

# Srovnání měřené a modelové vlhkosti půdy na písčitých půdách

## Measured and calculated soil moisture comparison on sandy soils

*Petr Hora, Mojmír Kohut*

*Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno*

### **Abstract**

Soil moisture can be measured by many instruments or can be calculated by many models. This article compares results of soil moisture measurement by instruments VIRRIB and calculation by model AVISO. Data from Hodonín-Pánov during the period 2009 and 2011 were compared. Respecting some incompatibilities between two compared methods, very good results were obtained in wet year 2010. The worst results were obtained in dry periods of year 2011. In these periods the calculated data were lower than data of measured soil moisture.

### **Key words:**

soil moisture, light sandy soil, VIRRIB, AVISO

### **Úvod**

Vlhkost půdy lze měřit různou přístrojovou technikou (WMO, 2001), nebo počítat nejrůznějšími modely (Meng, Quiring, 2008). Zatímco měřená vlhkost půdy je zaznamenávána většinou přímo v objemových %, přímým výstupem výpočetních modelů jsou často jiné charakteristiky, specifikující obsah vody v půdním profilu. Významnou informací o vlhkosti půdy je např. zásoba využitelné vodní kapacity. Obsah půdní vláhy může být modelován pouze pro rozsah využitelné vodní kapacity dané půdy a absolutní hodnoty základních hydrolimitů (bod vadnutí a polní neboli retenční vodní kapacita) nejsou pro tyto výpočty tak důležité. Základní hydrolimity je však nutné znát pro případ výpočtu půdní vlhkosti v objemových %. Jelikož rozdíl polní kapacity a bodu vadnutí v půdě určuje využitelnou vodní kapacitu dané půdy (Kutílek, 1966), je dobrá znalost výše zmíněných základních hydrolimitů nakonec samozřejmostí.

Náš příspěvek se zabývá vlhkostí půdy na písčitých půdách. Tyto lehké půdy vynikají nízkými hodnotami využitelné vodní kapacity. Zvýšené letní úhrny evapotranspirace v suchém počasí vedou velmi rychle k úplnému vysušení půdy (z pohledu potřeby rostlin), naopak vydatné srážky písčitá půda není schopna zadržet a tyto zůstávají bez užitku.

### **Materiál a metody**

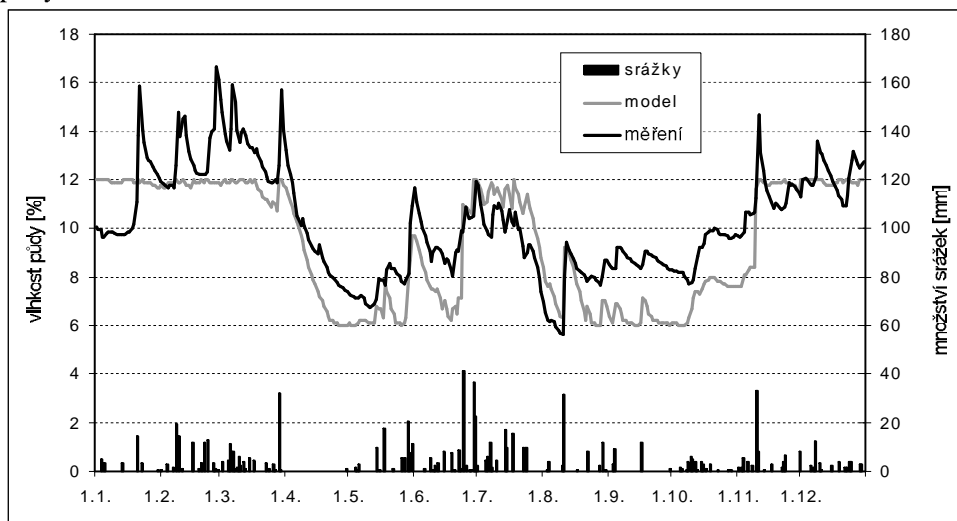
Předkládaný příspěvek srovnává vybrané výstupy modelu AVISO (Vitoslavský, Kohut, 1999) s měřeními přístroji VIRRIB firmy AMET Velké Bílovice (Litschmann, 1991). Hlavním datovým materiálem pro srovnání je rozsáhlé bioklimatologické měření v oblasti Hodonín-Pánov na jihu Moravy z let 2009 až 2011. Zájmový prostor byl osázen jetelotravní směsí pro krajinný trávník a ošetřován občasným mulčováním, část území byla rovněž řídko osazena dřevinami. Měřicí čidla VIRRIB byla instalována ve třech hloubkách (15, 30 a 45 cm) a průměr těchto měření můžeme považovat za dostačující informaci o vlhkosti půdy v profilu 0–60 cm. Datová řada použitá v tomto příspěvku byla získána jako průměr z měření na třech stanovištích. Vstupem do modelu AVISO byly průměrné denní hodnoty teploty vzduchu, tlaku vodní páry a rychlosti větru a denní úhrny trvání slunečního svitu a množství srážek. Jistou nekompatibilitou systému je, že model AVISO je schopen modelovat vláhové podmínky v půdě jen pro prostor celé kořenové zóny, který u travního porostu je 0–100 cm.

Velkým problémem se ukázalo přesné určení základních hydrolimitů. V rámci opakovaného pedologického průzkumu (Jandák, 2011) byla hodnota retenční vodní kapacity půdy naměřena v širokém rozmezí, přičemž byl pozorovatelný klesající trend. Pro námi vyhodnocovanou lokalitu byly zmíněné hodnoty v rozmezí 15 až 28 %. Tyto hodnoty určené přímo v terénu byly většinou významně vyšší než nejvyšší skutečně naměřené vlhkosti půdy. Proto jsme nakonec přistoupili k určení hydrolimitů ze samostatného měření, které kromě přístrojů VIRRIB bylo

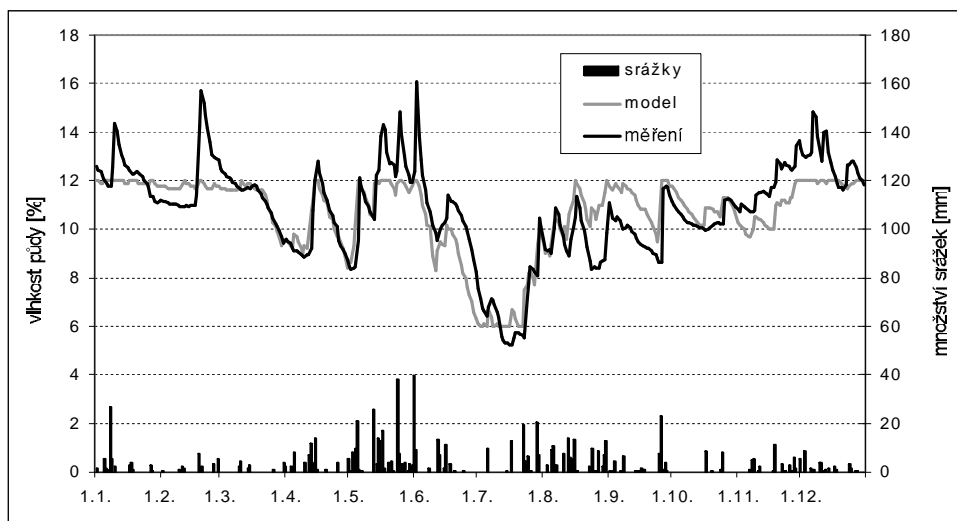
periodicky zjišťováno taktéž gravimetrickou metodou. Pro celé sledované období byl takto pro zájmovou lokalitu odvozen bod vadnutí 6 %, retenční vodní kapacita 12 % a využitelná vodní kapacita 6 %.

### Výsledky a diskuze

Srovnání modelových a naměřených vlhkostí půdy pro jednotlivé roky 2009, 2010 a 2011 jsou k dispozici na obr. 1, 2 a 3. Do grafů jsou rovněž zaneseny denní srážkové úhrny, a to v měřítku kompatibilním pro modelovanou vlhkost půdy, např. 10 mm srážek způsobí vzrůst vlhkosti půdy o 10 %.



Obr. 1: Vlhkost půdy pod travním porostem a úhrny srážek v roce 2009



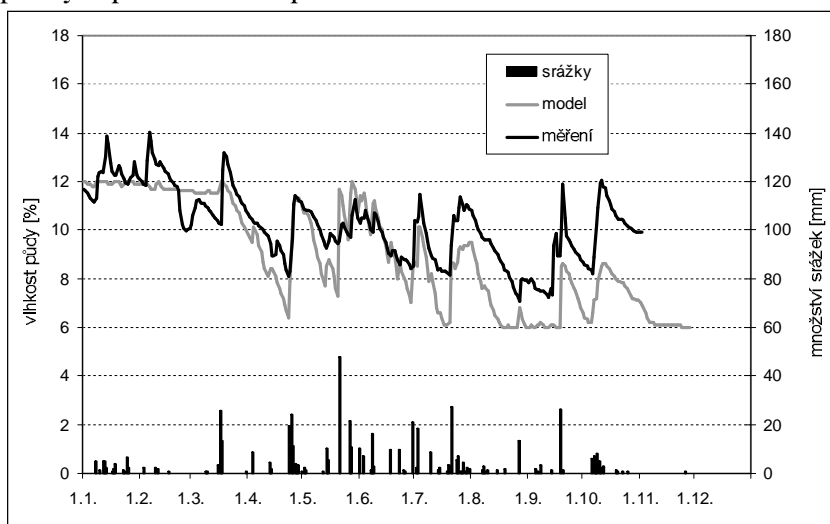
Obr. 2: Vlhkost půdy pod travním porostem a úhrny srážek v roce 2010

Jak bylo uvedeno výše, systém AVISO modeluje hodnoty vlhkosti půdy pouze v rozmezí její využitelné vodní kapacity. Vlhkost půdy však v přírodních podmínkách může krátkodobě tento vymezený interval přesáhnout. Děje se tak především v době vysokých srážkových úhrnů, kdy vlhkost půdy je vyšší než retenční vodní kapacita. Tato voda pak v průběhu několika málo dnů prosákne celým půdním profilem a vlhkost půdy opět klesne pod hranici retenční vodní kapacity. V případě dlouhého období sucha naopak mohou nastávat případy, kdy vlhkost půdy klesá krátkodobě i pod bod vadnutí.

Při vzájemném srovnání modelových (model AVISO) a naměřených (přístroje VIRRIB) vlhkostí půdy musíme mít na zřeteli další drobné odchylky. Modelový výpočet uvažuje vegetační povrch pevně daných podmínek (konkrétně travní porost), zatímco struktura skutečného porostu na zájmové lokalitě byla složitější. Maximální výška travního porostu, pro který se zásoba využitelné vody v půdě v denním intervalu vyhodnocuje, je 15 cm, avšak výška skutečného travního porostu se během roku díky přirozenému růstu a mulčování i několikrát ročně výrazně měnila. Rovněž vlastnosti půdy v modelu AVISO zůstávají neměnné, stejně tak schopnost udržet půdní vláhu zůstává po celý rok stejná. Výše uvedené zjednodušující podmínky jsou nezbytně nutné k realizaci výpočtů, v opačném případě by daná problematika byla v přírodním prostředí jen velmi těžko řešitelná.

Dalším problémem při srovnání měření s modelovými výpočty je skutečnost, že měření vlhkosti půdy není realizováno v celém profilu, ze kterého je vegetace schopna jímat vodu. Pomocí průměru z měření vlhkosti v půdě v hloubkách 15, 30 a 45 cm můžeme usuzovat na množství využitelné vody v půdním profilu zhruba 0-60 cm, zatímco modelový výpočet poskytuje informace o půdní vlhkosti v jediné průměrné hodnotě pro půdní profil 0-100 cm ve vegetačním období. Při instalaci přístrojů VIRRIB se bohužel nevažovalo s plným srovnáním měřených údajů s modelovými výstupy. Přitom lze konstatovat, že v případě srážek do suché půdy se primárně zvlhčí pouze svrchní vrstvy půdního profilu, zatímco spodní části mohou i nadále zůstávat suché.

Dalším výrazným činitelem, který se promítá do srovnání měření a modelového výpočtu vlhkosti půdy, je otázka správnosti vstupních meteorologických dat. Z důvodů zabezpečení měřicí techniky byla většina meteorologických měření instalována v prostoru, který je od plochy experimentálních pozemků vzdálen cca 1 km.



Obr. 3: Vlhkost půdy pod travním porostem a úhrny srážek v roce 2011

U srážek jsme použili průměrné úhrny ze stanic vzdálených cca 1 až 2 km. Zvláště heterogenita srážek je taková, že vlastní podmínky na samotné ploše experimentálních pozemků se mohou od našich vstupních dat lišit, což platí zejména pro období letního půlroku.

Nejvyšší shodu mezi měřeními a modelovými výstupy zjišťování půdní vlhkosti přináší rok 2010. V tomto výrazně vlhkém roce jsou naměřené a vypočtené vlhkosti půdy velmi podobné. Méně příznivá situace nastává za předpokladu delších období sucha, jak je tomu v dubnu, září a říjnu roku 2009 a ve druhé polovině roku 2011. Model AVISO ukazuje nižší vlhkosti půdy (nižší zásoby využitelné vody v půdě), jinými slovy výraznější půdní sucho. Přístrojová měření takto vykazují vyšší hodnoty půdních vlhkostí, což indikuje skutečnost, že model AVISO v suchých obdobích nadhodnocuje evapotranspiraci. Problémem v těchto případech může být obzvláště skutečnost, že zatímco model AVISO udržuje obecně kvalitu travního porostu stále na stejné kvalitativní úrovni, reálné travní porosty podléhají suchu a tím ztrácejí na své kvalitě.

V následných obdobích (vyšší srážkové úhrny, z toho vyplývající vyšší zásoba využitelné vody v půdě) pak reálný poškozený travní porost nedosahuje tak vysokých hodnot evapotranspirace a vlhkost půdy je tedy vyšší než v případě modelových výpočtů. Model AVISO vychází z britského modelu MORECS (Hough, Palmer, Weir, Lee, Barrie 1997), který je obecně vhodný pro vlhčí (oceánické) podnebí a případné aspekty vývcje porostů v sušším klimatu (klima na území naší republiky) jsou s velkou pravděpodobností částečně podceněny. K této skutečnosti však může přistupovat i přesnost měření přístroji VIRRIB.

Srovnání naměřených a vypočtených hodnot půdní vlhkosti přináší poznání, že v některých případech měřená vlhkost půdy nereagovala na srážkové úhrny takovým způsobem, jak bychom očekávali. Tyto případy mohou navozovat otázku kvality měřených vlhkostí půdy, případně kvality měřených srážkových úhrnů.

Předkládaný článek přináší potvrzení teoretických znalostí o špatných schopnostech písčitých půd hospodařit s vodou. V teplém a suchém období stačí i doba jednoho měsíce na to, aby se z půdy plně nasycené vodou (vlhkost půdy na úrovni polní vodní kapacita, resp. velmi blízko tomuto hydrolimitu) stala půda z pohledu přístupnosti vody rostlinám zcela suchá. V extrémních případech jsou hodnoty potenciálního výparu za jediný den vyšší než 5 mm. Při využitelné vodní kapacitě 60 mm pak stačí i týden na to, aby se voda v půdě stala pro rostliny hůře přístupnou. Naopak vydatné srážkové úhrny přesahující 60 mm si lehká písčité půda není schopna delší dobu udržet jako svoji zásobu pro případná budoucí období sucha.

### **Závěr**

Vzájemné srovnání naměřených a modelových vlhkostí půdy v lokalitě lehkých (písčitých) půd v Hodoníně-Pánově v letech 2009 až 2011 ukázalo, že obě metody poskytují velmi srovnatelné výsledky v období vlhčího počasí. V případě suššího počasí jsou modelové hodnoty vlhkostí půdy často nižší než hodnoty naměřené. Obě metody však ukazují, že písčité půdy jsou velmi náchylné k výskytům půdního sucha. Největší výkyvy můžeme detekovat v souvislosti s většími srážkovými úhrny a následným bezsrážkovým a teplým počasím.

### **Dedikace**

Předkládaný příspěvek vznikl při řešení projektu Národní agentury pro zemědělský výzkum QI111C080 s názvem „Zpřesnění dostupné zásoby vody v půdním profilu na základě modelu kořenového systému plodin pro efektivní hospodaření s vodou a dusíkem“.

### **Literatura**

HOUGH, M., PALMER, S., WEIR, A., LEE M., BARRIE, I. The Meteorological Office Rainfall and Evaporation Calculation System: MORECS version 2.0. Meteorological Office Bracknell, Meteorological Office Wolverhampton, Bracknell, 82 p., 1997

KUTÍLEK, M. Vodohospodářská pedologie. SNTL Praha, 1966. 275 s.

LITSCHMANN, T. VIRRIB: A soil moisture sensor and its application in agriculture. In: Soil sci. Plant anal., 22 (5&6), p. 409–418, 1991

MENG, L., QUIRING, S.M. 2008. A Comparison of Soil Moisture Models Using Soil Climate Analysis Network (SCAN) Observations. Journal of Hydrometeorology, 9: p. 641–659, 2008.

VITOSLAVSKÝ, J., KOHUT, M. Agrometeorologická výpočetní a informační soustava – možnosti jejího využití. Meteorologické zprávy, r. 52, č. 4, s. 119–125, 1999

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Lecture Notes for Training Agricultural Meteorological Personnel (J. Wieringa and J. Lomas). Sekond edition, WMO-No. 551, Ženeva, 2001.

### **Kontakt:**

Mgr. Petr Hora

ČHMÚ – pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno, ČR

Telefon: 541 421 029, E-mail: petr.hora@chmi.cz