

ZTRÁTY VODY VÝPAREM A ODOSEM VĚTREM PŘI ZÁVLAZE TRÁVNÍKU POSTŘÍKEM

T. Litschmann¹, P. Salaš²

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

²Zahradnická fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Česká republika
e-mail: salas@zf.mendelu.cz

Abstract

LOSS OF WATER BY EVAPORATION AND BY WIND DRIFT DURING LAWN IRRIGATION BY SPRINKLERS. Submitted report pursue relation between issued water and water really fall on irrigated surface, in case of irrigation small area by pop-up sprinklers. Turns that especially higher wind speed can lead to significant losses of water, this losses can be reaching almost 30%. In the windless are these losses reduction more than a half.

Key words: irrigation, evaporation, sprinklers

Úvod

Přes poměrně značný nárůst ploch zavlažovaných plodin, zejména trvalých kultur, pomocí kapkové závlahy, stále ještě u některých typů ploch převažuje závlaha postřikem. Jsou to především intenzivní travní porosty, kde má závlaha postřikem své nezastupitelné místo z hlediska finančních nákladů a dalších efektů. Místo mobilních postřikovačů se používají stacionární systémy, většinou výsuvné, nenarušující v době mimo závlahu estetičnost a funkčnost travní plochy, ať už se jedná o okrasný anebo užitkový trávník.

Cílem dobře navrženého a provozovaného závlahového systému je dodávka vody ke kořenovému systému rostlin bez výraznějších ztrát a udržování půdní vlhkosti na úrovni, zajišťující optimální vývoj rostlin. Efektivita aplikace (application efficiency) udává poměr mezi množstvím vody, dodaným závlahovým systémem, a množstvím, které je skutečně k dispozici rostlinám. Tato efektivita záleží především na:

- ztrátách vody evaporací a odnosem větrem ještě před dopadem kapiček na povrch
- povrchovém odtoku
- nerovnoměrnosti aplikace
- intercepci vody na povrchu rostlin
- průsaku mimo kořenovou zónu zavlažovaných rostlin
- zavlažováním mimo osázenou plochu

V předložené práci se budeme zabývat především ztrátami vody mezi postřikovačem a zavlažovaným povrchem. Faktory, ovlivňující tuto ztrátu, mohou být následující:

- velikost kapiček (závisí na velikosti a tvaru použitých trysek, tlaku vody – kapičky se zvětšují se zvětšujícím se průměrem trysky a klesajícím tlakem vody)
- evaporační schopnost atmosféry
- rychlost větru

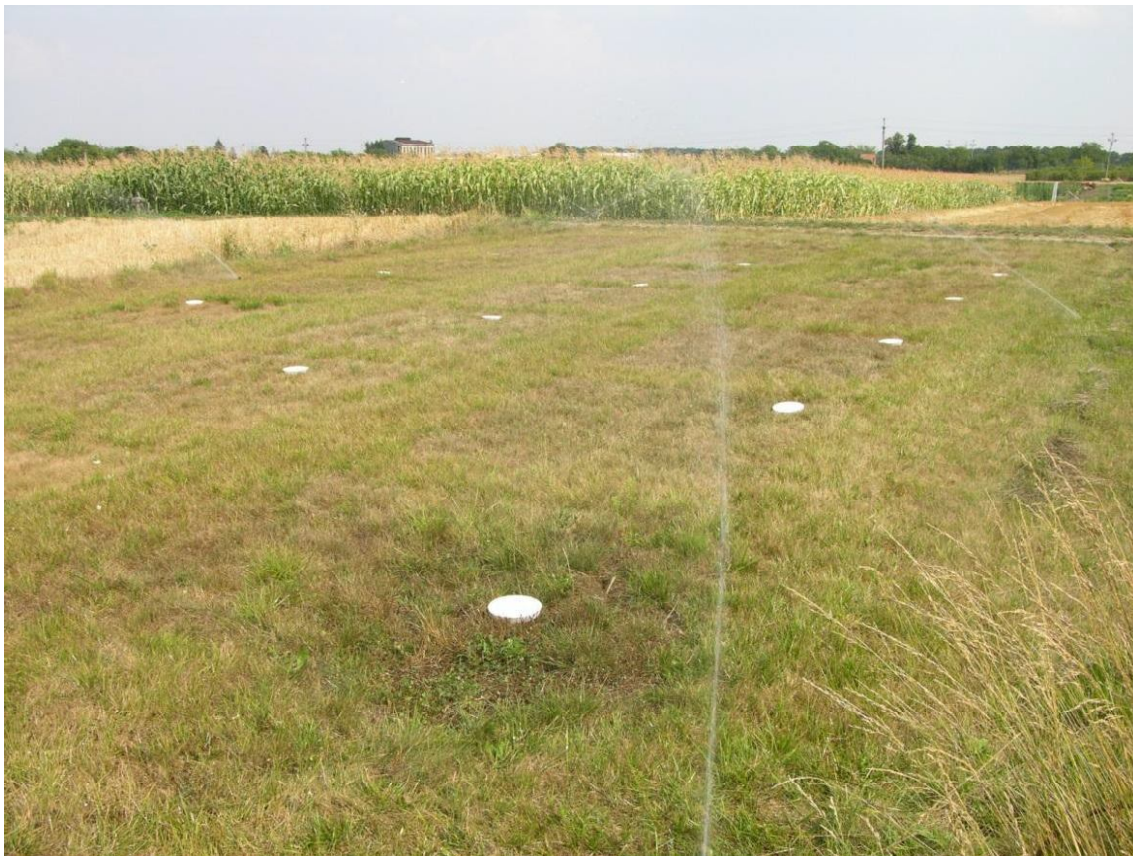
Při návrhu řízení závlahy pouze na základě parametrů množství vody dodaného nainstalovaným systémem je zapotřebí brát v úvahu nejen množství, které proteče tryskami podle jejich velikosti, ale též i výše uvedené možnosti ztrát na cestě mezi postřikovačem a kořenovým systémem rostlin.

Materiál a metody

Ke stanovení velikosti ztrát mezi dodanou závlahovou vodou a vodou dopadající na zavlažovaný povrch jsme zorganizovali na výzkumné travní ploše v areálu Zahradnické fakulty Mendelovy univerzity v Lednici (Mendeleum) pokus s měřením množství emitované a dopadající vody za rozdílných povětrnostních podmínek.

Obdélníková zatravněná plocha o velikosti 250 m² byla po delších stranách osazena 6-ti postřikovači typu P2000 (Netafim Israel) osazených tryskami velikosti 1.5 s dostřikem 10,7 – 11,0 m pod úhlem 26°. V závislosti na tlaku vody od 280 do 410 kPa mají tyto trysky udávaný průtok vody v rozmezí 0,32 do 0,40 m³h⁻¹.

Na zavlažované ploše bylo před každým měřením rozmístěno ve třech řadách v pravidelném sponu 15 plastových misek o průměru 18 cm (obr. 1).



Obr. 1 Pokusná plocha s výsuvnými postřikovači a záchytnými miskami

V těsné blízkosti pokusné plochy bylo prováděno ve výšce 1 m měření dráhy větru součtovým anemometrem (Georg Rossenmüller, Dresden) a teploty a vlhkosti vzduchu v minutovém intervalu registrátorem HOBO (Onset Computer, USA) umístěným v plastovém stínítku (obr. 2). Globální záření bylo měřeno na meteostanici vzdálené cca 150 m pyranometrem SG002,5 (J. Tlustý, Praha). Množství vody protékající všemi postřikovači bylo měřeno na vstupu vodoměrem.

Každé měření bylo prováděno po dobu 30-ti minut a opakovalo se dvakrát hned po sobě, celkem byly provedeny 4 tyto cykly za různých povětrnostních podmínek. Po každém měření byla zachycená voda z jednotlivých misek přelita do odměrného válce a změřeno její množství, stejně tak byly zaznamenány údaje o protékém množství a dráze větru.

Z naměřených hodnot meteorologických veličin byly následně pomocí tabulkového procesoru, dostupného na <http://biomet.ucdavis.edu/evapotranspiration.html>, spočítány hodinové hodnoty potenciální evapotranspirace metodou Penmana – Monteitha.

Ztráta vody odnosem drobných kapiček větrem a evaporací během závlahy WDEL (Wind Drift and Evaporation Loses) se stanovila na základě vztahu (Nooralinejad, et all. 2014):

$$WDEL = 100 \left(1 - \frac{\bar{D}}{D_r} \right)$$

kde

\bar{D} – průměrná výška vody zachycená v jednotlivých miskách (mm)

D_r – průměrná výška dodané závlahové vody



Obr. 2 Měření dráhy větru a teploty a vlhkosti vzduchu v blízkosti pokusné plochy

Rovnoměrnost závlahy je ukazatelem schopnosti navrženého závlahového systému dodat na jednotlivá místa zavlažovaného pozemku stejné množství vody. K vyjádření rovnoměrnosti se používá několik metod, nejrozšířenější je metoda dolního kvartilu (alespoň podle Fairweather, H. et all (2003)), kdy se průměrná výška na čtvrtině plochy s nejnižšími naměřenými úhrny vody podělí průměrnou výškou závlahy na celé ploše (Merriam and Keller (1978), cit. v Maroufpoor, E. et all (2010)) podle vztahu:

$$DU = 100 \left(\frac{D_{1q}}{\mu} \right)$$

kde

DU –Distribution Uniformity

D_{1q} – průměr dolního kvartilu naměřených výšek závlahového množství (mm)

μ – průměrná výška závlahy na celé ploše (mm)

Kromě toho se používá i Christiansenův koeficient rovnoměrnosti závlahy (CU – Uniformity Coefficient), počítaný jako podíl sumy absolutních odchylek výšky závlahy v jednotlivých bodech k celkovému úhrnu výšky závlahy ve všech bodech podle rovnice:

$$CU = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \mu|}{\sum_{i=1}^n X_i} \right)$$

kde

n – celkový počet měření

X_i – výška závlahy v bodě i (mm)

μ – průměrná výška závlahy (mm)

Výsledky a diskuse

V tab. 1 je uveden souhrnný přehled všech naměřených a vypočítaných veličin z jednotlivých dnů měření. Meteorologické podmínky v nich byly dosti variabilní, teplota vzduchu se pohybovala od 16,7 do 36,7 °C, rychlost větru od téměř bezvětří až po 5 m.s⁻¹.

Tab. 1 Přehled naměřených a vypočítaných veličin z jednotlivých měření

termín měření	prům. teplota vzduchu [°C]	prům. vlh	globální záření [W.m ⁻²]	rychl. Větru [m.s ⁻¹]	ET0 [mm.h ⁻¹]	dodané množství podle vodoměru [mm]	naměřené množství na ploše [mm]	WDEL [%]	DU1Q	CU Christiansen
14.8.2015	36.7	25.4	674	3.5	0.70	4.5	3.2	29.1	0.7	0.7
20.8.2015	18.8	61.9	350	0.1	0.17	5.4	4.7	13.1	0.8	0.8
24.8.2015	26.3	45.4	516	5	0.46	5.0	3.5	29.4	0.6	0.7
24.9.2015	16.7	63.3	166	2.3	0.10	5.3	3.8	28.7	0.6	0.8

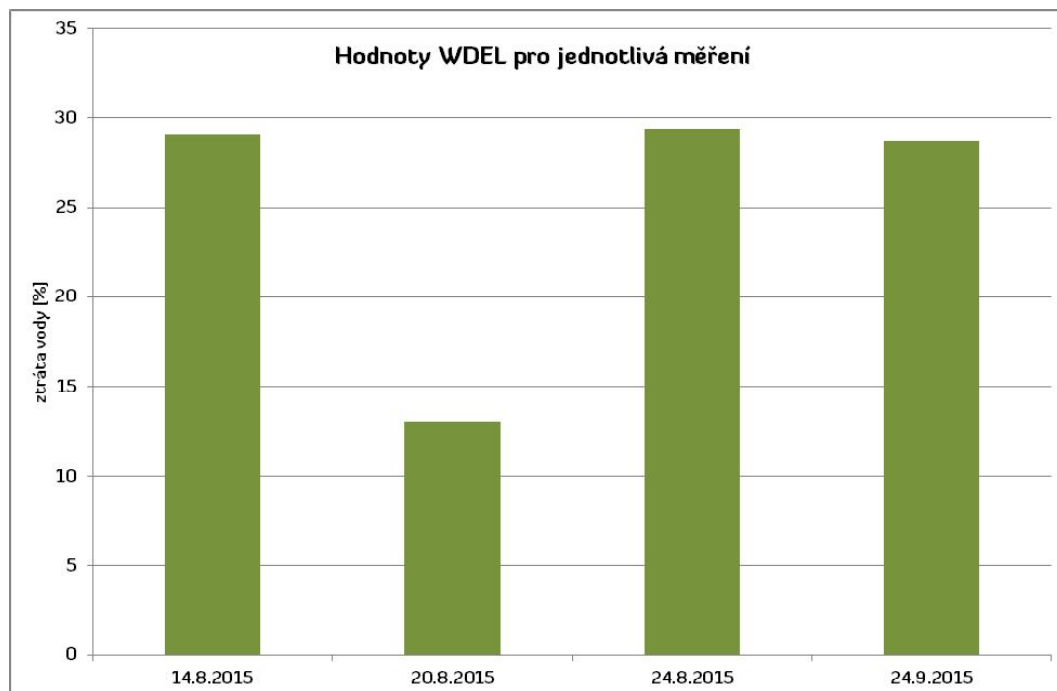
Extrémní hodnoty panovaly při prvním měření 14.8.2015, teplota se pohybovala nad 35 °C, nízká relativní vlhkost vzduchu a mírný vítr. Potenciální evapotranspirace během doby měření dosáhla 0,7 mm.h⁻¹. Rozdíl mezi emitovaným množstvím vody a množstvím dopadlým na povrch trávníku činil téměř 30 %. Druhé měření, 20.8.2015, bylo prováděno za zcela odlišných podmínek, teplota do 20 °C, relativní vlhkost nad 60 % a zejména téměř bezvětří. Za těchto podmínek došlo ke ztrátě pouze 13 % závlahové vody. Během dalších dvou měření panovaly navzájem rozdílné povětrnostní podmínky, jejich společným ukazatelem však byly vyšší rychlosti větru. Ve výsledku se to projevilo opět vyšší ztrátou závlahové vody, dosahující téměř k 30-ti %. Názorně jsou hodnoty WDEL pro všechna měření zachycena na obr. 3.

Ukazuje se tedy, že je to především rychlost větru, ovlivňující hodnotu WDEL, a že i při relativně nízkých rychlostech jsou ztráty vody více než dvojnásobné než při bezvětří.

Steiner et al (1983) při obdobných měřeních pod pivotovým postřikovačem zjistil průměrnou ztrátu vody WDEL kolem 16-ti %, v konkrétních případech však dosahovala až 39 % při rychlostech větru nad 7 m.s⁻¹ a teplotě nad 35 °C. Je přitom zajímavé, že při jiném měření za téměř totožných podmínek byla ztráta jenom 2,8 %.

Playán, E. et al. (2005) pro pevný závlahový systém zjistil průměrnou hodnotu WDEL 16,5 %, pohybující se v rozmezí od 7,6 do 27,6 %, v případě pohybujícího se postřikovače jsou tyto hodnoty přibližně poloviční. Další snížení hodnot WDEL lze pozorovat při noční závlaze.

Rovnoměrnost postřiku byla u obou použitých kritérií (DU a CU) vyšší v případě bezvětří, při vyšších rychlostech vykazovala nižší hodnoty.



Obr. 3

Závěr

Provedená čtyři měření neposkytují dostatek podkladů pro hlubší statistickou analýzu závislosti mezi ztrátami vody během postřiku při závlaze trávníku stabilními postřikovači, přesto naznačují, že tato ztráta není zanedbatelná a je zapotřebí s ní počítat při kalkulaci množství dodané vody závlahovým systémem. Naším cílem bylo spíše ověřit si v konkrétních podmínkách, s jak velkými ztrátami je nutno počítat při závlaze trávníku za různých situací. Nejnižší ztráty jsou v případě bezvětří anebo mírného vánku, při vyšších rychlostech se zvětšují až na dvojnásobek, a to i při nižších teplotách vzduchu a zatažené obloze.

Námi naměřené hodnoty jsou o trochu vyšší než hodnoty uváděné v literatuře, což může být způsobeno jednak malým počtem měření, avšak též i použitým postřikovačem a spektrem velikostí jeho kapek. Lze očekávat, že pro každý typ postřikovače budou výsledné hodnoty WDEL trochu odlišné, vyšší lze očekávat v případě mikropostřikovačů produkujících menší kapky.

Hodnoty WDEL jsou pouze jednou částí celkových ztrát vody mezi postřikovačem a kořenovým systémem rostlin. Po jejich započtení bude rozdíl mezi emitovanou vodou a vodou dostupnou zavlažovaným rostlinám ještě vyšší.

Uvedené poznatky mají značný význam pro řízení závlah nejen intenzivních travních porostů za situací, kdy se kalkuluje dodané množství vody pouze na základě doby závlivy a parametrů použitých postřikovačů. Množství vody, které doputuje až ke kořenovému systému, tak může být značně rozdílné v závislosti na povětrnostních a jiných faktorech. Může tak dojít k převlazení porostu v případě, že se počítá s vyššími ztrátami, než jsou skutečné, anebo naopak k jeho nedostatečnému zásobení vodou v případě kalkulace nízkých ztrát. Ukazuje se proto, že metody řízení závlahy na základě přímo měřené půdní vlhkosti mohou nabídnout lepší využití závlahové vody včetně zajištění optimálního vodního provozu rostlin.

Poděkování

Príspevek je součástí grantového projektu 2B08020 NPV II (Modelový projekt zamezení biologické degradace půd v podmínkách aridního klimatu), podpořeného MŠMT ČR v rámci Národního programu výzkumu II.

Literatura

- Fairweather, H. et al (2003): Water use efficiency, an information package. Irrigation Insights No. 5, ISBN 1 920860 09 6, 67 p.
- Maroufpoor, E. et al (2010): Evaluation of Uniformity Coefficients for Sprinkler Irrigation Systems under Different Field Conditions in Kurdistan Province (Northwest of Iran). Soil & Water Res., 5, pp. 139–145
- Merriam J.L., Keller J. (1978): Farm Irrigation System Evaluation: A Guide for Management. Department of Agricultural and Irrigation Engineering, Utah State University, Logan.
- Nooralinejad, A. R. et al. (2014): The evaluation of irrigation efficiency of solid set sprinkler irrigations systems. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences ISSN: 2231-6345, 2014 Vol. 4 (2) April-June, pp. 331-335
- Playán, E. et al. (2005): Day and Night Wind Drift and Evaporation Losses in Sprinkler Solid-Sets and Moving Laterals. Agricultural Water 76(3):139-159
- Steiner, J. L. et al. (1983): Spray losses and partitioning of water under center pivot sprinkler system. Transactions of ASAE, Vol. 26, No. 4, pp. 1128-1134