

TEPLOTNÍ A VLHKOSTNÍ REŽIM PÍŠČITÝCH PŮD NA HODONÍNSKU V OBDOBÍ 2009- 2014

Tomáš Litschmann¹, Jaroslav Rožnovský², Mojmír Kohut²

¹AMET, Velké Bílovice, Česká republika; e-mail: amet@email.cz

²Český hydrometeorologický ústav, Kroftova 43, 616 67 Brno, Česká republika
e-mail: roznovsky@chmi.cz

Abstract

TEMPERATURE AND MOISTURE REGIME ON HODONÍN COUNTY SANDY SOILS DURING PERIOD 2009 – 2014. The article evaluates measurements of soil temperature and moisture of sandy soils in the county of Hodonín-Pánov between 2009 and 2014 at a depth of 45 cm. In the testing area there is an arenic regosol on eolian sand with a very low soil organic matter content and low quality of humus. The value of exchangeable soil reaction is very acidic. Measurements were performed using the measuring set Meteo-UNI (AMET Velké Bílovice) with five soil thermometers DS18B20 (Dallas Semiconductor) at depths of 5, 10, 15, 30 and 45 cm using sensors and three VIRRIB sensors (AMET Velké Bílovice), which measure soil moisture at depths of 15, 30 and 45 cm. It has been proved that there is a fast heat transfer to and from the soil and soil temperatures in the monitored depths are therefore relatively stable, the maximum differences in the average monthly values being approximately 2 °C, but usually less. Sandy soils are relatively well water permeable, so the soil moisture in the monitored profile is quite dynamic. The highest variability is in the top layer and with increasing depth this variability decreases. Light rain does not penetrate to the 45 cm depth, so the soil moisture value and variability here is smaller than in shallower layers. Periods with significantly smaller soil moisture are also quite frequent during the vegetation period, which causes stress for the plants.

Key words: sandy soil, soil moisture, soil temperature, Hodonín county

Úvod

Půdní klima je velmi důležité pro život rostlin, přesto o něm nemáme dostatek údajů. Dokladem je mimo jiné také skutečnost, že bonita půdy není určována podle hodnot půdního klimatu (Vopravil et al. 2011). Určitě je to dáno i tím, že o hodnotách půdních teplot a vlhkostí rozhoduje jejich složení (Kutílek, 1966), a tím je dáno, že nelze poznatky z dílčích měření generalizovat. Půdní vlhkost, tedy i potřebnou vodu pro rostliny v půdě můžeme vyjádřit v objemových procentech, případně ve výšce vodního sloupce v půdním profilu o hloubce 1 metru. Dostupnost vody pro rostliny je omezena půdním hydrolimitem bod vadnutí. Opačným důležitým půdním hydrolimitem je retenční vodní kapacita (polní kapacita). Tyto hydrolimity jsou velmi ovlivněny fyzikálními a chemickými vlastnostmi půdy. Velký vliv zde má zvláště půdní druh. Píščité půdy, obsahující větší půdní částice, mají oba zmíněné hydrolimity, tedy bod vadnutí a retenční vodní kapacitu, nízké. Proto píščité půdy disponují malými hodnotami využitelné vodní kapacity. Toto způsobuje, že půda je schopna zadržet velmi omezené množství vody (Hora et al., 2012a).

Na klimatologických a zemědělsko-meteorologických stanicích Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen ČHMÚ) probíhají měření teploty půdy podle stanovených metod (Židek a Lipina 2003). Z těchto měření bylo vypracováno mnoho publikací. Patří k nim i klasifikace teplotního

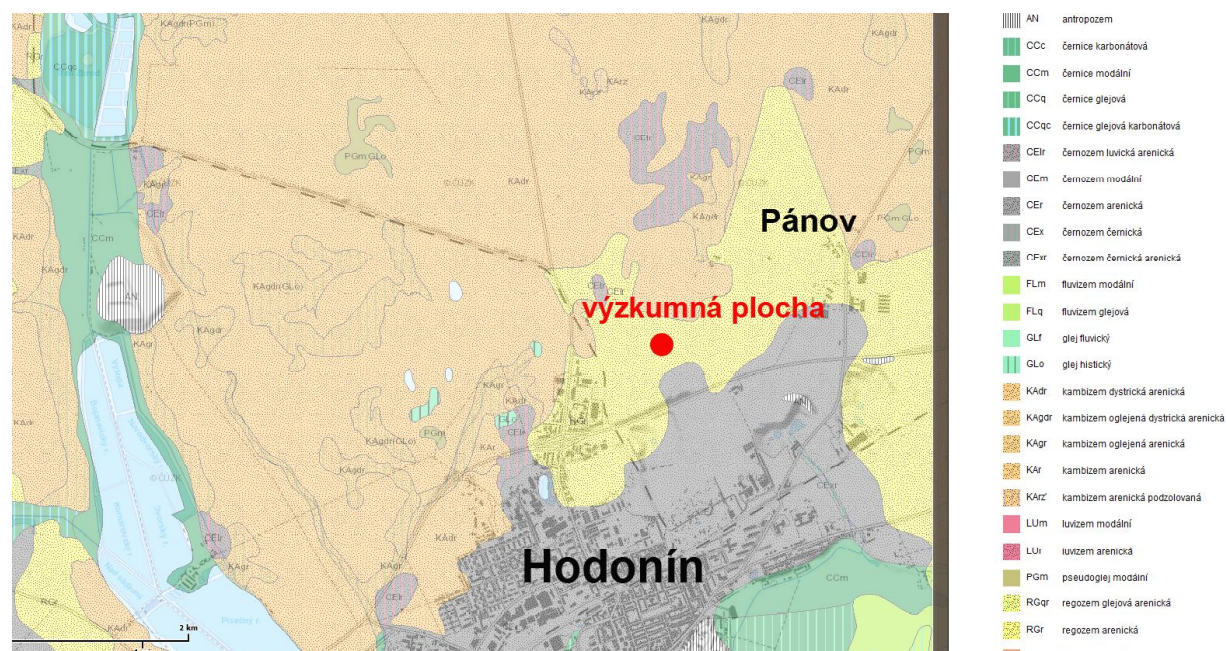
režimu půd Československa (Bedrna a Gašparovič, 1986). Pokladníková et al. (2008) analyzovali extrémní teploty půdy pro agrometeorologickou stanici Pohořelice v období 1961 – 2000.

Na průběh půdních teplot v zimním období má významný vliv výskyt a výška sněhové pokrývky (Hrbek a Krhounek 1957).

Na výsušné lokalitě Pánov u Hodonína probíhá od května 2008 simulace modelové rekultivace stanoviště reprezentující předpokládanou situaci rozšíření aridního klimatu na rozsáhlejší území České republiky pro období nadcházejících 50 let (Litschmann et al. 2009). Tento příspěvek prezentuje výsledky měření půdních teplot a vlhkostí z lokality Pánov za období červenec 2009 až září 2014. Za toto období, z hlediska dnešních grantových projektů poměrně dlouhé, se podařilo získat poměrně ucelenou časovou řadu údajů o půdních teplotách a vlhkostech, svědčící jednak o kvalitě použité měřicí techniky, umožňující však popsat vývoj těchto pro růst rostlin důležitých faktorů za různých povětrnostních situací. V práci jsou vyhodnoceny roční chody těchto prvků a jejich variabilita, včetně vyhodnocení stresových stavů z hlediska nedostatku vláhy.

Materiál a metodika

Měření probíhala kontinuálně na výzkumné ploše poblíž lokality Pánov na Hodonínsku. Podle Jandáka, Lošáka a Hluška (2009) tvoří půdní pokryv pokusné plochy regozem arenická na větém písku s velmi nízkým obsahem půdní organické hmoty a s nízkou kvalitou humusu. Hodnota výměnné půdní reakce před založení pokusu byla velmi kyselá. Umístění plochy na půdní mapě je zachyceno na obr. 1, letecký pohled na tuto lokalitu pak na obr. 2.



Obr. 1 Poloha výzkumné plochy na půdní mapě



Obr. 2 Letecký pohled na výzkumnou plochu (oplocená část, měřicí stanoviště je v její vzdálenější polovině)

Kontinuální měření půdních teplot a vlhkostí probíhala od července roku 2009 až doposud na několika stanovištích pokusné plochy. Ke zpracování tohoto příspěvku byly využity údaje naměřené soupravou Meteo-UNI (AMET Velké Bílovice) mimo parcely obohacené půdními kondicionéry. Tato sestava měří pět půdních teplot v hloubkách 5, 10, 15, 30 a 45 cm pomocí sensorů DS18B20 (Dallas Semiconductor) a tři půdních vlhkostí v hloubkách 15, 30 a 45 cm snímači VIRRIB (AMET Velké Bílovice). Půdní vlhkosti jsou měřeny v objemových procentech. Měření jsou prováděna v 15-ti minutových intervalech. Je k dispozici poměrně kompletní pozorovací řada pouze s ojedinělými výpadky. Pohled na toto měřicí stanoviště včetně okolního bylinného porostu je na obr. 3. Tento porost byl pravidelně několikrát ročně mulčován. Kromě půdních teplot a vlhkostí jsou na tomto stanovišti měřeny též teploty a vlhkosti vzduchu ve výšce 60 cm a 2 m nad zemí, jejich údaje však nejsou hlavním předmětem zpracování v tomto příspěvku.

Z naměřených 15-ti minutových hodnot byly vypočteny denní a měsíční průměry pro jednotlivé hloubky teplot a vlhkostí půdy. Z hlediska zásobování rostlin vodou je důležitý i výskyt stavů s nedostatkem vláhy a míra vodního stresu rostlin. Ten jsme stanovili tak podle následujících pravidel:

$$I_s = 0 \text{ když } \{\Theta_{akt} > \Theta_{BSD}\}$$

$$I_s = (\Theta_{BSD} - \Theta_{akt}) / (\Theta_{BSD} - \Theta_{BV}) \text{ když } \{\Theta_{BV} > \Theta_{akt} < \Theta_{BSD}\}$$

$$I_s = 1 \text{ když } \{\Theta_{akt} < \Theta_{BV}\}$$

kde:

I_s – index vodního stresu rostlin, nabývá hodnot od 0 (beze stresu) do 1 (půdní vlhkost na anebo pod bodem vadnutí)

Θ_{akt} – aktuální půdní vlhkost

Θ_{BSD} – půdní vlhkost odpovídající bodu snížené dostupnosti

Θ_{BV} – půdní vlhkost odpovídající bodu vadnutí

Pro každý den a každou hloubku byly vypočítány příslušné indexy vodního stresu a následně z nich spočítány měsíční průměry.
Prostředkem pro názorné zobrazení dynamiky půdních teplot a půdních vlhkostí v čase a půdním profilu jsou jejich izoplety, použili jsme proto program SURFER k jejich vykreslení pro každý rok samostatně.

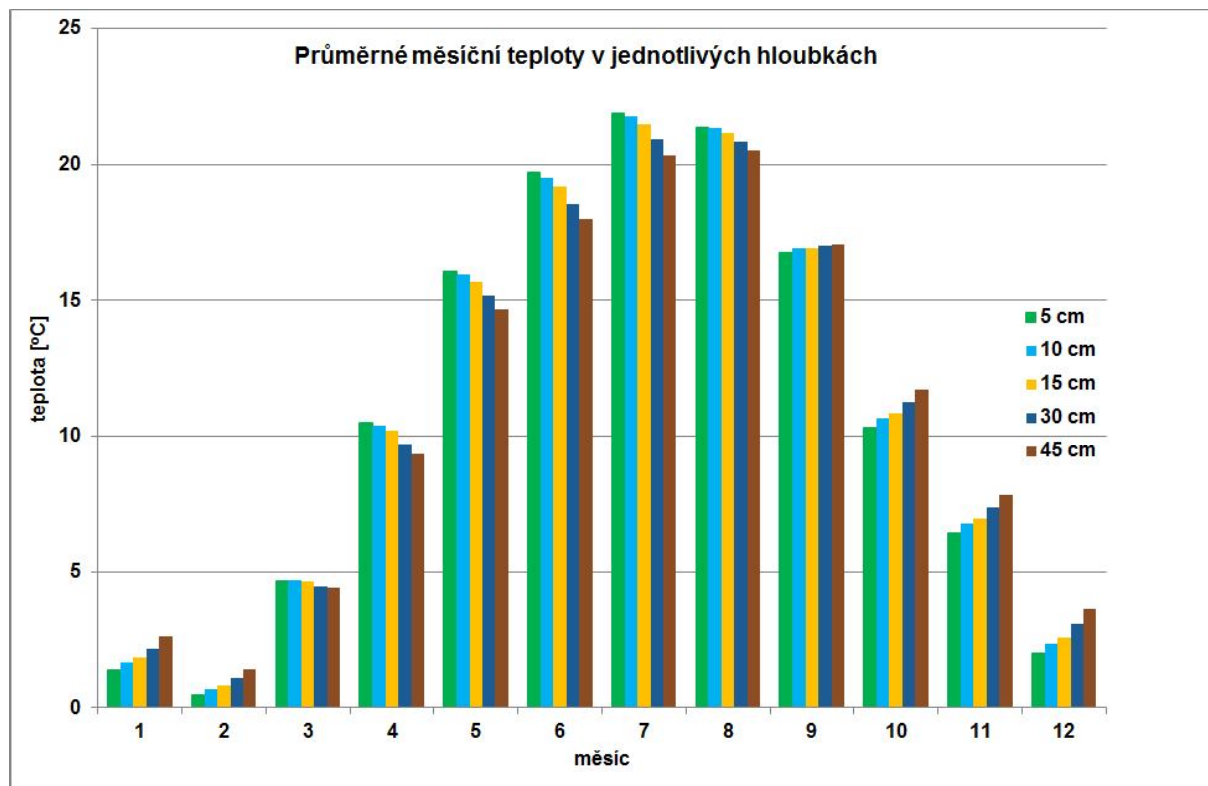


Obr. 3 Pohled na měřicí stanoviště, v plastových stínítkách jsou umístěny datalogery na měření teploty a vlhkosti, ve skříňce se solárním panelem je datalogger registrující půdní teploty a vlhkosti. Stav z července 2010

Výsledky a diskuse

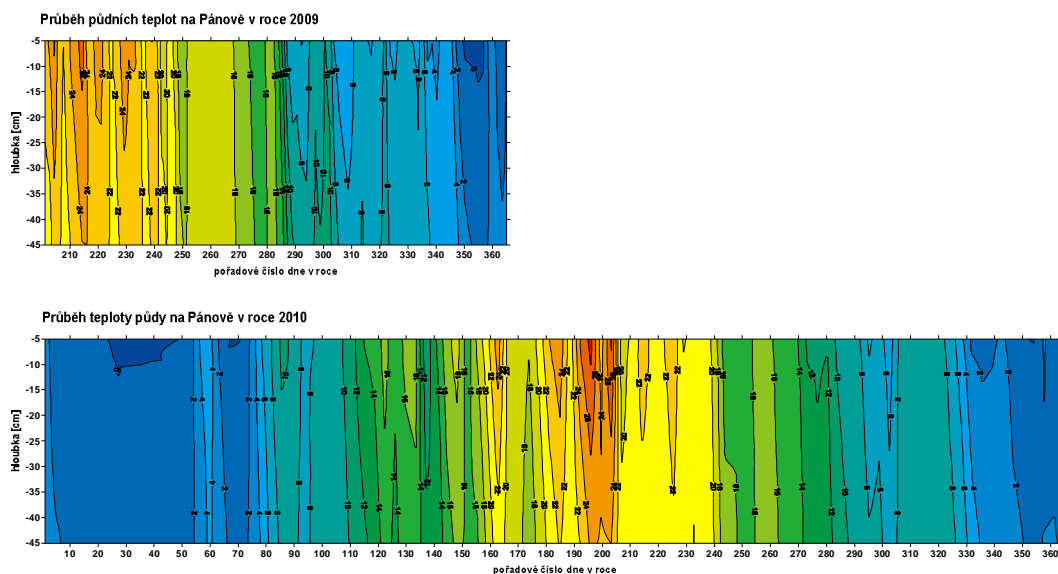
Půdní teploty.

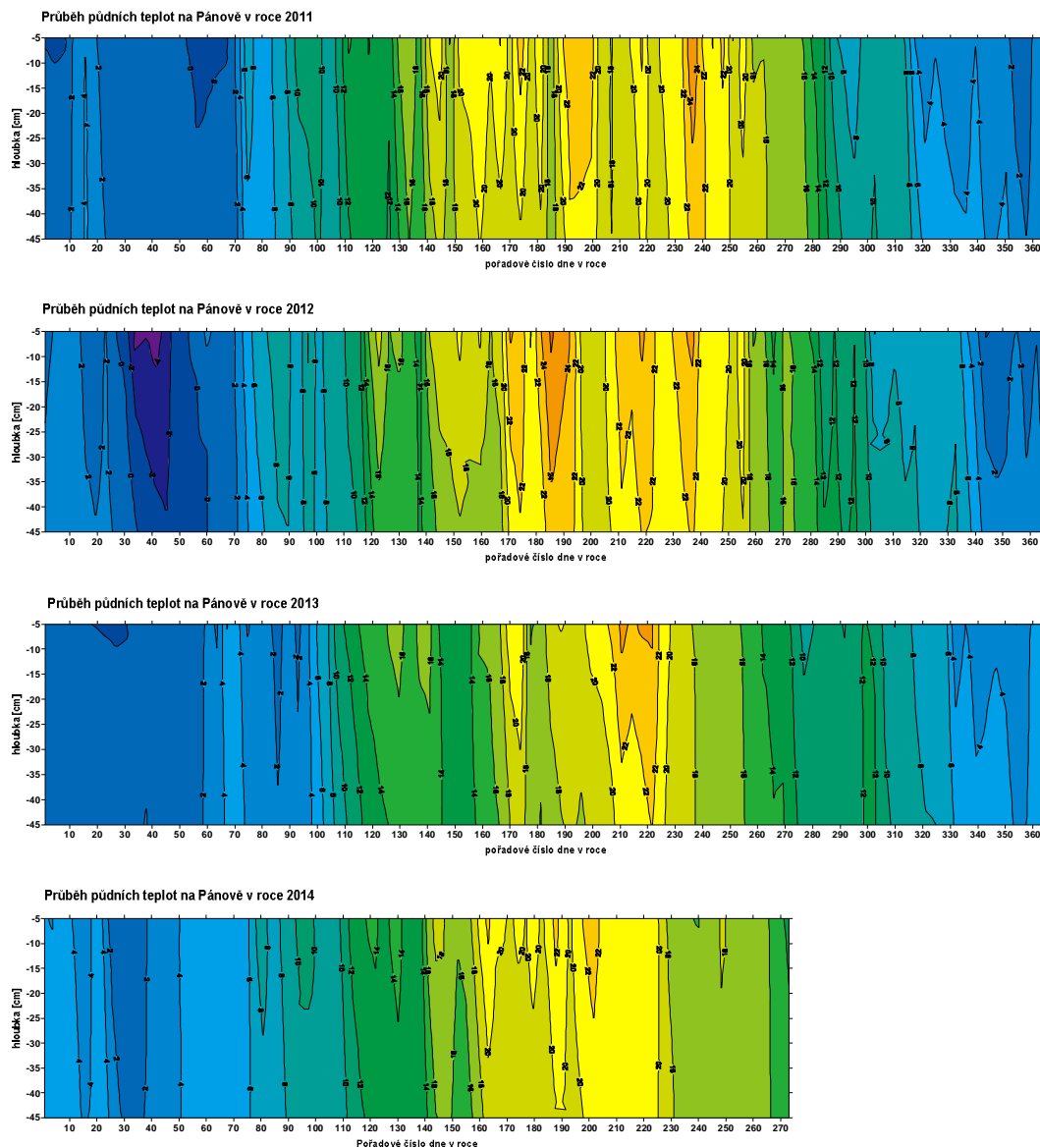
Písčité půdy jsou charakteristické svou poměrně malou tepelnou kapacitou, proto se lépe zahřívají, ale i chladnou a teplotní změny s hloubkou nejsou tak výrazné jako u těžších půd. Na obr. 4 jsou vyneseny průměrné měsíční teploty pro jednotlivé hloubky. V březnu a září dochází k izotermii, v teplém půlroce má půda přímé zvrstvení, kdy teplota s hloubkou klesá, v chladném půlroce je inverzní zvrstvení, kdy je tomu naopak. Zaznamenané roční minimum v únoru souvisí s obdobím holomrazů v roce 2012, během nějž celý sledovaný půdní profil promrzl. Nejvyšší teploty jsou zaznamenávány v červenci, případně i srpnu.



Obr. 4 Průměrné měsíční teploty v jednotlivých hloubkách za období 2009 – 2014

Poměrně dobrou představu o tepelných tocích v půdě na sledované lokalitě poskytuje obr. 5 s vykreslenými izotermami do hloubky 45 cm. V podstatě až kolmý průběh izoterm svědčí o tom, že teplo do písčité půdy poměrně rychle proniká a rovněž se z ní i ztrácí v závislosti na teplotě advehovaného vzduchu. V letním půlroce dosahuje koeficient korelace mezi teplotou vzduchu a půdy v hloubce 5 cm poměrně vysoké hodnoty 0,90, svědčící o těsném vztahu těchto veličin, naproti tomu je poměrně slabá závislost teploty půdy na globálním záření. Rovněž ovlivnění teploty půdy její vlhkostí není nikterak výrazné z důvodu malého obsahu vláhy v půdě. Poměrně snadno zasakující srážková voda slouží jako dobrý přenašeč tepelné energie a přispívá k rychlým změnám a k vyrovnání teplot ve sledovaném půdním profilu.



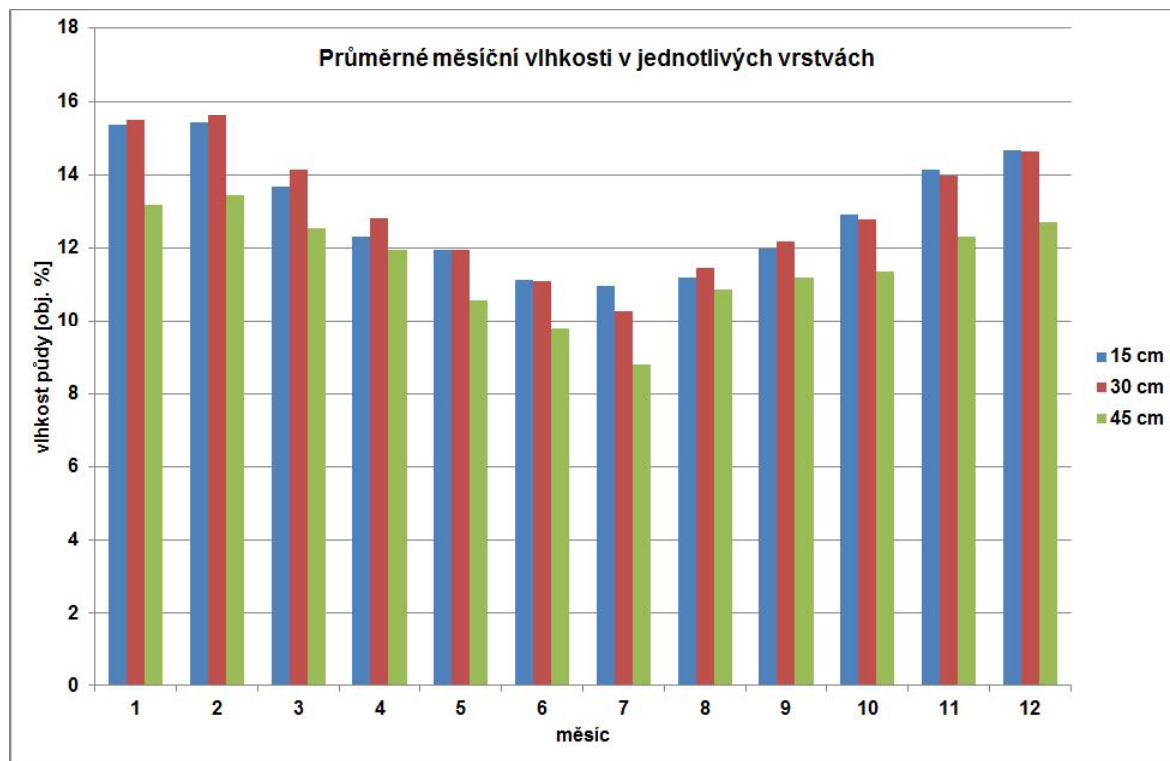


Obr. 5 Půdní izotermie pro jednotlivé roky

Půdní vlhkost

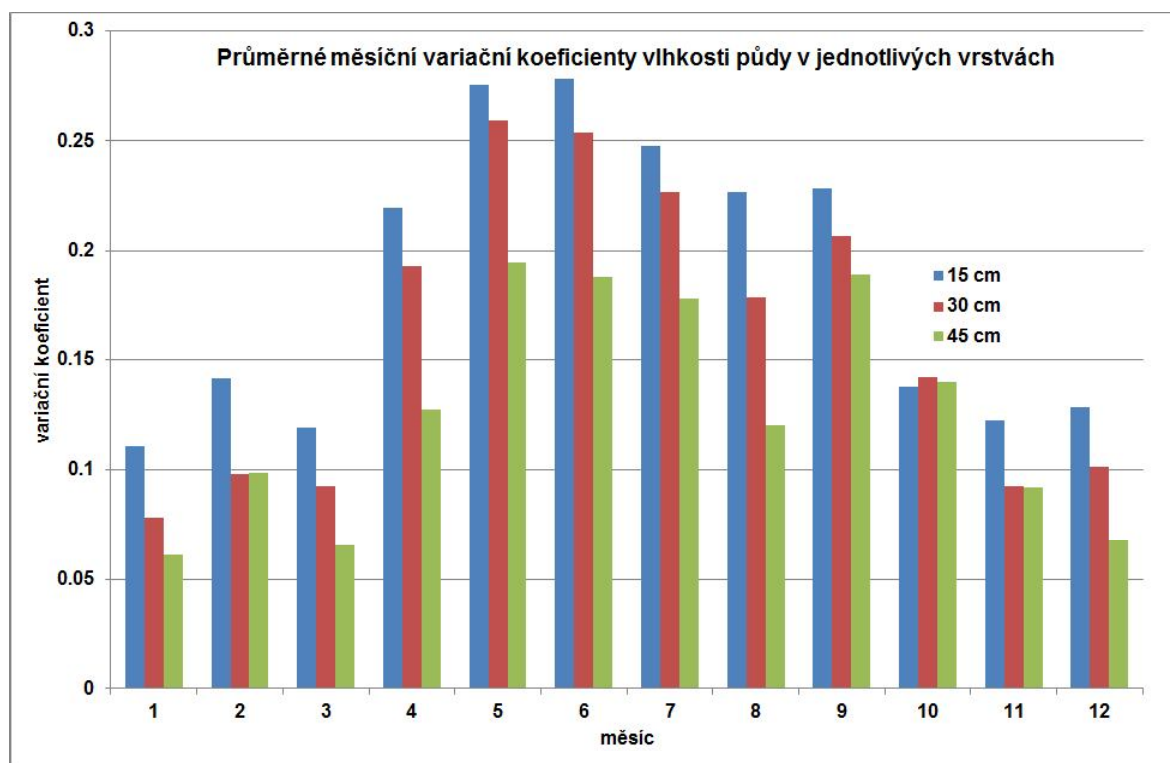
Zpracování výsledků měření půdních vlhkostí za kratší období na této lokalitě bylo již v minulosti provedeno např. v pracích Hora, Kohut (2012,b), eventuálně Hora et al. 2011. Nyní máme k dispozici údaje za podstatně delší období, z nichž lze odvodit reprezentativnější závěry.

Průměrné měsíční hodnoty půdních vlhkostí v jednotlivých vrstvách, tak jak jsou znázorněny na obr. 6., mohou poskytnout prvotní informace o jejich vývoji na dané lokalitě. Nejvyšší hodnoty se vyskytují v podzimních a zimních měsících, ale již v průběhu března začínají vlhkosti klesat a minima dosahují v ledních měsících od června do srpna, kdy je vláhová potřeba rostlin nejvyšší. Ve svrchních vrstvách do 30 cm jsou půdní vlhkosti o něco vyšší než v hlubší vrstvě 45 cm, pravděpodobně z důvodu o něco nižšího doplňování srážkovou vodou. V této vrstvě je poměrně ostře vyjádřené minimum v červenci.



Obr. 6 Průměrné měsíční vlhkosti v jednotlivých vrstvách

Úvahu o obtížnějším doplňování vláhy srážkami ve vrstvě 45 cm potvrzují i hodnoty variačních koeficientů na obr. 7, neboť nejvyšší jsou ve svrchní vrstvě 15 cm, ve vrstvě 30 cm o něco nižší a většinou s výraznějším odstupem jsou nejnižší v 45 cm. Nejvyšší variabilita je ve všech vrstvách v květnu a v červnu, zřejmě v důsledku kombinace častějších srážek a intenzivní transpirace.

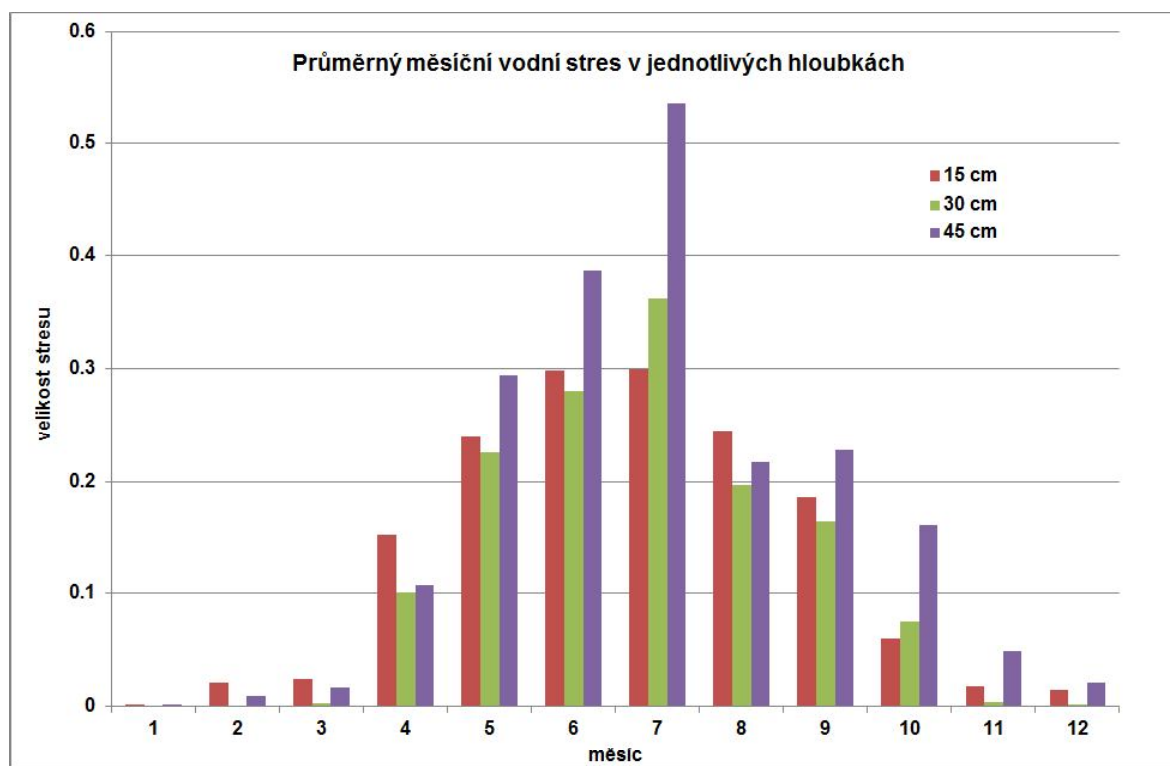


Obr. 7 Průměrné měsíční variační koeficienty vlhkosti půdy v jednotlivých vrstvách

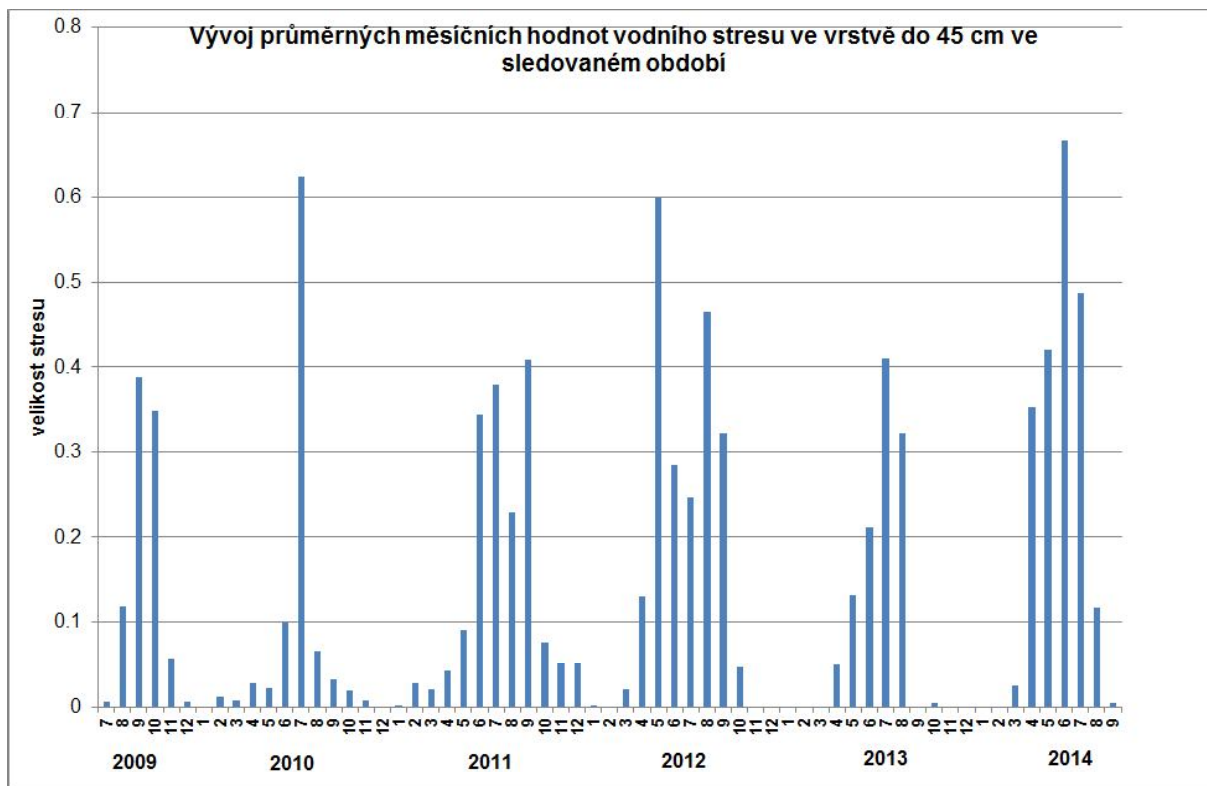
Z hlediska růstu rostlin na dané ploše jsou důležité i hodnoty vodního stresu, vypočítané tak, jak bylo definováno v kapitole Materiál a metodika. Jejich měsíční průměry jsou pro jednotlivé vrstvy na obr. 8. V podstatě od počátku vegetační sezóny dochází k poklesům půdních vlhkostí pod bod snížené dostupnosti, nejvýrazněji se stres projevuje v červenci, především pak v hloubce 45 cm. K praktickému vymizení vodního stresu dochází až s poklesem evapotranspirace na minimum v listopadu. Vývoj vodního stresu v jednotlivých měsících zpracovaného období lze sledovat na obr. 8. Jedná se o průměrné hodnoty ze všech tří vrstev. Za pozornost stojí jeho prudký nárůst v červenci 2010, neboť následoval po velmi vlhkém jaru. Zcela jasně to ukazuje na značnou citlivost písčitých půd i na krátkodobý nedostatek srážek. Zejména pak v případě, kdy během předcházejícího vlhkého období došlo k bujnému nárůstu vegetace, jejíž potřeby pak nemohou být saturovány nízkou zásobou půdní vláhy.

Podobně jako u půdních teplot, sestrojili jsme i pro půdní vlhkosti jejich izoplety (obr. 10), dávající názornou informaci o průběhu zasakování srážek a jejich spotřebě rostlinami v průběhu času. Ukazuje se, že v některých letech (a je jich většina), dochází k časovým úsekům, během nichž dojde ke snížení zásob půdní vláhy až téměř k bodu vadnutí v celém profilu a pokud kořeny rostlin nezasahují do hlubších vrstev, trpí výrazným stresem z nedostatku vláhy.

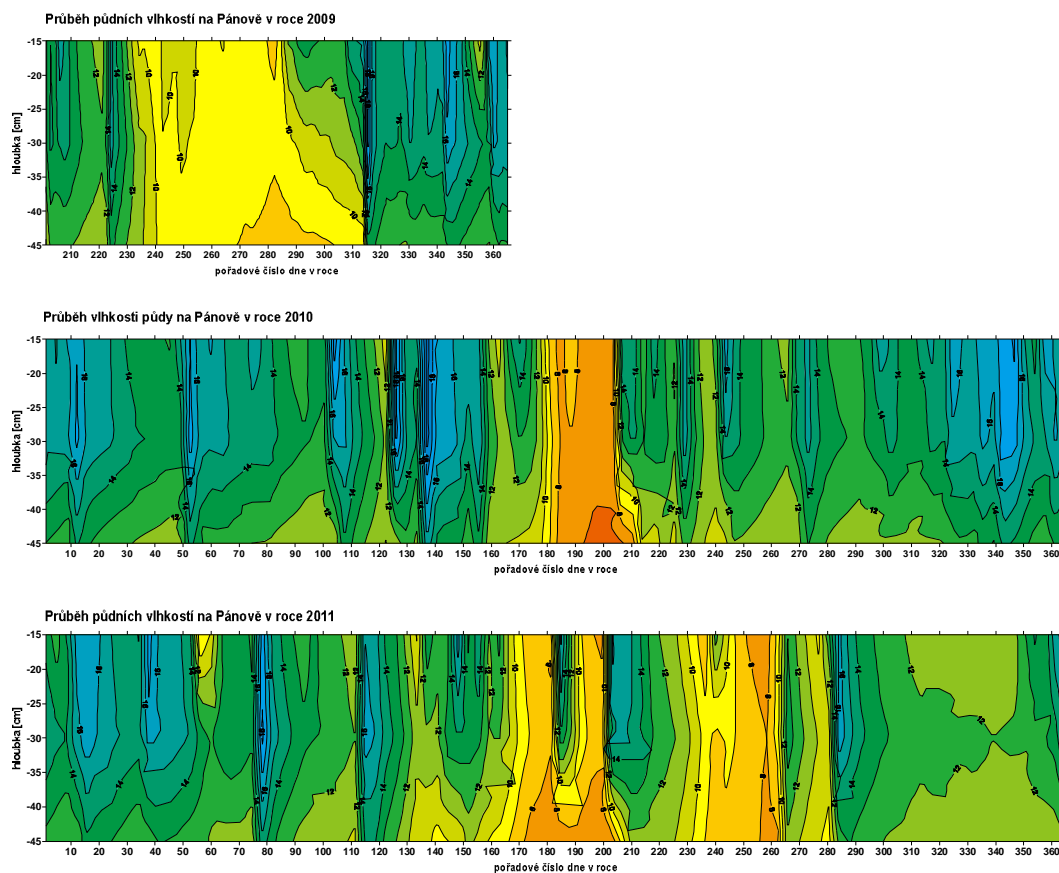
Všechny dosažené výsledky mají platnost pro daný půdní pokryv, tj. bylinný porost pravidelně mulčovaný. Lze předpokládat, že při pěstování kulturních plodin s odlišným kořenovým systémem a jinými transpiračními požadavky by rozložení půdních vlhkostí bylo jiné, rozhodně však nelze předpokládat, že by se nedostatek vláhy zmírnil, spíše naopak.

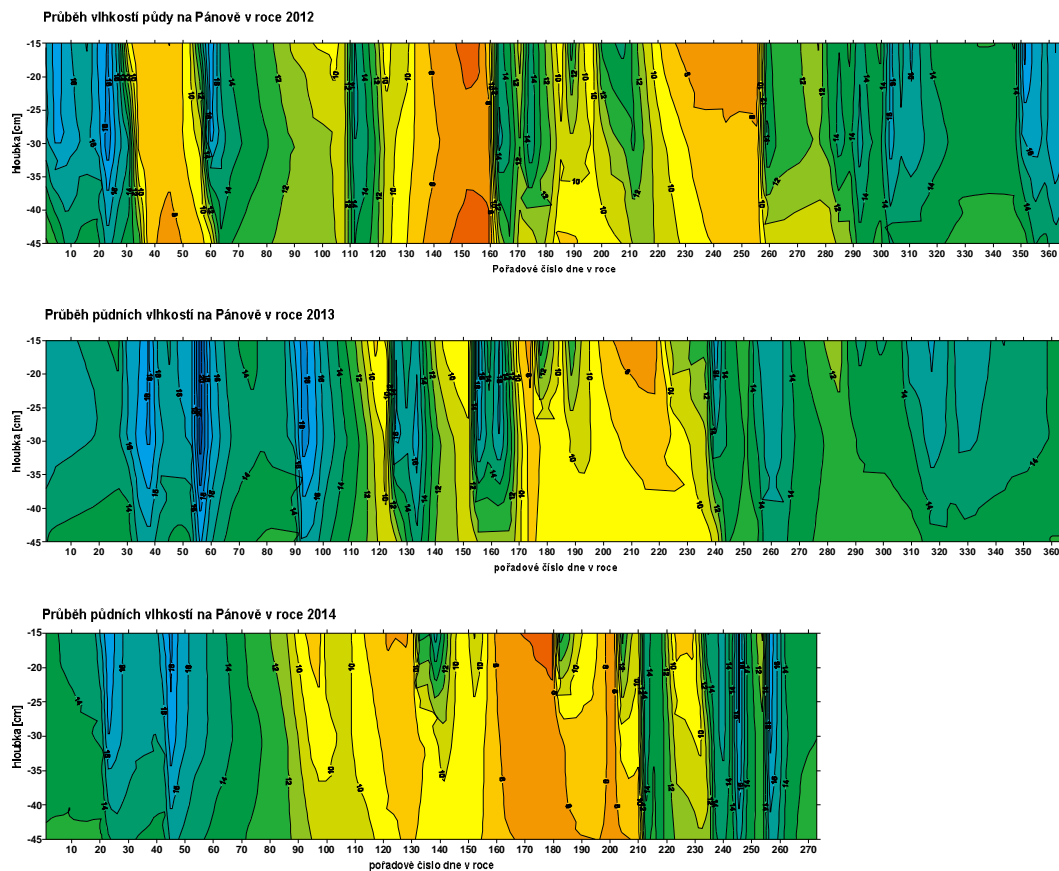


Obr. 8 Průměrný měsíční vodní stres v jednotlivých hloubkách



Obr. 9 Vývoj průměrných měsíčních hodnot vodního stresu ve vrstvě do 45 cm





Obr. 10 Izoplety půdních vlhkostí pro jednotlivé roky do hloubky 45 cm

Závěr

Hodnocení teplotního a vlhkostního režimu písčité půdy na lokalitě Hodonín - Pánov za období 2009 až 2014 přineslo tyto výsledky. Hodnocené písčité půdy jsou charakteristické svou poměrně malou tepelnou kapacitou, proto se lépe zahřívají, ale i chladnou a teplotní změny s hloubkou nejsou tak výrazné. V chodu teplot půdy v březnu a září dochází k izotermii, v teplém půlroce má půda přímé zvrstvení, kdy teplota s hloubkou klesá, v chladném půlroce je inverzní zvrstvení. Zaznamenané roční minimum v únoru souvisí s obdobím holomrazů v roce 2012, během něž celý sledovaný půdní profil promrzl. Nejvyšší teploty jsou zaznamenávány v červenci, případně i srpnu.

Zajímavé je zjištění, že v letním půlroce dosahuje koeficient korelace mezi teplotou vzduchu a půdy v hloubce 5 cm poměrně vysoké hodnoty 0,90, svědčící o těsném vztahu těchto veličin. Nízký obsah vody v půdě způsobuje, že ovlivnění teploty půdy její vlhkostí není výrazné. Poměrně snadno zasakující srážková voda slouží jako dobrý přenašeč tepelné energie a přispívá k rychlým změnám a k vyrovnání teplot ve sledovaném půdním profilu.

Vlhkost půdy dosahuje nejvyšších hodnot v podzimních a zimních měsících. Již v průběhu března začínají vlhkosti klesat a minima dosahují v ledních měsících od června do srpna. Do 30 cm jsou půdní vlhkosti o něco vyšší než v hlubší vrstvě 45 cm, pravděpodobně z důvodu o něco nižšího doplňování srážkovou vodou. V této vrstvě je poměrně ostře vyjádřené minimum v červenci.

Nejvyšší variabilita vlhkosti půdy je ve všech vrstvách v květnu a v červnu, zřejmě v důsledku kombinace častějších srážek a intenzivní transpirace. V podstatě od počátku vegetační sezóny dochází k poklesům půdních vlhkostí pod bod snížené dostupnosti, nejvýrazněji se stres projevuje v červenci, především pak v hloubce 45 cm. K praktickému vymizení vodního stresu dochází až s poklesem evapotranspirace na minimum v listopadu.

Poděkování

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“.

Použitá literatura

- Bedrna, Z., Gašparovič, J., 1986. Typy teplotního režimu půd ČSSR. Geografický časopis, roč. 38, č. 1, s. 60-77.
- Hora, P., Kohut, M., 2012a: Srovnání měřené a modelové vlhkosti na písčitých půdách. In: Rožnovský, J., Litschmann, T., Středa, T., Středová, H. (eds.). Vláhové poměry krajiny. 4.-5.4.2012, Mikulov, ISBN 978-80-86690-78-0
- Hora, P., Kohut, M., 2012b: Variabilita vlhkosti půdy v Hodoníně – Pánově v letech 2009 - 2011. In: Rožnovský, J., Litschmann, T., Středa, T., Středová, H. (eds.). Vláhové poměry krajiny. 4.-5.4.2012, Mikulov, ISBN 978-80-86690-78-0
- 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, Zemlinska Sirava. VHZ UH SAV Bratislava, 2011.
- Hrbek, J., Krhounek, S., 1957. Promrzání půd v zimě 1955–1956. Meteorologické Zprávy, roč. 10, č. 1, s. 16–23.
- Jandák, J., Lošák, T., Hlušek, J., 2009: Pedologicko-agrochemické vlastnosti půdy hodnocené na lokalitě Hodonín. In: Trávníky 2009 – zeleň v suchých oblastech ČR. Bonus, s. 41-45.
- Kutílek, M. Vodohospodářská pedologie. SNTL Praha, 1966. 275 s.
- Litschmann, T., Rožnovský, J., Kohut, M., 2009: Režim teploty a vlhkosti půdy na lokalitě Ratíškovice. In *Sborník ze semináře Trávníky 2009 v Hodoníně pořádaného ve spolupráci se Zahradnickou fakultou MZLU v Brně, ČHMÚ, VÚT v Brně, Výzkumným ústavem pícninářským, Agrostis Trávníky, s.r.o., a OSEVA vývoj a výzkum s.r.o.* Vydala Agentura BONUS, Hrdějovice, s. 45-51. ISBN 978-80-86802-14-5.
- Pokladníková, H., Rožnovský, J., Středa, T., 2008. Evaluation of soil temperatures at agroclimatological station Pohorelice. Soil and Water Research, vol. 3, no. 4, p. 223-230.
- Vopravil, J., Rožnovský, J., Novotný, I., Khel, T., Papaj, V., Středa, T. 2011: Systém bonitovaných půdně ekologických jednotek - současnost a jejich budoucnost. [CD-ROM]. In Půda v 21. století: hodnocení a oceňování zemědělského půdního fondu v podmínkách užití a ochrany přírodních zdrojů, p. 93-100. ISBN 978-80-86671-85-7.
- Žídek, D., Lipina, P., 2003: Návod pro pozorovatele meteorologických stanic ČHMÚ. Metodický předpis č. 13. ČHMÚ, Ostrava, 90 p.