

Spotřeba závlahové vody teplomilnými ovocnými dřevinami

Tomáš Litschmann

Eva Klementová

Úvod

Diskuse nad možným průběhem klimatických změn v současné době a v budoucnosti počítá též s tím, že se prohloubí nedostatek vláhy v půdě potřebné pro optimální růst zemědělských plodin a budou se zvyšovat četnosti suchých období. V práci Pretla a kol. (2001) se např. uvádějí tyto důsledky klimatických změn pro zemědělství související s vláhovou bilancí:

- Predikce potenciální evapotranspirace (E_o) a agroklimatologických charakteristik pro $2xCO_2$ a $1,5xCO_2$ podle scénáře ECHAM jednoznačně potvrzuje výrazné zvýšení suchosti klimatu ČR. Výsledky scénáře $2xCO_2$ pro vegetační období dokládají nárůst hodnot E_o o více než 200 mm. Vláhový deficit by jen v letním období dosahoval v teplých letech i více než 300 mm, za vegetační období až přes 500 mm. Těchto hodnot v suchých letech dnes nedosahují roční srážkové úhrny na větší části území jižní Moravy.
- Ztrácet zřejmě budou naše dosavadní nejproduktivnější nížinné oblasti, kde se zhorší v důsledku vyšší teploty a evapotranspirace vláhové zabezpečení rostlin, zvláště v letním období, a celkově se prohloubí vláhový deficit. V nejteplejších podmínkách na extrémně lehkých půdách lze předpokládat vznik lokalit nevhodných pro ekonomickou produkci.

Pokusili jsme se provést výpočet nároků některých plodin na množství dodané závlahové vody v uplynulých letech a zjistit, zda-li se některé z očekávaných jevů již nevyskytují. Jelikož se předpokládá, že změny více ovlivní teplejší oblasti, zaměřili jsme se na vybrané teplomilné dřeviny a dva druhy půdy, písčitou a hlinitou.

Materiál a metodika

K řešení obdobných otázek se lze v literatuře setkat s použitím celé řady více či méně složitých bilančních modelů, ty méně složité zavádějí celou řadu zjednodušujících předpokladů, naopak u těch složitějších je nutno stanovit množství podrobných parametrů, čímž se jejich použití na širším území stává obtížné. Rozhodli jsme se použít „střední třídu“ v těchto modelech, model AFSIRS (Agricultural Field Scale Irrigation Requirements Simulation), publikovaný Smajsterlou (1990). Přílohou této práce je současně i zdrojový program, takže lze jasně definovat, jaké výpočetní postupy jsou použity a případně provádět jejich modifikaci podle vlastních představ. Tento model byl původně určen k použití na Floridě ke stanovení celkového množství vody potřebného na závlahu zemědělských kultur. Ke stejnému účelu FAO nabízí model CROPWAT, jeho nevýhodou je však příliš velký výpočetní krok o velikosti dekády a měsíce.

Model AFSIRS je založen na bilancování zásoby vláhy v kořenové zóně, vláhová potřeba je definována s využitím koeficientu biologické křivky K_c a potenciální evapotranspirace vypočítané podle Penmannovy – Monteithovy rovnice. Simuluje souhrn dynamických procesů zahrnujících infiltraci, redistribuci a extrakci vody rostlinami v denním kroku. Zásoba vláhy je počítána ve dvou vrstvách, v zavlažované a nezavlažované. Předpokládá se, že ze zavlažované vrstvy, která tvoří polovinu celkového bilancovaného půdního profilu, je

odebíráno 70 % množství vody potřebné k transpiraci rostlin, toto procento se zvyšuje v závislosti na tom, jak dochází k poklesu zásoby vláhy v nezavlažované vrstvě během déletrvajícího suchého období. V extrémních situacích pak může nastat, že veškerá potřebná vláha je odebírána pouze ze zavlažované vrstvy.

Závlahová dávka je aplikována vždy, jakmile zásoba vláhy v zavlažované vrstvě klesne k bodu snížené dostupnosti, stanoveném jako % VVK pro daný druh půdy a příslušnou plodinu v průběhu vegetačního období. Její velikost si může uživatel stanovit buď jako předem zvolené množství, anebo program vypočítá její velikost tak, aby bylo dosaženo PVK. Lze též doplňovat vláhu pouze do stavu určeného % VVK a provozovat tak závlahu s vlhkostním deficitem.

Pokud dojde k vydatnějším srážkám, které nasytí obě vrstvy půdy, dojde k jejich průsaku anebo povrchovému odtoku, zásoba vláhy v půdě se již nezvyšuje.

Model AFSIRS je určen pro zpracování víceletých řad denních hodnot potenciální evapotranspirace a srážek, obsahuje též i podprogramy, počítající základní statistické charakteristiky a křivky překročení měsíčních a ročních závlahových množství pomocí Weibullova rozdělení. Kromě toho lze získat denní hodnoty zásob vláhy v jednotlivých vrstvách, průsaku srážek, potenciální a aktuální evapotranspirace apod. Tyto údaje jsou vhodné k podrobnému sledování celého průběhu výpočtu.

Pomocí upraveného modelu AFSIRS jsme vypočítali potřebu závlah pro pozdní broskvoně a vinnou révu na dvou druzích půdy. Meteorologická data jsme použili ze stanice Hurbanovo za období 1951 - 2000, z nichž jsme nejprve pomocí Penmann-Monteithovy rovnice vypočítali potenciální evapotranspiraci. Toto období jsme rozdělili na dvě stejně velké části, které jsme se pokusili navzájem porovnat. Simulace probíhala pro dva druhy půdy, hlinitou s VVK 20 obj. %, pro níž jsme volili závlahovou dávku 40 mm, a písčitou s VVK 10 obj. % a závlahovou dávkou 20 mm.

Výsledky a diskuse

Broskvoně

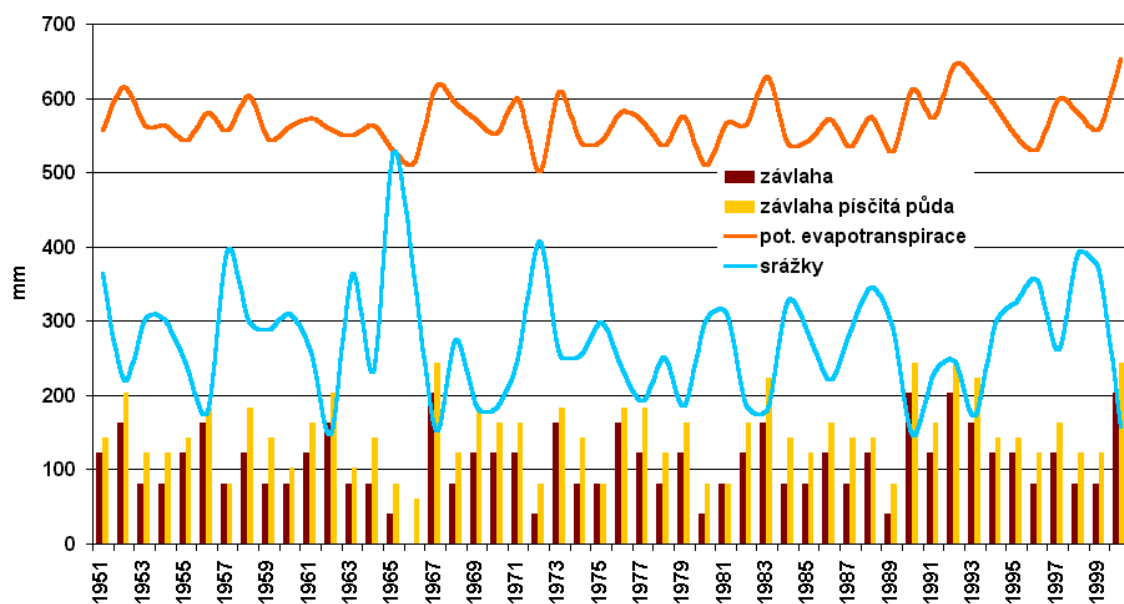
Byla zvolena skupina odrůd pozdních broskvoní, zavlažovaná vrstva měla tloušťku 50 cm, celkový bilancovaný profil dosahoval hloubky 100 cm. Předpokládalo se meziřadí bez vegetačního pokryvu (černý úhor).

Jednou z důležitých činností před výpočtem vláhové potřeby uvedenou metodou je volba správného koeficientu K_c , kterým se násobí potenciální evapotranspirace E_{Tp} . V literatuře se lze setkat s různými hodnotami K_c , v tab. 1 uvádíme použitelné pro naši oblast:

Tab. 1 Koeficienty biologické křivky K_c pro pozdní broskvoně podle různých pramenů

pramen	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
STEIN T-M. - s veget. pokryvem	0,5	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9	0,75
STEIN T-M. – bez pokryvu	0,45	0,50	0,65	0,75	0,75	0,70	0,55
NETAFIM – pozdní broskve	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,25
použité pro výpočet	0,40	0,50	0,65	0,80	0,90	0,90	0,4

Průběh srážek, pot. evapotranspirace a závlahového množství při závlaze broskvoní (V. - IX.), Hurbanovo



Obr. 1

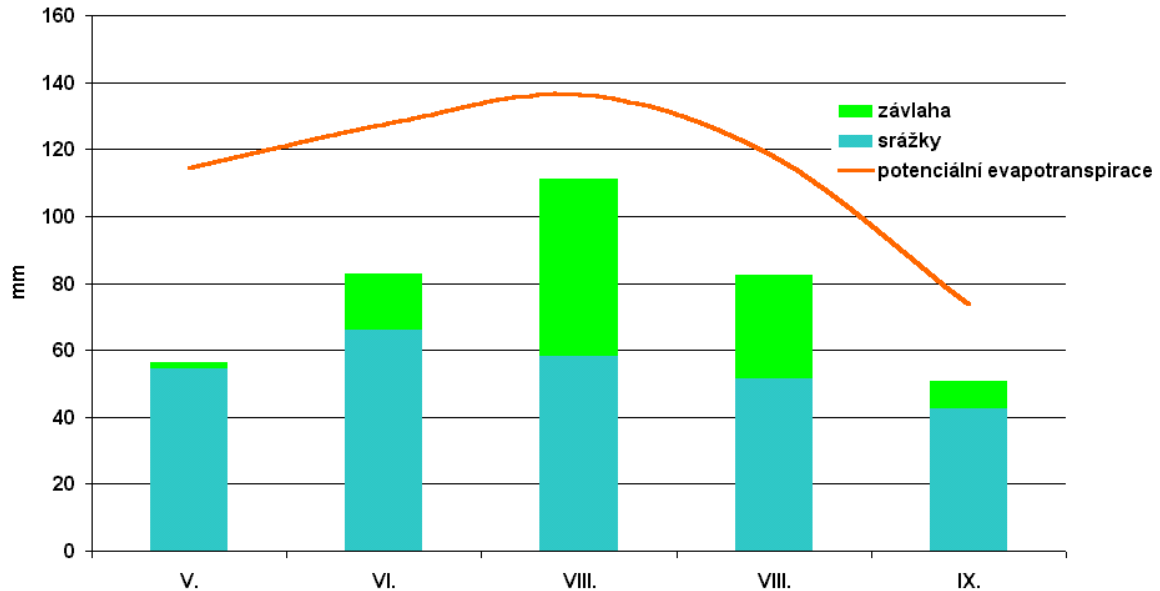
Na obr. 1 je zachycen průběh srážek, potenciální evapotranspirace a množství potřebného závlahového množství za celé zpracované období 1951 – 2000. Na písčitých půdách je závlahové množství vždy vyšší než na hlinitých, dochází zde k častějšímu průsaku při vydatnějších deštích. Průměrný úhrn srážek během závlahové sezóny je 273 mm, na písčitých půdách činí potřebné závlahové množství 150 mm a na hlinitých 110 mm. Novotný (1990) uvádí jako závlahové množství pro broskvoně hodnotu 2000 – 2500 m³ha⁻¹ (v přepočtu 200 – 250 mm), celková vláhová potřeba je udávána 650 mm. V ČSN 740434 je udávána celková vláhová potřeba rovněž 650 mm, avšak závlahové množství je udáváno vyšší, v rozmezí 270 – 300 mm. Critchley (1991) uvádí celkovou vláhovou potřebu broskvoní ve výši 700 mm, těchto hodnot by však mělo být dosaženo v klimatických podmínkách Izraele. V publikaci Novotného (1990) jsou rovněž uvedeny hodnoty ideálních srážek, pro broskvoně vychází za vegetační období IV.-X. potřeba 465 mm srážek. Již z těchto několika čísel je zřejmé, že je občas vhodné znovu zkusit přepočítat podle současných poznatků některé hodnoty a nespokojovat se pouze s jejich přejímáním ze starší literatury, kdy je do této činnosti v některých případech vnášen určitý šum (stejně tak i na pozvánkách na posterové dny je vždy uvedena velikost posteru 0.7 x 1.1 m, přestože plocha, na kterou lze poster umístit, je 65 x 103 cm, jak bylo zjištěno přímým měřením. Kdo si udělá poster přesně podle pokynů, nevyjímá se mu pak na rámu pěkně) .

Rozdělení srážek a potřebného závlahového množství pro hlinité půdy je znázorněno na obr. 2 Je zřejmé, že největší potřeba závlah je v průměrném roce v červenci a srpnu, v suchých letech ještě i v červnu. Pro písčité půdy se zvyšuje o 10 – 14 mm velikost závlahového množství v červnu, srpnu a září, pro červenec zůstává stejné jako u hlinitých půd.

Na obr. 1 stojí za povšimnutí, že ačkoliv v roce 1965, který byl nejvlhčí za zpracované období, spadlo za období od května do září 526 mm srážek, přesto se vyskytla potřeba závlahy, o rok později spadlo 357 mm srážek a vláhová potřeba broskvoní byla uspokojena bez zavlažování. Průběh jednotlivých složek bilance zásob vláhy v půdě pro rok 1965 znázorněný na obr. 3 ukazuje, že v tomto roce značná část srážek prosákla mimo kořenovou

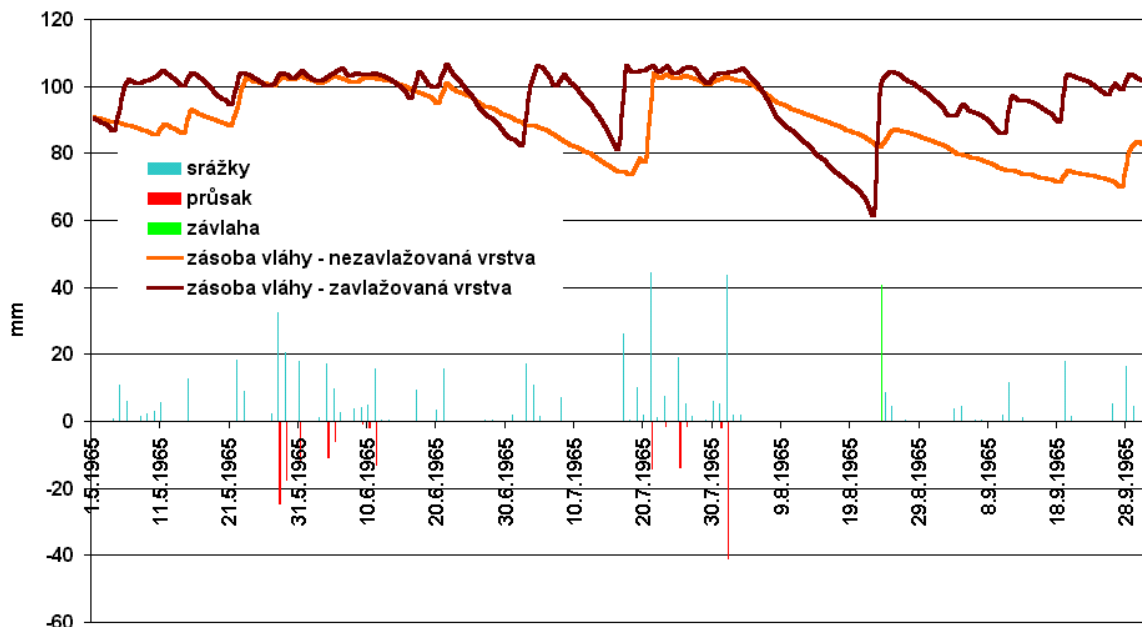
zónu. Během srpna nespadlo téměř žádné množství srážek, takže zásoba vláhy v půdě klesala a na konci měsíce bylo nutno doplnit chybějící vláhu v zavlažovaném profilu.

Měsíční hodnoty srážek, závlahového množství a pot. evapotranspirace pro hlinitou půdu, broskvoně, Hurbanovo 1951 - 2000



Obr. 2

Průběh srážek, zásob půdní vláhy a závlahy v roce 1965 broskvoně, hlinitá půda

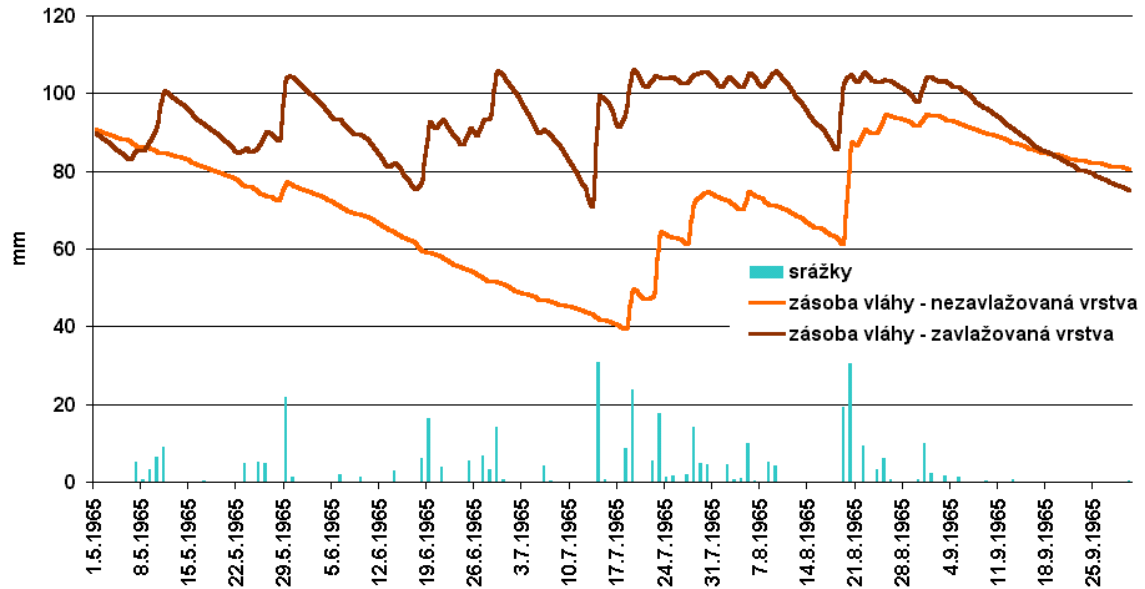


Obr. 3

V následujícím roce, jak ukazuje obr. 4, bylo rozdělení srážek rovnoměrnější a pokrylo veškeré nároky broskvoní bez potřeby doplňkové závlahy na hlinité půdě.

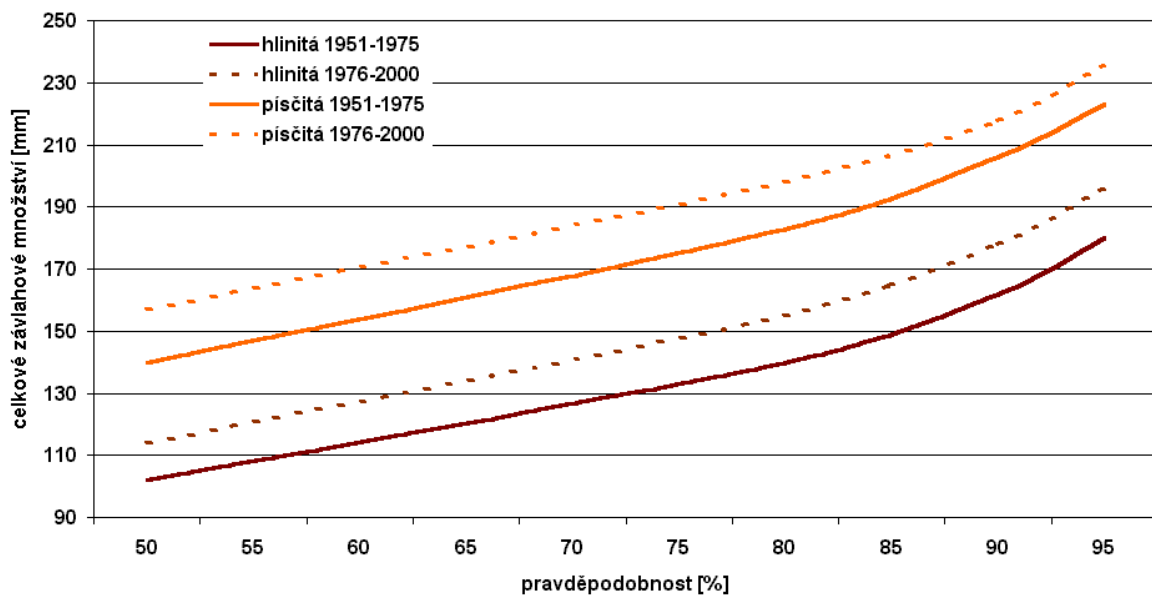
Podle scénářů předpokládané klimatické změny lze očekávat, že se bude pravděpodobněji častěji vyskytovat varianta roku 1965, kdy se budou střídat vlhčí období se suššími, takže potřeba závlah se bude zvyšovat.

Průběh srážek, zásob půdní vláhly a závlahy v roce 1966, broskvoně, hlinitá půda



Obr. 4

Křivky překročení množství závlahové vody za období 1951-1975 a 1976-2000 (broskvoně, Hurbanovo)



Obr. 5

Program AFSIRS umožňuje též počítat křivky překročení potřebného závlahového množství pomocí Weibullova rozdělení, výsledky lze pak použít ke stanovení celkového množství vody potřebného k závlaze v různých suchých letech. Rozdělili jsme zpracovávané padesátiletí na dva úseky po 25-ti letech, výsledné křivky pro jednotlivé druhy půdy jsou na obr. 5. Z jejich průběhu lze usuzovat, že v posledních 25-ti letech se zvýšila potřeba závlahového množství u broskvoní v průměrném roce o 12 %, v suchých letech o 6-9 %.

Réva vinná

Většina materiálů, které se zabývají vláhovými nároky vinné révy, se shoduje v tom, že tato plodina se vyznačuje hlubokým kořenovým systémem a odolností proti vodnímu stresu. Obojí je pravda, neboť rostlinám jde především o naplnění hlavního záměru přírody, kterým je replikace DNA, nikoliv poskytnout surovinu k výrobě nápoje uspokojující čichové, zrakové a chuťové (popř. i jiné) smysly člověka, navíc již bez semen.

Naše ČSN 75 0434 uvádí pro podunajskou nížinu směrnou hodnotu závlahového množství pro stolní odrůdy 120 mm a pro moštové odrůdy 100 mm.

Citlivost révy vinné na nedostatek vláhy je v jednotlivých fázích vývoje během vegetačního období rozdílná, rozhodující je dostatek vláhy v období od počátku nárůstu bobulí až do počátku jejich zaměkávání. Jedná se ve většině případů o měsíce červenec až polovina srpna.

Tab. 2 1 Koeficienty biologické křivky Kc pro révu vinnou podle různých pramenů

pramen	V	VI	VII	VIII	IX	X
STEIN T-M.	0,50	0,65	0,75	0,80	0,75	0,65
použité pro výpočet	0.50	0.65	0,75	0,80	0,75	0,65

Allen (1998) uvádí pro počáteční vývojová stadia révy hodnoty Kc 0,30, pro období s největší spotřebou vody Kc 0,70 a ke konci sezóny 0,45. Pro stolní odrůdy se Kc v letním období zvyšuje na 0,85.

Hloubku zavlažovaného profilu jsme zvolili 75 cm, celkovou hloubku prokořenění 150 cm. Druh půdy a velikost závlahových dávek byly stejné jako v případě broskvoní.

Za zpracované období 1951 – 2000 byla velikost průměrné závlahové dávky 78 mm pro hlinité půdy a 104 mm pro písčité, tyto hodnoty se již blíží údajům uváženým ČSN.

Největší potřeba závlahy (obr. 6) je v červenci a popřípadě v srpnu, v červnu je potřeba závlahy jen sporadická, především pak na lehčích půdách.

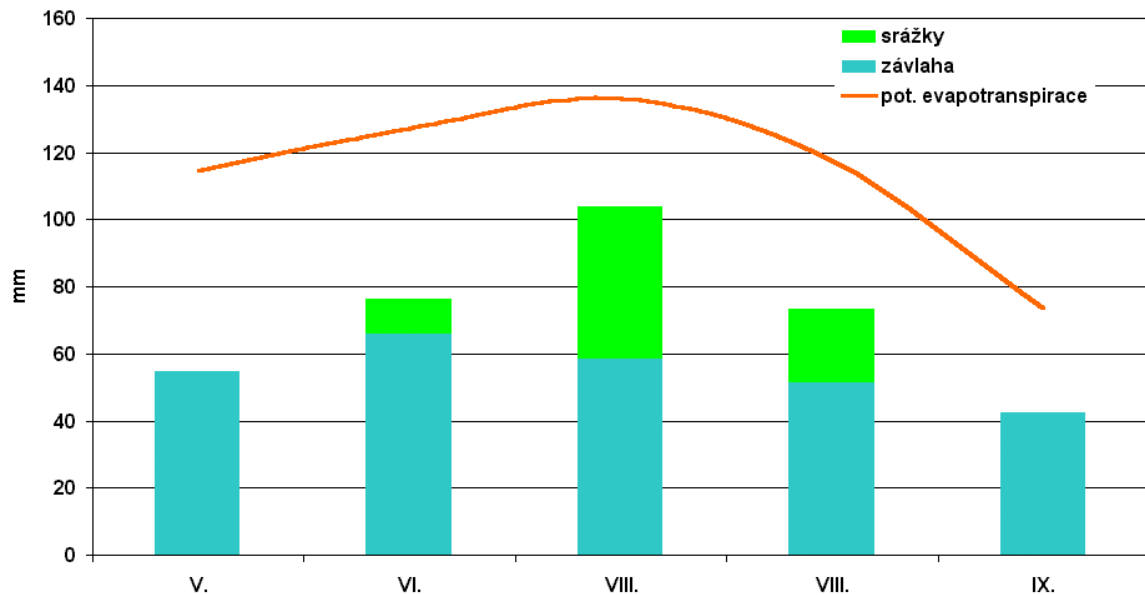
Křivky překročení na obr. 7 vykazují stejnou tendenci jako v případě broskvoní, zde je dokonce relativní zvýšení velikosti závlahových dávek v poslední čtvrtině XX. století oproti předcházející ještě větší než v případě broskvoní, pohybuje se od 11 do 17 % v suchých letech a od 18 do 25 % v průměrném roce. Tyto dosažené výsledky jsou v souladu s prací Litschmann, Klementová, Rožnovský (2002), v níž byla pomocí indexu PDSI rovněž prokázána zvýšená četnost suchých období v posledních dvou dekadách XX. století.

Závěr

Výsledky provedeného bilancování potřeby závlahové vody pro broskvoně a vinnou révu za období 1951-2000 ukazují, že

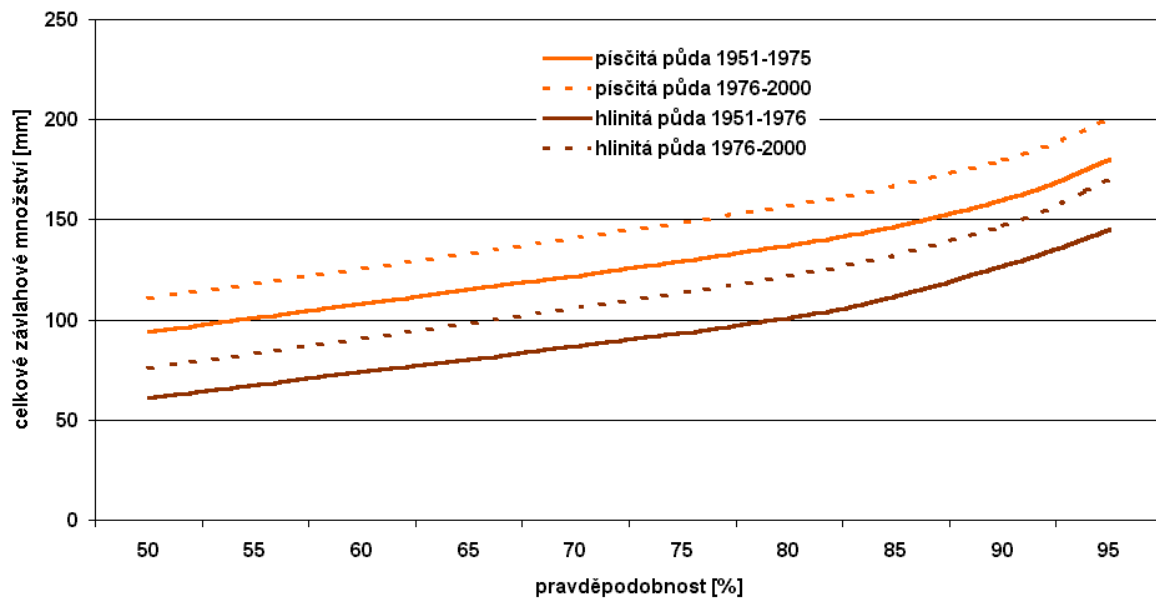
- závlahové dávky pro broskvoně vycházejí podstatně nižší, než uvádí dosavadní domácí literatura
- u vinné révy se vypočítané údaje shodují s literárními prameny
- největší potřeba závlahové vody u obou plodin je v červenci, nižší je v srpnu
- potřeba závlahové vody je v období 1976 – 2000 vyšší než v období 1951 – 1975, svědčí to o zvýšené četnosti suchých období v poslední čtvrtině XX. stol.

Měsíční hodnoty srážek, závlahového množství a pot. evapotranspirace pro hlinitou půdu, vinná réva, Hurbanovo 1951 - 2000



Obr. 6

Křivky překročení množství závlahové vody za období 1951-1975 a 1976-2000 (réva vinná, Hurbanovo)



Obr. 7

Literatura

- Allen R.G. et al.: Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56, Rome, 1998, ISBN 92-5-104219-5
- Critchley, W., Sievert, K.: Water harvesting. A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production. FAO, Rome, 1991
- ČSN 75 0434: Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. Praha, Český normalizační institut, 1993, 32 s.
- Klementová E., Litschmann, T.: Hodnotenie sucha s ohľadom na doplnkové závlahy. IX. Mezinárodní zahradnická konference, Lednice na Moravě, 3.-6.9.2001
- Litschmann, T., Klementová, E., Rožnovský, J.: Vyhodnocení period sucha v časových řadách pražského Klementina a Hurbanova pomocí PDSI. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed.): XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě 2.-4. září 2002, ISBN 80-85813-99-8, s. 280-289
- Novotný, M. a kol: Závlaha poľných a špeciálnych plodín. 1. vydání, Bratislava, PRÍRODA, 1990, 312 s. ISBN 80-07-00267-7
- Pretel, J.: Třetí národní sdělení České republiky k rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. MŽP ČR, ČHMÚ, Praha 2001, 124 s., ISBN 80-7212-195-2
- Smajstrla, A.G.: Agricultural Field Scale Irrigation Requirements Simulation (AFSIRS) Model. IFAS, University of Florida. Technical Manual. Gainesville FL. 1990, 252 pp.

Souhrn

V předložené práci byly pomocí programu AFSIRS zpracována bilance zásob vláhy v půdě a velikost potřebného závlahového množství pro broskvoně a vinou révu pro lokalitu Hurbanovo za období 1951 – 2000. Bilancování bylo prováděno pro hlinitou a písčitou půdu. Vláhová potřeba broskvoní za uvedené padesátiletí dosahuje 110 a 150 mm (hlinitá a písčítá půda), vinné révy 78 a 104 mm. Křivky překročení naznačují zvýšenou potřebu závlahové vody v druhé polovině zpracovaného období.

Adresy autorů:

Doc. Ing. Eva Klementová, PhD.,
Stavebná fakulta STU
Radlinského 11
813 68 Bratislava
Telefón: 59274618
E-mail: klement@svf.stuba.sk

RNDr. Tomáš Litschmann
AMET Velké Bílovice, Žižkovská 1230,
69102 Velké Bílovice, Česká republika,
Telefón: ++420 519 346252
E-mail: amet@bva.sol.cz