

Ing. Petr Čermák, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.; Vratislav Ondráček, Severočeské doly a.s

Antropozemě výsypek severočeské hnědouhelné pánve rekultivované k zemědělským účelům

Přijato: 6. 1. 2009, recenzováno: 3. 3. 2009

Posouzení půdního stavu zemědělsky rekultivovaných výsypek v severočeské hnědouhelné pánvi, bylo provedeno na pedologicky nejstarších antropozemích vytvořených přímou i nepřímou rekultivací výsypkových substrátů. Hodnoceny jsou antropozemě pelické vytvořené ze šedých miocenních jíílů, antropozemě humózní (překryvy výsypek ornici o mocnosti do 0,3 m) a antropozemě hlubokohumózní (překryvy výsypek ornici o mocnosti více jak 0,3 m), včetně půdních profilů kombinovaných, kdy před finální úpravou povrchu ornici došlo k převrstvení výsypky nejprve bentonity, nebo sprašovými hlínami. Za nejkvalitnější způsob rekultivace určené k zemědělským účelům lze považovat antropozem hlubokohumózní, kdy dochází k překryvu povrchu výsypky ornici o celkové mocnosti až 0,5 m a kde je docilováno cca 80 % produkce, v porovnání v hodnoceném územním regionu s nejlepšími půdami přirozenými. Po ukončení přípravného agrocyklu se provádí půdně ekologické hodnocení vytvořených antropozemí, zaměřené na jejich zařazení do soustavy bonitace zemědělského půdního fondu - BPJ. V severočeské hnědouhelné pánvi dochází nejčastěji k jejich zařazení do černozemí, ojediněle i do rendzin a půd hnědých.

The anthroposol of waste dumps in the North-Bohemian Brown Coal Basin reclaimed for agriculture purpose

The soil condition of spoil banks after agricultural reclamation in the North Bohemian Brown Coal Basin was evaluated in the pedologically oldest Anthroposols that were formed by direct and indirect reclamation of spoil bank substrates. We evaluated pelitic Anthroposols formed of grey Miocene clays, humic Anthroposols (overlaying of spoil banks with topsoil layer up to 0.3 m in thickness) and deep-humic Anthroposols (overlaying of spoil banks with topsoil layer more than 0.3 m in thickness) including the combined soil profiles when the spoil bank was overlaid with bentonites or loess loams before the final application of topsoil onto the surface. Deep-humic Anthroposol is considered as the highest-quality method of reclamation for agricultural purposes when the spoil bank surface is overlaid with topsoil layer up to 0.5 m in total thickness and where up to ca. 80% of output is reached in comparison with the best natural soils in the evaluated region. After the preparatory agrocycle is finished, the pedo-ecological evaluation of formed Anthroposols is done that is aimed at their classification in the system of agricultural land resources evaluation (evaluation of soil units ESU). In the North Bohemian Brown Coal Basin they are classified most frequently as Chernozems, scarcely as Rendzinas and Cambisols.

Die zu landwirtschaftlichen Zwecken rekultivierten Anthropoböden der Kippen im nordböhmisches Braunkohlebecken

Die Beurteilung des Bodenzustandes der landwirtschaftlich rekultivierten Kippen im nordböhmisches Braunkohlebecken wurde auf pädologisch ältesten Anthropoböden durchgeführt, die durch direkte sowie indirekte Rekultivierung von Kippensubstraten gebildet wurden. Bewertet wurden pelitische, aus den grauen miozänen Tonen gebildeten Anthropoböden, humusartige Anthropoböden (Überlagerungen der Kippen mit Ackerboden bis 0,3 m Mächtigkeit) und tiefhumusartige Anthropoböden (Überlagerungen der Kippen mit Ackerboden mehr als 0,3 m Mächtigkeit), einschließlich der Bodenprofile von humusartigen Anthropoböden, wobei die Kippenüberlagerung neben dem Ackerboden auch Bentonite oder Lößlehme bilden. Für landwirtschaftliche Rekultivierung höchster Qualität haltet man den tiefhumusartigen Anthropoboden, wobei die Kippenoberfläche mit dem Ackerboden von der Gesamtmächtigkeit bis 0,5 m überlagert ist und wo bis 80 % Produktion erreicht wird, im Vergleich mit den besten natürlichen Böden der Region. Nach der Beendigung des landwirtschaftlichen Aufbereitungszyklus wird eine bodenökologische Bewertung der gebildeten Anthropoböden durchgeführt, die aufgerichtet ist auf ihre Einordnung in das Bonitierungssystem des landwirtschaftlichen Bodenfonds – BPJ. Im nordböhmisches Braunkohlenbecken werden am häufigsten in die Schwarzerden, vereinzelt auch in Rendzinen und Braunerden eingeordnet.

Klíčová slova: antropozemě, rekultivace, půdotvorné pochody, výsypky

Antropozemě náleží v oboru půdoznalství dosud k méně sledované skupině půd. Vykazují značnou heterogenitu a na rozdíl od „rostlých“ půd vytvořených přirozeným pedogenetickým procesem, probíhají na antropozemích půdotvorné procesy poněkud odlišněji a podléhají i jiným zákonitostem. Charakter vytvářených antropozemí je určován vlastnostmi původních geogenních substrátů a melioračních zemin používaných k rekultivaci a způsoby jejich vrstvení či mísení. Způsob prováděné rekultivace pak usměrňuje proces pedogeneze k vytvoření vhodného prostředí pro pěstování zemědělských plodin, nebo k jinému využití. Na úseku zemědělské rekultivace v severočeské pánvi byly v období 1957 – 1987 (Jonáš 1975, Patejdl 1978, Dedera 1987) navrženy a v rekultivační praxi i s různou intenzitou využívány dva základní technologické postupy vytváření antropozemí. V období vysoké poptávky po zemědělské produkci byla řešena i problematika přímé rekultivace výsypkových substrátů uložených na povrchu výsypek a současně byly ověřovány i postupy nepřímé rekultivace výsypkových substrátů. Provedené hodnocení stavu zemědělských rekultivací v SHP v předkládané práci představuje současnou pedologickou charakteristiku nejstarších (20 - 45 let) a nejzajímavějších půdních profilů vzniklých prováděnými rekultivacemi a dále ovlivněných komerčním využíváním. Metoda profilového posouzení půdních vlastností hodnocených antropozemí v kopaných sondách vychází ze stejného metodického postupu, tj. zachycuje stav na podkladě odběrů porušených půdních vzorků ve 3 opakováních z humusového horizontu, iniciálního stádia vnitropůdního zvětrávání a výsypkového substrátu významněji neovlivněného půdotvorným procesem (tab. č.1 a 2). Stanoveno bylo zrnitostní složení, půdní reakce, obsah celkového dusíku, obsah organických látek, obsah karbonátů, sorpční vlastnosti a obsah přijatelných živin (P, K, Mg, Ca).

Rekultivační postupy vytváření antropozemí k zemědělským účelům

Antropozem (přímá rekultivace): půdní profil tvoří výsypkový substrát složený z různého podílu sprašových hlín a zajílených písků. V SHP byla tato antropozem ověřována pro zemědělské a ovocnářské účely na výsypce Lotta Marie. Rekultivace těchto výsypkových substrátů před-

stavuje vznik půdy písčitohlinité až hlinité (obsah částic <0,01 mm 29-33 %).

Antropozem pelická (přímá rekultivace): půdní profil o celkové mocnosti více jak 1 m tvoří výsypkový substrát složený ze šedých miocenních jílu montmorilloniticko-illiticko-kaolinitických, nebo illiticko-kaolinitických s obsahem fyzikálního jílu 20 – 40 %. V SHP byly tyto antropozemě ověřovány pro zemědělské a ovocnářské účely na výsypce Úžín, Velebudice a Horní Jiřetín. Rekultivace těchto výsypkových substrátů představuje vznik půdy jílovitohlinité (obsah částic <0,01 mm 55-58 %).

Antropozem překrytá (nepřímá rekultivace): půdní profil o celkové mocnosti 0,3 – 0,5 m je vytvořen z překryvu výsypky sprašovými hlínami (degradovanými sprašemi). V SHP byla tato antropozem vytvořena pro zemědělské účely na výsypce Rudolice a Kopisty. Rekultivace těchto výsypkových substrátů představuje vznik půdy jílovitohlinité (obsah částic <0,01 mm 48-55 %).

Antropozem humózní (nepřímá rekultivace): půdní profil o celkové mocnosti do 0,3 m je vytvořen z překryvu výsypky skrývkami humusových horizontů (ornice). Tato varianta byla až do roku 1990 nejčastější technologií vytváření antropozemí v SHR pro zemědělské účely. U této technologie docházelo často k vytváření i překryvů složených, kdy překryv povrchu výsypky tvoří kromě ornice i bentonity o celkové mocnosti 0,1 - 0,15 m (Střimice I., Svoboda). V současnosti tuto alternativu vzniku antropozemí nahrazují technologie, kdy dochází nejprve k překryvu povrchu výsypky sprašovými hlínami, nebo slinitými horninami o celkové mocnosti až 0,3 m. Rekultivace představuje vznik půdy hlinité až jílovitohlinité (obsah částic <0,01 mm 44-52%). Z hlediska produkčního jí lze v současnosti doporučit i pro účely pěstování běžných zemědělských plodin.

Antropozem hlubokohumózní (nepřímá rekultivace výsypkových zemin): půdní profil o celkové mocnosti více jak 0,3 m (za optimální lze považovat mocnost 0,5 m) je vytvořen z překryvu výsypky skrývkami humusových horizontů (ornicí). Tato varianta vytváření antropozemí je v současnosti nejvyšší kvalitní rekultivační technologií, představuje obdobně jako antropozem humózní vznik půdy hlinité až jílovitohlinité a lze jí rovněž využívat zejména pro pěstování běžných zemědělských plodin.

Problematika prováděných zemědělských rekultivací před rokem 1990

Před rozproštěním zúrodnitelných zemin je doporučována hluboká podzimní orba a v případě větších terénních nerovností nebo výskytu terciérních jílu s vyšším obsahem fyzikálního jílu i aplikace až 2letého vyrovnávacího rekultivačního osevního postupu s pěstováním leguminóz a jejich zaorávkou, z důvodu lepšího hydrofyzikálního propojení vytvářeného půdního profilu před prováděným překryvem zúrodnitelnými zeminami. Velký význam je dále přikládán fázi rovnoměrného rozproštění zúrodnitelných zemin na povrch výsypky do jednosměrného nebo střechovitého spádu o sklonu 4 – 8 %, který by měl potenciálně minimalizovat vznik terénních depresí s přechodným nebo trvalým zamokřením. Rekultivační osevní postupy 5 - 8leté u nepřímé rekultivace a až 12leté u přímé rekultivace výsypkových substrátů, jsou považovány za hlavní předpoklad dosažení vhodného půdního stavu pro účely pěstování běžných zemědělských plodin. Významnou úlohu při tvorbě a zvyšování půdní úrodnosti v rekultivačních osevních postupech mají zejména víceleté pícniny, luskoviny, organicky hnojené okopaniny, brukvovité plodiny, jetelotrávy a jeteloviny a prováděná agrotechnika – pravidelné hloubkové kypření, vápnění, hnojení organickými hnojivy, pěstování plodin na zelené hnojení.

Půdní vlastnosti antropozemí rekultivovaných zemědělsky

Z hlediska zrnitostního, představují nejhomogennější prostředí půdní profily antropozemí vzniklé přímou rekultivací šedých jílu, které lze (dle Nováka) hodnotit u orničního horizontu jako zeminu jílovitohlinitou, s charakteristikou mírného nárůstu obsahu zrnitostní kategorie <0,01 mm v hlubších půdních horizontech. Půdní profily antropozemí vzniklé nepřímou rekultivací výsypkových zemin již představují zrnitostně podstatně heterogennější půdní prostředí, poměrně vyrovnané složení je charakteristické pouze pro půdní horizonty vytvořené ze skryvek humusových horizontů, event. kvalitnějších sprašových hlín a bentonitů, které lze hodnotit nejčastěji jako zeminu jílovitohlinitou, přičemž výsypkový substrát představuje velmi často i zeminu písčitou až jílovitou.

Ostatní půdní vlastnosti orničního horizontu (půdní reakce, obsah humusu, sorpční

vlastnosti, obsah přijatelných živin) u přímé i nepřímé rekultivace, jsou pak víceméně funkcí prováděné agrotechniky – vápnění, hnojení průmyslovými a organickými hnojivy, střídání plodin v osevních postupech, zpracování půdy. Typickým příkladem (tab.č.1 a 2) této problematiky je zcela nerozpoznatelný (morfologicky, chemicky) půdní stav u přímé a nepřímé rekultivace šedých jílu na výsypce Úžín ve stáří 45 let. Výměnnou půdní reakci u přímé rekultivace šedých jílu lze v této lokalitě hodnotit jako slabě kyselou a u nepřímé rekultivace jako slabě kyselou až neutrální, obsah organických látek (humusu) u přímé i nepřímé rekultivace se pohybuje na úrovni středního až velmi vysoké. Podle obsahu uhličitánů je zemina z přímé rekultivace hodnocena jako bezkarbonátová a z nepřímé rekultivace jako bezkarbonátová až slabě vápnitá. Oba typy rekultivací vykazují střední až vysokou kationtovou výměnnou kapacitu, podle stupně sorpčního nasycení bazickými kationty jsou hodnoceny jako nasycené až úplně nasycené, obsah přijatelného fosforu je dobrý, obsah přijatelného draslíku velmi vysoký, obsah přijatelného hořčíku vysoký až velmi vysoký a obsah přijatelného vápníku dobrý až velmi vysoký.

Hodnocení zemědělsky rekultivovaných antropozemí

Po ukončení agrocyklu se provádí půdně ekologické hodnocení vytvořených antropozemí, zaměřené na jejich zařazení do soustavy bonitace zemědělského půdního fondu (BPEJ). Pedologické hodnocení vychází z posouzení půdního profilu v kopaných sondách, doplněné informacemi z vpichových sond sondovací tyčí. Hustota sondážní sítě kopaných sond je závislá na velikosti posuzované lokality, v praxi to bývá obvykle 1 sonda/5-10 ha a v případě vpichových sond 2 – 4 vpichy/1 ha. Hodnotí se morfologické znaky jednotlivých půdních horizontů - barva, struktura, zrnitostní složení, obsah skeletu a jiných příměsí (Ca CO₃, uhlí).

Bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ) je základním mapovacím a oceňovacím kritériem pro účely bonitace zemědělských půd. BPEJ jsou určovány na základě hodnocení klimatu, morfogenetických vlastností půd, charakteristických znaků půdotvorných substrátů a jejich skupin, svažitosti pozemků, jejich expozice ke světovým stranám, skeletovitosti a hloubky půdního profilu. Tyto vlastnosti BPEJ jsou pak v bonitačních mapách a v datové bázi

vyjádřeny v pětimístných číselných kódech. V zájmu evidence plošného rozšíření antropozemí se začíná od roku 2003 využívat ještě šestého místa kódu BPEJ, který umožňuje graficky

i numericky evidovat tyto lokality samostatně, tj. jen pro interní potřebu. Nejčastější varianty zařazení antropozemí v SHP do BPEJ uvádí tab.č. 3.

Tab.č.1: Zrnitostní složení antropozemí

Výsypka	Půdní hori- zont (cm)	Velikost částic (mm)				
		<0,001	<0,01	0,01-0,0	0,05-0,2	0,25-2,0
		%				
Zemědělská rekultivace přímá						
H. Jiřetín	0-20	31,8	58,0	27,1	8,1	6,8
	20-40	24,5	65,9	21,7	10,7	1,7
	40-70	30,7	71,4	21,5	4,6	2,5
Úžín	0-20	21,9	55,0	23,1	8,5	13,4
	20-40	20,6	56,0	21,0	9,0	14,0
	40-70	24,5	61,0	22,9	3,5	12,6
Zemědělská rekultivace nepřímá						
Úžín	0-20	20,9	45,8	28,2	11,1	14,9
	20-40	23,5	47,5	26,3	8,4	17,8
	40-70	20,4	61,2	27,7	5,2	5,9
Střimice I.	0-50	29,8	48,9	28,7	8,3	14,4
	50-65	14,9	51,6	13,5	15,6	19,3
	65-90	19,3	32,9	14,3	33,3	19,5
Svoboda	0-30	22,9	43,7	20,3	22,5	13,5
	30-40	32,7	51,9	21,5	18,0	8,6
	40-70	14,7	24,3	17,9	56,1	1,7
Třískolupy	0-30	25,9	48,1	27,4	9,5	15,0
	30-45	43,3	66,4	20,1	1,0	12,5
	45-70	43,6	66,6	21,2	0,2	12,0
Kopisty	0-30	26,5	34,6	13,3	15,7	36,4
	30-50	19,7	28,6	9,6	22,2	39,6
	50-70	18,1	28,6	19,6	21,6	30,2



Obr. 1: přímá rekultivace šedých jílu (H. Jiřetín)



Obr. 2: nepřímá rekultivace výsypkových substrátů (Střimice I.)

Tab. 2: Chemické a ostatní půdní vlastnosti antropozemí

Výsypka	Půdní horizont (cm)	pH KCl	N _t (%)	KVK mmol/100g	V (%)	C _{ox} (%)	CaCO ₃ (%)	Přijatelné živiny (mg/kg)			
								P	K	Mg	Ca
Zemědělská rekultivace přímá											
H. Jiřetín	0-20	6,2	0,21	30,0	92	2,4	<0,1	5,0	514	917	3403
	20-40	6,4	0,13	28,1	96	1,3	<0,1	1,0	444	1166	3139
	40-70	6,5	0,12	27,3	96	1,2	<0,1	1,6	410	1347	2998
Úžín	0-20	5,9	0,27	23,2	81	3,7	0,4	76	446	310	4344
	20-40	6,0	0,20	25,1	83	2,9	<0,1	60	367	341	4000
	40-70	6,0	0,09	23,7	87	1,4	<0,1	22	298	521	3177
Zemědělská rekultivace nepřímá											
Úžín	0-20	6,5	0,27	29,8	88	3,3	<0,1	111	536	232	4300
	20-40	6,7	0,18	27,8	94	3,0	<0,1	102	397	250	5145
	40-70	6,2	0,12	31,1	87	1,8	<0,1	6,4	309	495	4606
Sřimice I.	0-50	7,0	0,16	25,1	100	1,7	0,2	29	234	537	3756
	50-65	7,2	<0,05	46,2	100	0,08	3,8	0,7	271	2848	7620
	65-90	3,3	<0,05	8,6	<30	1,9	<0,1	2,8	27	150	465
Svoboda	0-30	6,1	0,21	20,2	84	2,4	<0,1	155	428	208	2341
	30-40	6,9	<0,05	30,2	95	0,9	1,9	60	235	798	4925
	40-70	6,9	<0,05	10,8	100	0,8	<0,1	24	96	206	1684
Třískolupy	0-30	7,1	0,23	24,8	98	2,6	1,4	27	253	345	8105
	30-45	6,9	0,07	34,0	91	1,1	0,1	0,3	124	721	5640
	45-70	7,0	0,05	39,3	100	0,4	0,1	0,1	104	791	7217
Kopisty	0-30	6,9	0,05	20,7	100	1,5	0,5	43	166	431	5412
	30-50	7,3	<0,05	12,0	100	0,2	0,3	17	124	436	3488
	50-70	5,6	0,13	49,1	64	7,9	<0,1	42	205	650	5314

Tab.č.3: Příklady hodnocení antropozemí

Antropozem	Zrnitostní charakter humusového horizontu (ornice)	Zrnitostní charakter výsypkové zeminy	Zařazení antropozemě do HPJ (uváděné první číslo značí kód klimatického regionu – teplý, suchý)	Cena Kč/m ²
Hlubokohumózní, (překryv ornici 0,5 m)	lehčí a typicky středně těžká půda	těžká až velmi těžká půda, slíny a slínovce, terciérní jíly	1.06 – černoze typické, karbonátové a lužní na slínitých a jílovitých horninách	8,60
Hlubokohumózní (překryv ornici 0,5 m)	lehčí a typicky středně těžká půda	lehčí a typicky středně těžká půda (spraš, sprašová hlína)	1.01 – černoze typické i karbonátové na spraši, středně těžké, s převážně příznivým vodním režimem	10,00
Hlubokohumózní (překryv ornici 0,5 m)	těžká půda	těžká až velmi těžká půda (slíny a slínovce, terciérní jíly)	1.07 – charakteristika jako 06, avšak těžké až velmi těžké v ornici i spodně, periodicky převlhčené	6,50-7,80
Hlubokohumózní (překryv ornici 0,3–0,4 m)	lehčí a typicky středně těžká půda s obsahem CaCO ₃	lehčí a typicky středně těžká půda s obsahem CaCO ₃	1.19 – rendziny až rendziny hnědé na opukách, slínovcích a vápenitých svahových hlínách, středně těžká až těžká, se šterkem, s příznivými vláhovými poměry, někdy krátkodobě převlhčené	7,29
Hlubokohumózní (překryv ornici 0,3 – 0,4 m)	těžká půda, bez ohledu na obsah CaCO ₃	těžká půda, bez ohledu na obsah CaCO ₃	1.20 – rendziny, rendziny hnědé a hnědé půdy na slínech, jílech a na usazeninách karpatského flyše, těžké až velmi těžké, s nízkou propustností	5,22
Hlubokohumózní (překryv ornici 0,3 – 0,4 m)	lehčí a typicky středně těžká půda bez obsahu CaCO ₃	lehčí a typicky středně těžká půda bez obsahu CaCO ₃	1.25 – hnědé půdy, hnědé půdy kyselé a jejich slabě oglejené formy na opukách a tvrdých slínovcích, středně těžké, šterkovité (příznivé vlhkostní poměry)	6,20

Závěr

Vzhledem k všeobecnému útlumu zemědělství ve státech EU, lze v současnosti za účelnou variantu vytváření půd k intenzivní produkci považovat zejména subtyp antropozem hlubokohumózní, kdy dochází k převrstvení výsyvky skrývkami humusových horizontů (ornici) o mocnosti až 0,5 m a kde je dosahováno až 80 % produkce, v porovnání v územním regionu s nejlepšími půdami přirozenými (černozemí). V procesu vytváření antropozemí lze považovat i nadále za velmi významnou fázi prováděné technické rekultivace, kdy dochází k urovnávce povrchu terénu do vhodného sklonu (max. 8 %), prokypření povrchu vý-

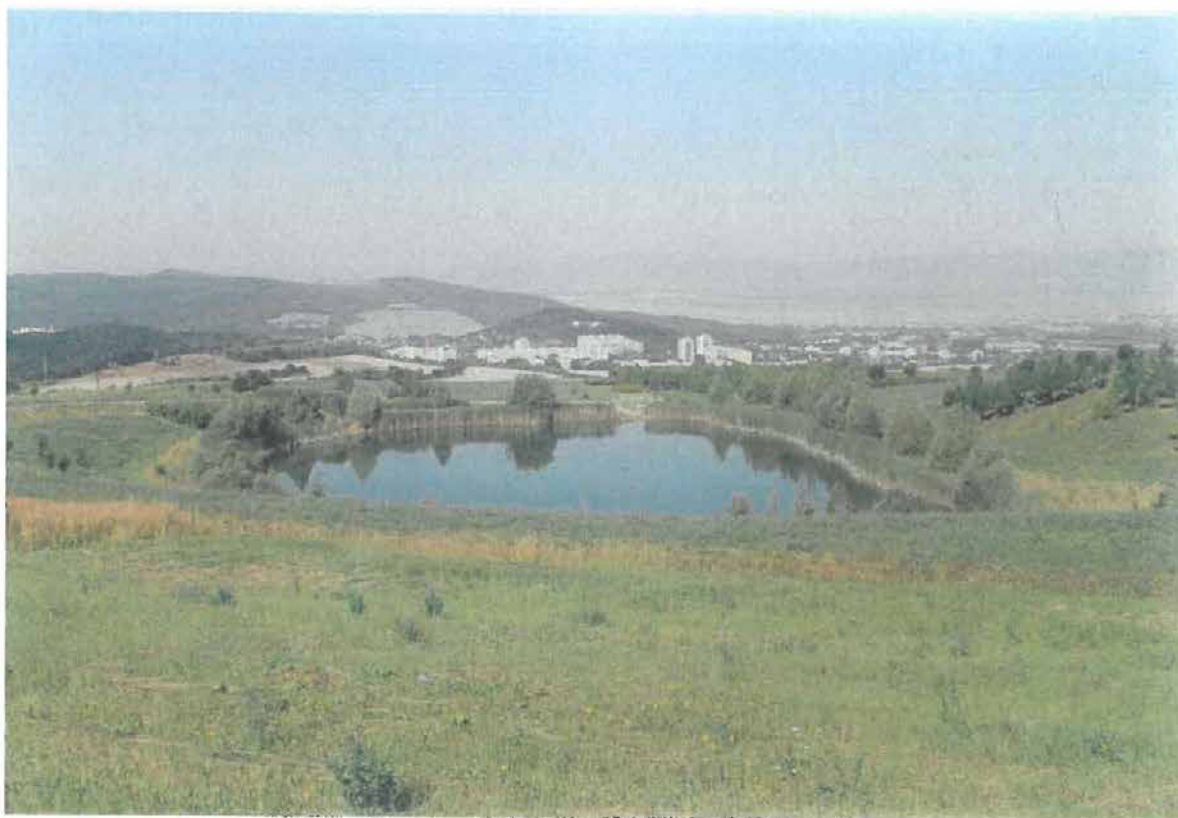
syvky orbou před návozem ornice a vytvoření půdního horizontu z ornice o vyrovnané mocnosti ± 5 cm. V případě vytváření antropozemí z ornice uložených na deponii, lze doporučit 3letý rekultivační osevní postup ve kterém je pěstována zejména jetelotráva nebo vojtěška s nenáročnou agrotechnikou a prováděným mulčováním organické hmoty. V případě skrývek humusových horizontů, které jsou v procesu báňské činnosti kontinuálně přemísťovány na místo vzniku antropozemí bez skladování na deponiích, lze považovat za dostatečný pouze 2letý rekultivační osevní postup, ve kterém jsou pěstovány především jednoleté plodiny - brukvovité.



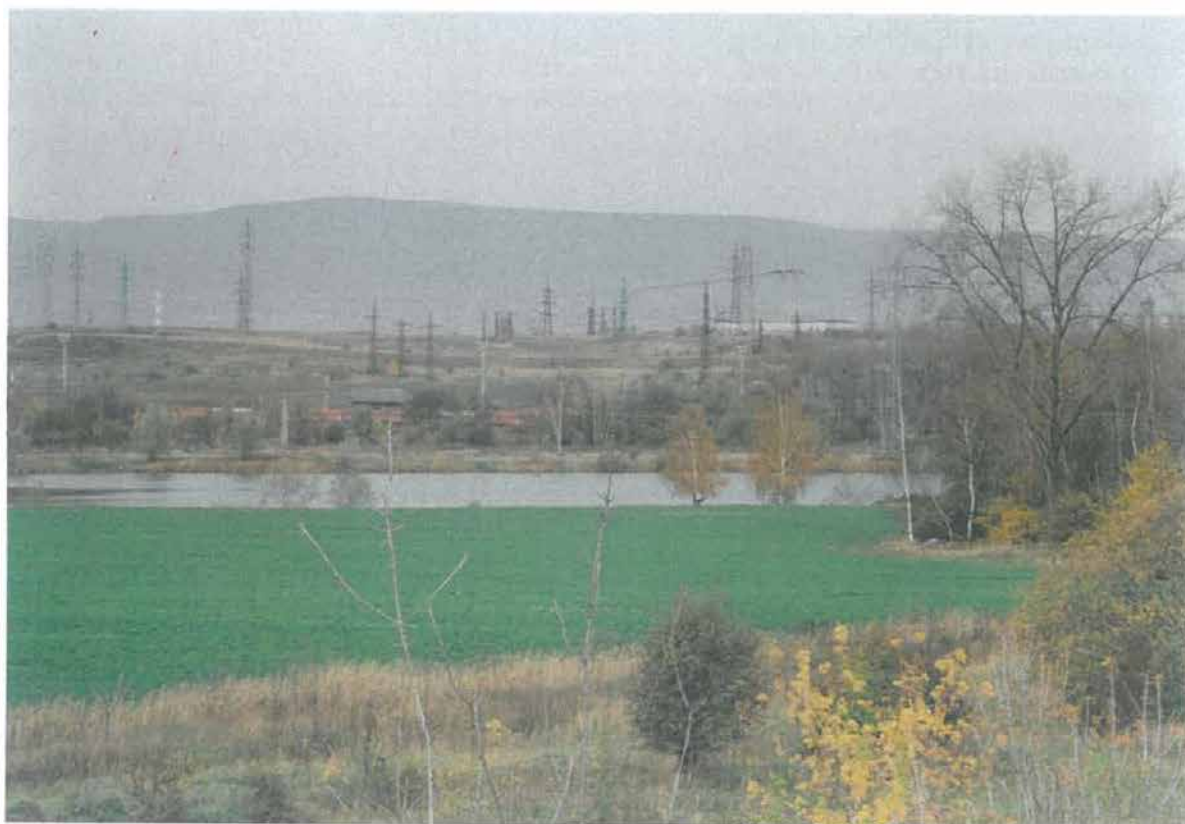
Obr. 3: nepřímá rekultivace výsypkových substrátů (Radovesice, překryv slinitými horninami a ornici)



Obr. 4: začlenění antropozemí do rekultivované krajiny Jirásek



Obr. 5: začlenění antropozemí do rekultivované krajiny Radovesice



Obr. 6: začlenění antropozemí do rekultivované krajiny Světec



*Obr. 7: začlenění antropozemí do rekultivované krajiny
Slatenice*

Literatura:

- [1] MAŠÁT K. a kol.. Metodika vymezení a mapování bonitovaných půdně ekologických jednotek. VÚMOP Praha, 2002: 113
- [2] NĚMEČEK J. a kol.. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky, ČZU Praha, 2001: 79
- [3] DEDERA F. a kol.. Ověření způsobu rekultivace minerálně deficitních a fytotoxických zemin pro účely zemědělské a lesnické. Závěrečná zpráva VÚZZP Praha 1987: 38
- [4] PATEJDL C. a kol.. Zemědělská rekultivace v oblastech povrchové těžby nerostných surovin (uhlí). Metodika ÚVTIZ 20/1978: 59
- [5] JONÁŠ F. Určení způsobu rekultivace a tvorba nových půd na výsypkách v SHR. Metodika č.7, VÚM 1975: 247
- [6] ČERMÁK P. a kol.. Hodnocení půdotvorného procesu antropozemí SHR, jejich kategorizace a využití. Výstup z řešení výzkumného záměru MZE-M07-99-01-05 „Rekultivace devastovaných půd a tvorba antropogenních půd, jejich hodnocení a využití v ekologicky nejvíce postižených územích“. VÚMOP Praha 2003: 62
- [7] KOHEL J. Využití zemin sprašového původu k rekultivacím v oblasti severočeské podkrušnohorské pánve. Rostlinná výroba, 41, 1995 (10): 63-68
- [8] V práci jsou dále využity výsledky z řešení výzkumného záměru MZE0002704901 „Zmírnění nepříznivých přírodních vlivů na půdu a vodu“