PRIEBEH ZLOŽIEK VODNEJ BILANCIE PÔDY V PROCESE VZNIKU PÔDNEHO SUCHA

Branislav Kandra[1], Milan Gomboš[1], Andrej Tall [1]

Abstrakt

Začiatok pôdneho sucha možno definovať ako vlhkosť, ktorá je na retenčnej čiare vyjadrená bodom zníženej dostupnosti s hodnotou pF = 3,3. Pôdne sucho vzniká s určitou časovou retardáciou ako dôsledok meteorologického sucha. Meteorologické sucho je definované ako časový úsek jedného alebo viacerých dní počas ktorých sa nevyskytli žiadne alebo sa vyskytli iba nepatrné zrážky. V predloženom príspevku boli na základe 38 ročného radu vegetačných období metódou štatistickej analýzy vyseparované štatisticky významné bezzrážkové periódy. Do hodnotenia bolo spolu vybraných 5 najdlhších období. V priebehu týchto úsekov meteorologického sucha boli metódou numerickej simulácie kvantifikované jednotlivé zložky vodnej bilancie pôdy. Kvantifikácia týchto zložiek bola uskutočnená na matematickom modeli GLOBAL s časovým výpočtovým krokom jeden deň. Hodnotil sa vývoj potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie, priebeh zásoby vody do hĺbky 1 m a priebeh hladiny podzemnej vody.

Ďalšie hodnotenie spočívalo v konfrontácii dvoch paralelných priebehov zásoby vody v bezzrážkovom úseku vegetačného obdobia 1974. Prvý priebeh odrážal skutočný stav vlhkosti pôdy v danom čase a druhý bol ovplyvnený fiktívnou zmenou počiatočnej zásoby vody na úroveň blízku plnej vodnej kapacity. Uvedenou zmenou sa sledoval ďalší vývoj zásoby vody v pôde s dôrazom na očakávané zlepšenie dostupnosti vody pre porast.

Kľúčové slová: pôdne sucho, zásoba vody v pôde, numerická simulácia, fyziologický stres rastlín

1. Úvod

O optimálnom vlhkostnom stave pôdy z hľadiska dostupnosti vody pre rastliny sa môže hovoriť vtedy, ak tento stav nevyvolá žiadny negatívny účinok na fyziologické procesy rastlín. V prípade zníženia vlhkosti pod optimálnu hranicu, rastliny trpia nedostatkom vody a nastáva fyziologický stres. Tento vlhkostný stav pôdy sa nazýva stav pôdneho sucha [1], [2]. Pôdne sucho začína v bode, na retenčnej čiare označovanom ako bod zníženej dostupnosti (BZD), ktorému zodpovedá vlhkostný potenciál s hodnotou pF = 3,3 [3]. Nedostatok vody v pôde je úzko spojený s prejavom meteorologických prvkov. Pôdne sucho vzniká s určitou časovou retardáciou ako dôsledok meteorologického sucha, ktoré je najčastejšie definované ako záporná odchýlka zrážok od normálu v priebehu určitého časového obdobia.

Cieľom predloženého príspevku je analýza najdlhších bezzrážkových období (BO) v skúmanom rade vegetačných období rokov 1970-2008. Kvantifikované sú rozhodujúce zložky vodného režimu v procese vzniku fyziologického stresu poľných plodín počas separovaných BO, ktoré viedli k tvorbe pôdneho sucha. Ďalej je analyzovaný vplyv počiatočných zásob vody v pôde na ich ďalší vývoj a dostupnosť pre rastlinný kryt v priebehu bezzrážkových úsekov.

2. Metodický postup

Výber bezzrážkových období vychádzal z údajov získaných z klimatickej stanice Milhostov, situovanej v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny (VSN). V blízkosti stanice sa nachádzajú skúšobné políčka centra výskumu rastlinnej výroby, ktoré sú v správe Výskumného ústavu agroekológie Michalovce. Pre uvedenú lokalitu sú typické stredne ťažké ílovito hlinité pôdy typu fluvizem glejová.

Na danej lokalite bol za účelom hodnotenia zložiek vodnej bilancie v období pôdneho sucha vybraný pôdny profil o mocnosti 1 m nachádzajúci sa na hone č. 9. V uvedenej lokalite boli zo skúmaného 38 ročného radu vegetačných období (1970-2008) separované štatisticky významné časové úseky bezzrážkových dní s denným úhrnom zrážok f(0)=0,00 mm. Do podrobnej analýzy sa vybrali najdlhšie bezzrážkové udalosti, ktoré nastali počas vegetačného obdobia (apríl-september). Vo výbere figurovali aj také dni bez zrážok, ktoré začínali v marci a presahovali do vegetačného obdobia. Celkovo sa do hodnotenia zaradilo 5 najdlhších bezzrážkových období. Počas týchto úsekov meteorologického sucha boli analyzované jednotlivé zložky vodného režimu vo vybranom pedoprofile Milhostova. Kvantifikácia týchto zložiek bola uskutočnená metódou numerickej simulácie na matematickom modeli GLOBAL s časovým výpočtovým krokom jeden deň [4]. Hodnotil sa vývoj potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie, priebeh zásoby vody v 1 m pôdneho profilu a priebeh hladiny podzemnej vody.

Ďalší krok predstavoval konfrontáciu dvoch paralelných priebehov zásoby vody v bezzrážkovom úseku vegetačného obdobia 1974. Prvý priebeh odrážal skutočný stav vlhkosti pôdy v danom čase a druhý bol ovplyvnený fiktívnou zmenou počiatočnej zásoby vody na úroveň blízku plnej vodnej kapacity. Uvedenou zmenou sa sledoval ďalší vývoj zásoby vody v pôde s dôrazom na očakávané zlepšenie dostupnosti vody pre porast.

3. Výsledky

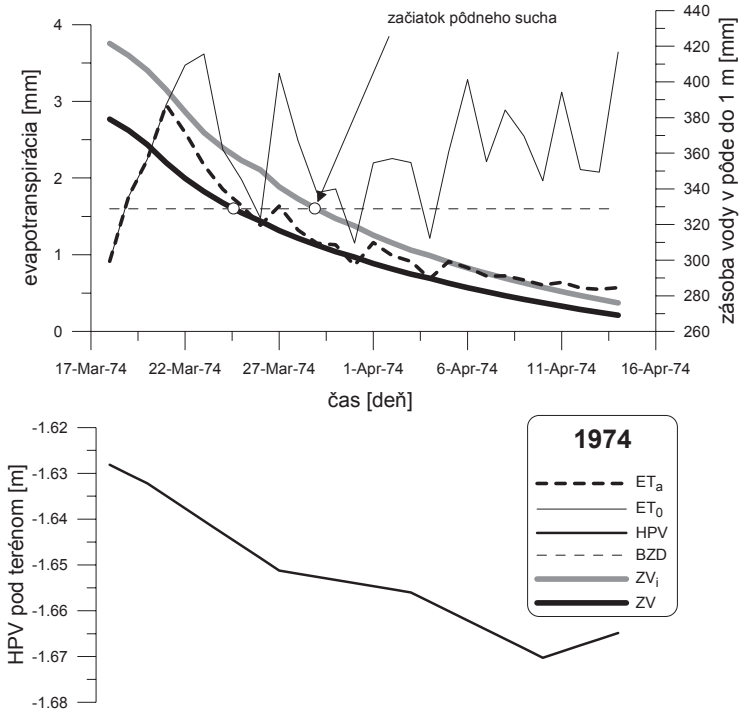
V tabuľke 1 je vybraných 5 bezzrážkových období, ich charakteristiky a pravdepodobnosti výskytu. Tieto časové úseky predstavujú obdobia meteorologického sucha, v priebehu ktorých došlo k výraznému zníženiu zásoby vody v pôde. Dynamiku vlhkostných zmien v pôde ako aj ich intenzitu charakterizuje pomerné číslo $i_{zz} = \Delta ZV/d$ [mm.deň$^{-1}$]. Zmeny zásob vody v pôde ZV a ich intenzita i_{zz} v BO je závislá od vlhkosti pôdy na počiatku meteorologického sucha, evapotranspirácie a polohy HPV.

Identifikáciu začiatku pôdneho sucha umožňujú hodnoty ukazovateľa pôdneho sucha I_{PS} = ZV/BZD. Ak je I_{PS} = 1 nastáva štart pôdneho sucha a rastliny sa dostávajú do fyziologického stresu v dôsledku nedostatku vody pričom tento stav trvá až kým nie je $I_{PS} > 1$.

Pri znižovaní vlhkosti pôdy sa rozlišujú dve etapy. V prvej dochádza ku klesaniu vlhkosti smerom od poľnej vodnej kapacity (PVK) k BZD. V tomto štádiu sa nedostatok vody na rastlinách neprejaví a môže sa hovoriť stále o optimálnej vlhkosti. Hodnota výparového deficitu VD = 0, čiže $ET_a = ET_0$. Druhá etapa začína klesaním vlhkosti pod BZD. Tu sa jedná o radikálne vysušovanie pôdneho profilu pri ktorom rastliny trpia nedostatkom vody a dochádza k vzniku fyziologického stresu. Proces vysušovania nastáva pri hodnote VD > 0, pričom $ET_a < ET_0$. Zvýšenie hodnoty VD signifikuje štart pôdneho sucha a približne sa kryje s dosiahnutím BZD. Identifikácia sucha pomocou výparového deficitu je však presnejšia ako cez BZD, no vyžaduje náročné výpočty a rozsiahlu databázu vstupných údajov.

Tab. 1: Základné charakteristiky hodnotených bezzrážkových období vo vzťahu k vodnému režimu a pravdepodobnosti prekročenia (“d” – počet dní v BO, “P” – hodnoty teoretickej čiary prekročenia najdlhších BO v hodnotenom období 1970-2008, ”p” – periodicita najdlhších BO, “ZV” – zásoba vody do 1 m, “I_{PS}” – ukazovateľ pôdneho sucha (ZV/BZD; BZD=328,8 mm), „i_{ZZ}“ – intenzita zmeny zásob vody v pôde (ΔZV/d), “VD” – výparový deficit (ET_0-ET_a), HPV – hladina podzemnej vody v cm pod terénom)

Bezzrážkové obdobie		d	P	p	ZV	ZV	I_{PS}	I_{PS}	VD
začiatok BO	koniec BO	-	-	-	na zač.	na konci	na zač.	na konci	na zač.
		[dni]	[%]	roky	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[mm]
18.3.1974	14.4.1974	28	5,6	18,0	379,01	269,10	1,15	0,82	0,00
5.8.1976	31.8.1976	27	6,8	14,6	171,88	126,72	0,52	0,39	0,37
14.3.1995	9.4.1995	27	6,8	14,6	400,76	295,31	1,22	0,90	0,00
24.3.1999	12.4.1999	20	23,8	4,2	512,83	482,34	1,56	1,47	0,00
23.3.2002	11.4.2002	20	23,8	4,2	408,42	249,68	1,24	0,76	0,00
Bezzrážkové obdobie		**VD**	**VD**	**∑VD**	**i_{ZZ}**	**HPV**	**HPV**	**ΔHPV**	**ΔHPV/d**
začiatok BO	**koniec BO**	**max**	**na konci**	**-**	**-**	**na zač.**	**na konci**	**-**	**-**
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm/d]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm/d]
18.3.1974	14.4.1974	3,07	3,07	31,35	3,9	-152,81	-166,48	-13,67	-0,1
5.8.1976	31.8.1976	3,70	2,31	57,11	1,7	-152,28	-166,96	-14,68	-0,5
14.3.1995	9.4.1995	0,79	0,51	2,13	3,9	-153,10	-149,83	3,26	0,1
24.3.1999	12.4.1999	0,00	0,00	0,00	1,5	-55,24	-71,21	-15,97	-0,8
23.3.2002	11.4.2002	1,84	1,12	10,65	7,9	-108,40	-117,93	-9,53	-0,5



Obr. 1: Vplyv zmeny počiatočnej zásoby vody v pôde na dostupnosť vody pre rastliny (ZV_i – zvýšená počiatočná ZV) s vyjadrením denný hodnôt potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie vo vzájomnom vzťahu k ZV a hladine podzemnej vody počas BO

Na obr. 1 je znázornené oneskorenie štartu pôdneho sucha vplyvom zvýšenia počiatočnej zásoby vody (ZV_i) v pôde na začiatku BO. Optimálny vlhkostný stav pôdy sa predĺžil o 3 dni, teda z pôvodných 7 na 10 dní. Z obrázka vyplýva, že ak pôdny profil neovplyvňuje HPV, prechod pôdneho profilu do stavu pôdneho sucha je spojený so vznikom výparového deficitu ∑VD. Ďalej sú tu zobrazené denné hodnoty potenciálnej (ET_0) a aktuálnej (ET_a) evapotranspirácie, ZV, HPV a BZD počas BO vegetačnej sezóny roku 1974.

4. Záver

V príspevku boli analyzované obdobia bez zrážok získané selekciou z časového radu VO 1970-2008. Vybrané úseky predstavovali obdobia meteorologického sucha, počas ktorých boli numerickou simuláciou kvantifikované vybrané zložky vodného režimu a vypočítaná zásoba vody v pôde do hĺbky 1 m.

Cieľom bolo zhodnotiť dopad bezzrážkových období na štart a priebeh pôdneho sucha ako príčiny vzniku fyziologického stresu rastlín. Z výsledkov vyplýva, že zmena zásob vody v pôde a ich intenzita počas meteorologického sucha je malá v prípade, že HPV zasahuje do bilancovanej vrstvy pôdy a zásobuje ju vodou. Znižovanie vlhkosti pôdy prebieha v dvoch etapách. Prvá predstavuje pokles smerom od PVK k BZD, kedy hodnota VD = 0 ($ET_a = ET_0$) a druhá etapa pokles smerom pod BZD, kedy VD > 0 ($ET_a < ET_0$). Druhá etapa vedie k vzniku pôdneho sucha a spôsobuje fyziologický stres rastlín. Vplyv počiatočných zásob vody v pôde na ich ďalší vývoj počas BO je možné dokumentovať na priebehu ZV v roku 1974 (obr. 1). Počiatočná zásoba vody v pôde blízka stavu nasýtenia (421,54 mm) predĺžila obdobie optimálnej vlhkosti pôdy (nad úrovňou BZD) z pôvodných 7 na 10 dní.

Poďakovanie

Táto práca bola podporovaná grantovou agentúrou VEGA 2/0130/09 a agentúrou na podporu výskumu a vývoja APVV 0271-07.

Literatúra

[1] GOMBOŠ, M., 2008. Water storage dependability in root zone of soil. In: *Cereal Research Communications*, vol. 36, Supp., pp 1191-1194.

[2] GOMBOŠ, M. – PAVELKOVÁ, D., 2009. Analýza meteorologického sucha v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny. In: *Acta Hydrologica Slovaca*, roč. 10, č. 1, s. 69-74. ISSN 1335-6291.

[3] TALL, A., 2007. Impact of canopy on the water storage dynamics in soil. In*: Cereal Research Communications*, vol. 35, no. 2, pp 1185-1188.

[4] MAJERČÁK, J. – NOVÁK, V., 1994. GLOBAL - one dimensional variable saturated flow model, including root water uptake, evapotranspiration structure, corn yield, interception of precipitations and winter regime calculation. In*: Research Report, Bratislava*, Institute of Hydrology, Slovak Academy of Sciences. p 75.

Kontakty na autora

1 Ústav hydrológie SAV, Výskumná hydrologická základňa Michalovce,
e-mail: kandra@uh.savba.sk, gombos@uh.savba.sk, tall@uh. savba.sk