

## Hydropedologické parametry a meteorologické podmínky lokality Panský les

Ing. Jan Vopravil, Ph.D.<sup>1</sup>, RNDr. Tomáš Litschmann, Ph.D.<sup>2</sup>, RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský CSc.<sup>3</sup>,  
Ing. Tomáš Khel<sup>1</sup>, Ing. Renáta Zárubová, Ph.D.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha 5 – Zbraslav; vopravil.jan@vumop.cz  
<sup>2</sup>Amet, Velké Bílovice

<sup>3</sup>Mendelova univerzita v Brně, Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, Lednice

<sup>4</sup>Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most

Přijato: 19. 7. 2018, recenzováno: 31. 7. a 14. 8. 2018

### Abstrakt

Cílem příspěvku je komplexní vyhodnocení stavu rekultivované lokality Panský les, a to jak z pohledu pedologického a hydropedologického, tak z pohledu meteorologického a vláhového. Detailní vyhodnocení kvality půdy identifikovalo riziko omezení růstu pro vegetaci nesnášející vysokou hodnotu půdní reakce. Identifikována byla i velmi nízká schopnost sorbovat prvky, a tedy i vyšší riziko proplavení dodávaných živin. Z pohledu vlhkosti půdy je voda především ve svrchních partiích dobře vsakována, což je důležité, neboť atmosférické srážky jsou jediným zdrojem vláh. Teplotní režim hodnocené půdy se významně neliší od přírodních půd. Významnou roli ve vyrovnání teplotního a vlhkostního režimu zde sehrává porost. Vyšší zastoupení prachu pak přispívá k poměrně dobré retenční schopnosti spodních vrstev půdy, musí však být dostatek srážkové vody.

### Hydropedological parameters and meteorological conditions of the locality Panský les

The aim of the provided paper is a comprehensive assessment of the status of the locality Panský les, both from the perspective of pedology and hydropedology, so from the perspective of meteorology and moisturising. A detailed evaluation of the quality of the soil has identified the risk of limiting the growth of vegetation unable to withstand the high value of soil reaction. In addition, a very low ability to sorb elements was also identified, and therefore a higher risk of washing out provided nutrients. From the perspective of soil moisture, water is mainly concentrated in the upper parts of the soil, which is important, since the atmospheric precipitation is the only source of moisture. Temperature profile of evaluated soil is not significantly different from natural soils. An important role in the settlement of the temperature and moisture regime takes the vegetation. Higher content of soil dust then contributes to relatively good retention ability of the lower layers of soil, but it requires enough precipitations.

### Hydropedologische Kennwerte und meteorologische Bedingungen des Standortes Panský les

Ziel dieses Beitrages ist es eine komplexe Bewertung des Zustandes des rekultivierten Geländes Panský les zu bringen, und zwar aus pedologischer und hydropedologischer Sicht, sowie auch aus Sicht der Meteorologie und Niederschläge. Die ausführliche Bewertung der Bodenqualität identifizierte eine Gefahr der Wachstumsbegrenzung für solche Vegetation, die auf einen hohen Wert der Bodenreaktion empfindlich ist. Identifiziert wurde auch sehr geringe Sorptionsvermögen der Elemente, also auch eine höhere Gefahr des Auswaschens von gelieferten Nährstoffen. Aus Sicht der Bodenfeuchtigkeit wird das Wasser vor allem in oberen Bereichen gut gesickert, was wichtig ist, weil die atmosphärischen Niederschläge die einzige Feuchtequelle ist. Das Temperaturregime des zu bewertenden Bodens unterscheidet von den Naturböden nicht beträchtlich. Eine bedeutende Rolle im Ausgleich des Temperatur- und Feuchteregime spielt hier der Bestand. Eine höhere Staubvertretung trägt zu einem relativ guten Retentionsvermögen der unteren Bodenschichten bei, Genüge des Niederschlagswassers angenommen.

**Klíčová slova:** rekultivace, vedlejší energetické produkty, kvalita půdy, teplota a vlhkost půdy, půdní klima.  
**Keywords:** landscape recultivation, energy by-products, quality of soil, temperature and soil moisture, soil climate.

### 1 Úvod

Vedlejšími produkty po spalování uhlí při výrobě elektrické energie v tepelných elektrárnách jsou především popílky, strusky, škváry a produkty odsíření. Tyto vedlejší energetické produkty (VEP) jsou většinou využívány k výrobě stavebních materiálů, mohou být ale také použity pro rekultivaci území postižených antropogenní činností. VEP jsou na úložiště dopravovány převážně plavením, nebo jsou na plochy naváženy. V každém případě je po dosažení nejvyšší kóty zahájena rekultivace směřující k návratu a začlenění úložiště do krajiny. U takto člověkem vytvořených půd je pedogeneze silně ovlivněna materiály, ze kterých jsou vytvořeny, i jejich uložením [1]. Povahy ukládaného materiálu je z pohledu fyzikálně-chemických vlast-

ností dosti extrémní. Chemismus materiálu může negativně ovlivňovat růst rostlin díky vysokým hodnotám půdní reakce, narušení koloběhu prvků, vody apod. Z pohledu fyzikálních vlastností se druhy VEP liší zejména zrnitostí, která je důležitá především pro schopnost budoucí půdy poutat vodu. Úložiště jsou odkázána pouze na vláhu z atmosférických srážek a pohyb vody v profilu je často narušen tvorbou nepropustných vrstev z vápenatých sloučenin. V průběhu probíhající rekultivace povrchu úložišť, kdy jsou využívány inertní zeminy k překrytí či následnému mísení s VEP, je potřeba lépe popsat pohyb vody v profilu a meteorologické podmínky takto exponovaných ploch, tedy dva parametry mající praktické dopady na vláhovou podporu náletové i vysazované vegetace a možné úpravy nevhovujícího stavu. Následující výzkum byl prováděn na loka-

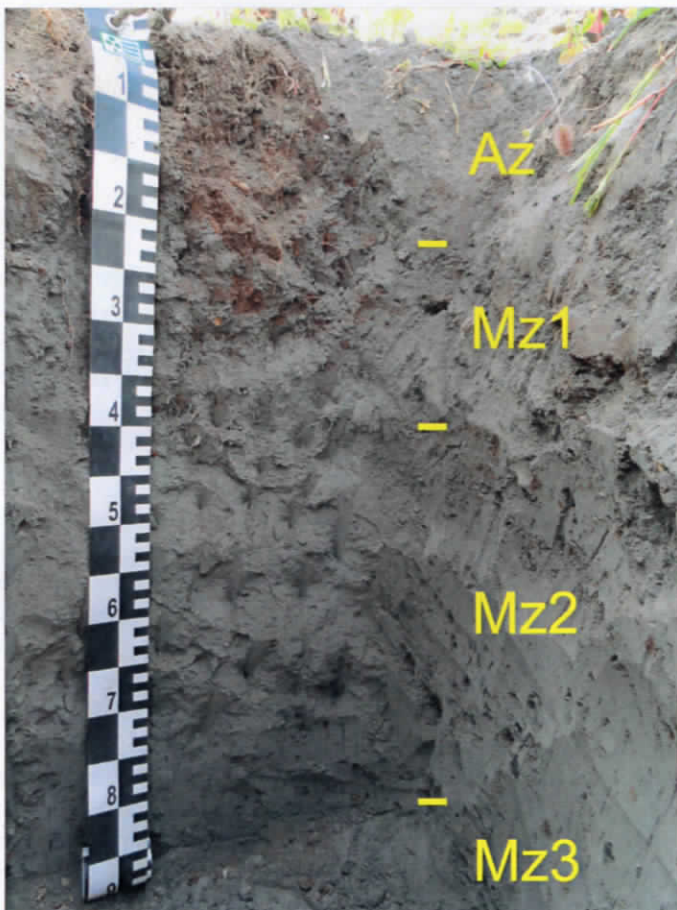


Obr. 1: Lokalizace hodnoceného území.

litě Panský les, kde jsou k rekultivačním účelům využívány VEP z Elektrárny Mělník.

## 2 Metodika

Ve snaze popsat půdní a stanovištní podmínky rekultivované plochy byla v rámci odkaliště Panský les (k. ú. Horní Počápy, okres Mělník) vymezena homogenně rekultivovaná plocha (Obrázek 1, 14,385208°, 50,40719772°, 226 m n. m.). Technická část rekultivace spočívala v překrytí navezených VEP zrnitostí



Obr. 2: Profil reprezentativní sondy B6.

lehkými podložními zeminami o mocnosti 0,2 m a následném promísení do hloubky 0,4 m půdní frézou. Navazující biologická rekultivace spočívala v osetí povrchu směsí na zelené hnojení, jejím zapravením do povrchové vrstvy, a ve finálovém osetí povrchu travním semenem. Cílovým využitím plochy má být trvalý travní porost. Plochy nebudou součástí zemědělského půdního fondu. Půdní a stanovištní parametry lokality byly popsány na podkladě výkopu a analýz reprezentativní sondy. Na lokalitě byla v roce 2015 instalována účelová meteorostanice s rozšířeným měřením teploty a vlhkosti půdy.

### 2.1 Pedologický průzkum

Pro bližší popis profilace půdy a jejího chemického a fyzikálního stavu byla zhruba uprostřed plochy vykopána sonda B6 do hloubky cca 0,9 m (obrázek č. 2). Profil byl standardně popsán [2] a z jednotlivých horizontů byly odebrány porušené a neporušené půdní vzorky pro popis chemických a fyzikálních parametrů půdy. Analýzy půdy umožnily bližší klasifikaci antropogenně vytvořené půdy. V rámci národní taxonomické klasifikace je půda klasifikována jako antropozem spolicná [3], v evropské klasifikaci [1] jako Spolic Technosol.

Ze svrchních 3 horizontů byl odebrán do papírového sáčku porušený půdní vzorek pro popis chemických parametrů zeminy. Ze všech horizontů byly navíc odebrány Kopeckého válečky pro popis fyzikálního stavu půdy, a to ve trojím opakování pro vyloučení chyby stanovení způsobené heterogenitou parametrů v místě odběru. Tabulka 1 shrnuje rozsah analýz.

### 2.2 Meteorologická měření

Pro vyhodnocení meteorologických podmínek a teplotního a vlhkostního režimu na hodnocené lokalitě byla dne 15. 7. 2015 instalována automatická meteorologická stanice (AMET Velké Bílovice) vybavená čidly k měření meteorologických prvků, a to teploty a vlhkosti vzduchu (ve výši 2 m nad terénem) a úhrnu srážek. Dále byla instalována čidla teploty půdy v hloubkách 5, 20, 50 a 100 cm a vlhkosti půdy v hloubkách 40, 60, 80 a 100 cm. Měření jsou prováděna v pravidelných 15-ti minutových intervalech, přičemž data se přenášejí několikrát denně na webový server.

Pro porovnání s podmínkami, jaké se vyskytují v neovlivněných lokalitách, budou v tomto zpracování použity i údaje z automatické meteorologické stanice stejného typu, umístěné v nedalekém Liběchově v údolí Labe. Zde byla měření započata 15. 9. 2015. I zde jsou teploty a vlhkosti vzduchu měřeny ve výšce 2 m, teplota půdy je měřena v hloubkách 5 a 10 cm, vlhkost půdy 10, 30 a 40 cm. I v tomto případě jsou intervaly 15-ti minutové a data se přenášejí na stejný server.

## 3 Výsledky a diskuse

### 3.1 Kvalita a „pedologický“ potenciál rekultivovaného profilu

#### 3.1.1 Popis půdního profilu

V profilu sondy B6 bylo patrné mísení VEP a zeminy do hloubky cca 0,35 m. Svrchní horizont antropozemě o mocnosti 0,22 m (Az) byl prokořeněný, oživený, obsahoval cca 15-20 % skeletu

Tab. 1: Rozsah analytických stanovení vzorku svrchních 3 horizontů.

Analytická stanovení	Norma
zrnitost	ISO 11277
pH (aktivní/výměnné)	ČSN ISO 10390
obsah uhličitánů	ISO 10693
oxidovatelný uhlík ( $C_{ox}$ )	ISO 14235
přístupné živiny, celkový rozbor Kopeckého válečku, bod vadnutí	[5]
charakteristiky sorpčního komplexu (S, T, V)	ISO 11260
celkový dusík ( $N_{tot}$ )	ČSN ISO 11261

a byl tvořen směsí VEP a zeminy. Horizont Mz1 (0,22 – 0,4 m) byl tvořen směsí VEP a zeminy, byl bez skeletu se známkami prokořenění. Charakter rekultivační zeminy zapravené do svrchní části profilu byl lehký, hlinitopísčité, světle hnědý. Zemina byla s popílkem nerovnoměrně smísená. Horizonty Mz2 (0,4 – 0,8 m), resp. Mz3 (> 0,8 m), charakterizují vrstvy uložených VEP. Makroskopický charakter horizontů odpovídal ukládaným materiálům. Patrné bylo střídání jemných partií úletového popílku s hrubšími vložkami tvořenými jemnou škvárou (do 2 mm). Odhadem cca 5% obj. bylo tvořeno většími kusy škváry (> 5 mm).

### 3.1.2 Chemické a fyzikálně-chemické charakteristiky

Výsledky analýz a jejich vyhodnocení ukazují tabulky 2-5. Zrnitostně je celý profil lehký, hlinitopísčité. Svrchní dva horizonty ovlivněné mísením s navezenou zúrodnitelnou zeminou vykazují alespoň nízký obsah fyzikálního jílu, samotné VEP tuto složku podporující retenci a sorpci prakticky neobsahují. Obsahy jílnatých částic (< 0,01 mm) se pohybují na hranici 20 %, a to i v případě vzorků samotného popílku. Tomu dominuje frakce prachová (0,01-0,05 mm) při současné absenci, resp. minimálním zastoupení hrubého písku. U svrchních dvou horizontů je rozložení frakce prachu a písčitéch frakcí shodné.

Půdní reakce aktivní i výměnná jsou hodnoceny jako alkalická/neutrální. Rozdíl mezi oběma formami půdní reakce svědčí o vyšším zastoupení vícemocných kationtů v sorpčním komplexu, resp. půdním roztoku. Pro rekultivaci byly použity zeminy z nedalekého recyklačního střediska, které zpracovává inertní odpady typu výkopová zemina, ale také stavební recyklát obsahující zbytky betonu drceného najemno. Přítomnost této složky je patrně důvod vyšší hodnoty pH ve svrchní profirézované partii sondy.

Obsah oxidovatelného uhlíku směrem do hloubky klesal, s čímž koresponduje také charakteristika „aktivní“ formy uhlíku, tedy uhlíku snadno rozložitelného, labilního, vyjádřeného hodnotou  $C_{hvs}$ . Mísení VEP se zeminou a dotace organických látek během biologické rekultivace způsobilo podporu biologické aktivity svrchní části profilu. Samotné VEP však již podobný kladný trend nevykazují a z pohledu biologické aktivity je zde forma uhlíku neaktivní. Sorpční schopnost profilu odráží zrnitostní složení a obsah organické složky v půdě. Stanovené hodnoty jsou nízké/velmi nízké s potenciálem k proplavování živin profilem.

Do hloubky cca 0,4 m jsou obsahy přijatelných forem živin na optimálních hodnotách. Samotné VEP, tedy profil > 0,4 m, obsahují převážně nízké hodnoty přijatelných forem prvků, což je důsledek tvorby stabilních sloučenin bez živinové podpory vegetace.

### 3.1.3 Fyzikální charakteristiky

Pro vývoj vegetace je důležitý koloběh vody v profilu a její dostupnost, neboť rostliny na lokalitě hospodaří pouze s vláhou z atmosférických srážek. Z tohoto důvodu je důležitým parametrem retenční schopnost, tedy schopnost půdy zadržet vodu po delší dobu a zabezpečit tak rostlinám její dostatek. Vyjma svrchního horizontu, kde je hodnota retenční vodní kapacity (RVK) na hodnotě 20 %, je půda schopna ve svém profilu zadržet cca 30 % vody. Tato voda je zadržena systémem kapilárních pórů, které společně s póry semikapilárními a nekapilárními tvoří celkovou pórovitost půdy. Z pohledu této charakteristiky je půda mírně (0-22 cm), středně (22-80 cm) a velmi pórovitá (> 80 cm). Rozdělení jednotlivých kategorií pórů ukazuje obrázek č. 3, z něhož je patrné vyšší zastoupení hrubých pórů ve svrchních částech profilu mající za následek nižší schopnost poutání vody, avšak umožňující rychlou infiltraci vody do profilu. Pohyb vody je od hloubky 0,4 m zpomalen vlivem navýšení jemnějších pórů díky zvýšení obsahu prachovitých částic. Bod vadnutí, tedy hodnota vlhkosti, kdy je voda rostlinám nedostupná, byl shodně ve všech horizontech přímým měřením stanoven na cca 10 % obj. Při hodnotě vlhkosti RVK lze tedy ve svrchním horizontu využít 10, ve druhém 20 a ve třetím cca 30 % obj. vlhkosti. Profil půdy tedy bude ve svrchních partiích vysušný s nízkou podporou vegetace při jejím nedostatku. Při optimálním nasycení profilu a prokořenění pod svrchní 0,4 m může vegetace využít poměrně dobrou zásobu vláhy zadržanou podloží.

### 3.2 Meteorologická měření

Rekultivovaná plocha představuje výraznou změnu původní krajiny měnící její morfologii a ukládáním zůstatků po spalování uhlí i půdotvorný substrát. Dalo by se proto očekávat, že dojde k výrazným změnám jak v chodu jednotlivých meteorologických prvků ve vrstvě přiléhajícího vzduchu, tak v metrové vrstvě rekultivované plochy. Předpokladem jsou také odlišné hydrologické charakteristiky, jež ovlivňují vodní režim dané lokality.

Teplota půdy sehrává významnou roli v pedologických procesech, ale je též limitujícím faktorem pro růst a vývoj rostlin [6]. Porovnání průměrných měsíčních hodnot teploty a vlhkosti vzduchu za společně měřené období na obou výše uvedených stanicích ukazuje tabulka 6. Lze pozorovat, že na rekultivované ploše jsou za vegetační období i za celý rok o něco nižší průměrné teploty, což by odpovídalo rozdílu v nadmořských výškách stanic. Nejvyšší rozdíl se vyskytuje v červenci, kdy je plošina v průměru o 0,5 °C chladnější. V případě minimálních a maximálních teplot lze však sledovat nižší extremitu na plošině, jelikož v průměrných měsíčních hodnotách jsou zde nižší maximální a vyšší minimální teploty než v údolní poloze v Liběchově, kde dochází ke stékání a akumulaci chladného vzduchu v období negativní energetické bilance, a naopak k jeho zvýšenému prohřívání v denních hodinách. Podobné

Tab. 2: Zrnitost a sorpční schopnost antropozemě.

Označení vzorku	Hloubka odběru [cm]	Zrnitost (%)					Slovní popis	Slovní hodnocení	T(CEC) kationtová výměnná kapacita [mmol+/100 g]	Slovní hodnocení	S - obsah výměnnýchází [mmol+/100 g]	V - stupeň sorpčního nasycení (%)
		< 0,01 [mm]	< 0,001 [mm]	0,01-0,05 [mm]	0,05-0,25 [mm]	0,25-2 [mm]						
B6	0-22	17,6	< 4	8,2	22	26,5	33,8	nízká	11,38	nízká	11,38	100
	22-40	18,9	5,3	7,6	25,8	27,7	27,6	nízká	9,5	nízká	9,3	98
	40-80	19,4	< 4	< 4	46,9	28,6	5,1	< 5	< 5	velmi nízká	< 3	x

Tab. 3: Vyhodnocení fyzikálně-chemických parametrů antropozemě.

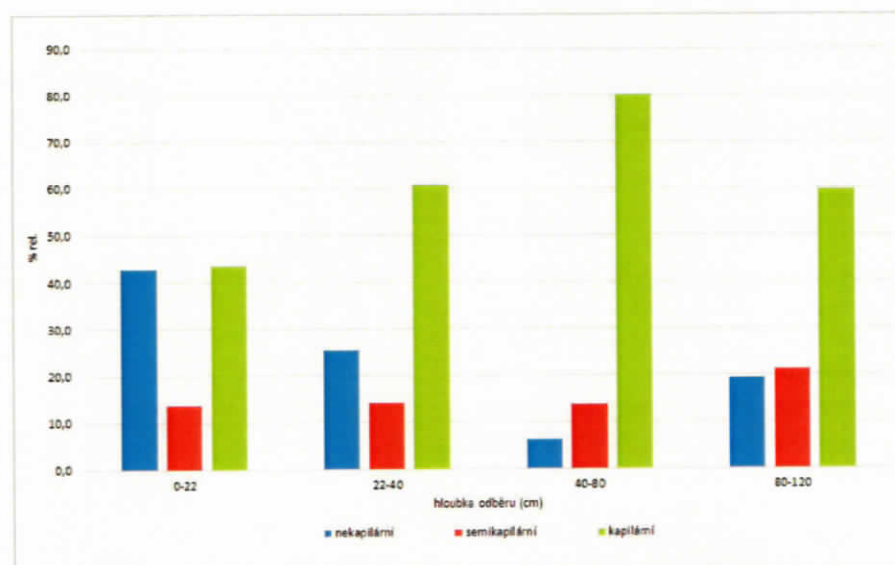
Označení vzorku	Hloubka odběru [cm]	Aktivní/výmenná půdní reakce	Slovní hodnocení	C <sub>ox</sub> (%)	C <sub>hws</sub> [mg/kg]	Obsah humusu (%)	Slovní hodnocení	C/N	Obsah uhličitánů (%)	Slovní hodnocení
B6	22-40	8,0 / 7,6	slabě alkalická/alkalická	1,7	98	2,9	střední/vysoký	17,9	2	slabě vápnitá
	40-80	7,4 / 6,9	slabě alkalická/neutrální	0,6	< 20	1,0	nízký	23,6	< 0,1	x

Tab. 4: Obsah přijatelných forem živin v profilu antropozemě.

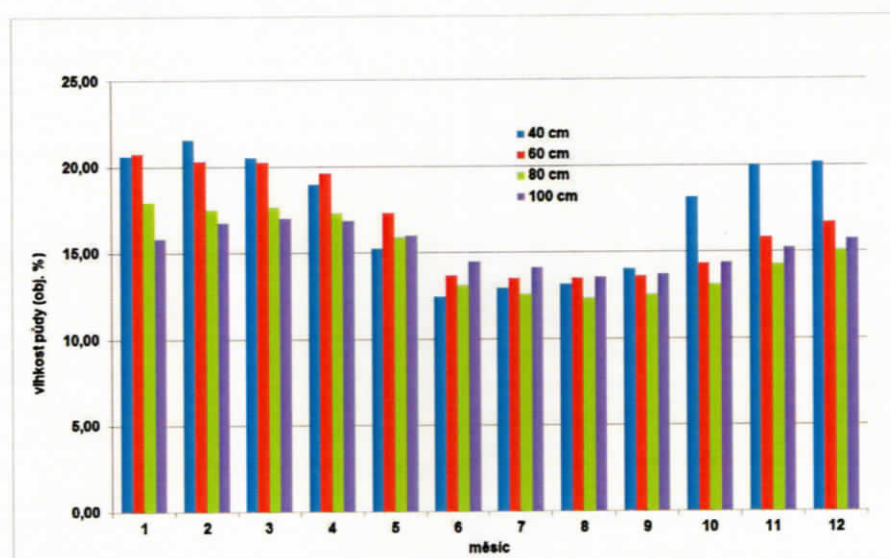
Označení vzorku	Hloubka odběru [cm]	Přístupné živiny [mg/kg]						K:Mg		
		vápník	popis	hořčík	popis	draslík	popis		fosfor	popis
B6	0-22	5139	velmi vysoký	227	dobrý	190	vyhovující	71,1	vyhovující	0,8
	22-40	5469	velmi vysoký	226	dobrý	159	vyhovující	71,1	vyhovující	0,7
	40-80	914	nízký	106	vyhovující	77	nízký	31,3	nízký	0,7

Tab. 5: Fyzikální parametry antropozemě.

Sonda	Hloubka odběru [cm]	MKVK (% obj.)	Slovní popis	Měrná hmotnost [g/cm <sup>3</sup> ]		Pórovitost (% obj.)	Slovní popis
				Minimální vzdušnost	Nasáklivost		
B6	0-22	23,91	střední	20,98	27,08	44,89	mírně
	22-40	34,75	vysoká	14,07	38,08	48,82	mírně/středně
	40-80	43,92	vysoká	4,32	46,63	48,24	mírně/středně
	80-120	41,12	vysoká	12,05	46,55	53,17	velmi vysoká
Sonda	Hloubka odběru [cm]	Momentální vzdušnost (% obj.)	Minimální vzdušnost	Nasáklivost	RVK	BV - bod vadnutí (% obj.)	VVK - využitelná vodní kapacita
B6	0-22	31,22	20,98	27,08	19,58	9,28	10,30
	22-40	33,35	14,07	38,08	29,58	9,67	19,91
	40-80	29,13	4,32	46,63	38,59	9,82	28,77
	80-120	35,12	12,05	46,55	31,68	x	x



Obr. 3: Rozdělení pórového systému antropozemě.



Obr. 4: Průměrné měsíční hodnoty půdních vlhkostí v jednotlivých hloubkách.

rozdíly jsou publikovány [7] v případě krasového reliéfu, v němž se střídají náhorní plošiny s údolními, popřípadě širokými kotlinami. U relativní vlhkosti vzduchu nebyly zaznamenány v průměru žádné výraznější rozdíly, jsou však zaznamenávány sporadicky v průběhu některých dnů, a to zejména na jaře a případně i na podzim, kdy se v údolní poloze vyskytují vyšší vlhkosti, popřípadě i mlhy, zatímco na rekultivované ploše jsou v těchto obdobích vlhkosti nižší. V letním období, kdy by nižší vlhkosti vzduchu na plošině mohly mít výraznější vliv na omezení šíření houbových chorob, případně pěstovaných kultur, se dny s výraznějšími rozdíly ve vlhkostech vzduchu vyskytují již velmi málo.

Voda v půdě představuje jednu z jejích hlavních složek, režim půdní vody je pak do značné míry jedním z nejdůležitějších půdotvorných procesů [8]. Ovlivňuje biologické pochody v půdě a je rozpouštědlem živin pro vegetaci. Měsíční průměrné hodnoty naměřených půdních vlhkostí v jednotlivých hloubkách jsou na obrázku č. 4. Jejich průběh má typický roční chod s maximálními hodnotami v podzimních a především zimních měsících, během nichž je omezena transpirace

rostlin a případné srážky nejsou spotřebovávány již v povrchových vrstvách vegetací, a voda může tudíž pronikat do hlubších vrstev. Proto lze v hloubce 40 cm pozorovat na podzim výrazné zvýšení vlhkosti, do hlubších vrstev pak voda zasakuje v následujícím období. Po zahájení vegetačního období je naopak ze svrchních vrstev voda nejrychleji spotřebována vegetací a postupně dochází k poklesu vlhkosti také vlivem transpirace porostu. Názornou ukázkou průběhu půdních vlhkostí pak může být obrázek č. 5, na němž jsou znázorněny půdní vlhkosti v roce 2017.

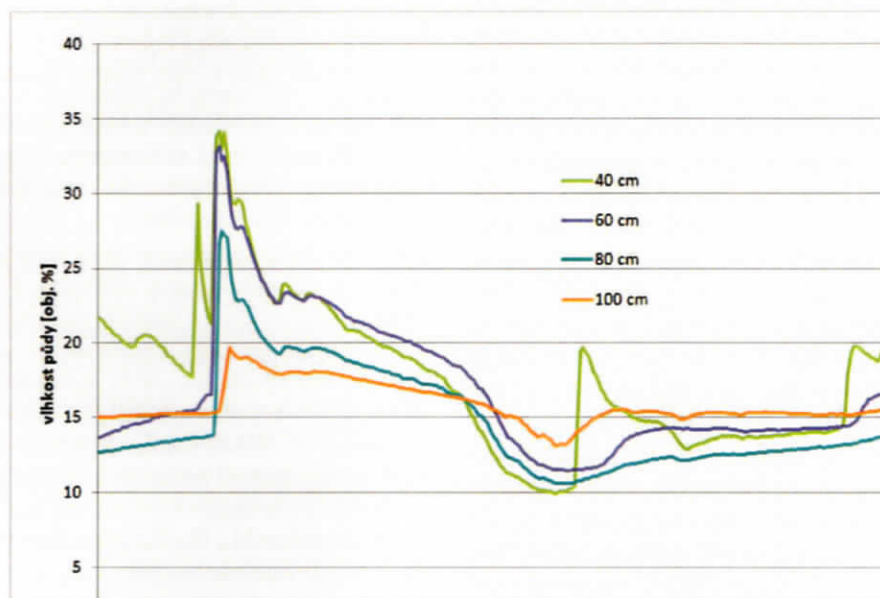
Po tání sněhové pokrývky v polovině února došlo k zasáknutí vody do hlubších vrstev, dokonce i v hloubce 100 cm bylo zaznamenáno zvýšení vlhkosti. Naopak nejnižší vlhkosti byly ve všech hloubkách zaznamenány koncem června. Tento průběh je v poměrně dobré shodě s poznatky uvedenými v [9], kde se uvádí, že největší množství vody prosakující celým půdním profilem je na jaře po rozmrznutí půdy, zatímco během dalšího intenzivního růstu vegetace je množství perkolující vody z povrchu půdy do hlubších vrstev všeobecně nízké.

Z obrázků č. 4 a 5 lze vyvodit následující závěry:

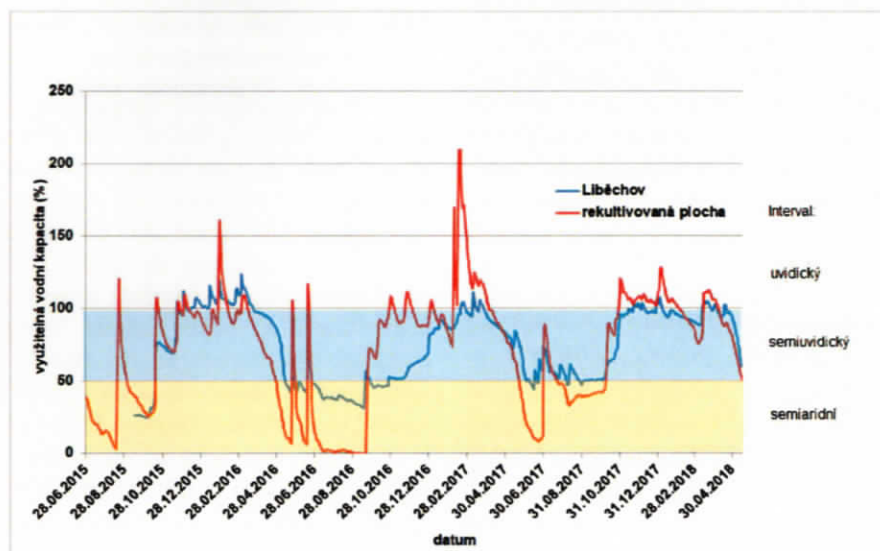
- dynamika půdní vláhy se projevuje nejméně do hloubky 1 m, z čehož lze usoudit, že náletová vegetace je schopna tuto vrstvu prokořenit a čerpat z ní vláhu i živiny,
- polní vodní kapacita dané půdy se ve shodě s potenciálem naměřeným na válečcích pohybuje kolem 20-22 objemových procent, což podle rovnic pro stanovení základních hydrolimitů [10] odpovídá hlinitopísčité půdě, a to je v dobré shodě s výše uvedenou klasifikací půdního druhu na základě zrnitostního rozboru,
- bod vadnutí podle stejných rovnic by se měl pohybovat kolem 8-9 objemových procent, což opět potvrzují stanovené hodnoty na Kopeckého válečcích; nejnižší naměřená hodnota byla v hloubce 0,40 m v roce 2016 a měla hodnotu necelých 9 obj. %. Teoretické předpoklady pro přirozené půdy jsou tak ověřeny přímými měřeními a ukazuje se, že platí i v případě některých antropogenních půd.

Pokud potřebujeme porovnat průběh vlhkostí v lokalitách s rozdílnými druhy půdy, je vhodnější je vyjádřit v procentech využitelné vodní kapacity tak, jak je znázorněno na obrázku č. 6. Porovnání vlhkostí v hloubce 0,40 m na lokalitě porostlé neudržovanou náletovou vegetací a pod travním porostem na přirozeném stanovišti ukazuje některé shodné rysy, avšak jsou zde i rozdíly. V roce 2017 byl průběh vlhkostí na obou stanovištích velmi podobný, a to jak ve vegetačním, tak i v mimovegetačním období. V roce 2016, který byl všeobecně sušší, byly rozdíly větší jak ve vegetačním období, kdy byly na odvalu zaznamenány nižší vlhkosti, tak i v mimovegetačním období, kdy byly naopak vyšší než v Liběchově. Dvě výrazná zvýšení půdních vlhkostí následovaná jejich rychlým poklesem v květnu a v červnu 2016 by mohla nasvědčovat makropórovému zasakování do rozpraskané půdy odvalu po předchozím suchém období.

Půdní vlhkosti na obou lokalitách se pohybují většinou buď v semiuvidickém intervalu, tj. mezi hydrolimitem polní vodní kapacity a bodem snížené dostupnosti, anebo v semiaridním



Obr. 5: Průběh půdních vlhkostí a srážek na rekultivované ploše v roce 2017.



Obr. 6: Porovnání průběhu vlhkostí půdy v hloubce 40 cm.

intervalu, mezi bodem snížené dostupnosti a bodem vadnutí. Semiuvidický interval se vyskytuje zejména v mimovegetačním období, v případě vydatnějších srážek i ve vegetačním období, kdy přerušuje období semiaridního intervalu. Určitě zde sehrává roli porost svou evapotranspirací.

Z hlediska hydrologické klasifikace vodního režimu takto rekultivovaných ploch lze hovořit o periodicky promyvném typu, alespoň do sledované hloubky 100 cm.

#### 4 Závěr

Cílem výzkumu bylo celkové vyhodnocení rekultivované plochy bývalého úložiště VEP z pohledu zabezpečení vhodných podmínek pro růst rostlin. Přes viditelné mísení škváry a úletového popílku je profil zrnitostně lehký s minimálním zastoupením fyzikálního jílu, k čemuž přispělo i využití písčité rekultivační zeminy. Dominující zrnitostní frakci v profilu je do hloubky 0,4 m písek, níže pak hrubý prach na úkor hrubého písku. Limitem pro selekci možné vegetace je extrémní půdní reakce, která je alkalická/slabě alkalická. Obsah organické složky odpovídá rozvoji kořenů vegetace, kdy je ve svrchních partiích půdy mimo kumulativní efekt zaznamenána nepřímo i zvýšená aktivita mikroorganismů díky obsahu snadno rozložitelné organické hmoty. Limitem pro růst by neměly být ani obsahy přijatelných živin či jejich vzájemný poměr. Limitem je však jejich využití dané nízkou hodnotou sorpční schopnosti s potenciálem k vyplavení nadbytečného množství živin/hnojiv po jejich aplikaci. Nárůst jemných pórů do hloubky, resp. hrubší složení svrchních partií optimalizuje pohyb vody v profilu, kdy je do cca 0,4 m voda dobře infiltrována (avšak hůře zadržována), v hlubších partiích je pak naopak zadržována pro potřeby vegetace. Toto vrstvení však podporuje vysušování svrchní partie půdy a pro optimalizaci vlhkostního i sorpčního stavu je vhodné využít při technické rekultivaci zemin středně těžkých, namísto použitých písčitých. Prokořenění náletové vegetace dosahuje až do maximální měřené hloubky 100 cm, za příhodných podmínek v mimovegetačním období je do této hloubky vlaha i doplňována. Zatímni neexistence utužených vrstev vytváří optimální podmínky pro zasakování vody a růst kořenů rostlin. Na základě několikaletých přímých měření na rekultivované ploše je dále možno konstatovat, že hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu zde nejsou nijak extrémní a v podstatě odpovídají jiným přírodním vyvýšeným rovinným územím. Oproti údolním polohám v okolí jsou zde menší rozdíly v extrémních teplotách a jsou zde i nižší výskyty období s vysokými vlhkostmi vzduchu na jaře a na podzim, typické pro níže položené lokality. V průměru jsou však hodnoty relativní vzdušné vlhkosti totožné.

#### Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci řešení projektu „Optimalizace využívání zemědělské půdy z pohledu podpory infiltrace a retence vody s dopady na predikci sucha a povodní v podmínkách České republiky“ QJ1520026 a projektu „Revitalizace zemědělské půdy v oblastech ČR ohrožených suchem“ TA ČR (TH02030073).

#### Literatura

- [1] IUSS WORKING GROUP WRB: *World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015*. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- [2] ČSN EN ISO 25177 Kvalita půdy – Popis půdy v terénu. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 36 s.
- [3] NĚMEČEK, J., MÜLHANSELOVÁ, M., MACKŮ, J., VOKOUN, J., VAVŘÍČEK, D., NOVÁK, P.: *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 2. upravené vydání. Česká zemědělská universita Praha, 2011. s. 94. ISBN 978-80-213-2155-7.
- [4] SMATANOVÁ, M.: *Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2017 až 2022*. Metodický pokyn č. 9/SZV/3. vydání. Brno: ÚKZUZ, 2016.
- [5] ZBÍRAL, J. a kol.: *Jednotné pracovní postupy. Analýza půd I. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno*, 2010. s. 290. ISBN 978-80-7401-031-6.
- [6] POKLADNÍKOVÁ, H., ROŽNOVSKÝ, J., STŘEDA, T.: *Evaluation of soil temperatures at agroclimatological station Pohořelice*. Soil and Water Research, vol. 3, no. 4, p. 223-230, 2008.
- [7] POKLADNÍKOVÁ, H., LITSCHMANN, T., STŘEDA, T., ROŽNOVSKÝ, J., FUKALOVÁ, P.: *Klimatické poměry Moravského krasu*. Aragonit. 2009. sv. 14, č. 2, s. 176-177. ISSN 1335-213X.
- [8] HORA, P., KOHUT, M., ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T.: *Dynamika vlhkosti písčitých půd*. Influence of anthropogenic activities of water regime of lowland territory, edited by Ivanco J., Pavelkova D., Gombos M., 17.-19.5.2011, Zemplinska Širava. VHZ UH SAV Bratislava, 2011.
- [9] BEDRNA, Z. a kol.: *Pôdne režimy*. Veda, Bratislava 1989, 1. vyd., 224 s., ISBN 80-224-0028-9.
- [10] BREŽNÝ, O.: *Vztahy mezi půdními hydrolimitmi a mechanicko-fyzikálními vlastnostmi půdy*. Vedecké práce Výzkumného ústavu závlahového hospodářství v Bratislavě, 8, s. 53-80, 1970.