

VLHKOST PŮDY POD RŮZNÝMI TYPY VEGETACE V ŘÍČNÍ KRAJINĚ

Tomáš Středa¹, Tomáš Litschmann², Eva Palátová³

¹Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67, Brno, Česká republika, e-mail: tomas.streda@chmi.cz,

²AMET – sdružení, 691 02, Velké Bílovice, Česká republika, e-mail: amet@email.cz,

³Ústav zakládání a pěstění lesů, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00, Brno, Česká republika, e-mail: evapal@mendelu.cz.

Abstract:

The soil moisture is influenced by climatic, hydrological and pedological factors and also kind of vegetation and its features (species, age, root system etc.). In frame of the study the soil moisture under different types of vegetation cover is compared (clearing, 130 age stand of oak – *Quercus Robur* L., maize monoculture – *Zea mays* L.) in river landscape. The evaluated period is from 1st August 2006 to 31st July 2008. Experimental area Žabčice lays in altitude 184 m a.s.l. approximately in alluvial plane of Svatka river (maize production region). Dominant soil type in this area is middle heavy to heavy gleyic fluvisols FLq and fluvisol FLg. Volumetric soil moisture was measured by automatic electromagnetic sensors TDT (Time Domain Transmissometry) VIRRIB in one hour step. The sensors were placed to the depths of 30 and 50 cm (clearing), 30 cm (oak stand) and 20, 50, 70 cm and 10 to 40 cm vertically (maize stand). The course of soil moisture was compared with level of Svatka river (hydrological station Židlochovice) and level of underground water in droll hole Noslav. The lowest average soil moisture (24.7%) was recorded under maize stand at a depth of 10 to 40 cm. Vertical sensor measured moisture close to soil cover and was mostly influenced by dryness during the summer. Maximal average soil moisture (35.7%) was reached under clearing at a depth of 50 cm. Maximal difference of average soil moisture between all variants with vegetation cover was only 2.5%. The variant without any vegetation cover (clearing) significantly differed from others (about 3.6 to 11%). The soil moisture during the vegetation season varied from 22.3% (oak stand, 30 cm) to 33.4% (clearing, 50 cm). In non-vegetation season the average soil moisture varied from 25.6% (maize stand, 70 cm) to 38.0% (clearing, 50 cm). Normally, the highest moisture was reached under clearing. The reason of this is vegetation cover absence what causes lower transpiration. Correlation coefficient between level of underground water and soil moisture varied from 0.35 (clearing, 30 cm, non-vegetation season) to 0.85 (clearing, 50 cm, vegetation season). This results show close relation between soil moisture and level of underground water influenced by Svatka river.

Keywords: soil moisture, river landscape, underground water, vegetation cover

Úvod

Dlouhodobá systematická měření vlhkosti půdy provádí v ČR na 35 stanicích Český hydrometeorologický ústav.

K automatickému monitoringu objemové vlhkosti půdy jsou používány snímače VIRRIB, umístěné do tří hloubek (vodorovně umístěný snímač do 0-10 cm a svisle umístěné snímače 11-40 a 51-90 cm) pod standardním travnatým porostem. Zejména v rámci řešení výzkumných

projektů a pro účely dimenzování závlah jsou různými institucemi realizována měření i pod jinými typy vegetace. Paralelní srovnávací měření vlhkostí půdy pod různým vegetačním pokryvem na jedné lokalitě nejsou obvyklá.

Obsah vody v půdě se obvykle pohybuje mezi hydrolimity bod vadnutí a polní vodní kapacita.

Mimo klimatických, hydrologických a pedologických faktorů ovlivňuje vlhkost

půdy na stanovišti také typ vegetace a jeho vlastnosti (druhové složení, věk, stav kořenového systému atd.). Výdej vody porostem (transpirace) činí u lesního porostu až 60 % srážkového úhrnu, u lučních ekosystémů 50 % a v polních ekosystémech až 40 %. Spotřeba vody dřevinami se mění, mimo jiné, s věkem porostu. U dubu je nejvyšší okolo 60. roku věku. Významným měřítkem pro hodnocení hospodaření rostlinných druhů s vodou je transpirační koeficient, tj. množství vody spotřebované na produkci jednotky sušiny (v $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Pro zemědělské kultury je různými autory udáván v rozpětí 300 – 900 $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (kukuřice 370), pro lesní dřeviny 170 – 350 $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (dub 344). Pro lesní porost uvádí Krečmer et. al. (2003) odčerpávání vody transpirací do 5 mm za 24 hod (při bezsrážkovém, slunném průběhu počasí). V porovnání s buřením se odčerpávací (desukční) schopnost lesa projevuje výrazně na hlubších půdách s větším prostorem pro kořenový systém dřevin. Narušením desukce po vytěžení porostu lze na holinách předpokládat lokálně výraznou změnu vlhkostí půdy. Vodní režim širšího území (povodí), není ale ovlivněn, jak zjistili Tesař, Šír a Dvořák (2003). Ti sledovali vliv vegetačního porostu (kleč, smrkový les, louka) a jeho změn na vodní režim půd v pramenných oblastech Krkonoš. Konstatují, že v podmínkách, kdy se nemění plocha transpirující vegetace, nemění se ani vodní režim povodí (mimo suché podmínky, extrémní z hlediska růstu rostlin). A to vcelku nezávisle na druhovém složení vegetačního krytu. K podobným závěrům dospěli i Chlebek a Jařabáč (1988), kteří zjistili, že postupné obnovní zásahy na méně než 50 % plochy povodí neovlivnily roční odtoková množství vody.

Vliv rozdílných vegetačních pokryvů (černý úhor, spontánní úhor, cíleně ozeleněný úhor, porost řepky) na denní dynamiku objemové vlhkosti sledovali Pivec a Brant (2004). Rozdíl denních

maxim a minim objemové vlhkosti byl největší na černém úhoru – přibližně dvojnásobný oproti ostatním variantám (v hloubce 5 i 15 cm). Pro zemědělské kultury Antal (2000) v dlouhodobém pokusu zjistil možnost regulace vlhkostního režimu půd agrotechnickými opatřeními, zejména osevním postupem a obděláváním půdy. Z pohledu osevních postupů na vlhkost půdy uvádí Antal, Ovaz a Špánek (2003) negativní vliv monokultur na vlhkostní režim půdy. Vlivem agrotechniky a porostu na zásobu vody v ornici těžkých půd (fluvizem glejová) se zabývali Ivančo et al. (2000, 2003). Ve všech hodnocených letech konstatují o 4,10 až 5,78 % vyšší obsah vody při použití bezorebné technologie ve srovnání s klasickou agrotechnikou. Špánek a Repa (1999) uvádí u kukuřice ve fázi tvorby klasu pokles půdní vlhkosti v hloubce 10 cm v průměru o 16 % hmot., v hloubce 0,5 m o 13 % hmot. Dynamikou půdní vlhkosti v porostu kukuřice ve vazbě na stavy podzemní vody se zabývali Středa, Rožnovský a Vlček (2007).

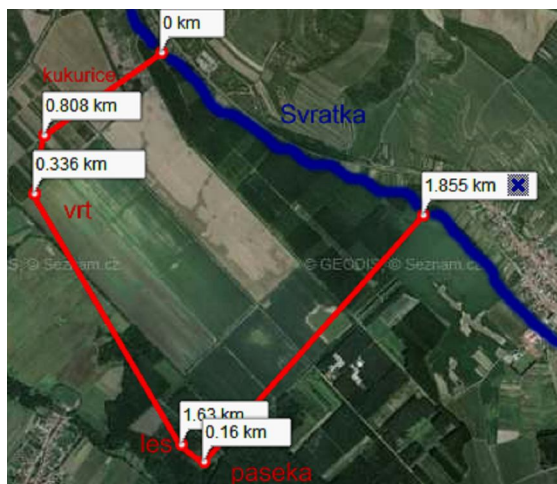
Cílem předložené práce je porovnání několikiletých měření půdních vlhkostí na třech lokalitách v říční nivě s rozdílným vegetačním pokryvem.

Materiál a metody

Výzkumná činnost byla prováděna na pokusném pozemku Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně v katastru obce Žabčice (20 km jižně od Brna) a v přilehlých lužních lesích. Rovinatý pozemek je situován v nivě řeky Svratky v průměrné nadmořské výšce okolo 184 m n. m. Řeka Svratka a její pravostranný přítok říčka Šatava výrazně ovlivňují hydrický režim půd v oblasti. Podle agroklimatického členění (Kurpelová, Coufal, Čulík, 1975) je lokalita řazena do makrooblasti teplé, oblasti převážně teplé, podoblasti převážně suché, okrsku s převážně mírnými zimami. Z hlediska zemědělské kategorizace se jedná o kukuřičnou výrobní oblast. Roční teplotní normál

v období 1961 – 1990 činí 9,2 °C, roční srážkový normál 483 mm.

V zájmovém území byly nainstalovány tři soupravy na registraci hodnot objemové vlhkosti půdy. Skládaly se ze snímačů půdní vlhkosti VIRRIB a registrátoru VIRRIBLOGGER (oboje AMET Velké Bílovice). Rozmístění jednotlivých souprav je na Obr. 1. Jedna souprava byla umístěna pod porostem kukuřice, druhá v lužním lese a třetí na pasece vzniklé



Obr. 1 Lokalizace čidel na pokusných plochách
Mapový podklad: zdroj GEODIS

Popis jednotlivých pokusných ploch:

Kukuřice

Měření půdní vlhkosti probíhá na pozemku s dlouhodobou monokulturou kukuřice na zrno, pěstované ve sponu 75x16 cm, o hustotě přibližně 80 tis. jedinců na hektar. Po sklizni kukuřice následuje vždy mělké zpracování půdy (podmítka). Před setím na jaře následujícího roku je pozemek jen mělce nakypřen a následně oset.

Půda na pozemku je zrnitostně těžká, fluvizem glejová (FLq), která je vytvořena na holocénních, vápenitých nivních usazeních. Prakticky celý profil je jílovitohlinitý (49,3 – 58,3 % jílnatých částic), v hloubce okolo 50 cm se potom vyskytuje zrnitostně těžší úsek, který je jílovitý (69,4 % jílnatých částic). Půdní profil je pod stálým

smýcením lužního lesa v roce 2005. Jedná se o tři rozdílná stanoviště umístěná neda-leko od sebe na rovinatém území a ovlivňována tudíž stejnými povětrnostními vlivy a hladinou podzemní vody.

Zpracované období je od 1.8.2006 do 31.7.2008. Měření probíhala již před uvedeným termínem, takže došlo k dostatečnému utužení půdy po instalaci snímačů.

vlivem podzemní vody, což má za následek intenzivní glejový proces, jehož intenzita s hloubkou roste. Redoximorfnní znaky jsou patrné již od hloubky 70 cm. Základní půdní hydrolimity orničního profilu (zaokrouhleno): bod vadnutí: 19 % obj., retenční vodní kapacita: 27 % obj. a plná vodní kapacita 43 % obj. V povrchových vrstvách dochází k intenzivnímu vysychání a s ohledem na vysoký podíl jílnatých částic i k vytváření četných prasklin. Pohled na stav pokusné plochy za rozdílných vlhkostních situací viz. Obr. 2a a 2b. Snímače VIRRIB na měření objemové vlhkosti půdy jsou umístěny v hloubce 20, 50, 70 cm a vertikálně orientované čidlo měří průměrnou vlhkost půdy v hloubce 10 až 40 cm pod povrchem.



Obr. 2a Stav půdy v porostu kukuřice na pokusné ploše v suchých měsících (VII.2008)



Obr. 2b Pokusná plocha 8.8.2006

Lužní les

Pokusná plocha se nachází v přírodní lesní oblasti (PLO) 35 – Jihomoravské úvaly na polesí Židlochovice, v bažantnici Knížecí les ve 130letém dubovém porostu (označení porostu 120 C13a a 120 C13b). Plocha je situována na rovině bez výrazného mikroreliefu. V trávobylinném pokryvu převládají nitrofilní taxony. Typologicky se jedná lesní typ 1L2 jilmový luh bršlicový na fluvizemi, geobiocenologicky jde o *Ulmi-fraxineto carpini inferiora* –

habrojilmovou jaseninu nižšího stupně. Půdním typem je fluvizem kambická, slabě oglejená, eubazická ve dvojsubstrátech s fosilním typem černice (cca od 160 cm) na fluviálních, hlinitých až hlinito-písčitých holocenních sedimentech.

Snímače VIRRIB byly na ploše instalovány 25.4.2006 pod porost dubu letního se zakmeněním 0,5 doprostřed plochy o rozměrech 100 x 100 m, do hloubky 30 cm. Pohled na umístění VIRRIBLOGGERu v této lokalitě je na Obr. 3a.



Obr. 3a Lokalita (lužní) les



Obr. 3b Lokalita holina

Holina

Toto stanoviště se nachází na ploše o rozměrech 100 x 100 m, na které byl v zimě 2005 odstraněn porost (jedná se tedy o holinu) ve vzdálenosti cca 160 m od stano-

viště „lužní les“ se stejnými pedologickými poměry. Bylinná vegetace je v průběhu roku odstraňována kultivátorem. Vlhkost je monitorována v hloubce 30 a 50 cm. Pohled na lokalitu „holina“ je na Obr. 3b.

Kromě údajů o vlhkosti půdy byly ke zpracování použity i průměrné týdenní stavy hladiny řeky Svatky (vodoměrná stanice Židlochovice) a týdenní údaje o stavu hladiny podzemní vody z vrtu VB0326 Nosislav sítě ČHMÚ.

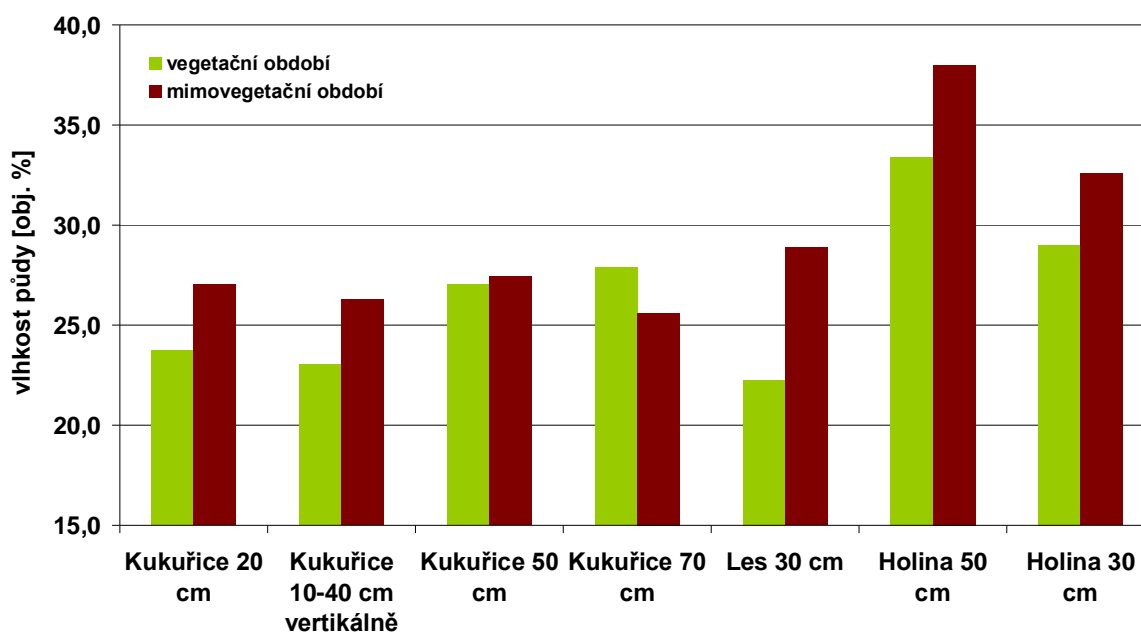
Naměřené údaje byly zpracovány obvyklými statistickými metodami v aplikaci MS EXCEL.

Výsledky a diskuse

Výsledky průměrné vlhkosti půdy zvláště pro vegetační (1.4. – 30.9.) a mimovegetační období (1.10. – 31.3.) jsou uvedeny na Obr. 4. Je zřejmé, že hodnoty poměrně dobře odpovídají logickým úvahám o spotřebě vody jednotlivými rostlinnými společenstvy. Nejvyšší hodnoty jsou ve vege-

tačním období naměřeny na holině v hloubce 50 a 30 cm, což je dáno velkým zastoupením holé půdy na této lokalitě, popřípadě nízkým bylinným porostem. Vyšší vlhkost v hloubce 50 cm signalizuje její kapilární přítok, který není spotřebován mělkým kořenovým systémem.

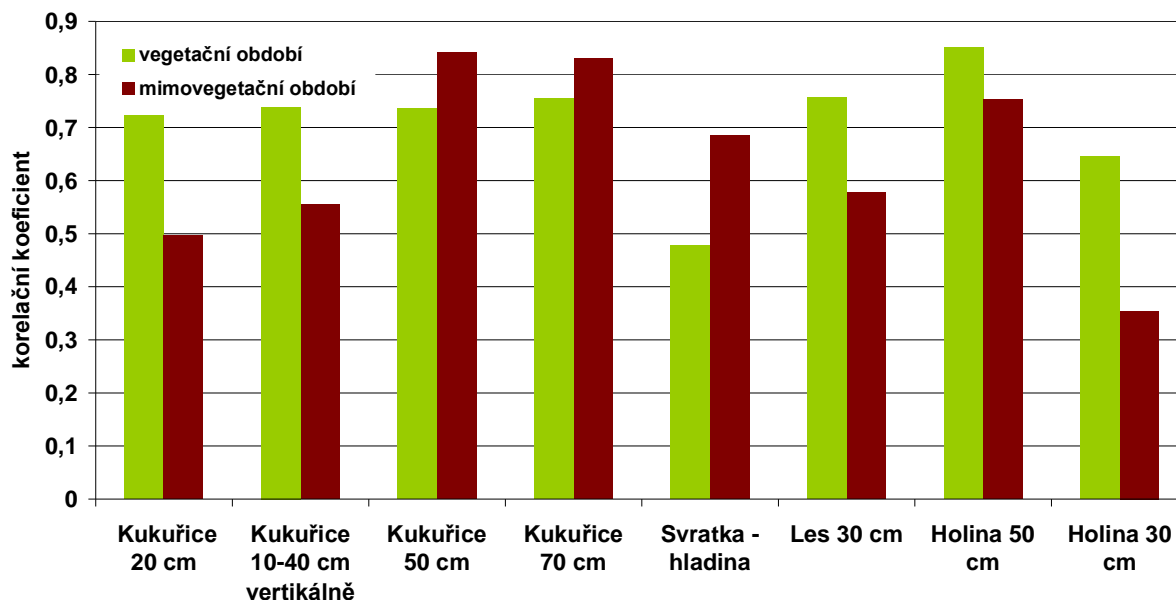
Naproti tomu nejnižší vlhkost byla naměřena v dubovém porostu, v němž je voda spotřebovávána jak vzrostlými stromy, tak i buření v podrostu, jelikož se jedná o poměrně prosvětlenou lokalitu. V porostu kukuřice jsou nejnižší vlhkosti naměřeny ve vrstvě 10 – 40 cm, kde lze očekávat nejhustější kořenový systém, směrem do hloubky se vlhkosti mírně zvyšují. Naproti tomu v mimovegetačním období, kdy je po sklizni kukuřice holá půda, jsou vlhkosti ve všech hloubkách poměrně vyrovnané.



Obr. 4 Průměrné vlhkosti půdy ve vegetačním a mimovegetačním období

Vzhledem k charakteru lokality (rovinaté území říční nivy s poměrně vysokou hladinou podzemní vody) lze odůvodněně předpokládat, že podstatný vliv na půdní vlhkost bude mít kapilární vztlakovost. Proto byly spočteny korelační koeficienty mezi hladinou podzemní vody, měřené v poměrně těsné blízkosti jednotlivých

měřících stanovišť, vlhkostmi půdy a stavem vody ve Svatce (Obr. 5). Ve vegetačním období je poměrně vysoká závislost mezi půdní vlhkostí na jednotlivých stanovištích, což signalizuje, že podzemní voda ve značné míře saturuje vláhové požadavky jednotlivých rostlinných společenstev.



Obr. 5 Korelační koeficienty závislosti jednotlivých veličin na hladině podzemní vody ve vrtu

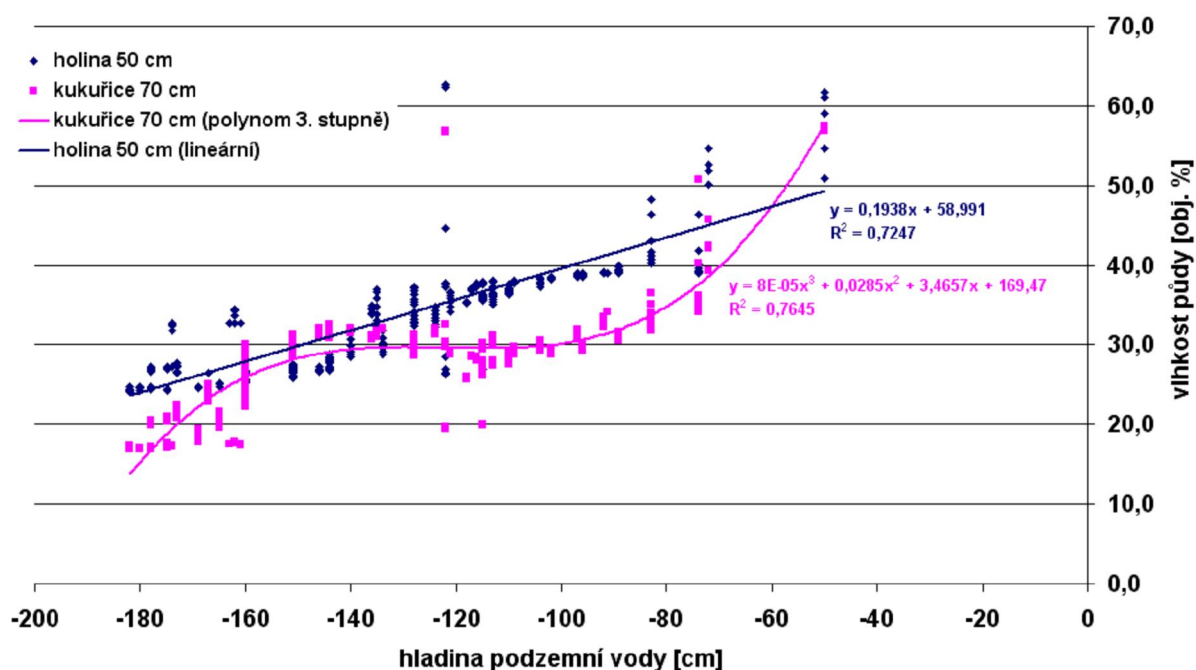
Průběh vztahu mezi hladinou podzemní vody a vlhkostí půdy na pokusné lokalitě uvádí Obr. 6. Prezentovány jsou varianty nejvíce ovlivněné režimem podzemní vody (kukuřice – hloubka 70 cm a holina – hloubka 50 cm). Hodnoty byly proloženy regresními křivkami optimálně vystihujícími průběh funkce. Růst objemové vlhkosti půdy v závislosti na hladině podzemní vody ve variantě „holina 50 cm“ měl v podstatě lineární charakter, s indexem determinace 0,72. Vlhkostní režim půdy pod kukuřicí (varianta „kukuřice 70 cm“) byl ovlivněn desukční činností kořenů v kořenové zóně a bezprostřední přítomností hladiny podzemní vody v létě 2006 (hladina podzemní vody už v cca 50 cm). Průběh závislosti byl vyjádřen polynomem 3. stupně s determinačním indexem 0,76. Nelineární charakter této závislosti v porostu kukuřice lze vysvětlit poměrně krátkým vegetačním obdobím této plodiny a naopak dlouhým obdobím, kdy je půda buď holá, anebo pokryta kukuřicí na konci svého vegetačního období a tudíž i sníženou transpirací.

Názornou představu o rozložení hodnot půdních vlhkostí v jednotlivých variantách mohou podat rovněž křivky pravděpodobnosti překročení, vypočítané podle vztahu (viz např. Dub et al., 1969)

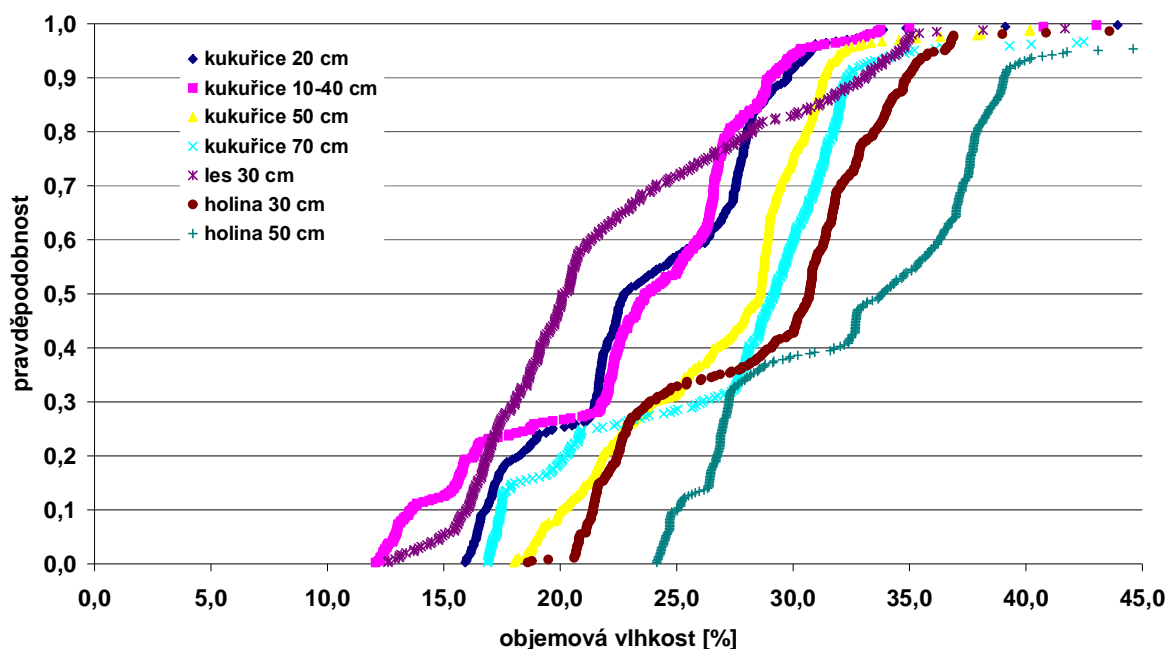
$$P = m/(n+1) \quad (1)$$

kde m – pořadové číslo vzestupně uspořádaného souboru
 n – počet členů v řadě

zvláště pro vegetační a mimovegetační období. Z těchto křivek lze vyčíst, jak často se jednotlivé hodnoty půdních vlhkostí vyskytují, popřípadě kolik procent dnů je pod anebo nad určitým hydrolimitem. Křivky pro vegetační období jsou vynešeny na Obr. 7 a dokumentují, že v lese je půdní vlhkost v hloubce 30 cm pod hydrolimitem bod vadnutí přibližně v 60 % všech dnů, v kukuřici ve svrchních vrstvách necelých 30 % a na holině bodu vadnutí není dosaženo vůbec.



Obr. 6 Průběh závislosti půdní vlhkosti a stavů hladiny podzemní vody u vybraných variant



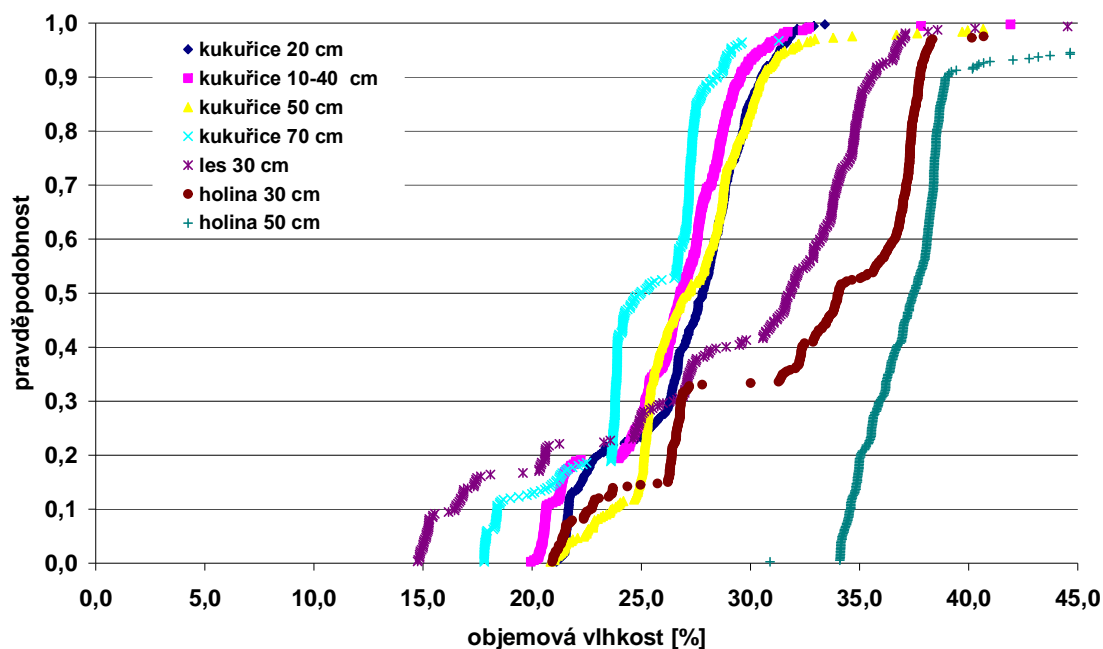
Obr. 7 Křivky pravděpodobnosti překročení průměrných denních vlhkostí půdy ve vegetačním období

V mimovegetačním období (Obr. 8) jsou na holině v hloubce 50 cm poměrně vyrovnané vysoké hodnoty vlhkosti bez výraznější amplitudy, ve 30 cm lze již pozorovat určitou dynamiku půdních vlhkostí. V lokalitě les v hloubce 30 cm přetrvávají povětšinou vegetačního období poměrně vysoké hodnoty vlhkostí, dané opadem listů

a snížením transpirace. Kromě těchto vysokých hodnot lze ještě na křivce překročení pozorovat i častější výskyt nízkých hodnot vlhkostí, který se v určité míře objevuje i u ostatních sond a lze jej vysvětlit tím, že tyto nízké vlhkosti přesahují z kalendářního konce vegetačního období do mimovegetačního, než dojde

k postupnému doplnění zásob půdní vláhy kapilárním přítokem anebo zimními srážkami. Pod kukuřicí mají všechny křivky překročení půdních vlhkostí přibližně to-

tožný průběh, vlhkosti jsou poměrně vyrovnané a převažuje četnější výskyt nižších hodnot než v lese a na holině.



Obr. 8 Křivky pravděpodobnosti překročení průměrných denních vlhkostí půdy v mimovegetačním období

Závěr

Předložená práce přispívá k objasnění hydrického režimu říční krajiny s rozdílným typem vegetace. Podobně jako v práci Hadaš a Litschmann (2006) se ukazuje, že vzrostlý lužní les je oproti jiným stanovištím poměrně značným konzumentem půdní vláhy, přičemž značná část jeho spotřeby je kryta zdroji podzemní vody. Po odlesnění dochází ke zvýšení půdních vlhkostí, které se udržují na poměrně vysokých hodnotách i ve vegetačním období. K obdobnému závěru dochází i Gálhidy et al. (2006). Vztah mezi hladinou podzemní vody a objemovou půdní vlhkostí je ve všech případech poměrně těsný. V mělkých vrstvách půdy, odkud čerpají rostliny vláhu ve zvýšené míře, je těsnější ve vegetačním období. Opět to dokazuje známou skutečnost,

že snížení hladiny podzemní vody může zejména u trvalých porostů v daném druhovém složení vést k zvýšení stresu z nedostatku vláhy a projeví se sníženými přírůstky biomasy.

U polních plodin zvýšená hladina podzemní vody významnou měrou přispívá k jejich zásobení půdní vlhkostí zejména na počátku vegetace, kdy jejich transpirace ještě nedosahuje maximálních hodnot. Přesto většinou od konce června, kdy již bývá porost kukuřice plně vyvinutý, kapilární přítok podzemní vody nestačí plně saturovat spotřebu a dochází ke snižování půdních vlhkostí, k čemuž přispívá i skutečnost, že hladina podzemní vody začíná rovněž klesat na hodnoty pod 150 cm pod terénem.

Poděkování

Práce vznikla s podporou Výzkumného záměru MSM6215648902 „Les a dřevo – podpora funkčně integrovaného lesního hospodářství a využívání dřeva jako obnovitelné suroviny“ a projektu 2B06101 „Optimalizace zemědělské a říční krajiny s důrazem na rozvoj biodiverzity“.

Literatura

- Antal, J. *Niektoré aspekty regulácie vlhkostného režimu pôd agrotechnickými opatreniami*. In Bioklimatológia a životné prostredie, XIII. Bioklimatologická konferencia SBkS a ČBkS, Košice, 12.-14. september 2000.
- Antal, J., Igaz, D., Špánik, F. *Vplyv meteorologických faktorov na predvegetačnú pôdnu vlhkosť v rôznych pestovateľských systémoch*. In Seminár „Mikroklima porostů“, Brno, 26. března 2003. Ed. Rožnovský, J., Litschmann, T. ČBKs a ČHMÚ, 2003. s. 15-22. ISBN 80-86690-05-9.
- Dub, O. et al. *Hydrologie*. SNTL, Praha, 1969, 380 s.
- Gálhidy, L. et al. *Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understorey vegetation of a Hungarian beech forest*. Plant Ecology, 2006, vol. 183, p. 133-145.
- Hadaš, P., Litschmann, T., Hybler, V. *Dynamika půdní vlhkosti ekosystému lužního lesa jižní Moravy*. Bioklimatologické pracovní dny, Strečno, 2006. ISBN 80-89186-12-2
- Chlebek, A., Karabáč, M. *Důsledky porostních obnov na odtok vody z beskydských experimentálních povodí*. Zprávy lesnického výzkumu, vol. 4, s. 7-12.
- Ivančo, J. et al. *Vplyv agrotechniky na zásobu vody v zóne aerácie fluvizemí glejových na Východoslovenskej nížine*. In Bioklimatológia a životné prostredie, XIII. Bioklimatologická konferencia SBkS a ČBkS, Košice, 12.-14. september 2000. Dostupné z: <http://www.cbks.cz/sbornikKosice/kosice.htm>.
- Ivančo, J., Pavelková, D., Mati, R. *Dynamika zásob vody v pôdnom profile ťažkých pôd na Východoslovenskej nížine*. Acta Hydrologica Slovaca, 2003, vol. 4, no. 1, s.74-85.
- Krečmer, V. et al. *Lesy a povodně: souhrnná zpráva*. Lesnická práce, 2003, roč. 82, č. 8, s. 410-412. ISSN 1212-8449.
- Kurpelová, M., Coufal, L., Čulík, J. *Agroklimatické podmienky ČSSR*. Hydrometeorologický ústav, Bratislava, 1975, 270 s.
- Pivec, J., Brant, V. *Vliv rozdílných vegetačních pokryvů na denní dynamiku objemové vlhkosti v horních 20 cm půdy*. In sborník ze semináře „Vliv biotických a abiotických stresorů na vlastnosti rostlin“, Praha, 2004. ČZU – AF Praha 2004. s. 156-163.
- Středa, T., Rožnovský, J., Vlček, V. *Vlhkostní režim orné půdy v nivě řeky Svatky*. In Měkotová, J., Štěrba, O. (eds.) Říční krajina, 5. Sborník příspěvků z konference. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, s. 281-287. ISBN 978-80-244-1890-2.
- Špánik, F., Repa, F. *Analytický vzťah medzi pôdnou vlhkosťou pod porastom kukurice na zrno a ornou – štandardom agrometeorologickej stanice*. In Acta horticulturae et regiotecturae, príloha Voda v bioklimatických systémoch – Zborník z medzinárodnej konferenci BPD. 1999, vol. 2, s. 278-279.
- Tesař, M., Šír, M., Dvořák, I. J. *Vliv vegetačního porostu a jeho změn na vodní režim půd v pramenných oblastech Krkonoš*. In: Štursa, J. et al. (eds.), Geoekologické problémy Krkonoš. Sborník z mezinárodní vědecké konference, 2003, Szklarska Poręba. Opera Corcontica, vol. 41, s. 30–37.