Možnosti úspor vody při závlaze městské zeleně

Litschmann Tomáš

Neustále se zlepšující vzhled našich měst a vesnic a s tím i snaha jejich vedení vytvářet pro občany a návštěvníky pokud možno co nejpříznivější životní prostředí vede k tomu, že jsou na vhodných místech obnovovány anebo nově zakládány travnaté plochy, které v případě, že jsou pečlivě udržované, působí zklidňujícím dojmem a vytvářejí místa oddychu.
Travnaté plochy plní celou řadu funkcí - regulují tepelný režim, snižují prašnost a hlučnost prostředí, zabraňují vodní erozi na svazích a v neposlední řadě přispívají k estetice prostředí. Trávník se dobře podřizuje modelaci terénu, změkčuje jeho ostré hrany a obrysy, dodává prostředí charakter pořádku, úpravy a čistoty. Tato funkce je velmi zřetelná a proto je často prioritní. Využívá se na umocnění klidu a harmonie prostředí, kde se využívá právě působení svěže zelené barvy trávníku, která v ucelených plochách působí neobyčejně zklidňujícím dojmem na lidskou psychiku. Po vodních plochách je zařazujeme mezi nejdůležitější kompoziční prvky v sadovnické tvorbě.
Mají-li tyto travnaté plochy plnit svůj účel i v období letních měsíců s déletrvajícími periodami vysokých teplot a beze srážek, je zapotřebí uvažovat o tom, že je nutno tyto plochy vybavit vhodným závlahovým zařízením, které bude udržovat půdní vlhkost v potřebných mezích, aby nedocházelo k vadnutí a degradaci trávníku. Současné moderní technologie umožňují komfortní, plně automatizovanou závlahu trávníků a je jen na uživateli, pro který způsob závlahy se rozhodne. Většinou se používají stabilní závlahové systémy s výsuvnými postřikovači, které v klidovém stavu nenarušují povrchový vzhled a vysouvají se pouze během své činnosti nad trávník.
Cílem tohoto příspěvku je nastínit některé možnosti, jak postupovat, aby tato závlaha byla i efektivní a nedocházelo k zbytečným ztrátám vody.

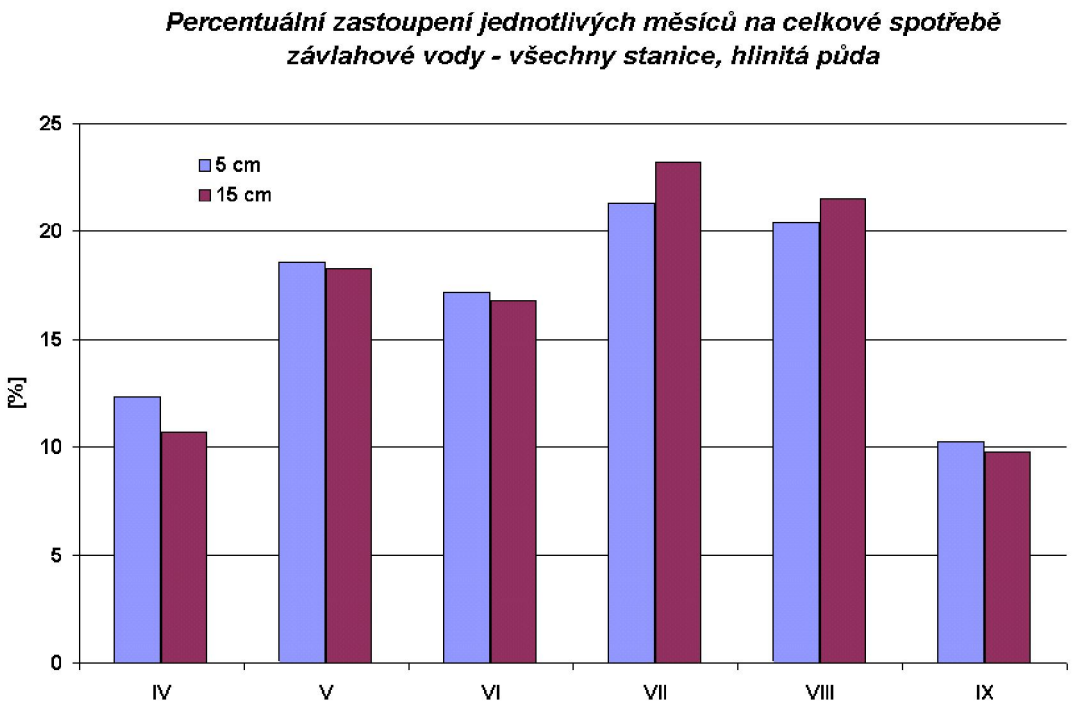
Kolik vody trávník spotřebuje
Již při návrhu závlahy je nutno si uvědomit, s jak velkým celkovým množstvím závlahové vody v průběhu vegetace je nutno počítat a od toho odvíjet provozní náklady. Jelikož travní porost je poměrně homogenní, hustě zapojený a rovnoměrně kosený, nečiní velký problém vypočítat pro konkrétní lokalitu potřebné množství vody. Vychází se přitom z potenciální evapotranspirace, vypočítané z meteorologických prvků, měřených na klimatologických stanicích, a tzv. plodinového koeficientu (Kc), který vyjadřuje, v jakém poměru je spotřeba vody daným porostem k potenciální evapotranspiraci. V tab. 1 jsou tyto koeficienty uvedeny pro jednotlivé měsíce. Vidíme, že vláhová potřeba travních porostů dosahuje přibližně 80-ti % potenciální evapotranspirace. Vhodným bilančním modelem lze pak s přihlédnutím ke skutečným srážkám stanovit, kolik vody je zapotřebí k závlaze příslušného travního porostu. Zprůměrováním těchto hodnot za několik desetiletí a pro větší počet lokalit jsme dostali poměrně zajímavou závislost, která umožňuje stanovit na základě znalosti dlouhodobého průměru srážek za vegetační období potřebné množství závlahové vody pro travní porosty.

Měsíční hodnoty koeficientů K_c pro intenzívní trávníky Tab. 1

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX
K_c	0,89	0,85	0,78	0,78	0,82	0,83

Na obr. 1 a 2 jsou tyto závislosti uvedeny pro hlinitou a písčitou půdu a pro dvě hloubky prokořenění, 15 a 5 cm, přičemž 15 cm je průměrná hloubka prokořenění pro běžné travní po-

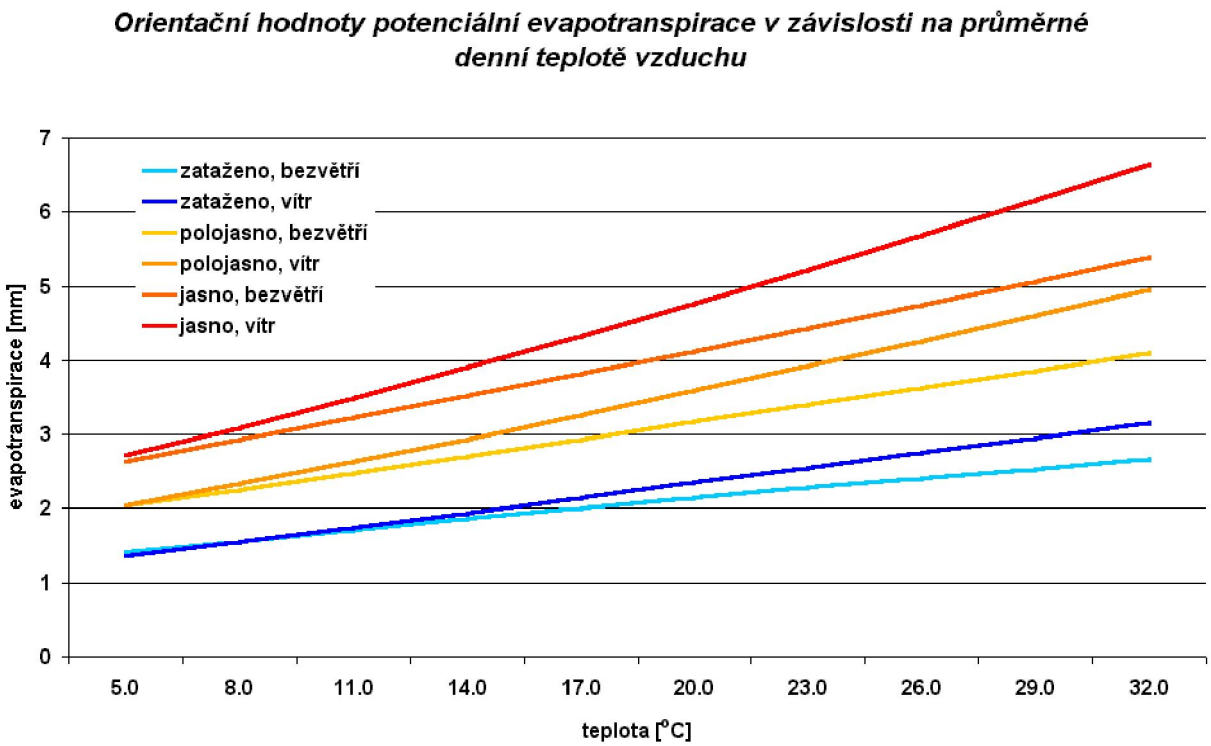
Obr. 2



Obr. 3

V konkrétním dnu lze vláhovou potřebu trávníku stanovit z hodnoty potenciální evapotranspirace pro daný den, vypočítané na základě meteorologických prvků, a její vynásobení koeficientem Kc pro příslušný měsíc. Určitou pomůckou pro stanovení potenciální evapotranspirace může být obr. 4, na němž jsou vyneseny křivky závislosti potenciální evapotranspirace na teplotě vzduchu, rychlosti větru a oblačnosti. Za situaci s větrem byl považován pří-

pad, kdy průměrná rychlost větru překročila 5 m.s^{-1}, za bezvětří s rychlostí do 2 m.s^{-1}. Z tohoto grafu si lze udělat představu, že hodnoty pot. evapotranspirace se mohou pohybovat v poměrně dosti širokém rozmezí i při konstantní teplotě. Tak např. při teplotě 20 ^{o}C, zatažené obloze a bezvětří jen něco málo přesáhnou 2 mm, zatímco pokud je jasno a silný vítr, pohybují se nad 4,5 mm. Při znalosti průměrné denní teploty a odhadu rychlosti větru a množství oblačnosti si lze udělat alespoň hrubou bilanci o tom, kolik vody daný travní porost spotřeboval během příslušného dne. Tak například v srpnu při průměrné denní teplotě 23 ^{o}C, polojasné obloze a s rychlostí větru od 2 do 5 m.$^{s-1}$ (tedy ani bezvětří, ani silný vítr), lze předpokládat, že hodnota potenciální evapotranspirace byla 3,7 mm, koeficient Kc pro srpen je 0,82, výsledná hodnota vláhové potřeby je tudíž 3,0 mm.



Obr. 4

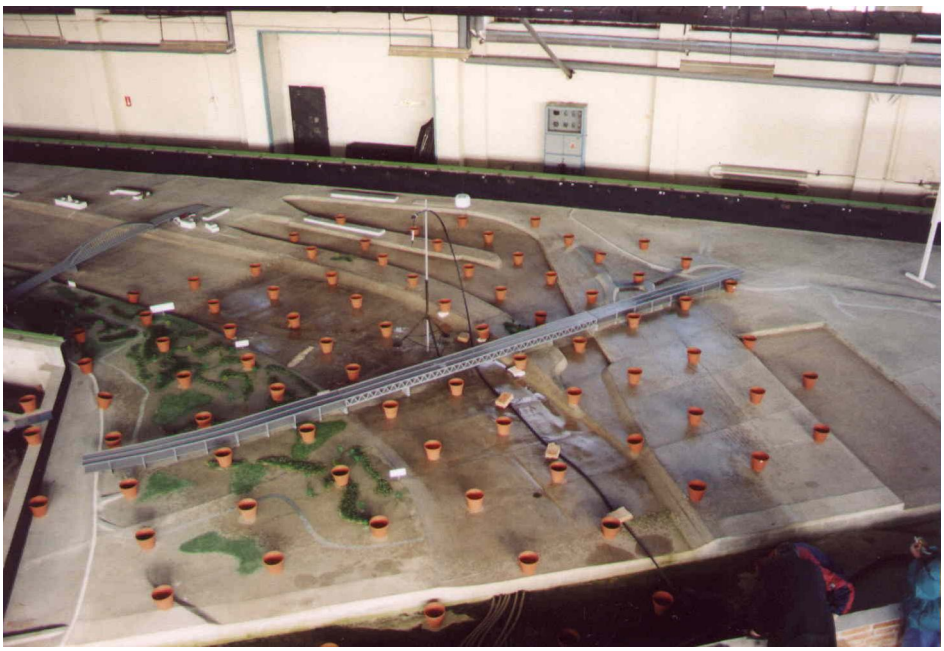
Co je zapotřebí si zjistit pro správné řízení závlahy

Aby byla závlaha travního porostu prováděna co nejekonomičtěji, je nutno před jejím provozováním stanovit následující parametry:

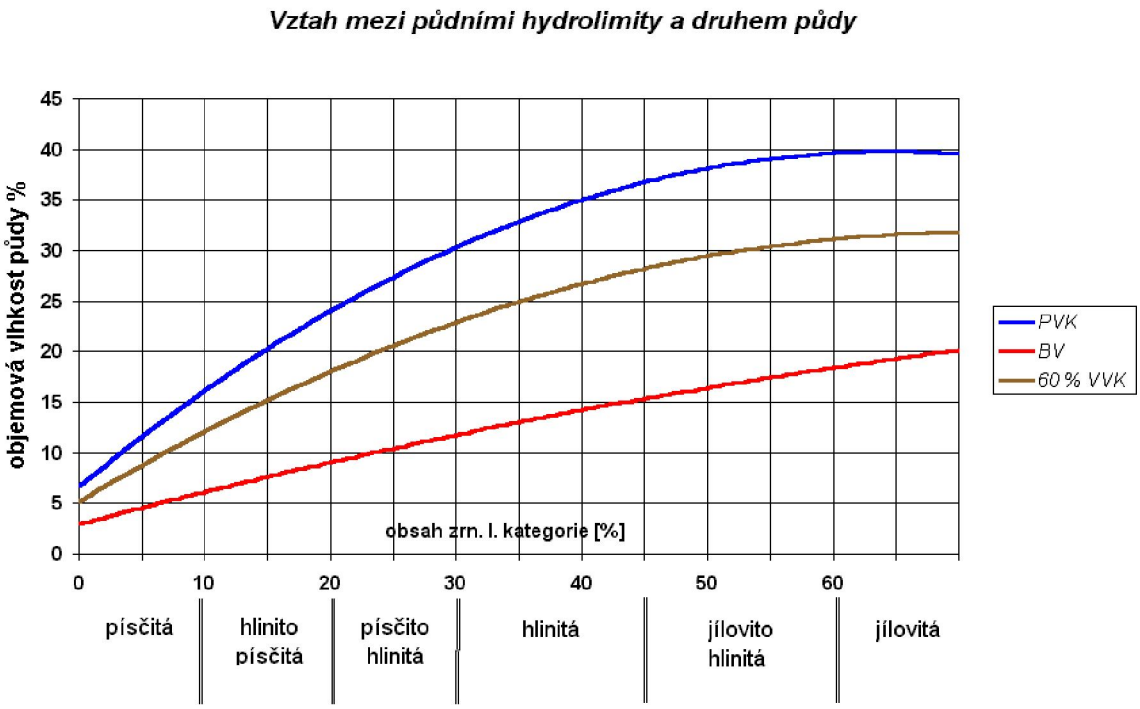
- intenzita postřikovačů: ačkoliv výrobce a dodavatel závlahy uvádějí určité návrhové charakteristiky postřikovačů a rovnoměrnost závlahy na celé ploše, je vždy vhodné se přesvědčit, jaká je skutečnost, která se může měnit vlivem např. odlišných tlakových poměrů, povětrnostních podmínek apod. Toto zjištění lze poměrně snadno realizovat tak, že rozmístíme po ploše stejné plastové kelímky, nejlépe kruhového průřezu, pro nějž lze snadno stanovit velikost záchytné plochy, spustíme závlahu na určitou dobu (např. půl hodiny) a poté změříme odměrným válcem množství vody v jednotlivých kelímcích a převedeme na milimetry. Doporučuji provést tato měření nejméně za dvou situací, a to např. v odpoledních hodinách za slunného dne a v nočních hodinách, po-

případě časně ráno. Lze si tak snadno ověřit tvrzení, že při závlaze v odpoledních hodinách v horkých letních dnech se může vypařit až polovina dodávaného množství vody. Na druhé straně to má tu výhodu, že tato závlaha má klimatizační účinky a zvlhčuje a ochlazuje vzduch v přilehlém okolí, čehož lze využít zejména v horkých letních dnech ke zpříjemnění pobytu občanů v těchto místech. Na obr. 5 je zachyceno obdobné měření vydatnosti a rovnoměrnosti postřikovače prováděné ve Výskumném ústavu vodného hospodárstva v Bratislavě. V praxi nemusí být hustota záchytných kelímků tak vysoká jak na obrázku, i s menším množstvím (např. 5) lze získat docela slušnou představu o tom, jaká je vydatnost a rovnoměrnost postřiku na zavlažované ploše. Při znalosti tohoto parametru lze pak již poměrně snadno spočítat dobu závlahy tak, aby voda mohla prosáknout do požadované hloubky.

- druh půdy: charakter půdního substrátu má značný vliv na množství vody, které je schopen pojmout. Od toho se pak odvíjí množství závlahové vody, které je nutno v průběhu jedné závlahové dávky dodat, aby došlo k jejímu zasáknutí do požadované hloubky. U substrátu je nutno zjistit jeho zrnitost a vertikální rozložení. Na obr. 6 je jako pomůcka pro zjištění druhu půdy uveden vztah mezi zrnitostním složením, druhem půdy, polní vodní kapacitou (PVK), bodem vadnutí (BV) a rovněž tak i hodnoty udávající 60 % využitelné vodní kapacity (VVK). Tento graf může být podkladem pro další výpočty týkající se velikosti závlahové dávky v konkrétních podmínkách. Při znalosti obsahu zrn I. zrnitostní kategorie (lze zjistit v pedologické laboratoři) stanovíme druh půdy, PVK i BV. Výhodnější, zejména v těch případech, kdy předpokládáme řízení závlahy na základě půdní vlhkosti, je nejprve nainstalovat příslušný snímači, zalít jeho okolí dostatečným množstvím vody, nejméně 20 litrů, přikrýt nepropustnou fólií a po 24 hodinách odečíst naměřenou vlhkost. Ta by měla odpovídat PVK, ovšem za předpokladu, že podloží není nepropustné a přebytečná voda může prosáknout. Ze znalosti PVK a pomocí obr. 6 určíme s dostatečnou přesností jak druh půdy, tak i hodnotu 60 % VVK, kterou později využijeme při řízení závlahového režimu. Vertikální profil půdního substrátu hraje důležitou roli především tam, kde se nejedná o přirozený půdní povrch, nýbrž o uměle navezení různých vrstev s výrazně odlišnou zrnitostí. K těmto případům velmi často dochází právě ve městech, kdy jsou prováděny nejrůznější terénní úpravy před založením trávníku a vrstva ornice může být poměrně mělká. Pokud je její výška např. 10 cm a pod ní je štěrková navážka, je zbytečné zavlažovat hlouběji. Opačný extrém může nastat v případě, že se pod ornicí nachází nepropustná jílovitá vrstva, zabraňující průsaku dešťových srážek a závlahové vody. V těchto případech pak vlhkost půdy může vzrůstat nad PVK a závlahové dávky mohou být nižší. V členitějším terénu může docházet i k případům, že po nepropustné vrstvě přitéká na zavlažovaný pozemek voda z okolních míst a dochází k podmáčení. Tyto všechny skutečnosti je zapotřebí mít na paměti již při návrhu zavlažovacího systému, avšak též i při jeho provozování.
- charakter trávníku na dané ploše: s ohledem na využití zavlažované plochy připadají v úvahu trávníky okrasné, rekreační anebo sportovní. Každý z těchto druhů trávníku se skládá z jiných druhů trav, popřípadě má jiné jejich poměrné zastoupení v travní směsi. Rovněž, jak již bylo uvedeno výše, výška sečení se odráží i v hloubce prokořenění, proto krátce sečené okrasné trávníky je zapotřebí zavlažovat častěji nižšími dávkami, zatímco rekreační na dostatečně hlubokém substrátu méně často a většími dávkami.



Obr. 5 Testování postřikovačů ve Výskumném ústavu vodného hospodárstva v Bratislavě



Obr. 6

Stanovení velikosti závlahové dávky

Dříve, než začneme zavlažovat, je zapotřebí nejprve si stanovit, jak velkou závlahovou dávku můžeme jednorázově travnímu porostu dodat s ohledem na druh půdy a hloubku prokořenění. Příliš velká dávka vede k tomu, že část vláhy prosákne mimo kořenovou zónu bez užitku pro travní porost, naopak příliš malá způsobuje, že se provlažuje jenom svrchní vrstva a snižuje se mocnost kořenové vrstvy travního drnu, popřípadě se začnou objevovat mělce kořenící druhy trav a postupně dochází k degradaci travního porostu.

K tomu, abychom mohli stanovit optimální velikost závlahové dávky, musíme znát především hloubku prokořenění danou mocností substrátu a typem trávníku, dále pak druh půdy a jeho základní hydrolimity, které lze odečíst z obr. 6. Předpokládejme v našem případě, že budeme chtít zavlažovat do hloubky 15 cm trávník na písčitohlinité půdě s hodnotou PVK 27 obj. %. Vynásobením hodnot 150 mm x 0,27 zjistíme, že takto mocný půdní profil je schopen pojmout 40,5 mm vody. Ovšem ne všechna tato voda je přístupná travnímu porostu, k tomu, aby nedocházelo k jeho vadnutí, nesmí zásoba vody v půdě klesnout pod 60 % VVK. Tento hydrolimit odpovídá vlhkosti půdy 20 obj. %, obdobným výpočtem jako v předchozím případě zjistíme, že při této vlhkosti je zásoba vody v 15-ti centimetrovém půdním profilu 30 mm. Rozdíl mezi polní vodní kapacitou a 60 % VVK tak činí pro daný druh půdy a požadovanou hloubku prokořenění 10,5 mm. Toto množství vody by se mělo dodat jednorázově závlahou v okamžiku, kdy klesne vlhkost půdy na 20 %. Pokud předpokládáme, že vláhová potřeba zůstane konstantní a bude se pohybovat kolem 3 mm za den, bude zapotřebí zavlažovat každý třetí den za situace, že se nevyskytnou srážky.

Možnosti optimálního řízení závlahy

Pod pojmem optimální řízení závlahy rozumíme její provoz v závislosti na konkrétních podmínkách tak, aby bylo dosaženo co nejvyššího využití aplikované vody a současně nedocházelo k vzniku vodního stresu u zavlažovaného porostu. Mezi nejčastěji používané metody při řízení závlahy trávníků patří:

- ruční
- časové
- časové s blokováním v případě deště
- na základě půdní vlhkosti

Ruční řízení je založeno na tom, že uživatel buď na základě subjektivních dojmů, v lepším případě na základě bilančních výpočtů mezi vláhovou spotřebou travního porostu, spadlých srážek a dodané závlahové vody, otevírá ručně ventil závlahového zařízení a po určité době jej opět zavře. Tento způsob, byť někde ještě hojně uplatňován, je náročný na precizní ruční práci a pokud je založen jenom na subjektivním hodnocení situace, nemůže ve většině případů vést k úspoře vody a zároveň zajištění dostatečného zásobení travního porostu s vodou. Již s ohledem na to, že nejvýhodněji je zavlažovat travní porost v noci anebo časných ranních hodinách, je lépe přejít k některému z automatizovaných systémů řízení, které pracují v kteroukoliv denní dobu a po sedm dní v týdnu.

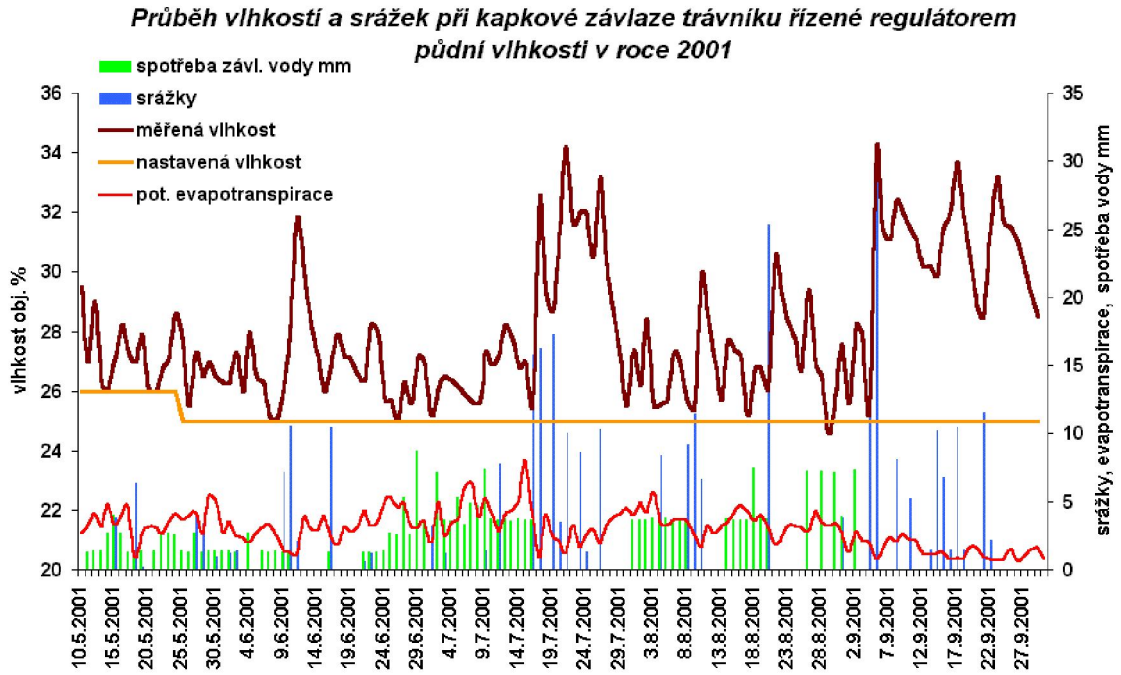
Časové řízení spočívá v tom, že závlaha se provádí v pravidelných intervalech, s ohledem na potřebnou hloubku provlažení třídenních, popřípadě i delších. Délka závlahy by měla být nastavena s ohledem na intenzitu postřiku, vláhovou potřebu a hloubku provlažení. Je však zřejmé, že proměnlivost počasí bude vždy způsobovat poměrně velké rozdíly jak v hodnotách vláhové potřeby, lišící se den ode dne, tak i v množství a rozložení přirozených srážek.

Časové řízení s blokováním v případě deště je obdobou předchozího způsobu s tím rozdílem, že intervalový spínač je vybaven dešťovým senzorem, který v případě, že prší, zablokuje provedení závlahy. Je to o něco lepší metoda než předchozí a dochází při jejím používání k úspoře vody, neboť závlaha se neprovádí v případě výskytu srážek. Dešťové senzory umožňují nastavit velikost srážky, při jejímž překročení dojde k zablokování závlahy. Lze tak alespoň částečně reagovat na výskyt srážek. V našich klimatických podmínkách se však často opakují situace, kdy i v bezsrážkových obdobích vláhová potřeba je velmi proměnlivá a liší se den ode dne. Jelikož při časovém řízení se dodává vždy stejné množství závlahové vody, ve

výsušnějších dnech mohou trávníky trpět suchem, naopak v méně výsušných dochází k převlažení.

Řízení na základě půdní vlhkosti je řazeno k nejúspornějším metodám, poněvadž se závlaha provádí výhradně na základě množství vláhy v půdě, která je rozhodující pro zásobení trávníku vodou a současně v sobě odráží povětrnostní vlivy (výsušnost atmosféry, množství spadlých srážek), množství dodané závlahové vody (které, jak již bylo naznačeno, se může dosti lišit v závislosti na denní či noční době), a vlivy propustnosti či nepropustnosti podloží. Celé zařízení se skládá ze snímače půdní vlhkosti, který je zapotřebí umístit na reprezentativní místo v trávníku, typické pro co největší plochu zavlažovaného porostu. Vyvarujeme se míst ve sníženinách, kde se voda stéká z okolních ploch a jsou tudíž více vlhká, vhodnější jsou místa spíše sušší, poněvadž pak máme zaručeno, že ani kousek trávníku netrpí nedostatkem vody. Závlaha se pak provádí v předem stanovenou dobu pouze v případě, že půdní vlhkost je pod nastavenou hranicí, za níž se doporučuje zvolit vlhkost odpovídající 60 % využitelné vodní kapacity.

Tento způsob řízení má oproti předchozím tu výhodu, že nevyžaduje žádné informace o srážkách, dodaném závlahovém množství vody a evapotranspiraci, je tudíž uživatelsky nejpříjemnější a je zapotřebí jej pouze občas překontrolovat, zda-li vše funguje tak jak má.



Obr. 7

Výhodám a úsporám vody při řízení závlahy na základě půdní vlhkosti se věnovali někteří badatelé v USA, do nichž si zálibu v sytě zelených travnatých kobercích přinesli pravděpodobně původní kolonizátoři z britských ostrovů, navzdory dosti odlišným klimatickým podmínkám.

R.G. Allen ve své práci z roku 1997 zkoumal spotřebu vody na závlahu domovních trávníků v Utahu, vyznačujícím se poměrně výsušným podnebím a relativně nízkými úhrny srážek. V letních měsících zde převyšuje potenciální evapotranspirace přirozené úhrny srážek o 150 – 200 mm. Ve 28 případech bylo závlahové zařízení vybaveno poměrně jednoduchým snímačem půdní vlhkosti, který zablokoval její provádění v případě, že půda byla dostatečně záso-

bena vodou. Porovnáním spotřeby vody u takto vybavených uživatelů s 39 ostatními, kteří zavlažovali pouze na základě určitého časového harmonogramu došel k zjištění, že úspora vody představovala 10 - 20 % při dosažení stejného vzhledu zavlažovaného trávníku. Tato relativně malá úspora vody, přesto však významná v případě, že je k závlaze používána pitná voda, bylo způsobeno pravděpodobně jednak použitím velmi jednoduchého snímače půdní vlhkosti, sestávajícího se ze dvou elektrod zapíchnutých do trávníku, jednak poměrně stálým počasím ve zkoumané oblasti bez výraznějších výkyvů. Zajímavé je zjištění, že větších úspor vody dosáhli majitelé domů, kteří byli na penzi a měli tudíž dost času na vyladění systému, než majitelé chodící do práce.

Preciznější výzkum zabývající se úsporami vody spotřebované při závlaze řízené různými metodami uvádí ve své práci Cardenas-Lailhacar B. a kol. (2005), v níž porovnávali časové řízení (nastavené tak, aby se dodalo množství vody odpovídající potenciální spotřebě zjištěné v minulých letech), totéž časové řízení, avšak s blokováním v případě deště, dále pak časové řízení s blokováním, ovšem nastaveno tak, aby dodávané množství odpovídalo 60-ti procentům potenciální spotřeby v předchozích letech a řízení na základě půdní vlhkosti. Množství spotřebované závlahové vody v průběhu jedné sezóny je znázorněno na obr. 8. Lze velmi snadno zjistit, že pokud je řízení závlahy prováděno pouze na základě určitého časového plánu, je spotřeba vody nejvyšší, s přihlédnutím k výskytu srážek se její množství sníží, největších úspor je však dosaženo v případě, kdy je zavlažováno skutečně na základě toho, jaká je velikost zásob vody v půdě. Maloparcelní pokusy s výše uvedenými způsoby řízení závlahy trávníků byly prováděny v podmínkách Floridy, vyznačující se nepravidelnými dešťovými periodami, při nichž spadne někdy i významnější množství srážek, eventuelně vysokou vzdušnou vlhkostí, omezující evapotranspiraci.

Závěr

Z výše uvedených poznatků je zřejmé, že jakékoliv řízení je vždy lepší než žádné řízení, nejvíce úspor se však dá dosáhnout pouze s využitím všech dostupných poznatků o substrátu, závlahovém zařízení, povětrnosti a automatického řízení založeného na monitorování půdní vlhkosti. Při využití automatického řídícího systému založeném na průběžném monitorování půdní vlhkosti lze dosáhnout poměrně výrazné úspory závlahové vody, což přináší významný efekt zejména v případě, že je k závlaze použito pitné vody, avšak i při použití jiných zdrojů není úspora zanedbatelná, navíc je udržován optimální vodní a vzdušný režim půdy s omezením průsaku hnojiv mimo kořenovou zónu. Zejména v případech, kdy je trávník založen na lehčí půdě, umožňuje tento způsob řízení preciznější dávkování vody přesně podle požadavků travního porostu. Současně odpadá nutnost provádění složitějších bilančních výpočtů a zjišťování dalších potřebných veličin.

Literatura:

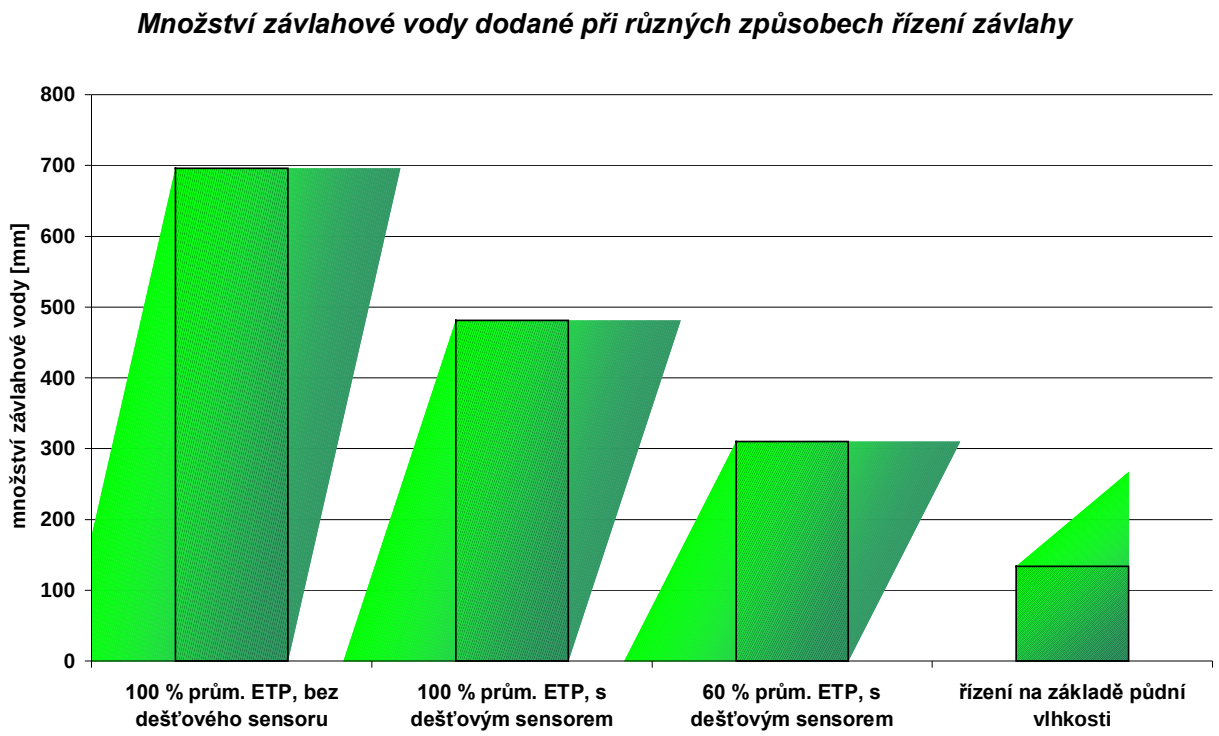
Allen, R. G.: demonstration of potential for residental water savings using a soil moisture controlled irrigation monitor. Project completion report, Project 6-FC-40-19490, Utah State University, 1997, 8 s.

Cardenas –Lailhacar B. a kol: Sensor-based control of irrigation in bermudagras. ASAE paper No. 052180, 2005, 14 s.

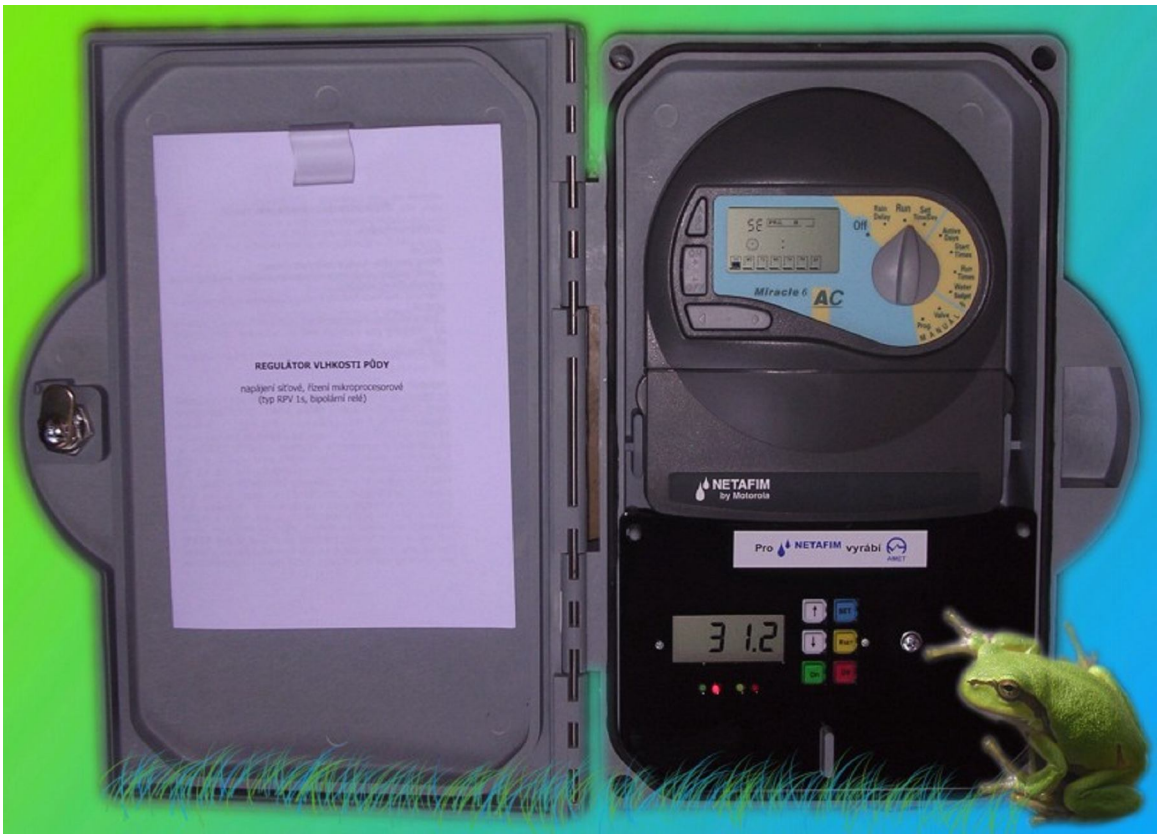
Litschmann, T., Straková, M., Přidal, P.:Praktické zkušenosti s kapkovou závlahou trávníku. Zahradnictví, č. 4, Vydavatelství M. Sedláček, 2002, s 12-13.

Straková, M.: Vliv ekologických faktorů a výživy na kořenový systém u trávníků. Zahradnictví, č 2, 2003, M. Sedláček Praha, s. 10-11, ISSN 12 12 37 81

Zavadil, J.:Efektivní a ekonomická závlaha trávníků. IN.: Trávníky 2000, s. 7-10.



Obr. 8 – upraveno podle Cardenas –Lailhacar B. a kol, 2005



Obr. 9 Časovací zařízení Miracle doplněné o regulátor půdní vlhkosti – závlaha probíhá jen tehdy, je-li půdní vlhkost nižší než nastavená