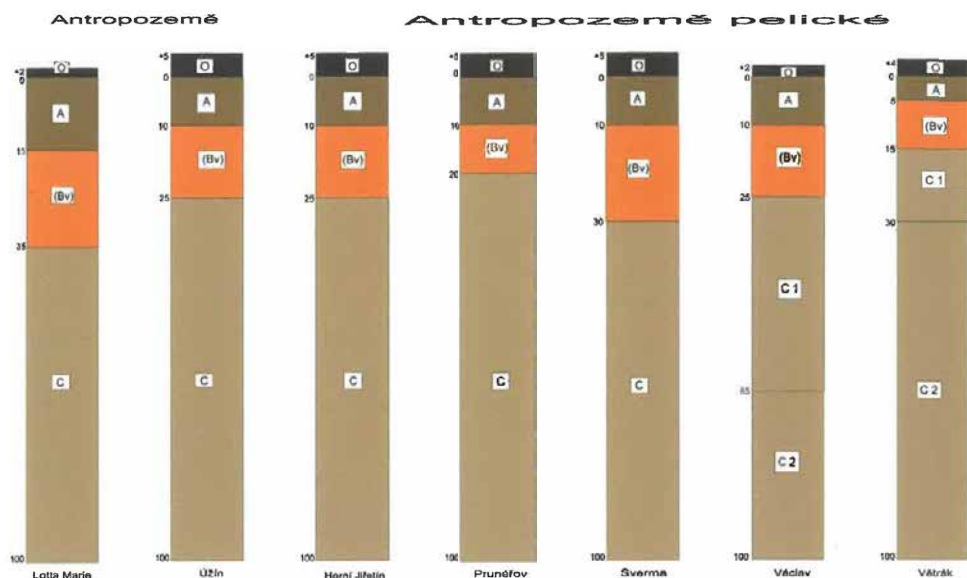
Humusové horizonty výsypek, rekultivovaných zemědělsky, se opět vyznačují vysokými až velmi vysokými obsahy draslíku, hořčíku a vápníku při poměrně značné heterogenitě. Spíše menší zásoby vykazuje fosfor, jehož obsah závisí především na kvalitě hospodaření na těchto lokalitách v minulosti (hnojení průmyslovými hnojivy).

Fyzikální půdní vlastnosti: v případě antropozemí rekultivovaných zemědělsky lze považovat obvykle vytvářené horizonty z ornice za strukturní, spíše středně pórovité, silně vododržné a většinou slabě provzdušněné. Extrémní znaky zhutnění v současnosti vykazují půdní horizonty vytvořené pouze ze sprašových hlín, naopak fyzikálně neměnný půdní stav představují půdní horizonty, které byly vytvořeny nebo rekultivačně ovlivněny vysokými dávkami bentonitů. Fyzikální vlastnosti u zemědělsky rekultivovaných antropozemí jsou časově značně proměnné a závislé především na systému prováděné agrotechniky (přípravy půdy, střídání plodin v osevním postupu, používání organických hnojiv).

U lesnických rekultivací představují z hlediska využívaných objemů nejvýznamnější a hydrofyzikálně velmi pozitivní variantu pelické antropozemě složené z šedých jílu. Vytvořený humusový horizont na těchto půdotvorných substrátech lze v současnosti hodnotit jako strukturní, silně pórovitý, silně vododržný, středně provzdušněný, který při retenční úpravě krajiny po těžbě uhlí představuje významný a velmi pozitivní faktor. Další důležitou kategorií vzniku nových půd s příznivými fyzikálními vlastnostmi představují antropozemě překryté, které vznikají zejména v oblasti Dolu Bílina při úpravě fytotoxických a texturálně spíše lehčích výsypkových substrátů pomocí slínovců, sprašových hlín a v minulosti i bentonitů. Vlastnosti svrchního horizontu významných výsypek severočeské pánve ukazují tabulky 1 – 6.

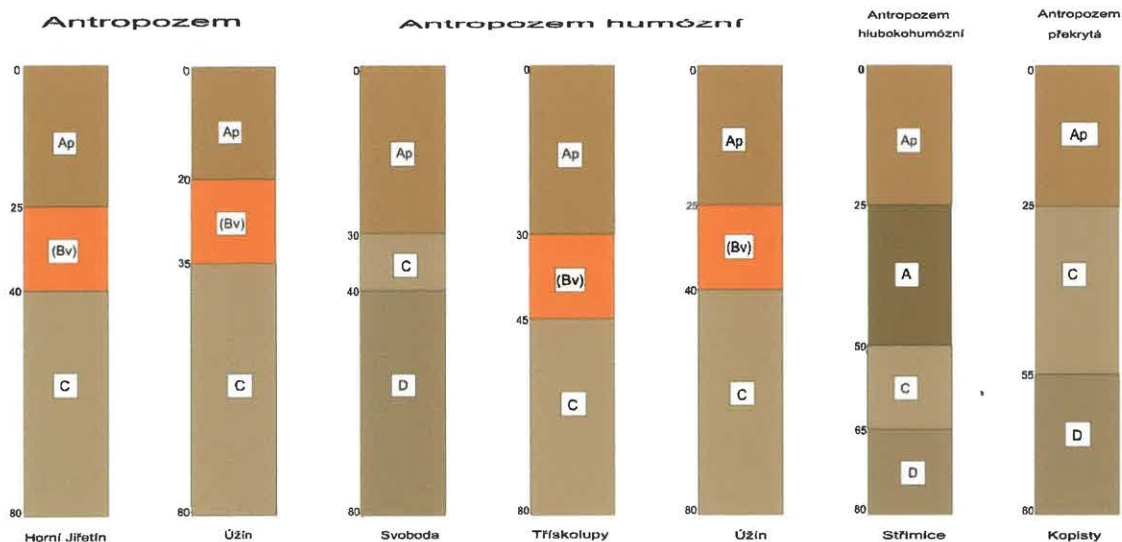
Tab.1 Zrnitostní složení zemědělsky rekultivovaných výsypek

Výsypka	Půdní horizont (cm)	Velikost částic (mm)				
		<0,001	<0,01	<0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-2,0
		%				
Úžín - přímá rekultivace	0-20	21,9	55,0	23,1	8,5	13,4
	20-40	20,6	56,0	21,0	9,0	14,0
	40-80	24,5	61,0	22,9	22,9	12,6
Úžín - přímá rekultivace	0-20	20,9	45,8	28,2	11,1	14,9
	20-40	23,5	47,5	26,3	8,4	17,8
	40-80	20,4	61,2	27,7	5,2	5,9
H. Jiřetín - přímá rekultivace	0-20	31,8	58,0	27,1	8,1	6,8
	20-40	24,5	65,9	21,7	10,7	1,7
	40-80	30,7	71,4	21,5	4,6	2,5
Střimice - nepřímá rekultivace	0-50	29,8	48,9	28,7	8,3	14,4
	50-65	14,9	51,6	13,5	15,6	19,3
	65-100	19,3	32,9	14,3	33,3	19,5
Svoboda - nepřímá rekultivace	0-30	22,9	43,7	20,3	22,5	13,5
	30-40	32,7	51,9	21,5	18,0	8,6
	40-80	14,7	24,3	17,9	56,1	1,7
Třískolupy - nepřímá rekultivace	0-30	25,9	48,1	27,4	9,5	15,0
	30-45	43,3	66,4	20,1	1,0	12,5
	50-80	43,6	66,6	21,2	0,2	12,0



Půdovným substrátem (C horizont) lokality Lotta Marie jsou sprašové zeminy s příměsí písku, u ostatních lokalit jsou substrátem terciární sedimenty

Graf 1 Stratigrafie půdního profilu antropozemí a antropozemí pelických lesnický rekultivovaných výsypek v SHP



Půdovným substrátem antropických půd lokalit H. Jifetín, Třísokolupy a Úžín jsou terciární jíl. Na lokalitě Svoboda a Střimice je výsypkový substrát tvořen směsí terciárních písků a jílu s příměsí acidických oxihumolů. Horizont C u lokalit Svoboda a Střimice tvoří sendvičový překryv bentonitem, horizont D je vlastní výsypkový substrát. U lokality Kopisty je horizont C tvořen překryvem spraše, uložené na původním výsypkovém substrátu.

Graf 2 Stratigrafie půdního profilu antropických půd zemědělsky rekultivovaných půd v SHP

Tab.2 Zrnitostní složení lesnicky rekultivovaných výsypek

Výsypka	Půdní horizont (cm)	Velikost částic (mm)				0,25-2,0
		<0,001	<0,01	<0,01-0,05	0,05-0,25	
		%				
H. Jířetín - přímá rekultivace	0-12	16,5	51,7	22,2	17,1	9,0
	15-30	28,4	71,8	19,2	3,7	5,3
	30-70	39,9	84,5	10,2	1,1	4,2
Úžín	0-15	15,0	44,8	27,4	12,8	15,0
	15-30	16,5	58,0	27,4	6,4	8,2
	30-70	17,6	62,8	23,8	3,8	9,6
Lotta Marie	0-20	17,5	32,9	22,4	37,4	7,3
	20-35	17,4	31,0	22,1	39,2	7,7
	35-70	18,3	31,7	20,2	40,2	7,7
Šverma	0-15	12,9	44,1	26,1	22,8	7,0
	15-30	30,5	80,0	14,2	2,5	3,3
	30-70	38,6	83,8	12,7	0,8	2,7

Tab.3 Chemické a pedologické vlastnosti zemědělsky rekultivovaných výsypek

Lokalita	Půdní horizont (cm)	pH vým.	C _{ox} %	N _t %	C:N	V %	KVK (T) mmol/100g	CaCO ₃ %
Horní Jířetín - přímá rekul.	0-20	6,10	2,42	0,20	12,0	92,3	30,0	<0,1
	20-40	6,36	1,32	0,13	10,0	96,0	28,1	<0,1
	40-80	6,48	1,21	0,12	10,0	95,6	27,3	<0,1
Střímice - nepřímá rekultivace	0-20	6,99	1,71	0,16	10,6	100	24,2	0,3
	20-40	6,97	1,62	0,15	10,8	100	25,9	0,2
	50-65	7,22	0,08	-	8,0	89	46,2	3,8
	65-100	3,34	1,91	0,06	32,0	0	8,6	<0,1
Svoboda - nepřímá rekultivace	0-20	6,08	2,39	0,21	11,0	84	20,2	<0,1
	20-40	6,80	1,07	0,10	10,7	95	30,2	1,9
	40-80	6,91	0,83	0,05	16,0	100	10,8	<0,1
Třískolupy - nepřímá rekultivace	0-20	7,12	2,56	0,23	11,0	98	24,8	1,4
	30-40	6,94	1,07	0,07	15,0	91	34,0	0,1
	50-80	6,99	0,36	0,06	6,0	100	39,3	0,1
Úžín - přímá rekultivace	0-20	5,94	3,67	0,27	13,6	81,2	19,9	<0,1
	20-40	5,97	2,89	0,20	14,4	82,7	25,1	0,4
	40-80	6,01	1,42	0,09	16,0	84	23,7	<0,1
Úžín - nepřímá rekultivace	0-20	6,53	3,32	0,27	12,3	88	29,8	<0,1
	20-40	6,71	2,95	0,18	16,4	93,7	27,8	<0,1
	40-80	6,24	1,79	1,79	13,0	87,3	31,1	<0,1

Tab.4 Chemické a pedologické vlastnosti lesnický rekultivovaných výsypek

Lokalita	Půdní horizont (cm)	pH vým.	C _{ox} %	N _t %	C:N	V %	KVK (T) mmol/100g	CaCO ₃ %
Horní Jiřetín	0-15	4,60	3,29	0,29	11,7	64,3	32,4	<0,1
	15-30	5,54	2,10	0,16	13,0	80	26,8	<0,1
	30-70	6,1	1,18	0,12	9,8	94	25,4	<0,1
Lotta Marie	0-15	5,92	1,86	0,22	8,4	83	19,7	<0,1
	15-30	6,85	0,35	0,05	6,2	100	9,2	0,3
	30-70	7,39	0,16	<0,05	8,0	100	12,3	0,7
Šverma	0-15	5,15	2,359	0,22	11,8	66,7	30,5	<0,1
	15-30	6,19	1,37	0,14	9,8	76,7	27,5	0,1
	30-70	6,88	0,89	0,11	8,1	89	26,8	0,5
Úžín	0-15	3,97	9,4	0,64	14,7	<30	41,1	<0,1
	15-30	4,56	2,01	0,15	13,3	62	27,5	<0,1
	30-70	5,8	1,54	0,10	14,5	73,7	24,1	<0,1

Tab.5 Obsah přijatelných živin (Mehlich III) u zemědělsky rekultivovaných výsypek

Lokalita	Půdní horizont (cm)	P	K	Mg	Ca
		mg.kg ⁻¹			
Horní Jiřetín - přímá rekultivace	0-20	5,0	514	917	3403
	20-40	0,7	444	1166	3139
	40-80	1,6	410	1347	2998
Střimice - nepřímá rekultivace	0-20	47	275	476	3935
	20-40	29	234	537	3756
	50-65	0,7	271	2848	7620
	65-100	2,8	27	150	465
Svoboda - nepřímá rekultivace	0-20	155	428	208	2341
	20-40	60	235	798	4925
	40-80	24	96	206	1684
Třískolupy - nepřímá rekultivace	0-20	26,5	253	345	8105
	30-40	0,3	154	721	5640
	50-80	0,1	104	791	7217
Úžín - přímá rekultivace	0-20	76	446	310	4344
	20-40	60	367	341	4000
	40-80	32	298	521	3177
Úžín - nepřímá rekultivace	0-20	111	536	232	4300
	20-40	102	397	250	5149
	40-80	6,4	309	495	4606

Tab. 6 Obsah přijatelných živin (Mehlich III) u lesnicky rekultivovaných výsypek

Lokalita	Půdní horizont (cm)	P	K	Mg	Ca
		mg.kg ⁻¹			
Horní Jiřetín	0-15	0,2	603	773	2416
	15-30	0,3	466	1142	2590
	30-70	0,3	428	1216	2842
Lotta Marie	0-15	2,5	231	434	2527
	15-30	3,8	79	298	2062
	30-70	5,4	77	726	1992
Šverma	0-15	1,0	556	988	2307
	15-30	1,2	530	1366	3176
	30-70	0,2	498	1341	4620
Úžín	0-15	0,4	428	385	2671
	15-30	0,9	357	598	2878
	30-70	0,9	335	907	3120

Závěr a diskuse

Za hlavní pedogenetické procesy probíhající na výsypkách severočeské pánve lze v současnosti považovat proces humifikace a vnitropůdního zvětrávání. Proces humifikace probíhá na všech lokalitách a jeho intenzita je závislá na způsobu biologické rekultivace, délce rekultivačního cyklu a zrnitostním složení výsypkových zemin. Pro antropozemě pelické, vytvořené z terciérních jílů rekultivovaných lesnicky, je charakteristická tvorba mocnější organické vrstvy dosahující až 5 cm a vrstvy humusového horizontu dosahující maximálně 10 cm. Naopak antropozemě, event. antropozemě s náznakem přechodu až k subtypu arenickému, jsou charakteristické snižující se mocností organické vrstvy na úroveň 1-2 cm a prohlubující se mocností humusového horizontu, která dosahuje na některých lokalitách až 15 cm. Humózní lesní horizont je u všech antropozemí charakteristický zejména vysokým obsahem organických látek a jejich rychlým poklesem s hloubkou půdního profilu.

U přímé zemědělské rekultivace terciérních jílů se mocnost humusového horizontu pohybuje většinou mezi 20-25 cm, což odpovídá běžné hloubce prováděné kultivace na obdělávané půdě. U zemědělské rekultivace nepřímé je mocnost humusového horizontu určována převrstvením, takže se v podmínkách severočeské pánve nejčastěji pohybuje v rozmezí 30-50 cm.

Proces vnitropůdního zvětrávání na antropozemích lze v současnosti charakterizovat jako proces iniciální, který je identifikovatelný na všech lesnicky rekultivovaných výsypkách starších třiceti let. U zemědělsky rekultivovaných výsypek lze tento proces zachytit pouze u lokalit s výskytem šedých jílů nebo u lokalit převrstvených humusovými horizonty (ornicí). Iniciální horizonty procesu zvětrávání v půdním profilu antropozemí složených zejména ze šedých jílů je možné již v současnosti morfologicky odlišit od původního substrátu především podle odlišného zbarvení (hnědého až narezivěle hnědého). Mocnost tohoto horizontu v případě přímé rekultivace šedých jílů dosahuje až 25 cm. V případě lesnické rekultivace je tento proces pozvolnější, u nejstarších antropozemí byla zjištěna mocnost pouze do 15 cm.

Část problematiky této práce byla řešena s podporou Ministerstva zemědělství ČR v rámci výzkumného záměru MZE 0002704901 „Zmírnění nepříznivých přírodních a antropogenních vlivů na půdu a vodu“ a Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci výzkumného záměru č. MS 4456918101 „Výzkum fyzikálně chemických vlastností hmot dotčených těžbou a užitím uhlí a jejich vlivů na životní prostředí v regionu severozápadních Čech“.

Literatura

1. Čermák, P. et. al.: Hodnocení půdotvorného procesu antropozemí severočeské hnědouhelné pánve, jejich kategorizace a využití. Výstup z řešení výzkumného záměru MZE-07-99-01-05, VÚMOP Praha, 2003.
2. Němeček, J. et. al.: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZU, Praha, 2001.
3. Řehoř, M. et.al.: Application of some coal treatment products for reclamation of localities in the North Bohemian Brown Coal Basin, 21 th Pittsburgh Coal Conference, Osaka 2004.
4. Kuráž, V. et. al.: Fyzikální vlastnosti výsypek v podmínkách primární sukcese. Sborník semináře Hydrologie půdy v malém povodí, 2003. Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, Praha.
5. Jonáš, F.: Tvorba půdy na rekultivovaných výsypkách v severočeském hnědouhelném revíru. Monografie VÚM Praha, 1972.
6. Tomášek, M.: Tvorba půd na rekultivovaných pozemcích po důlní a energetické činnosti. VZ dílčího úkolu MŽP 3400 „Komplexní pedologický výzkum Severočeské hnědouhelné pánve“. Český geologický ústav Praha, 1994.
7. Štýs, S. et al.: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL Praha, 1981.