

## Kvantifikácia pôdneho sucha a jej interpretácia

J. ŠÚTOR <sup>(1)</sup>, M. GOMBOŠ <sup>(2)</sup> AND R. MATI <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Ústav hydrologie SAV, Račianska 75, 838 11 Bratislava, Slovenská republika (e-mail: sutor@uh.savba.sk)

<sup>(2)</sup> ÚH SAV, Výskumná hydrologická základňa, Hollého 42, 071 01 Michalovce, Slovenská republika  
(e-mail: uh.sav.mi@stonline.sk)

<sup>(3)</sup> Oblastný výskumný ústav agroekológie, 071 01 Michalovce, Slovenská republika (e-mail: ovua@minet.sk)

**Abstract** Extreme meteorological phenomena also cause an extreme reduction of the water supply in the soil aeration zone. This reduction is accompanied by certain typical states. One of the limit states is referred to as soil drought. It corresponds to such a water content when plants suffer from a permanently deficient water supply and they wilt. Water content is characterised by hydrolimits in soil physics. The hydrolimit of wilting point corresponds to soil drought.

The wilting point and moisture level were used as soil drought indicators in this paper. The monitored values of water supply in soil aeration zone of the Žitný ostrov and the East Slovakia Lowland are the examples.

**Key words:** *soil draught, soil aeration zone, soil moisture*

### Úvod

Sucho v prírodnom prostredí v podstate znamená nedostatok vody v pôde, rastlinách a i v atmosfére. Jednotné kritéria pre kvantitatívne vymedzenia sucha neexistujú s ohľadom na rozmanité hľadiská meteorologické, hydrologické, poľnohospodárske, bioklimatické a celý rad ďalších i s ohľadom na jeho impakt do rôznych oblastí národného hospodárstva, ktorý spôsobujú nadozere škody. Definície sucha sú vzťahované k náplni jednotlivých vedných disciplín. Následkom toho máme formulované kritéria pre sucho agronomické, atmosférické, fyziologické, hydrologické, meteorologické a sucho náhodilé. Integrálny dopad fenoménu sucha kvantifikovaný vo vyššie vymenovaných vedných disciplínach na prírodné prostredie možno špecifikovať na báze pôdneho sucha.

V predkladanom príspevku sa analyzuje stav pôdneho sucha a uvádzajú sa kritéria pre charakterizovanie jeho stupňa.

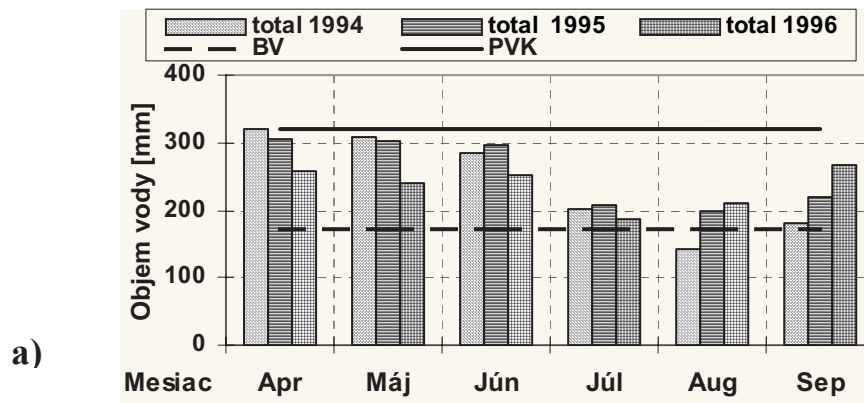
Dopad klimatickej zmeny na zásoby vody v zóne aerácie pôdy a jej dynamiku (kde ich kritický stav sa prejavuje suchom) nastoľuje problém identifikácie fenoménu sucha v reálnom čase a taktiež v prognózovaných časových horizontoch. Získané chody obsahu vody v pôde pre uvedené časové podmienky umožňujú analyzovať podmienky vzniku

a priebeh sucha v časovom a priestorovom prejave. Kľúčovým problémom v tejto analýze je získavanie chodov obsahu vody v pôde. Prvým metodickým prístupom je organizovanie jeho monitoringu, spracovanie a interpretácia získaných súborov údajov s využitím trendových analýz radov integrálneho obsahu vody v zóne aerácie pôdy. Celoplošný monitoring na Slovensku nie je zavedený. Druhý prístup je založený na získavaní súboru údajov s využitím numerickej simulácie na matematickom modeli vodného režimu pôd. Pre tento postup je potrebné spracovať charakteristiky prírodného prostredia Slovenska, ktoré sú vymenované vyššie. Tento postup bol a je úspešne využívaný pre kvantifikáciu dopadu VDD Gabčíkovo na k nemu priľahlé územie.

## Identifikácia pôdneho sucha

Pre posudzovanie disponibilných zásob vody v pôde pre vegetačný kryt sú na základe konvencie vybrané nasledovné charakteristické body vlhkostnej retenčnej čiary (charakteristické stavy retencie-obsahu vody v pôde)

- bod vädnutia, BV, zodpovedajúci hodnote  $pF = 4,18$  ( ide o takú vlhkosť pôdy, keď rastlinný kryt je trvale nedostatočne zásobený vodou z pôdy a vädne.
- bod zníženej dostupnosti, BZD , zodpovedajúci hodnote  $pF = 3,3$  ( charakterizuje vlhkosť pôdy, pri ktorej fyziologické procesy rastlinného krytu sú limitované nedostatkom ),



Obr.1 a, b, c. Chody monitorovaných zásob vody v zóne aerácie pôdy spolu so zodpovedajúcimi hodnotami hydrolimitov PVK, BZD a BV na lokalite Trstená na Ostrove počas trojročného monitoringu ,t.j.v rokoch 1994 až 1996.

- poľná vodná kapacita,(PVK ), zodpovedajúca hodnote  $pF = 2,0$  až  $2,7$  (charakterizuje vlhkosť pôdy, ktorá sa udržiava v pôdnom profile za relatívne dlhší čas, pričom prevzdušnosť pôdy je ešte postačujúca pre vývoj rastlinného krytu .

V tejto súvislosti je potrebné pripomenúť ešte nasledovné. Obsah vody v nenasýtenej zóne pôdy medzi bodom PVK a BV t.j. (PVK-BV) je existenčným intervalom obsahu vody pre rastlinný kryt (Šútor, Rehák, 1999) na danom stanovišti územia, pretože v tomto intervale je voda v nenasýtenej zóne pôdy preň dostupná. Tento objem vody nemá vlastnosti voľnej vody. Aby ju rastliny mohli využiť, musia mať rozvinutý koreňový systém a taký sací tlak, aby bol schopný prekonať väzbu vody s pôdou.

Metodický postup je nasledovný. Organizovaným monitoringom, teda meraním obsahu vody v pôde, napr. každých 10 cm od povrchu pôdy až do vybratej hĺbky pôdneho profilu sa získavajú informácie o vlhkosťnom stave jednotlivých horizontov pôdneho profilu. Grafický sa výsledky spracovávajú vo forme rozdelenia vlhkosti po výške pôdneho profilu, resp. pre daný pôdny horizont sa zostrojí graf chodu vlhkosti v danom horizonte v časovom slede monitorovania. Po doplnení grafu chodom hodnôt vlhkosti odpovedajúcim hydrolimitom PVK, BZD a BV možno hodnotiť stav zásobenosti vodou rastlinného krytu. Dosiahnutie hodnoty BV znamená štart pôdneho sucha v zodpovedajúcom pôdnom horizonte.

Podobným postupom možno hodnotiť integrálny objem vody v monitorovanom horizonte, tj. chod celkového objemu vody v dňoch monitorovania. Za účelom takéhoto zhodnotenia monitorovaného obdobia sa na obr.1 uvádzajú chody integrálneho obsahu vody v zóne aerácie pôdy na lokalite Trstená na Ostrove v rokoch 1989 až 1996 pre monitorovaný horizont zóny aerácie pôdy 100 cm, a to spolu so zodpovedajúcimi hodnotami hydrolimitom PVK, BZD a BV (Šútor,1998; Šútor a kol., 2002).

Výsledky jednoznačne potvrdzujú, že počas osemročného obdobia sa vlhkosť vyskytuje prevažne v intervale <PVK–BZD> a následne v intervale <BZD–BV>. Na základe toho môžeme konštatovať,

že v každom roku objemová vlhkosť pôdy vo vegetačnom období klesla do intervalu <BZD–BV> v rozpätí jedného (1989 ) až ôsmych (1996). Výnimkou je rok 1994, a to mesiac august, keď hodnota integrálneho obsahu koncom júla- začiatkom augusta klesá na hodnotu zodpovedajúcu hydrolimitu BV a teda štartuje stav nedostatku vody v pôde pre zásobovanie rastlinného krytu vodou.

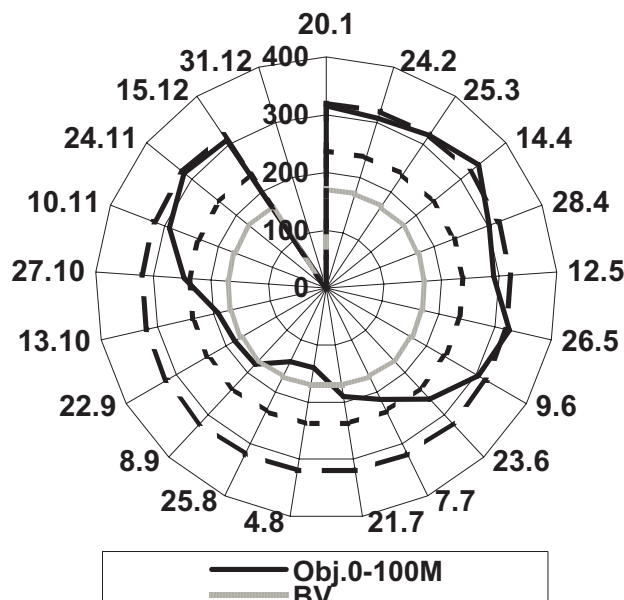
Vzhľadom na vyššie uvedené sa v ďalšom podrobnejšie venujeme roku 1994. Na obr.2 sa uvádza opäť chod integrálneho objemu vody na ktorom možno podrobnejšie analyzovať situáciu.

Štruktúra zvoleného kruhového grafického záznamu dovoľuje prehľadne vizualizovať chod obsahu vody v pôde , vzhľadom na uvedené hydrolimity, t.j. vzhľadom na zabezpečenosť rastlinného krytu vodou. Stred sústredených kružníc odpovedá nulovému obsahu vody a jednotlivé kružnice úrovni obsahu vody, ktorý je vyjadrený v mm vodného stĺpca, t.j. od hodnoty 0 až do 400 mm na poslednej kružnici. Zo stredu kružníc sa radiálne rozbiehajú sprievodiče končiac na obvodnej kružnici, kde ich priesečník je vyznačený dátumom, v ktorých sa robilo meranie obsahu vody. Počet sprievodičov je rovný počtu meraní počas roka 1994. Do tejto štruktúry sú vynesené monitorované hodnoty obsahu vody zodpovedajúce dátumu merania, spolu s hodnotami, ktoré zodpovedajú hydrolimitom pôdy daného stanovišťa.

Z uvedeného zobrazenia vidíme, že zásoby vody v zóne aerácie pôdy od januára do posledného týždňa apríla ( do štartu vegetácie ) sa vyskytujú na úrovni, resp. mierne nad poľnou vodnou kapacitou. Zásoby vody v tomto časovom intervale dokumentujú dobrú pripravenosť na vegetačné obdobie. Od konca apríla do tretej dekády mája sa obsah vody vyskytuje okolo hodnoty PVK, čo je optimálne pre vegetačný kryt V prvej dekáde júna pozorujeme rast obsahu vody nad hodnotu PVK, keď následne klesá až do tretej dekády júla, keď dosahuje hodnoty BV. Štartuje stav pôdneho sucha, ktoré trvá až do konca prvej dekády septembra. Potom pod vplyvom jesenných zrážok objem vody pozvoľna stúpa až koncom novembra dosahuje hodnoty PVK a okolo tejto hodnoty zotráva až do konca roka.

Na základe uvedeného môžeme konštatovať, že

**„Ak chod zásob vody v pôde dosiahne hodnotu zodpovedajúcu bodu vädnutia, štartuje v pôde stav sucha. Identifikácia tohto stavu zásob v časovom a priestorovom prejave je fundamentálnym podkladom pre boj spoločnosti proti suchu“.**



Obr.3 Chod integrálneho obsahu vody v zóne aerácie pôdy na lok. Trstená na Ostrove, rok 1994 mocnosť z.a. 100 cm (Obj.0-100M Integrálny objem vody, BV-bod vädnutia, BZD-bod zníženej dostupnosti, PVK-poľná vodná kapacita).

Takto spracované chody obsahu vody pre jednotlivé lokality, resp. poľnohospodárske a lesné ekosystémy vytvárajú podklady pre voľbu ich optimalizácie. Ilustrujúce údaje boli získané priamym monitoringom. Avšak môžu byť získané aj numerickou simuláciou na základe údajov, ktoré zahrňujú klimatické zmeny z jednotlivých klimatických scenárov v časových horizontoch 2010, 2030 a 2075. Ako bolo už spomínané, tieto by mali byť poskytované v tvare s denným krokom. V takom prípade by spracovanie údajov vytváralo poznatkovú základňu na kvalifikovaný výber technického zákroku, ktorý by eliminoval nepriaznivý dopad klimatickej zmeny pre hociktorý časový horizont.

Tieto výsledky využitia hydrolimitov na hodnotenie zásob vody v zóne aerácie pôdy potvrdzujú aj ďalšie súbory údajov získané monitoringom na Žitnom ostrove (Šútor, 1998; Šútor a Rehák, 1999; Šteakauerová, Nagy, 2002; Šteakauerová, Nagy, 2004; Fulajtár, 1996, 1991; Petrovič a Džupová, 1995; Mészároš a Miklánek, 1988) v podmienkach pôd Východoslovenskej nížiny Ivančo a kol., 1999, 2000, 2001; Gomboš a kol., 1999).

Parametrizácia zásob vody v zóne aerácie pôdy je podmienená jej chodom v danom časovom období (vegetačné obdobie, hydrologický rok alebo iným záujmom stanovené časové obdobie). Ako sa uvádza vyššie, za týmto účelom sa využíva monitoring, resp. numerická simulácia na matematickom modeli vlhkostného režimu pôdy.

### Agronomická klasifikácia vodného režimu pôdy

Ďalší hodnotiaci prístup pre zatriedenie vlhkostného režimu pôd do typov je agronomická klasifikácia (Benetin, Šoltész, 1988). Je založená na stanovení koeficienta hodnotiaceho pomeru A podľa vzťahu

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\Theta_i - \Theta_v] / [\Theta_{PK} - \Theta_v]$$

kde :

$\Theta_i$  – priemerná vlhkosť aktívnej koreňovej zóny v i-tom dni bilancovaného obdobia [ $m^3/m^3$ ]  $\Theta_v$  – bod vädnutia aktívnej koreňovej zóny [ $m^3/m^3$ ]

$\Theta_{PK}$  – poľná vodná kapacita aktívnej koreňovej zóny [ $m^3/m^3$ ]

Pre vyhodnotenie typov vlhkostného režimu pôdy podľa uvedeného hodnotiaceho pomeru sa používa tabuľka 1 (Demo, Bielek a kol., 2000)

Tabuľka č.1 Typ vlhkostného režimu podľa agronomickej klasifikácie

Stupne obsahu pôdnej vody	A	Typ vlhkostného režimu v bilancovanom období
Nedostatok pôdnej vody pre rastliny	pod 0,11	úplne suchý
	0,11-0,20	veľmi suchý
	0,21-0,30	značne suchý
	0,31-0,40	suchý
Optimálny obsah vody pre rastliny	0,41-0,50	striedavo suchý
	0,51-0,60	striedavo vlhký
	0,61-0,75	vlhký
	0,76-0,90	značne vlhký
Prebytok pôdnej vody	0,91-1,00	mokrý
	nad 1,00	zamokrený

Tabuľka č.2 Vyhodnotenie typov vlhkostného režimu pôdy pre lokalitu Trstená na Ostrove a roky 1989 až 1996 podľa agronomickej klasifikácie .

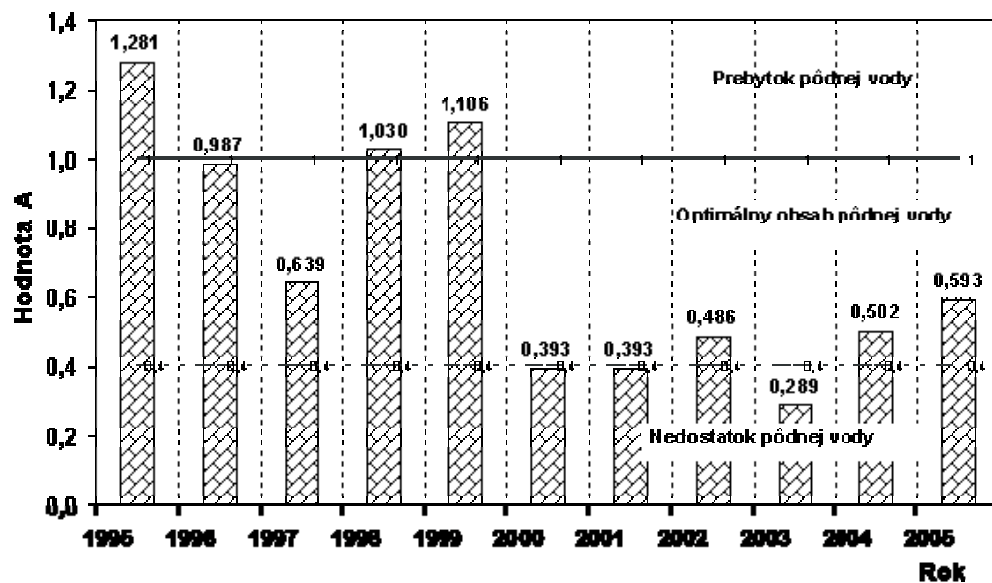
Rok	A	Typ vlhkostného režimu v bilancovanom období
1989	0,415	striedavo suchý
1990	0,419	striedavo suchý
1991	0,292	značne suchý
1992	0,547	striedavo vlhký
1993	0,312	suchý
1994	0,461	striedavo suchý
1995	0,568	striedavo vlhký
1996	0,435	striedavo suchý

Porovnaním chodov objemu vody v 100cm horizonte zóny aerácie pôdy na lokalite Trstená na Ostrove (pozri obr.1) s hodnotením vlhkostného režimu podľa agronomickej klasifikácie v Tabuľke č.1 pozorujeme kvalitatívne nezrovnalosti. Parametrizácia založená na hydrolimitoch definuje objem vody zodpovedajúci BV ako štart pôdneho sucha. Rôzne stupne sucha nerozoznáva. Agronomická klasifikácia vodného režimu nedáva charakterizovanie jednotlivých typov „sucha“ vzhľadom na rastlinný kryt.

Zo vzťahu (1) je zřejmé, že hodnotiaci koeficient vychádza z hydrolimitov a delí momentálny objem vody v pôde (znížený o objem zodpovedajúci BV) objemom vody v pôde, ktorý zodpovedá objemu vody intervalu <PVK;BV>, a to na desať typov. Tento prístup rozoznáva 5 typov vlhkostného režimu spojených s označením stupňa sucha Agronomická klasifikácia vodného režimu necharakterizuje jednotlivé typy „sucha“ vzhľadom na rastlinný kryt. Čomu teda zodpovedá.

Pre analýzu agronomickej klasifikácie slúži obr.2, kde rozsah hodnotiaceho koeficientu A (1.os „y“) a rozsah hydrolimitu PVK (2. os „y“) je zobrazený pre obdobia jednotlivých rokov 1989 až 1996

Z obr.2 vidieť, že koeficientu A=1 odpovedá hydrolimit PVK, hodnote A=0 odpovedá BV a hodnote A=0,45. Z hľadiska vyššie uvedenej definície pôdneho sucha, agronomická klasifikácia (pokiaľ nebude hodnotená na báze fyziológie rastlín) vyjadruje stavy zodpovedajúce objemu vody vzhľadom na objemu vody <PVK – BV>, ktorý sa považuje za III. vodný zdroj v prírodnom prostredí (I. vodný zdroj – povrchové vody, II-vodný zdroj – podzemné vody) a je teda neadekvátna pre hodnotenia pôdneho sucha.



Obr.2 Porovnanie hodnotiaceho koeficientu agronomickej klasifikácie vodného režimu pôdy „A“, s parametrizáciou založenou na vymedzení hydrolimitov PVK, BZD a BV

### Klasifikácia vlhkostných pomerov územia podľa úhrnu zrážok

Pri hodnotení vegetačného obdobia príslušných rokov podľa atmosférických zrážok sa používa stupnica, ktorá sa uvádza v tabuľke č.3 (Demeterová, 2002).

Tabuľka č.3 Charakteristika vegetačného obdobia podľa úhrnu zrážok

Úhrn zrážok za vegetačné obdobie [%N]	pod 60	60-79	80-89	90-110	111-129	121-140	nad 140
Charakteristika vegetačného obdobia	extrémne suché	veľmi suché	suché	normálne	vlhké	veľmi vlhké	extrémne vlhké

Tabuľka č.4 Vyhodnotenie vlhkostných pomerov lokality Trstená na Ostrove a roky 1989 až 1996 podľa úhrnu zrážok.

Rok	Zrážkové úhrny	[%Nor.]	Charakteristika veget. obdobia
1989	265,7	84,08	suché
1990	243,9	77,18	veľmi suché
1991	273,2	86,46	suché
1992	307,3	97,25	normálne
1993	234,3	74,15	veľmi suché
1994	392,6	124,24	veľmi vlhké
1995	350,4	110,88	normálne
1996	271	85,76	suché

Charakterizovanie vlhkostných pomerov vegetačných období na lokalite Trstená na Ostrove v rokoch 1989 až 1996 sa podľa úhrnu zrážok s použitím tabuľky č.3 uvádza v tabuľke č.4. Pri porovnaní parametrizácie zásob vody v zóne aerácie pôdy založenej na hydrolimitoch a berúc do úvahy definíciu pôdneho sucha hodnotenie vlhkostných pomerov podľa úhrnu zrážok je neadekvátne. Hodnotenie vlhkostných pomerov vegetačného obdobia podľa úhrnu zrážok nie je možné vzťahovať na hodnotenie stavu zásob vody v zóne aerácie pôdy.

### Hodnotenie vlhkostných pomerov podľa hydrotermického koeficientu

Pre klasifikáciu vlhkostných pomerov územia v určitom období sa využíva taktiež hydrotermický koeficient Seljaninova. Je definovaný (in Juva, 1959) vzťahom (2)

$$K_{HT} = \frac{\sum H_z}{0,1 \sum t_{10}}$$

Kde  $K_{HT}$  - hydrotermický koeficient

$\sum H_z$  - suma zrážok za hodnotené obdobie ( $t > 10^\circ\text{C}$ ) v mm

$\sum t_{10}$  - suma priemerných denných teplôt za hodnotené obdobie v  $^\circ\text{C}$

Posudzované obdobie je potom charakterizované stavom podľa tabuľky č.5.

Tabuľka č.5 Charakteristika obdobia podľa hydrotermického koeficientu

Hydrotermický koeficient	pod 0,3	0,31-0,50	0,51-0,99	1,00	1,01-2,00	nad 2,00
Charakteristika obdobia	katastrofálne sucho	sucho	nedostatok vody	zrážky sú rovné výparu	dostatok vody	prebytok vody

Vyhodnotenie vlhkostných pomerov pre vegetačné obdobie roku 1989 až 1996 na lokalite Trstená na Ostrove podľa hydrotermického koeficientu sa uvádza v tabuľke č.6.

Tabuľka č.6 Charakteristika vegetačných období rokov 1989 až 1996 podľa hydrotermického koeficientu Seljaninova.

Mesiac	$K_{HT}$	Charakteristika obdobia
1989	0,86	nedostatok vody
1990	0,79	nedostatok vody
1991	0,90	nedostatok vlhky
1992	0,91	nedostatok vlhky
1993	0,73	nedostatok vlhky
1994	1,17	dostatok vlhky
1995	1,22	dostatok vlhky
1996	1,35	dostatok vlhky

Porovnaním chodov objemu vody v 100cm horizonte zóny aerácie pôdy na lokalite Trstená na Ostrove (pozri obr.3) s hodnotením vlhkostného režimu podľa hydrotermického koeficientu v Tabuľke č.6 pozorujeme, že je možné akceptovať charakteristiku len pre vegetačné obdobia rokov 1995 a 1996. Pre ostatných šesť rokov, tj. 1989 až 1996, je vzhľadom na definíciu pôdneho sucha neprijateľná.

## Záver

V príspevku sa predkladá analýza problematiky sucha v prírodnom prostredí. Pôdne sucho je definované nasledovne

**„Ak chod zásob vody v pôde dosiahne hodnotu zodpovedajúcu bodu vädnutia, štartuje v pôde stav sucha. Identifikácia tohto stavu zásob v časovom a priestorovom prejave je fundamentálnym podkladom pre boj spoločnosti proti suchu“.**

Parametrizácia stavu zásob vody v zóne aerácie pôdy je založená na chodoch zásob vody v definovanom horizonte o danej mocnosti a hydrolimitoch PVK ( poľná vodná kapacita), BZD (bod zníženej dostupnosti) a BV (bod vädnutia). Obecne predložená klasifikácia je invariantná od spôsobu, resp. metódy, určenia predmetného chodu objemu vody, t.j. je plne akceptovateľná metóda numerickej simulácie na matematickom modeli vodného režimu pôdy. Táto je taktiež jediná možná metóda pre hodnotenie stavu zásob vody v zóne aerácie pro futuro, tj. pre vybrané časové horizonty v budúcnosti.

Kvantifikácia stavu zásob vody v pôde založená na uvedenej definícii pôdneho sucha a parametrizácii s využitím hydrolimitov je porovnaná s agronomickou klasifikáciou, klasifikáciou podľa úhrnu zrážok a pomocou hydrotermického koeficientu Seljaninova. Je dokumentované, že ak prijmeme uvedenú definíciu pôdneho sucha, potom charakteristiky vodného režimu založené na iných metodických postupoch nezodpovedajú realite.

## Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou pre podporu vedy a techniky prostredníctvom finančnej podpory č.APVT APVT-51-019804 a grantovou agentúrou VEGA 2/5018/25

## Literatúra

- [1] Benetin, J., Šoltész, A. (1988): Hydrologické charakteristiky vodného režimu pôd a ich výpočet. In: Agromelio, Nitra, ČSVTS, s.12-20
- Demeterová, B. (2002): Hospodárenie s vodnými zdrojmi. Košice, SHMÚ, s.40
- Demo, M., P. Bielek, P. a kol
- [2] Fulajtár, E. (1991): Súhrnné hodnotenie monitorovania východiskového stavu pôd a poľnohospodárstva na území dotknutom výstavbou VDD Gabčíkovo, [ Výskumná správa ], VÚPÚ, Bratislava, 50 s.
- [3] Fulajtár, E. (1996): Výsledky Monitoringu Pôd Žitného Ostrova. In: Sústava Vodných Diel Gabčíkovo – Nagymaros: Zámery A Skutočnosť, SZSL, SVS, Vodohosp. Výstavba, Š.P., Bratislava, s.76-78.
- [4] Gomboš, M., J. Ivančo, R. Mati, D. Pavelková (1999): Výsledky meraní pôdnej vlhkosti v ťažkých pôdach na Východoslovenskej nížine. In: III. Zborník z konferencie „Vplyv antropogénnej činnosti na vodný režim nížinného územia“. ÚH SAV Bratislava - Michalovce 1999, s. 258-261.
- [5] Ivančo, J. (2000): Zásoba vody v zóne aerácie pôdy ťažkých pôd na Východoslovenskej nížine pri diferencovanej agrotechnike. Acta Hydrologica Slovaca, 1, č.2, s.133-141.
- [6] Ivančo, J., D. Pavelková (2001): Zásoba využiteľnej vody v zóne aerácie fluvizemi glejovej na Východoslovenskej nížine pri diferencovanej agrotechnike. Acta Hydrol. Slovaca, roč.1, č.1, str.35-39.

- [7] **Ivančo, J., D. Pavelková, D., A.Tall, E. Dunajský (1999):** Monitoring vlhkosti pôd na Východoslovenskej nížine. In: 14. Slovensko -česko-poľský seminár „Fyzika vody v pôde“, Zemplínska Šírava, máj 1999. ÚH SAV, Bratislava 1999, s. 27-31.
- [8] **Juva, K. (1959):** Závlaha pudy, Praha, SZN, 597 s.
- [9] **Mati, R. (2004):** Vplyv podmienok prostredia na vodný režim pôd Východoslovenskej nížiny. In: V. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou "Vplyv antropogénnej činnosti na vodný režim nížinného územia", Michalovce, Zemplínska Šírava, máj 2004, s.134-142
- [10] **Mészáros, I., Mikláněk, P. (1998):** Pôdna vlhkosť lužného lesa. Správa z riešenia HZ medzi LVÚ Zvolen a ÚH SAV, ÚH SAV, 128s.
- [11] **Mészáros, I., P. Mikláněk (1998):** Pôdna vlhkosť lužného lesa. [Správa z riešenia HZ] medzi LVÚ Zvolen a ÚH SAV. ÚH SAV, Bratislava, 128 s.
- [12] **Štekauerová, V. Nagy, V. (2002):** Influence of climate conditions on security necessary water for vegetation in various ecosystems. pp. 324-337. In: Pollution and water resources Columbia University Seminar Proceedings, (Ed. G. J. Halasi-Kun), Vol. 2002, , Budapest, Hungary.
- [13] **Štekauerová, V. (2002):** Vplyv globálnych zmien na zásoby vody v zóne aerácie pôdy. Acta Hydrologica Slovaca, ÚH SAV, 2002, 2, s.270-274.
- [14] **Štekauerová, V., V. Nagy (2004):** Vplyv klimatických podmienok na zabezpečenosť porastu vodou v lokalitách Báč a Bodíky. Acta Hydrologica Slovaca, roč. 5, č.1, str. 58-63
- [15] **Šútor, J. (1988):** Monitorovanie, spracovávanie a interpretácia zásob vody v zóne aerácie pokryvnej vrstvy Žitného ostrova [Výskumná správa z monitoringu za roky 1989-1997], ÚH SAV, zv. I. až zv. III., str.300
- [16] **Šútor, J., Š. Rehák (1999):** Evaluation of disposable water supply in soil for biosphere in the area of Žitny ostrov. In : Scientific Papers of the Research Institute of Irrigation Bratislava, No 24, 1999, s. 173-187.
- [17] **Šútor, J., V. Štekauerová, J. Majerčák (2002):** Klimatické zmeny a vodný režim zóny aerácie pôd v nížinných oblastiach Slovenska. II. Analýza dopadu očakávaných zmien priemerných mesačných teplôt. Acta Hydrologica Slovaca, Roč.3,č.1, s.143-154