

Měření retenčních čar bobtnavých půd

Measurement of retention curves of swelling soils

Veronika Matoušková¹, Branislav Kandra², Pavel Pražák¹

¹*Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5*

²*Ústav hydrológie SAV, Račianska 75, Bratislava*

matouskova.veronika@vumop.cz

Abstrakt

Příspěvek pojednává o problematice měření retenčních čar bobtnavých půd. Metodika měření retenčních čar je dána normou ISO 11274:2012 Soil quality - Determination of the water retention characteristic – Laboratory method a ze zkušeností kruhového testu laboratoří, kterého se Hydopedologická laboratoř VÚMOP (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.) zúčastnila v roce 2009. Zmiňovaná norma bobtnavé půdy řeší pouze povrchně, proto byl zahájen výzkum, který má na problematiku měření a vyhodnocení bobtnavých půd poukázat. Objem vzorků půdy je dán velikostí použitého odběrového válečku a způsobem jejich odběru. Pokud se objem vzorku po nasycení zvýší, objemová vlhkost je pro původní objem válečku o mnoho větší než pro objem po nasycení.

Klíčová slova: objemová vlhkost, objem vzorku, podtlakový aparát, přetlakový aparát.

Abstract

This paper deals with the issue of retention measurement lines swelling soils. Methodology for measuring retention line is given in ISO 11274:2012 Soil quality - Determination of the water retention characteristic - Laboratory method and the experience of a ring test laboratories, which Hydopedological laboratory VÚMOP (Research Institute for Soil and Water Conservation) has participated in 2009. Advertised standard soil swelling addresses only superficially, so it was initiated research to the problems of measurement and evaluation of swelling soils point. Samples of soil is determined by the size of the sampler used roller and the way our Newsletter. If the sample volume increases after saturation, bulk moisture content of the original volume of a cylinder of a much larger volume than after saturation.

Key words: volumetric moisture content, the sample volume, vacuum apparatus, positive pressure apparatus.

Úvod

Retenční křivka půdy je jednou z nejdůležitější hydraulickou charakteristikou půdy. Popisuje závislost mezi sací tlakovou výškou h (resp. vlhkostním potenciálem Π_w) a objemovou vlhkostí θ . Popisuje schopnost půdy zadržovat vodu při různé vlhkosti.

Jedná se o nelineární závislost, která se zpravidla zobrazuje v logaritmickém měřítku na ose potenciálu, proto se také označuje jako pF čára, kde $pF = \log_{10}(|h[\text{cm}]|)$. Průběh retenční čáry je úzce spjat se zrnitostním a mineralogickým složením, obsahem humusu a výměnných kationtů, s půdní strukturou a objemovou hmotností.

Změřením rovnovážných stavů získáme sadu hodnot objemové vlhkosti vzorku. Proložení měřených bodů funkcí s nejmenší možnou odchylkou (metoda nejmenších čtverců) získáme funkční závislost, která se nazývá retenční křivkou.

Funkce je vhodná pro matematické modelování pohybu vody v půdě, lze určit libovolný bod kapilárního tlaku a odpovídající vlhkosti, dále ukazuje rozdělení pórů v zemině (čím strmější, tím více pórů dané velikosti) a velmi se používá v závlahovém hospodářství.

Materiál a metody

V první polovině roku 2012 byly odebrány neporušené půdní vzorky do Kopeckého válečku o objemu 100 cm^3 z lokality Březno a Údlice v okolí Chomutova ze dvou hloubek. Výběr lokalit byl zaměřen na bobtnavost/smrštitivost půdy, tzn. na vysoký obsah jílovitých částic v nich. Následné zpracování a měření vzorků probíhá v Hydropedologické laboratoři Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy podle normy ISO 11274:2012 Soil quality - Determination of the water retention characteristic – Laboratory method method a ze zkušeností kruhového testu laboratoří, kterého se Hydropedologická laboratoř zúčastnila v roce 2009 (Cools 2010).

Po odběru se vzorky zváží a zespodu se opatří filtračním papírem. Poté se nechají kapilárně sytit do doby, než na jejich povrch vznikne lesklý film, tj. až 7 dní u těžkých jílovitých půd.

Po kapilárním sytění se vzorky opět zváží, pomocí posuvného měřítka se změří jejich objemové změny a dají se sytit do úplného nasycení. Po úplném nasycení se vzorky opět zváží a změří se jejich objemové změny. Následně se vzorky umístí do pískového boxu, ve kterém se vyvolá podtlak -10 cm, -50 cm a -100 cm. Tím jsou změřeny první tři body retenční křivky. Poté vzorky přendáme do kaolinového boxu, ve kterém vyvoláváme podtlak -0,33 bar. Následuje přetlakový aparát, kterým měříme při přetlaku 1 bar, 2.5 bar, 10 bar a 15 bar. Na konec vzorky vysušíme v sušárně na 105°C . Po každém takto získaném bodě retenční čáry se

pomocí posuvného měřítka změní objemové změny vzorku. Tato odtoková metoda je velice přesná, ale časově náročná. Jeden bod křivky trvá změřit až jeden měsíc, tzn., že změření osmi bodů nám zabere osm a více měsíců.

Výsledky

Jak měření bobtnavých půd s vysokým obsahem jílovitých částic ukázalo, objemové změny se nejvíce projeví u sycení vzorku a poté k jejich dalším změnám dochází až u větších tlaků, přibližně od měřeného tlaku 0,33 bar. Také samotné měření jednotlivých bodů se prodlužuje, trvá déle než u lehčích půd řádově až o 14 dní.

Na Obr. 1 a Obr. 2 jsou vykreslené retenční křivky z obou lokalit spočtené pro objem 100 cm³ (velikost Kopeckého válečku) a pro objemy, které byly změřeny po každém změřeném bodu retenční křivky.

V Tab. 1 jsou spočtené rozdíly objemové hmotnosti spočtené pro objem 100 cm³ (Kopeckého váleček) a objemové vlhkosti vypočtené podle objemu, který byl změřen po každém změřeném bodu retenční křivky. Žlutě je označen maximální rozdíl pro každá vzorek. Dále je v Tab. 1 statistické vyhodnocení těchto rozdílů (minimální hodnota, maximální hodnota, aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián a variační koeficient).

Jak je z Tab. 1 patrné, tak k největšímu rozdílu v objemové vlhkosti u většiny vzorků dochází při tlaku 4,19 pF = 15 bar = 15000 cm. Jen u dvou vzorků je tento rozdíl největší při nulovém tlaku, čili při nasycení.

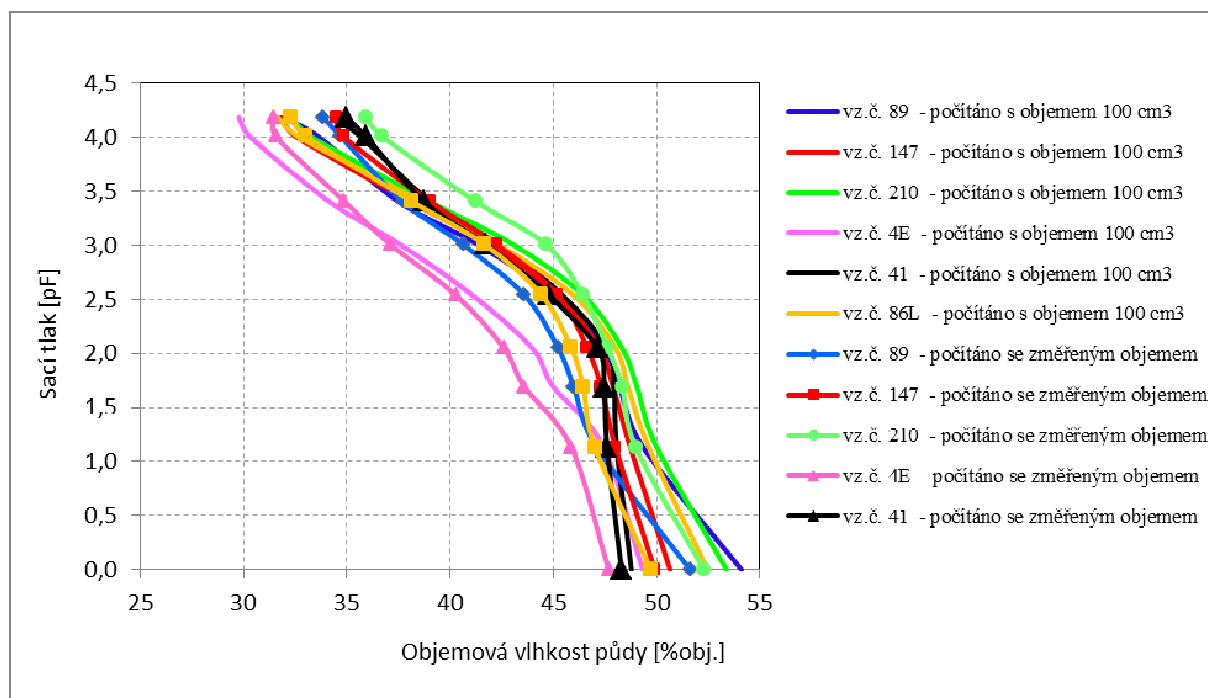
Na Obr. 3 jsou vyobrazeny objemy vzorků spočtené dle rozměrů nabobtnání/smrštění vzorku po každém měřeném tlaku. Z grafu (Obr. 3) je vidět, že objem po nasycení vzorku se zvýšil – vzorek nabobtnal, poté až k měřenému tlaku 2,5 pF = 0,33 bar = 330 cm je stejný a od tohoto tlaku se vzorek začíná smršťovat a velikost objemu klesat.

Na Obr. 4 jsou vyobrazeny objemové hmotnosti ρ_d [g.cm³] vypočtené z objemů nabobtnání/smrštění vzorku po každém měřeném tlaku.

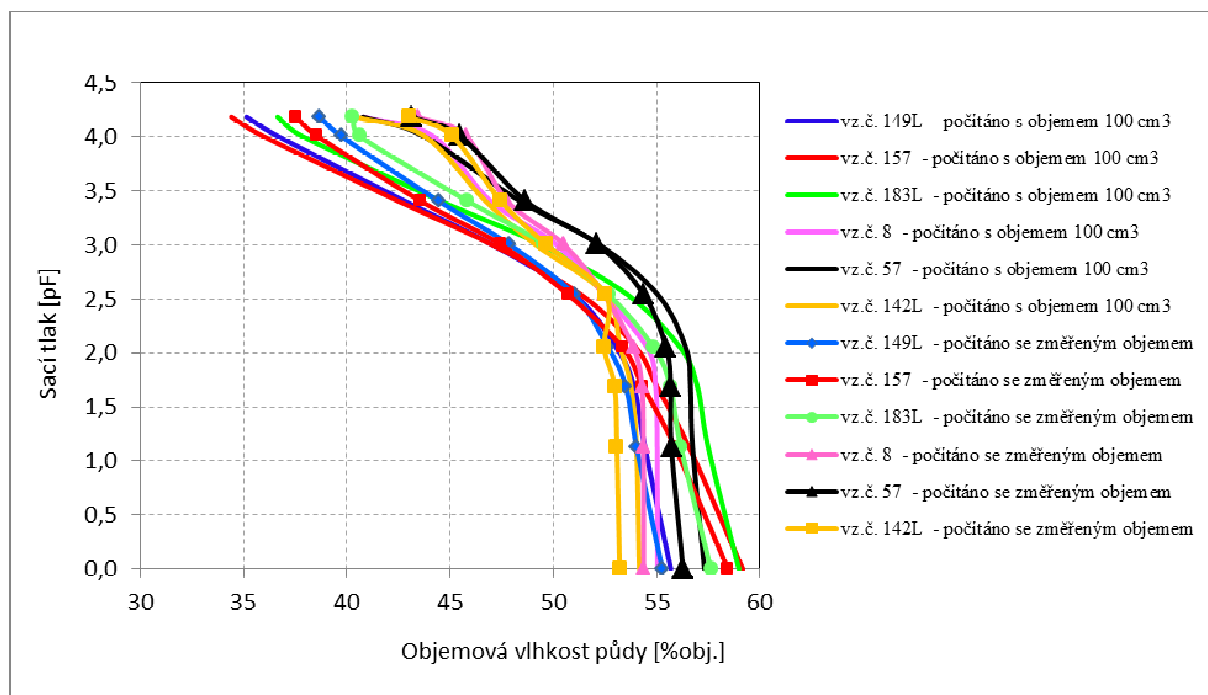
$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad [\text{g.cm}^3]$$

kde m_s [g] je hmotnost vysušené zeminy vzorku a V [cm³] je objem vzorku.

Z grafu je patrné, že objemová hmotnost pro původní vzorek je pro odebraný vzorek do Kopeckého válečku o objemu 100 cm³ je vyšší než objemová hmotnost pro počáteční tlaky retenční křivky. Až při tlaku 3,01 pF = 1 bar = 1000 cm se opět začíná zvětšovat a je vyšší než počáteční objemová hmotnost.



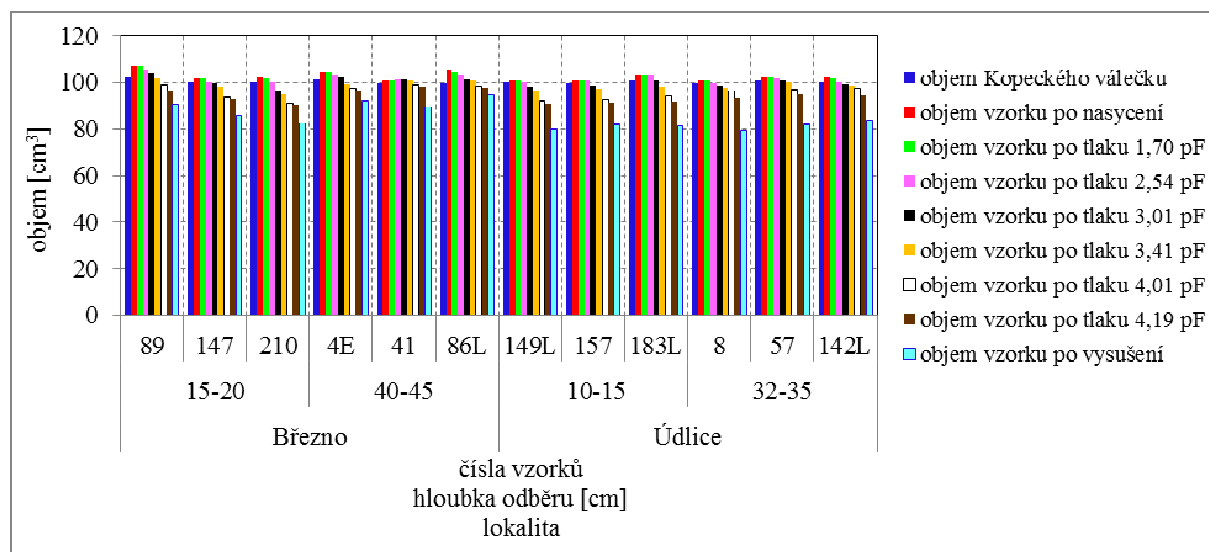
Obr. 1 Retenční křivky z lokality Březno vypočtené s původním objemem a objemem změřeným podle bobtnání/smrštění vzorku



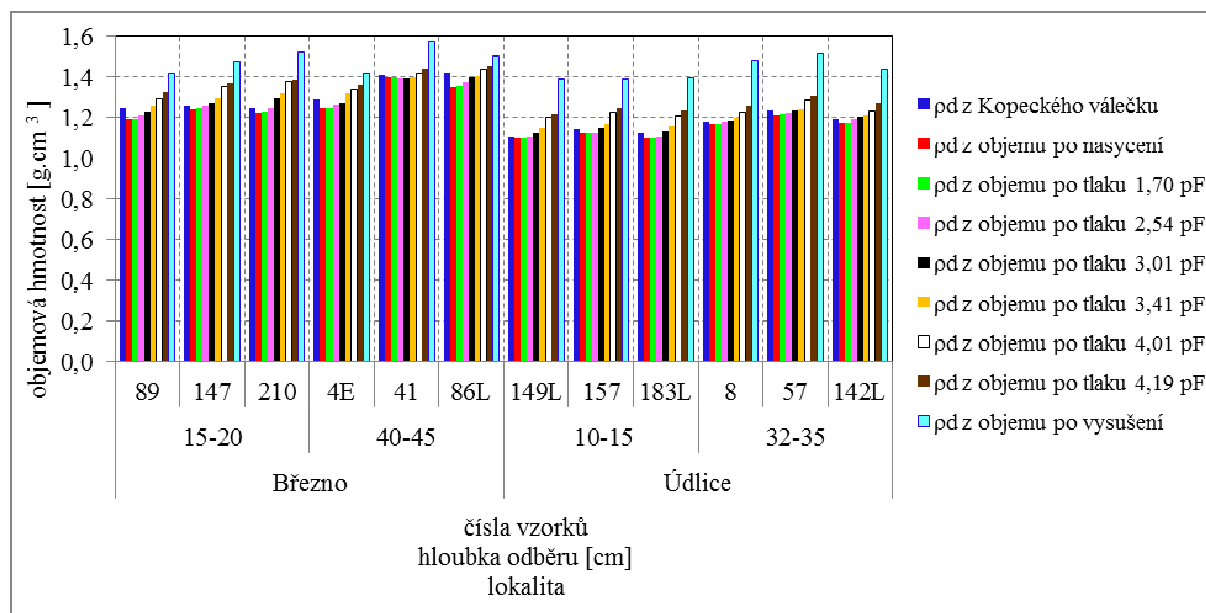
Obr. 2 Retenční křivky z lokality Údlice vypočtené s původním objemem a objemem změřeným podle bobtnání/smrštění vzorku

Tab. 1 Statistické vyhodnocení objemové vlhkosti spočtené dle původního objemu a objemu podle bobtnání/smrštění

číslo vzorku- lokalita/tlak [pF]	$\Delta\theta = \theta_{100} - \theta_{\text{dle obj.změny}} [\% \text{obj.}]$									max	min	průměr	smodch	median	variální koef.
	0,00	1,13	1,70	2,05	2,54	3,01	3,41	4,01	4,19						
89-Březno	2,48	2,27	2,21	2,18	1,40	0,71	0,20	1,09	1,93	2,48	0,20	1,61	0,75	1,93	0,47
147-Březno	0,74	0,71	0,59	0,58	0,00	0,30	0,95	2,30	2,67	2,67	0,00	0,98	0,85	0,71	0,86
210-Březno	1,09	1,02	0,71	0,70	0,00	1,59	2,23	3,46	3,59	3,59	0,00	1,60	1,18	1,09	0,74
4E-Březno	1,64	1,58	1,40	1,37	0,80	0,47	0,74	1,26	1,70	1,70	0,47	1,22	0,42	1,37	0,34
41-Březno	0,48	0,47	0,47	0,47	0,66	0,62	0,29	0,26	0,67	0,67	0,26	0,49	0,14	0,47	0,29
86L-Březno	2,75	2,61	2,17	2,15	1,53	0,67	0,43	0,39	0,65	2,75	0,39	1,48	0,91	1,53	0,61
149L-Údlice	0,41	0,40	0,40	0,39	0,00	0,85	1,64	3,08	3,53	3,53	0,00	1,19	1,21	0,41	1,02
157-Údlice	0,72	0,68	0,66	0,65	0,62	0,45	1,09	2,63	3,12	3,12	0,45	1,18	0,93	0,68	0,79
183L-Údlice	1,35	1,32	1,31	1,29	0,91	0,21	1,29	2,80	3,65	3,65	0,21	1,57	0,97	1,31	0,62
8-Údlice	0,67	0,67	0,67	0,66	0,00	0,36	0,81	1,59	2,63	2,63	0,00	0,90	0,73	0,67	0,82
57-Údlice	1,03	1,02	0,96	0,95	0,67	0,08	0,28	1,77	2,39	2,39	0,08	1,02	0,67	0,96	0,66
142L-Údlice	0,95	0,95	0,79	0,78	0,00	0,53	0,74	1,35	2,60	2,60	0,00	0,96	0,67	0,79	0,70
										3,65	0,00	1,18	0,29	0,87	0,24



Obr. 3 Porovnání objemů změřených podle bobtnání/smrštění vzorku



Obr. 4 Porovnání objemové hmotnosti vypočtené podle bobtnání/smrštění vzorku

Závěr

Hlavním záměrem tohoto příspěvku je poukázat při měření hydrofyzikálních a hydraulických charakteristik půdy na důležitost měření rozměrů vzorků půdy při jejich bobtnavosti, resp. smrštivosti. Příspěvek popisuje měření retenčních křivek půd pomocí mezinárodní normy ISO 11274:2012 Soil quality - Determination of the water retention characteristic – Laboratory method a vliv změny objemu vzorku na objemovou vlhkost, objem vzorku a na objemovou hmotnost.

Z výsledků je patrné, že objemová vlhkost se může změnit až o 4 %obj. při tlaku 15 bar. Po nasycení vzorek zvětší svůj objem až o 5 cm³ a dále klesá až 20 cm³ při vysušení vzorku.

Pokud se objem vzorku po nasycení zvýší, objemová vlhkost je pro původní objem válečku o mnoho větší než pro objem po nasycení. Toto zjištění je třeba zohlednit zejména při porovnávání stejných lokalit v průběhu let, kdy musí být splněna podmínka, že vlhkost půdy při odběrech by měla být velmi podobná.

Literatura

ISO 11274:2012 Soil quality - Determination of the water retention characteristic – Laboratory method

COOLS, N., DE VOS, B., 2010: 1st FSCC soil physical ringtest 2009. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Brussel, 47 s.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci řešení etapy VE02 projektu P02 Výzkumného záměru VÚMOP, v.v.i., evid.č. MZE0002704902 Integrované systémy ochrany a využití půdy, vody a krajiny v zemědělství a rozvoji venkova, který je podporován Ministerstvem zemědělství ČR a v rámci projektu Mobility 7AMB12SK195 Specifika retenčních čar těžkých půd a jejich dopad na analýzu vodního režimu, který je podporován Ministerstvem školství ČR.

Kontakt:

Ing. Veronika Matoušková

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i.

Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5

Tel: +420 256 027 284

E-mail: matouskova.veronika@vumop.cz