

AGROKLIMATICKÉ SUCHO NA SLOVENSKU V ROKU 2003

TOMÁŠ LITSCHMANN¹, EVA KLEMENTOVÁ³

¹ *Amet a.s. 691 02 Velké Bílovice, Česká republika, E-mail: amet@bva.sol.cz*

² *Slovenská technická univerzita, Stavebná fakulta, Katedra vodného hospodárstva krajiny, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Slovenská republika, E-mail: klement@svf.stuba.sk*

Hodnotenie závažnosti sucha z pohľadu agroklimatického sucha sme spracovali netradičným spôsobom pre 15 lokalít Slovenska, od roku 1971 až pre rok 2003. Hodnotenie je založené na stanovení potreby závlahovej vody pre konkrétne plodiny, pričom uvádzame hodnotenie pre dva druhy plodín, intenzívny trávny porast a jablone. Vychádzame z predpokladu, že závlahovou dávkou sa upravuje vodný režim v pôde tak, aby rastliny netrpeli vodným stresom. Po výpočte potenciálnej evapotranspirácie metódou Penman-Monteitha sa ďalšie údaje spracovávajú programom AFSIRS. Výsledkom sú údaje o množstve závlahovej vody, potrebnej na udržanie zásoby pôdnej vody v rozmedzí medzi bodom zníženej dostupnosti a poľnou vodnou kapacitou. Táto metóda pomerne dobre reaguje ako na zvýšené transpiračné a evaporačné nároky spôsobené zvýšenou vysušnosťou okolitej atmosféry, tak aj na rozloženie zrážok, na nároky jednotlivých plodín na vodu v jednotlivých fenologických fázach, ale aj na pôdne vlastnosti vrátane zásoby vody v pôde z predchádzajúceho obdobia. Nesnažíme sa teda stanoviť množstvo vody, ktoré by v pôde chýbalo bez závlahy. Pretože ak sa znižuje zásoba pôdnej vody, vzrastá vodný stres rastliny a mení sa pomer potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie pričom za určitých situácií môže prísť k tomu, že zásoba vody v pôde už prakticky neklesá, pričom táto hranica je veľmi premenlivá.

Hodnotenie závažnosti sucha z pohľadu agroklimatického sucha sme spracovali netradičným spôsobom pre 15 lokalít Slovenska, od roku 1971 až pre rok 2003. Hodnotenie je založené na stanovení potreby závlahovej vody pre konkrétne plodiny, pričom uvádzame hodnotenie pre dva druhy plodín, intenzívny trávny porast a jablone. Vychádzame z predpokladu, že závlahovou dávkou sa upravuje vodný režim v pôde tak, aby rastliny netrpeli vodným stresom. Po výpočte potenciálnej evapotranspirácie metódou Penman-Monteitha sa ďalšie údaje spracovávajú programom AFSIRS. Výsledkom sú údaje o množstve závlahovej vody, potrebnej na udržanie zásoby pôdnej vody v rozmedzí medzi bodom zníženej dostupnosti a poľnou vodnou kapacitou. Táto metóda pomerne dobre reaguje ako na zvýšené transpiračné a evaporačné nároky spôsobené zvýšenou vysušnosťou okolitej atmosféry, tak aj na rozloženie zrážok, na nároky jednotlivých plodín na vodu v jednotlivých fenologických fázach, ale aj na pôdne vlastnosti vrátane zásoby vody v pôde z predchádzajúceho obdobia. Nesnažíme sa teda stanoviť množstvo vody, ktoré by v pôde chýbalo bez závlahy. Pretože ak sa znižuje zásoba pôdnej vody, vzrastá vodný stres rastliny a mení sa pomer potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie pričom za určitých situácií môže prísť k tomu, že zásoba vody v pôde už prakticky neklesá, pričom táto hranica je veľmi premenlivá.

Key words: *AFSIRS, precipitation, evapotranspiration, transpiration coefficient, irrigation requirement, drought,*

ÚVOD

Pomerne podrobný prehľad o situácii na Slovensku v roku 2003, pokiaľ ide o množstvo zrážok a ich plošné rozdelenie, naznačuje vo svojej práci Faško a kol. (2003), vrátane režimu vodností vodných tokov vo vybraných vodomerných profiloch. Na problematiku sucha je však možné prihliadať z najrôznejších uhlov podľa toho, na aký účel má spracovanie slúžiť. Pri vyhodnocovaní agronomického sucha je však treba brať do úvahy

nielen množstvo spadnutých zrážok, ale aj vlhkovú potrebu konkrétnych plodín v danom okamžiku a počítať tiež s prípadnou zásobou vody v pôde a jej dynamikou. V našich klimatických podmienkach sa vždy v priebehu vegetačného obdobia vyskytujú zrážkové periódy, ktoré zvyšujú zásobu vody aspoň vo vrchných vrstvách pôdy a záleží potom už len na období ich výskytu a veľkosti, či konkrétnej plodine pomôžu prekonať kritické obdobie predchádzajúceho, prípadne následného nedostatku zrážok.

V predložennom príspevku sme sa pokúsili hodnotiť závažnosť sucha netradičným spôsobom, ktorý je založený na stanovení potreby závlahovej vody pre konkrétne plodiny. Vychádzame pritom z predpokladu, že závlahovou dávkou sa upravuje vodný režim v pôde tak, aby rastliny netrpeli vodným stresom. Táto metóda pomerne dobre reaguje ako na zvýšené transpiračné a evaporačné nároky spôsobené zvýšenou výsušnosťou ovzdušia, tak aj rozloženie zrážok, nároky jednotlivých plodín na vodu v jednotlivých obdobiach ich vývoja a tiež aj pôdne vlastnosti vrátane zásoby vody v pôde z predchádzajúceho obdobia. Nesnažíme sa teda stanoviť množstvo vody, ktoré by v pôde chýbalo bez závlahy, pretože so znižujúcou sa zásobou pôdnej vody vzrastá vodný stres rastliny a mení sa pomer potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie, pričom za určitých situácií môže prestať klesať zásoba vody v pôde, pričom táto hranica je niekedy veľmi premenlivá.

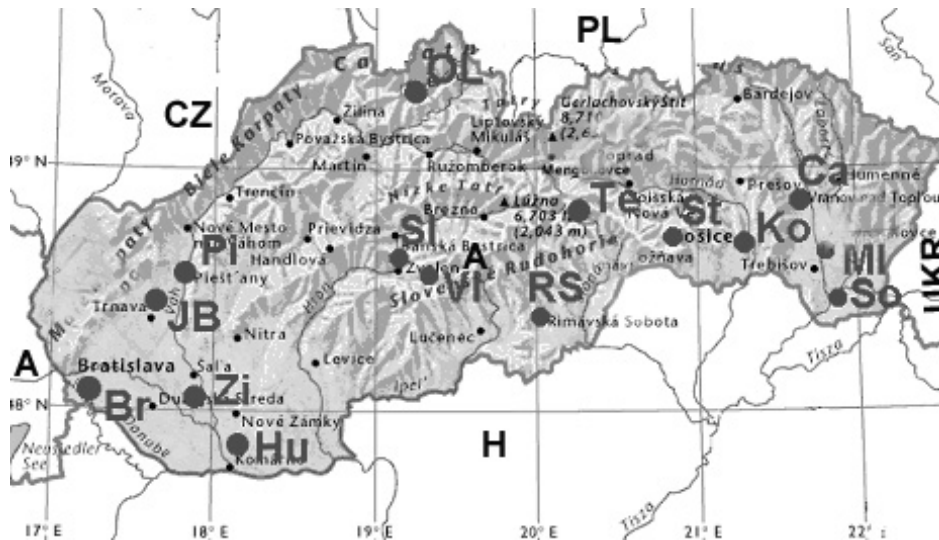
MATERIÁL A METODIKA

Spracovanie potreby závlahovej vody pre vybrané dve plodiny v roku 2003 vyžadovalo denné meteorologické údaje o zrážkach, teplote a vlhkosti vzduchu, rýchlosti vetra a čase trvania slnečného svitu z 15-tich meteorologických staníc rozmiestnených po území Slovenska (tab. 1 a obr.1).

Tabuľka 1 Zoznam použitých meteorologických staníc

Názov stanice	skratka	nadmorská výška [m n.m.]	zemepisná šírka [° s.š.]	zemepisná dĺžka [° v.d.]	úhrn zrážok IV-IX [mm]
Bratislava, let.	Br	131	48° 10	17° 12	305
Čaklov	Ca	133	48° 54	21° 38	429
Hurbanovo	Hu	115	47° 52	18° 12	307
Jasl. Bohunice	JB	176	48° 29	17° 40	318
Košice	Ko	230	48° 40	21° 13	411
Kuchyňa	Ku	206	48° 24	17° 09	378
Milhostov	Ml	104	48° 40	21° 44	361
Or. Lesná	OL	780	49° 22	19° 11	622
Piešťany	Pi	165	48° 37	17° 50	348
Rim. Sobota	RS	214	48° 22	20° 01	363
Sliač	Sl	313	48° 39	19° 08	386
Somotor	So	100	48° 24	21° 49	353
Telgart	Te	901	48° 51	20° 11	551
Víglaš	Vi	368	48° 33	19° 19	371
Žiharec	Zi	111	48° 04	17° 52	320

Tieto údaje nám na študijné účely za obdobie od roku 1971-2003 poskytol Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ), za čo ďakujeme.



Obr. 1 Uvažované meteorologické stanice

Na ďalšie spracovanie boli vybrané dve plodiny, a to intenzívny trávny porast a jablone. Dôvodov pre túto voľbu bolo niekoľko:

- vyskytujú a pestujú sa vo väčšine poľnohospodársky využívaných oblastí,
- jedná sa o trvalé kultúry s konštantnou hĺbkou koreňového systému v priebehu väčšiny vegetačného obdobia,
- líšia sa navzájom hĺbkou prekorenenia a transpiračnými koeficientami v priebehu vegetačného obdobia, tiež bodom zníženej dostupnosti.

Intenzívny trávny porast zastupuje plodiny s dlhou vegetačnou dobou a s pomerne plytkým koreňovým systémom, zásoba vody v pôde je pomerne obmedzená, transpiračné nároky sú vysoké počas celej vegetačnej doby.

Jablone majú naproti tomu hlbší koreňový systém, nároky na vodu sú zvýšené iba niekoľko mesiacov vo vegetačnom období.

V prípade trávneho porastu sme predpokladali hrúbku zavlažovaného horizontu 15cm, celkovú hrúbku prekorenenia potom 30cm, u jabloní to bolo 50 a 100cm. Pôdny profil sme predpokladali homogénny v celej koreňovej vrstve, s hlinitou pôdou a s 20% obj. hodnotou využiteľnej vodnej kapacity.

Vývoj metód výpočtu potenciálnej evapotranspirácie vo svete v posledných približne päťdesiatych rokoch dospel do štádia, kedy sa považuje za štandard Penmanová rovnica v úprave Monteitha, do ktorej vstupné údaje tvoria meteorologické údaje merané na relatívne dostatočnom počte staníc. Táto rovnica slúži na určenie referenčnej evapotranspirácie (väčšinou sa uvažuje trávny porast) podľa metodiky FAO a je obecným prístupom pre riešenie problematiky výparu.

Výpočet pre denný alebo iný časový interval na základe vstupu základných meteorologických údajov (teplota vzduchu, vlhkosť vzduchu v podobe tlaku vodnej pary alebo relatívnej vlhkosti vzduchu, čas trvania slnečného svitu alebo globálna radiácia, rýchlosť vetra), pričom všetky ostatné parametre sú pre celý výpočet v tom ktorom intervale nastavené na konštantnú hodnotu. Týmto spôsobom je teda relatívne dobre možné porovnávať jednotlivé navzájom odlišné oblasti.

Základný vzorec pre výpočet referenčnej evapotranspirácie trávneho porastu podľa metodiky FAO je nasledujúci:

$$ET_o = \frac{0,408 * \Delta * (R_n - G) + \gamma * \frac{900}{T + 273,16} * u_2 * (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma * (1 + 0,34 * u_2)} \quad (1)$$

- kde ET_o = referenčná evapotranspirácia [mm.deň⁻¹],
 R_n = radiácia na hypotetickom povrchu, v podstate jej bilancia [MJ.m⁻².deň⁻¹],
 G = tok tepla v pôde [MJ.m⁻².deň⁻¹],
 T = teplota vzduchu v 2 m [°C],
 u_2 = rýchlosť vetra vo výške 2m [m.s⁻¹],
 e_s = tlak nasýtenia vodných pár pri teplote meranej v meteorologickej búde [kPa],
 e_a = tlak vodnej pary vypočítaný z teploty meranej v meteorologickej búde [kPa],
 $e_s - e_a$ = sýtosťný doplnok [kPa],
 Δ = sklon krivky napätia vodných pár pri danej teplote vzduchu, tj. derivácia závislosti medzi mernou vlhkosťou vzduchu nasýteného vodnými parami a teplotou vzduchu [kPa.°C⁻¹],
 γ = psychrometrická konštanta [kPa.°C⁻¹].

Základný význam takto určenej evapotranspirácie spočíva v jej ďalšom využití pri riešení otázok aktuálnej evapotranspirácie. Evapotranspiráciu akejkoľvek plodiny pri štandardných podmienkach určíme ako súčin referenčnej evapotranspirácie a tzv. bezrozmerného koeficientu plodiny, ktorého hodnoty sa pre jednotlivé plodiny stanovili empiricky:

$$ET_c = K_c * ET_o \quad (2)$$

- kde ET_c = evapotranspirácia plodiny [mm.deň⁻¹],
 K_c = koeficient plodiny,
 ET_o = referenčná (potenciálna) evapotranspirácia [mm.deň⁻¹].

Vo svetovej literatúre sa používajú rôzne hodnoty koeficientu K_c , uvažované hodnoty sú uvedené v tab. 2. (ALLEN, 1998).

Tabuľka 2 Hodnoty koeficientu K_c a % využiteľnej vodnej kapacity (%VVK) pre intenzívny trávny porast a jablone

Plodina	mesiac					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Jabľoň K_c	0.5	0.6	0.9	0.9	0.8	0.7
% VVK	50	60	70	70	60	50
Trávnik, intenzívny K_c	0.85	0.78	0.78	0.82	0.83	0.83
% VVK	60	60	60	60	60	60

Aktuálna evapotranspirácia príslušného porastu je počítaná tak, že referenčná evapotranspirácia sa redukuje hodnotou tzv. „crop coefficientu“ (K_c), ktorý vyjadruje, aký je vzťah medzi aktuálnou evapotranspiráciou tohoto porastu a vypočítanou referenčnou evapotranspiráciou, ktorá reprezentuje trávny porast o výške približne 7 – 15 cm. V tab. 1 sú uvedené použité koeficienty pre výpočet spolu s hodnotami bodu zníženej dostupnosti vyjadrenej v % využiteľnej vodnej kapacity (%VVK).

Pretože vždy pri dosiahnutí bodu zníženej dostupnosti je programom aplikovaná závlaha, nepredpokladá sa, že by dochádzalo ku znižovaniu evapotranspirácie nedostatkom

vody a nie je preto nutné zavádzať ďalší koeficient vodného stresu KS. Pre daný porast je preto vždy aktuálna evapotranspirácia vždy rovná potenciálnej.

Poznajú hodnoty koeficientu K_c a hodnoty potrebných meteorologických prvkov je možné bilancovať zásobu pôdnej vlhky a stanoviť potrebné množstvo závlahovej vody s ohľadom na udržanie pôdnej vody medzi bodom zníženej dostupnosti a poľnou vodnou kapacitou.

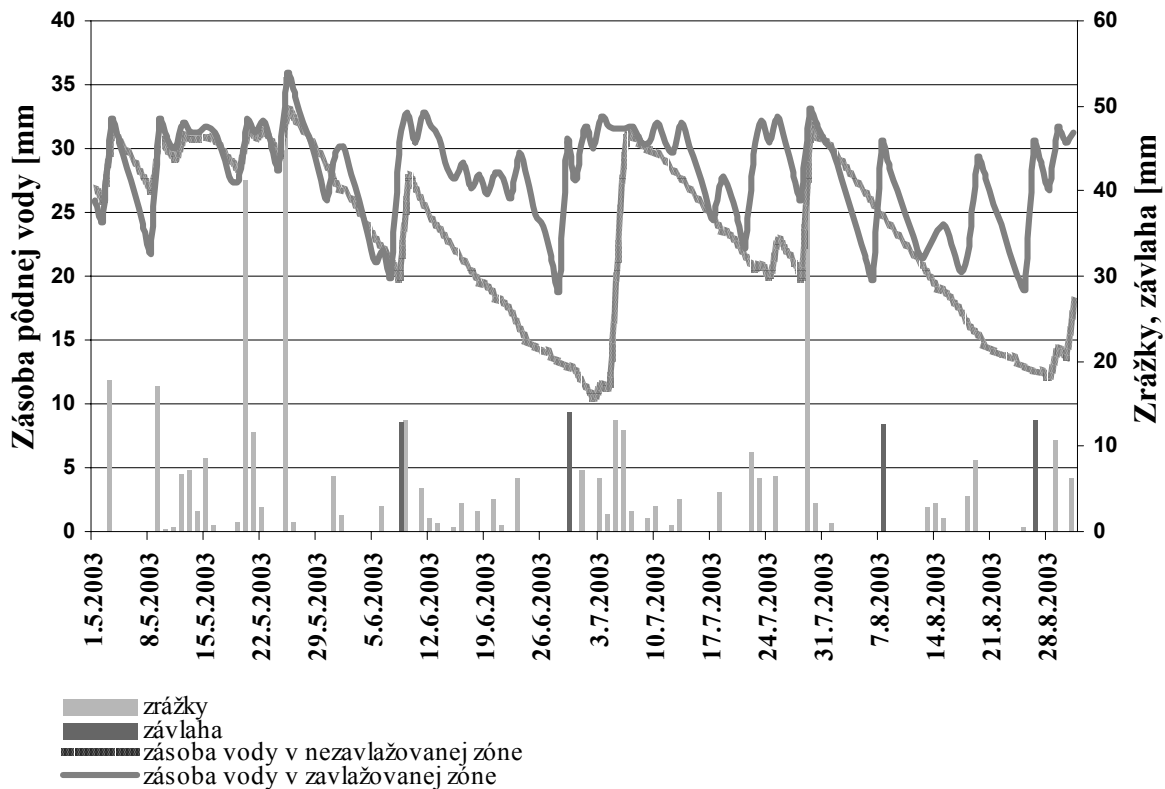
Použili sme model Agricultural Field Scale Irrigation Requirements Simulation AFSIRS (SMAJSTRLA, 1990), ktorý simuluje súhrn dynamických procesov zahŕňajúcich infiltráciu, redistribúciu a extrakciu vody rastlinami v dennom kroku. Tento program bilancuje zásobu pôdnej vody vo dvoch vrstvách, označených ako „zavlažovaná“ a „nezavlažovaná“ pričom sa predpokladá, že zo zavlažovanej vrstvy, ktorá tvorí polovinu celkového bilancovaného pôdneho profilu, odčerpáva 70%-né množstvo vody spotrebované na transpiráciu rastlín, (pričom sa toto percento sa zvyšuje v závislosti na tom, ako dochádza k poklesu zásoby vody v nezavlažovanej vrstve v priebehu dlhšie trvajúceho suchého obdobia) z druhej poloviny vrstvy len 30%. V extrémnych situáciách potom môže byť potrebná voda odoberaná iba zo zavlažovanej vrstvy.

Výpočet prebieha tak, že pre každý deň vegetačného obdobia sa stanoví množstvo vody spotrebované danou plodinou a odčíta sa zo zásoby vody v oboch vrstvách. Ak sa vyčerpá voda v spodnej vrstve, odoberá sa voda iba z vrchnej vrstvy a to až do okamžiku, kedy dosiahne bod zníženej dostupnosti Θ_{BZD} . Bod zníženej dostupnosti Θ_{BZD} je stanovený ako % Θ_{VVK} (využiteľnej vodnej kapacity) pre daný druh pôdy a príslušnú plodinu v priebehu vegetačného obdobia. Veľkosť závlahovej dávky si môže užívateľ stanoviť buď ako dopredu zvolené množstvo, alebo program vypočíta jej veľkosť, potom je aplikovaná závlahová dávka, ktorá nasýti vrchnú vrstvu až na stav poľnej vodnej kapacity Θ_{PVK} . Tiež je možné dopĺňať vodu iba na dosiahnutie určitého stavu určeného % Θ_{VVK} a prevádzkovať tak závlahu s určitým vlhkostným deficitom. Pokiaľ súčasne výdatnejšie zaprší a zrážky dosýtia obidve vrstvy pôdy, príde k ich priesaku mimo aktívnej vrstvy pôdy, alebo k povrchovému odtoku a zásoba vody v pôde sa už nezvyšuje. Zrážky, ktoré sa vyskytnú v priebehu celého roku najprv dosycujú vrchnú vrstvu na poľnú vodnú kapacitu, až potom spodnú vrstvu a ak sú obidve vrstvy nasýtené, sú ďalšie zrážky označené ako priesak. Štatistická časť programu umožňuje vyhodnotenie ako priemerných hodnôt jednotlivých veličín za spracovávané obdobie, tak aj potrebné závlahové množstvá s určitou periodicitou výskytu podľa Weibullovoho rozdelenia, hlavne s menšou početnosťou výskytu.

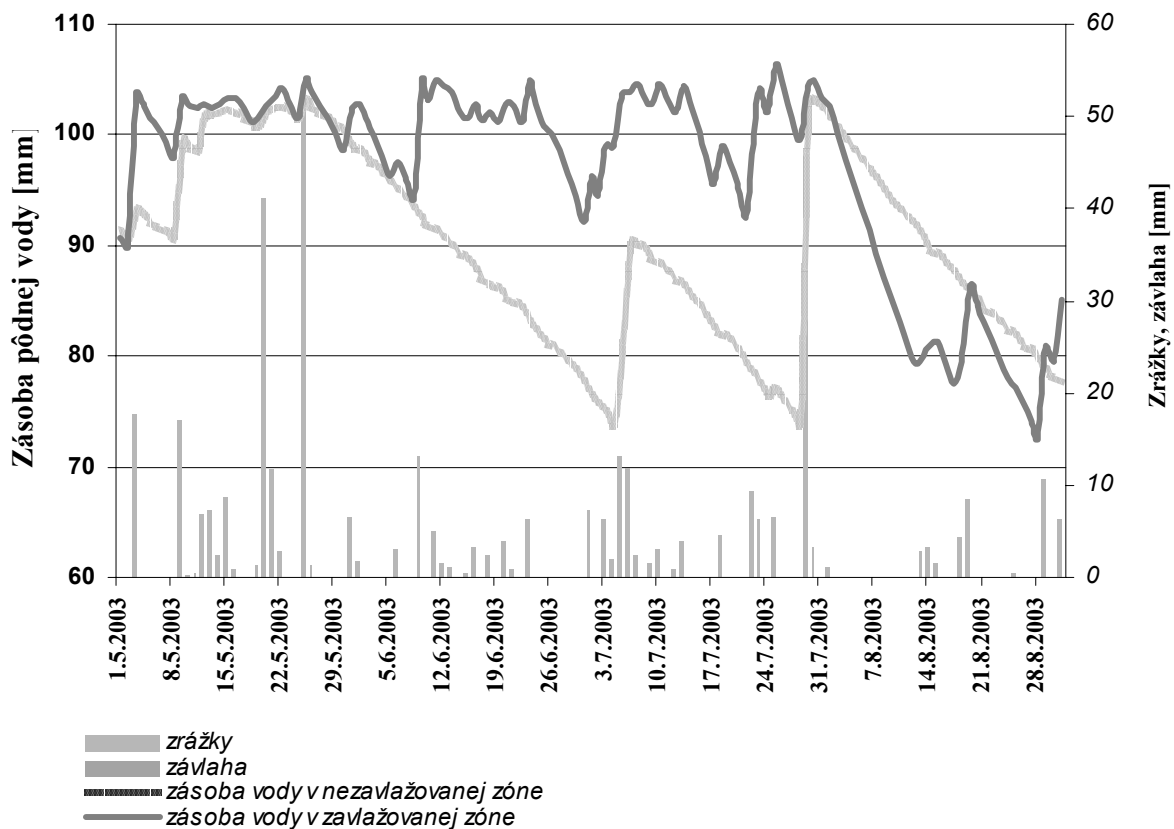
Model AFSIRS je určený pre spracovanie viacročných súborov denných hodnôt potenciálnej evapotranspirácie a zrážok, obsahuje tiež podprogramy, počítajúce základné štatistické charakteristiky ale tiež krivky prekročenia mesačných a ročných závlahových množstiev pomocou Weibullovoho rozdelenia. Okrem toho je možné získať denné hodnoty zásoby vody v jednotlivých vrstvách, priesaku zrážok, potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie a pod. Tieto údaje sú vhodné na podrobné sledovanie celého priebehu výpočtu. Ukážka bilancovania zásoby pôdnej vody pomocou programu AFSIRS je na obr. 2 pre intenzívny trávny porast, lokalitu Oravská Lesná, v ktorej v roku 2003 bola potreba závlahy minimálna a na obr. 3 pre jablone nebola potrebná v tejto oblasti žiadna závlaha, čo možno iba potvrdiť.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledkom tohto spracovania sú aj údaje o množstve závlahovej vody potrebnej na udržanie zásoby pôdnej vody v rozmedzí medzi bodom zníženej dostupnosti a poľnou vodnou kapacitou. Metódou AFSIR získame za celú sezónu úhrnnú hodnotu potrebného množstva závlahovej vody, v ktorej je zachytený priebeh celého vegetačného obdobia.

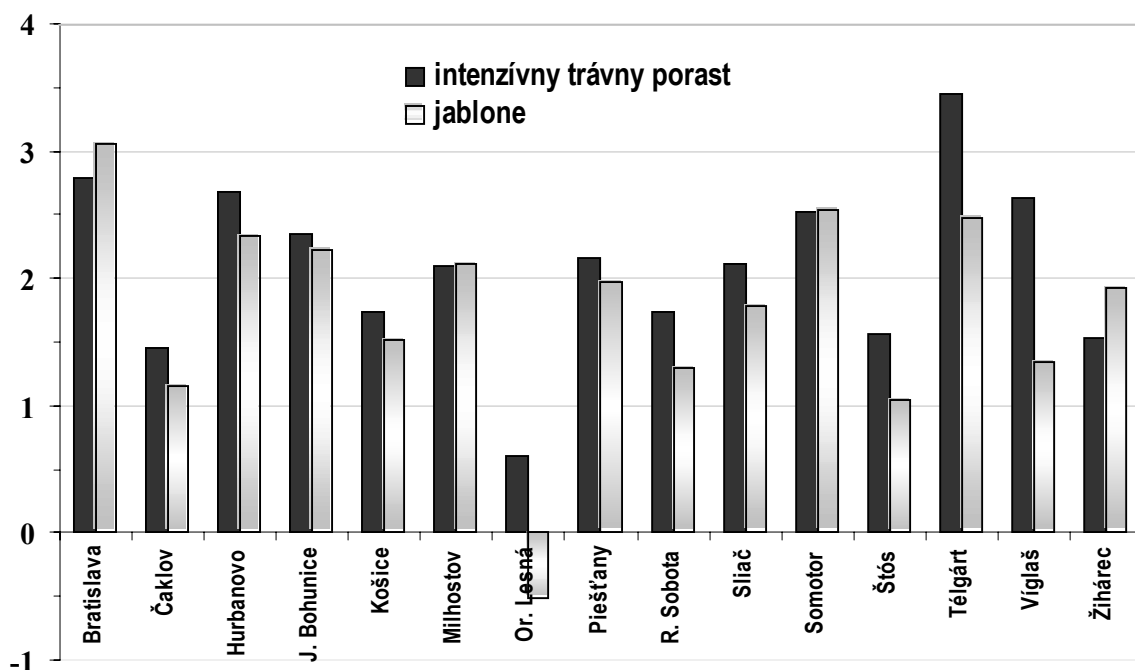


Obr. 2 Vypočítané zásoby pôdnej vody pod intenzívnym trávny porastom v roku 2003 - Oravská Lesná

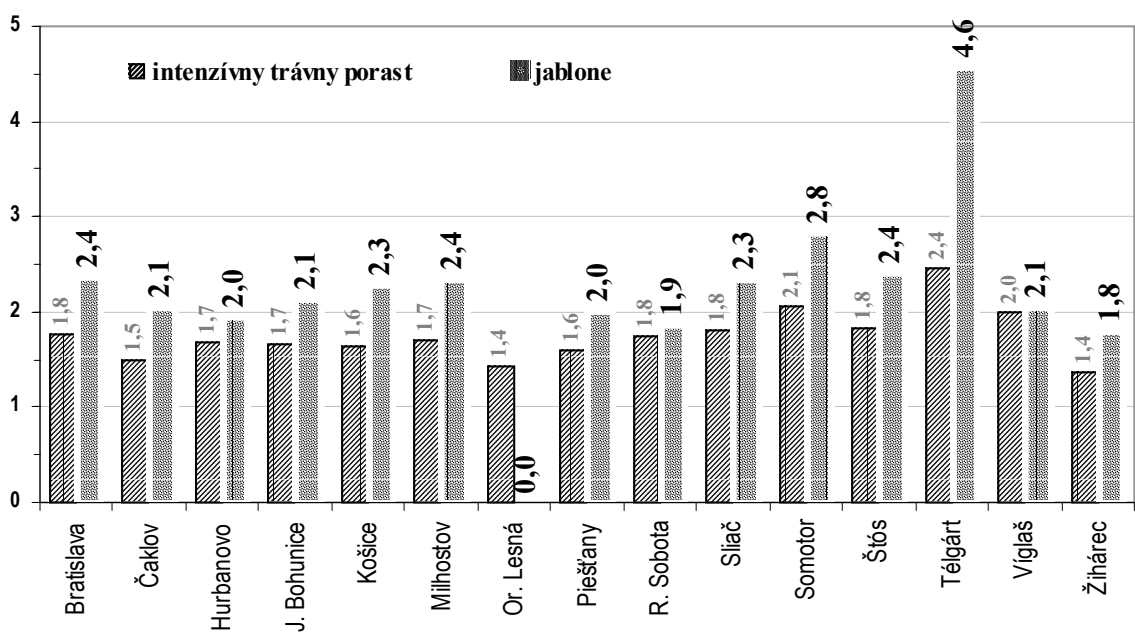


Obr. 3 Vypočítané zásoby pôdnej vody pod jablňami v roku 2003 - Oravská Lesná

Vypočítané množstvo závlhovej vody pre obidve uvažované plodiny a jednotlivé stanice sme porovnali s priemerným závlhovým množstvom v období 1971-2000 a súčasne vyjadrili odchýlku od priemeru ako násobok smerodajnej odchýlky, obr. 4. Relatívne množstvo potrebnej závlhovej vody vzhľadom k jeho priemeru za obdobie 1971-2000 je na obr. 5.



Obr. 4 Rozdiel medzi potrebným množstvom závlhovej vody v roku 2003 a priemerom vyjadrený v násobkoch smerodajnej odchýlky



Obr. 5 Relatívne množstvo potrebnej závlahovej vody vzhľadom k jeho priemeru za obdobie 1971-2000.

Okrem toho sme stanovili aj poradie potrebného závlahového množstva za rok 2003 v klesajúcom rade týchto hodnôt od r. 1971.

Tabuľka 3 Vypočítané hodnoty potrebného závlahového množstva a ich charakteristiky

Intenzívny trávny porast						
Stanice	Priemer 71-00 \bar{x} (mm)	sm. odch. 71-00 s (mm)	M_z za rok 2003 x_{2003} (mm)	x_{2003}/\bar{x}	$(x_{2003} - \bar{x})/s$	poradie roku 2003
Bratislava	210	58	371	1.8	2.8	1
Čaklov	101	34	150	1.5	1.5	3
Hurbanovo	213	54	358	1.7	2.7	1
J. Bohunice	211	59	348	1.7	2.3	1
Košice	150	55	246	1.6	1.7	3
Milhostov	145	48	246	1.7	2.1	1
Or. Lesná	37	26	53	1.4	0.6	9
Piešťany	189	52	302	1.6	2.2	2
Rim. Sobota	147	63	257	1.8	1.7	4
Sliač	129	49	234	1.8	2.1	1
Somotor	152	63	312	2.1	2.5	1
Štós	92	48	167	1.8	1.6	2
Telgart	65	27	160	2.4	3.4	1
Víglaš	122	46	244	2.0	2.6	2
Žiharec	188	46	259	1.4	1.5	3
jablone						
Bratislava	117	52	277	2.4	3.1	1
Čaklov	32	29	66	2.1	1.2	4
Hurbanovo	126	52	246	2.0	2.3	1
J. Bohunice	117	60	251	2.1	2.2	1
Košice	61	52	140	2.3	1.5	3
Milhostov	60	39	142	2.4	2.1	2
Or. Lesná	8	16	0	0.0	-0.5	
Piešťany	103	53	208	2.0	2.0	1
Rim. Sobota	75	50	140	1.9	1.3	4
Sliač	62	46	145	2.3	1.8	3
Somotor	73	53	206	2.8	2.5	1
Štós	27	37	66	2.4	1.0	3
Telgart	14	20	63	4.6	2.5	2
Víglaš	52	41	107	2.1	1.3	3
Žiharec	100	41	180	1.8	1.9	1

Vypočítané charakteristiky potrebného závlahového množstva v roku 2003 a ich porovnanie s obdobím 1971 – 2000 je uvedené v tab. 3.

Pomer závlahových množstiev roku 2003 k dlhodobému priemeru znázornený na obr. 5. sa pohyboval vo väčšine prípadov od 1,5 násobku po 2,5 násobok, s výnimkou lokality Telgart, pri ktorej je vysoká hodnota pomeru spôsobená nízkou hodnotou priemeru. Vyššie hodnoty pomeru vychádzajú pre jablone, poukazuje to na pokles zásoby vody aj v hlbších vrstvách pôdy. Iba pre lokalitu Oravská Lesná bolo rozloženie zrážok také, že nevznikla

potreba závlahy pre jablone (obr. 3). Lepšiu predstavu o extrémite spracovávaného obdobia v jednotlivých oblastiach Slovenska môže poskytnúť obr. 5 s údajmi o rozdieloch medzi potrebným závlahovým množstvom v roku 2003 a priemerom vyjadrený v násobkoch smerodajnej odchýlky.

Podľa údajov uvádzaných NOSKOM (1972), ak sa pohybuje táto hodnota v rozmedzí hodnôt od 1 do 2, jedná sa o jav nadnormálny, od 2 do 3 je hodnotený ako silne nadnormálny a nad 3 je extrémne nadnormálny. Pri tomto hodnotení vychádza Bratislava ako lokalita s najextrémnejším prejavom sucha, (lokalita Telgart je pravdepodobne opäť ovplyvnená nízkou hodnotou priemeru). Menej extrémne prejavy sucha sa ukazujú od Víglaša cez Rimavskú Sobotu, Košice až po Čaklov, naproti tomu najvýchodnejšia a západná časť Slovenska prináležia k silne suchým. Tomuto rozloženiu odpovedá aj charakteristika pomocou stanovenia poradia roku 2003 z hľadiska nárokov na doplnkovú závlahu od roku 1971, ktorá je uvedená v tab. 3. Na takmer polovici lokalít patril rok 2003 k najsuchším za posledných 33 rokov, zatiaľ čo na ostatných lokalitách sa prejavili ako suchšie väčšinou roky 2000 alebo 1992.

ZÁVER

Aplikáciou popísanej metódy sa ukázalo, že extrémna sucha v roku 2003 sa najvýraznejšie prejavila ako na Východoslovenskej nížine, tak aj v rozsiahlejšej Podunajskej nížine, kde bolo sucho vyhodnotené ako najhoršie za posledných 33 rokov. V hornatejšej časti územia medzi týmito oblasťami sa sucho z hľadiska potreby závlahy prejavilo síce výrazne, avšak z dlhodobého pohľadu menej extrémne, pričom v minulosti sa vyskytli suchšie roky, väčšinou to bol rok 2000, alebo rok 1992.

Extrémny počasie v posledných rokoch naznačujú, že je nutné neustále podporovať prevádzku závlahových zariadení, ktoré sú doposiaľ v dobrom prevádzky schopnom stave a prispôbovať ich rekonštrukciu súčasným ekonomickým podmienkam, ktoré sa prejavujú predovšetkým optimalizáciou sietí, kvalitnejším závlahovým detailom, zmenšením výmery jednotlivých podnikov pri súčasnej zmene skladby zavlažovaných plodín. Nemožno vylúčiť, že pokiaľ bude početnosť suchých rokov vzrastať a prejavovať sa na rozsiahlych častiach kontinentu, stane sa opäť ekonomicky zaujímavou aj závlaha takých plodín, ako obiloviny a krmoviny, ktoré v minulosti predstavovali viac ako 60% celkovej výmery zavlažovaných plodín.

LITERATÚRA

- Faško, P. a kol., 2003: *Meteorologické a hydrologické sucho v roku 2003 na Slovensku. P11th International Poster Day Transport of Water, Chemicals and Energy in the System Soil-Crop Canopy-Atmosphere, Bratislava, 20.11.2003*
- Klementová, E., Litschmann, T., 2001: *Hodnotenie sucha s ohľadom na doplnkové závlahy. Ed.: Z. Izakovičová. Krajinné plánovanie v 21. storočí. UKE SAV Bratislava 2001:152-158. ISBN 80-968120-8-4*
- Litschmann, T., Klementová, E., 2002: *Spotřeba závlahové vody teplomilnými ovocnými drevinami. X. posterový deň s medzinárodnou účasťou „Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda – rastlina – atmosféra“. Bratislava 28.11.2002, ISBN 80-968480-9-7*
- Nosek, M., 1972: *Metody v klimatologii. Academia, Praha, 1972, 434 s.*
- Smajstrla, A.G., 1990: *Agricultural Field Scale Irrigation Requirements Simulation (AFSIRS) Model. IFAS, University of Florida. Technical Manual. Gainesville FL. 1990, 252 s.*

