

# SOIL TEMPERATURE MEASUREMENTS BY SIMPLIFIED TDR METHOD

## Měření dynamiky půdní vlhkosti TDR zjednodušenou metodou

Jan PIVEC  
KOPRA AF ČZU

### Souhrn, klíčová slova

Čidla objemové půdní vlhkosti (VWC,  $\Phi$ ) firmy Campbell-Scientific CS 615 (resp. 616), založena na principu TDR metody, lze použít jako snazší (cenově dostupnější) metodu měření půdní vlhkosti. Výrobce uváděná přesnost činí  $\pm 2,5\%$  VWC při celkové elektrické vodivosti  $\leq 0,5$  dS/m (deci Siemens) a hustotě  $\leq 1,55$  g/cm<sup>3</sup> v rozsahu měřené objemové vlhkosti 0 – 50%  $\Phi$  při vzájemné variabilitě čidel  $\pm 0,5\%$   $\Phi$ .

objemová vlhkost půdy, TDR

### Summary, keywords

Campbell-Scientific CS615(616 resp.) sensor, based on TDR methodology, can be used as a simplified (more economical - cheaper) method for soil moisture determination. Accuracy  $\pm 2,5\%$  volumetric water content (VWC,  $\Phi$ ) with bulk electrical conductivity (EC)  $\leq 0,5$  dS/m (deci Siemens) and bulk density  $\leq 1,55$  g/cm<sup>3</sup> in VWC measurement range 0 – 50%, probe-to-probe variability  $\pm 0,5\%$   $\Phi$  is indicated.

olumetric water content, TDR

### Introduction - Úvod

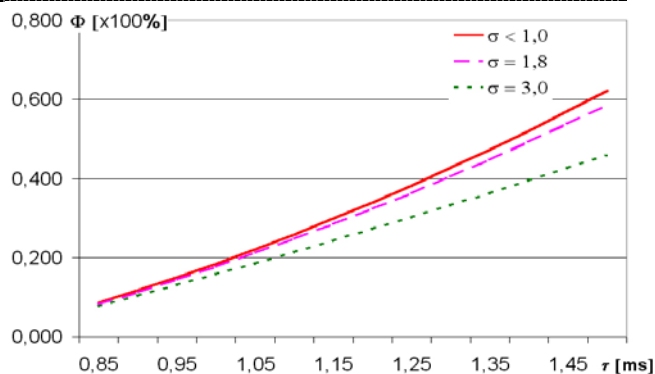
Stanovování vlhkosti půdy je dnes celkem zvládnutou, byť poněkud nákladnou disciplínou. V případě potřeby rozsáhlejších kontinuálních měření, kupř. v polních pokusech měření vlhkosti půdy v závislosti na zpracování půdy a půdním pokryvu, je však nutno náklady optimalizovat a použít finančně dostupnější alternativy. Tady nabízí zjednodušená TDR metoda, použitá kupř. firmou Campbell Scientific (USA) v čidlech CS615 (CS616), řešení. Metoda, stanovující objemovou vlhkost půdy, je popsána jako reflektometrická, zachycující časovou změnu odezvy vysokofrekvenčních pulsů čidla v závislosti na permitivitě dielektrika, tvořeného půdou a ovlivněné zejména obsahem vody v půdě. Megahertzové vlnění je utlumené a poté zaznamenáno v podobě časových pulsů odezvy čidla v závislosti na vlhkosti půdy. Přesnost udávaná výrobcem činí  $\pm 2,5\%$   $\Phi$  při elektrické vodivosti půdy  $\leq 0,5$  dS/m (0,4 dS/m odpovídá elektrické vodivosti roztoku 2,0 dS/m) a hustotě půdy  $\leq 1,55$  g/cm<sup>3</sup> v rozsahu VWC 0 – 50%. Přesnost vzájemná mezi čidly je udávána  $\pm 0,5\%$   $\Phi$ .

### Methods - Metody

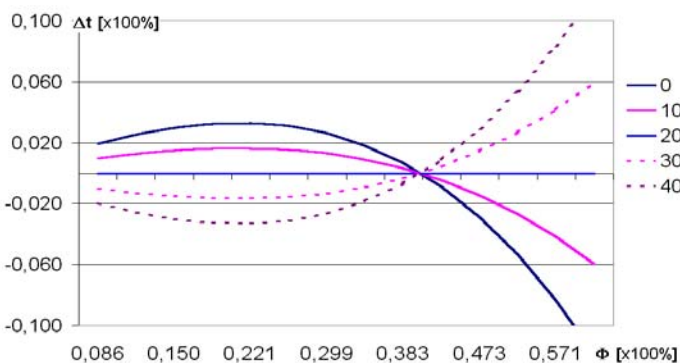
Odezva čidla má trojí závislost: na elektrické vodivosti (obr.1), na vlhkosti, vyjádřené pomocí teplotního koeficientu - změně objemové vlhkosti půdy na 1°C,  $t_{coef} = -3,46 \cdot 10^{-4} + 0,019 \cdot \Phi - 0,045 \cdot \Phi^2$  - a na teplotě půdy,  $\Delta t = (t-20) \cdot t_{coef}$  (obr.2) (manuál CS615). Dielektrické vlastnosti půdy nutno stanovit předem (Persson, 2002).

### Results - discussion - Výsledky - diskuse

Tedy, čím vyšší elektrická vodivost půd (resp. půdní vody), tím nižší hodnota vlhkosti při dané časové odezvě – hodnotě výstupu čidla. Hodnota teplotního koeficientu činí max. 0,2% objemové vlhkosti na 1°C do cca 40% objemové vlhkosti půdy, nad 40% objemové vlhkosti nabývá hodnot několikrát vyšších. Celková chyba měření objemové vlhkosti půdy danou metodou potom závisí na celkové teplotě půdy. Čím je teplota blíže 20°C, tím (opět do cca 40% objemové vlhkosti) tato chyba nabývá menších hodnot (v rozsahu teplot 0 – 40°C činí max.  $\pm 4\%$  objemové vlhkosti). Pro upřesnění měření je tedy nutno paralelní měření teploty půdy a alespoň ambulantní měření elektrické vodivosti půdy, lépe půdní vody, na niž jsou přístroje CS615 kalibrovány.



Obr.1 Závislost objemové vlhkosti půdy ( $\Phi$ ) na elektrické vodivosti roztoku ( $\sigma$ , dS m<sup>-1</sup>), vyjádřené časovou odezvou čidla ( $\tau$ ). VWC ( $\Phi$ ) dependency on the EC of solution ( $\sigma$ , dS m<sup>-1</sup>), expressed by output period ( $\tau$ ).



Obr.2 Závislost chyby měření objemové vlhkosti půdy ( $\Delta t$ ) na teplotě půdy (0, 10, 20, 30, 40°C) a objemové vlhkosti půdy ( $\Phi$ ). Error of VWC assessment dependency ( $\Delta t$ ) on the soil temperature (0, 10, 20, 30, 40°C) and VWC ( $\Phi$ ).

### References - Použitá literatura

manuál CS615, 20 s., 2001.

Persson, M.: Evaluating the linear dielectric constant-electrical conductivity model using time-domain reflectometry. s.269 -277, 2002.

Řešeno v rámci grantu NAZV č. QC 1254/2001/02