

VPLYV MIMORIADNYCH POVETERNOSTNÝCH PODMIENOK NA ZÁSObU PÔDNEJ VODY A PRODUKČNÝ PROCES POĽNÝCH PLODÍN

Rastislav Mati

Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu – Ústav agroekológie Michalovce,
ul. Špitálska 1273, e-mail: mati@minet.sk

THE INFLUENCE OF EXTRAORDINARY METEOROLOGICAL CONDITIONS ON SOIL WATER CONTENT AND PRODUCTION PROCESS OF FIELD CROPS. The content of soil water had been observed in field stationary experiment in soil profile 0 - 0.8 m at Fluvi-eutric Gleysols from 1998 – 2005. As far as the total precipitations are concerned, vegetation periods of observed years were evaluated as very dry to extremely humid. The accessibility of soil water for vegetation cover had been evaluated on ground of characteristic supply of soil water at field water capacity (Θ_{PK}), point of decreased availability (Θ_{ZD}) and at wilting point (Θ_V). In general way, maximal supply of soil water has been achieving the values higher than 90 % of level of field water capacity. This one has been showing medium significant statistical dependence on precipitation total in the actual vegetation period on one hand as well as in previous winter and actual vegetation period on the other hand. The average supply of soil water is higher than point of decreased availability (Θ_{ZD}) in the profile 0 – 0.8 m only in very humid years. The same is valid for the minimal supply of soil water in comparison with wilting point (Θ_V). The both of these characteristic states of soil water supply have been showing statistically significant dependence on total precipitation in particular vegetation period and on total precipitation in the previous winter and actual vegetation period. The most fertile time period was years 2002 and 2004 with average soil water supply at level 92.53 and 102.71 % Θ_{ZD} , respectively. The lowest yield parameters were observed in dry years 2003 and 1999 as well as in humid years 2005 and 1998.

KEY WORDS: meteorological conditions, water on soil, production process

Úvod

Východoslovenská nížina predstavuje špecifické územie z hľadiska poveternostných podmienok, hydrologických pomerov, vodohospodárskych pomerov i pôdnych podmienok. Týmto zložitým agroekologickým podmienkam je úmerná aj zložitost' vlhkostného režimu pôd na tejto lokalite (Mati, 2006).

Poloha územia Východoslovenskej nížiny, ktoré leží v prechodnom pásme medzi oceánskou a pevninskou klímou spôsobuje, že jej základnou črtou je veľká časová premenlivosť počasia a tým aj všetkých meteorologických prvkov. Jedným z najpremenlivejších meteorologických prvkov na Východoslovenskej nížine sú zrážky. Týka sa to premenlivosti v časovom a priestorovom zmysle a všetkých ich charakteristík (Šútor et al., 1995).

Charakteristickým a často zvýrazňovaným špecifikom Východoslovenskej nížiny je vysoké zastúpenie ťažkých ílovito-hlinitých pôd. Genetické vlastnosti pôd Východoslovenskej nížiny sú v rozhodujúcej miere diferencované tým, na akom geomorfologickom celku (depresia, rovina, pahorkatina) vznikali a vyvíjali sa.

Údaje z bonitácie pôd (Vilček, 1998) poukazujú na skutočnosť, že v prevahe sú tu pôdy s glejovými procesmi (fluvizeme glejové, čiernice glejové, pseudogleje, gleje), ktoré zaberajú až 65 % poľnohospodárskych pôd. Tieto pôdy sú pre Východoslovenskú nížinu typické, v nich spočíva výnimočnosť tohto územia a to ho aj limituje v poľnohospodárskom využívaní. Rozhodujúcim limitujúcim faktorom produkčnej schopnosti ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny je ich vodný režim a to tak z hľadiska prebytku ako aj nedostatku vody. Tento je najvýraznejšie podmienený zrnitosťným zložením pôd, ktoré je stabilným znakom pôdnej úrodnosti a je ho možné zmeniť len za cenu neúmerne vysokých finančných nákladov. Z hľadiska zrnitosťného zloženia až 42,7 % poľnohospodárskych pôd na Východoslovenskej nížine zaberajú pôdy ťažké až veľmi ťažké).

Jediným reálnym zdrojom vody pre poľnohospodárske plodiny je zásoba vody v pôdnom profile a pôdna voda nemá pre produkčný proces alternatívu (Demo, Bielek et al., 2000). Plnenie jej

funkcií v produkčnom procese počas vegetačného obdobia závisí nielen od samotného obsahu pôdnej vody, ale aj od charakteristík pôdy a pestovaných plodín. Pre charakterizovanie vzťahu medzi rastlinou a vlhkosťou pôdy, resp. jej vlhkosťným potenciálom (Antal, 1997; Šútor et al., 1995; Šútor, Štekauerová, 2000) sú používané hydrolimity vyjadrené charakteristickými vlhkosťami pôdy, a to poľná vodná kapacita ($\Theta_{PK} = 2,0 - 2,9$), bod zníženej dostupnosti ($\Theta_{ZD} = 3,1 - 3,5$) a bod vädnutia ($\Theta_V = 4,18$).

Z hľadiska poľnohospodárskeho využívania územia a z hľadiska možnosti ovplyvňovania hydrologických procesov v zóne aerácie pôd Východoslovenskej nížiny, poľnohospodárskou, resp. inou antropickou činnosťou je popri agroklmatických charakteristikách a hydrologickej bilancii regiónu dôležité analyzovať aj hydrologickú bilanciu koreňovej zóny pôdneho profilu (Hrádek a kol., 1988, Antal, Špánik a kol., 2004). Základom je informácia o chodoch vlhkosti v jednotlivých horizontoch, resp. objemoch vody vo vymedzených vrstvách zóny aerácie pôdy, a to v časovom a priestorovom prejave, ktoré sa obvykle získavajú priamym monitoringom.

Rast a vývoj poľnohospodárskych plodín je intenzívne ovplyvňovaný práve obsahom vody v pôde, ktorý patrí k najdynamickejšim vlastnostiam pôdy. Hodnota priemerného ročného simulovaného (výpočtového) integrálneho obsahu vody v horizonte 0 - 1,0 m sa na typických pôdnych profiloch Žitného ostrova pohybuje medzi hodnotami zodpovedajúcimi poľnej vodnej kapacite a bodu vädnutia. Minimálny priemerný integrálny obsah za letný polrok (apríl - september) ako aj integrálny obsah v mesiacoch júl - september klesá pod hodnotu bodu zníženej dostupnosti (Takáč, 2001).

Hodnotenie hydrotermických pomerov vegetačných období 1998 - 2005 (Mati, Kotorová; 2005) a klasifikácia vlhkosťného režimu ťažkých pôd na Východoslovenskej nížine poukazujú na významné diferencie zásoby vody v absolútnych hodnotách i časovom priebehu. Priemerná a minimálna zásoba pôdnej vody aj v rokoch so zrážkovým úhrnom vyšším ako je dlhodobý priemer je nižšia ako úroveň zodpovedajúca bodu zníženej dostupnosti a dokonca aj ako úroveň zodpovedajúca bodu vädnutia.

V príspevku sú vyhodnotené poveternostné podmienky sledovaných rokov 1998 - 2005, ich vplyv na zásobu pôdnej vody ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny a úrody vybraných poľných plodín.

Materiál a metódy

Monitoring vlhkosti pôdy sa zabezpečoval v dlhodobých stacionárnych poľných pokusoch Slovenského centra poľnohospodárskeho výskumu - Ústavu agroekológie Michalovce na experimentálnom pracovisku v Milhostove na pôdnom type fluvizem glejová.

Tabuľka 1 Zrnitostné zloženie fluvizeme glejovej [%]

Hĺbka [m]	Frakcia					
	1.	2.	3.	4.	5.	$\Sigma 1-2$
0 - 0,3	21,1-38,4	15,6-33,7	22,3-39,6	6,9-21,0	0,4-4,7	37,5-65,8
0,31-0,60	11,9-32,4	13,6-33,0	24,1-39,3	9,0-23,7	0,3-4,5	34,6-64,5
0,61-1,00	16,4-44,3	9,6-34,0	22,2-42,5	9,0-30,8	0,2-8,3	33,2-65,7

Tieto pôdy patria medzi pôdy ťažké, ílovito-hlinité s obsahom zrn I. kategórie <0,01 mm ($\Sigma 1-2$) vyšším ako 50 %. Vznikli v dôsledku dlhodobého pôsobenia podzemnej a povrchovej vody na ťažkých aluviálnych sedimentoch. Vyznačujú sa nepriaznivými fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami. Zaberajú až 34,5 % celkovej výmery poľnohospodárskych pôd Východoslovenskej nížiny (Šútor et al., 2002).

Odber pôdnych vzoriek pre monitorovanie obsahu pôdnej vody bol robený vo vegetačnom období v dvojtýždňových intervaloch do hĺbky 0,8 m vo vrstvách 0,1 m v troch opakovaníach. Pre stanovenie vlhkosti pôdy bola použitá gravimetrická metóda.

Namerané hodnoty zásoby pôdnej vody boli prepočítané pri:

- maximálnej zásobe pôdnej vody na % poľnej vodnej kapacity (Θ_{PK})
- priemernej zásobe pôdnej vody na % bodu zníženej dostupnosti (Θ_{ZD})
- minimálnej zásobe pôdnej vody na % bodu vädnutia (Θ_V)

Modelové plodiny pšenica ozimná, jačmeň jarný, kukurica na zrno a bôb obyčajný boli pestované s použitím klasickej agrotechiky pozostávajúcej z bežných agrotechnických opatrení (podmietka, stredná orba, hlboká orba, smykovanie, bránenie, sejba).

Denné zrážkové úhrny a priemerné teploty vzduchu boli merané na meteorologickej stanici SHMÚ Bratislava v Milhostove. Pri hodnotení príslušných období rokov podľa úhrnu atmosferických zrážok sa použila stupnica uvedená v tabuľke 2 (in Demeterová, 2002).

Tabuľka 2 Charakteristika príslušných období rokov podľa úhrnu zrážok [% N]

Ukazovateľ	< 60	60 - 79	80 - 89	90 - 110	111 -120	121 - 140	> 140
Charakteristika obdobia	extrémne suché	veľmi suché	suché	normálne	vlhké	veľmi vlhké	extrémne vlhké

% N – percento dlhodobého úhrnu

Ako integrovaný ukazovateľ klimatických pomerov vegetačného obdobia bol použitý hydrotermický koeficient Seljaninova K_{HT} (in Júva, 1959) definovaný ako:

$$K_{HT} = \frac{\Sigma Z}{0,1 \cdot \Sigma t_{10}}$$

kde: ΣZ – suma zrážok za hodnotené obdobie ($t \geq 10^\circ\text{C}$) v mm, Σt_{10} – suma priemerných denných teplôt za hodnotené obdobie v $^\circ\text{C}$.

Pre hodnotenie podľa tohto ukazovateľa sa použila stupnica uvedená v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Charakteristika obdobia podľa hydrotermického koeficientu Seljaninova

Hydrotermický koeficient	<0,3	0,31-0,50	0,51-0,99	1,0	1,01-2,00	>2,00
Charakteristika obdobia	katastrofálne sucho	sucho	nedostatok vlahy	zrážky sa rovnajú výparu	dostatok vlahy	prebytok vlahy

Získané výsledky boli matematicko-štatisticky vyhodnotené jednoduchou regresnou lineárnou analýzou podľa Grofíka a Fľaka (1990) v programe Statgraphics.

Výsledky a diskusia

V úvode príspevku proklamovaná veľká premenlivosť meteorologických prvkov najmä zrážok je zdokumentovaná porovnaním ich priemerných mesačných úhrnov na klimatickej stanici Milhostov s úhrnmi pri 10 a 90 % klimatickej zabezpečení a maximálnymi a minimálnymi úhrnmi dosiahnutými za obdobie 1901 – 1980 (Šamaj, Valovič, 1978, in: Šútor et al., 1995).

Tieto ukazujú (tabuľka 4), že v jednotlivých mesiacoch každý desiaty rok sa vyskytuje úhrn zodpovedajúci 152,6 - 233,3 % dlhodobého úhrnu, ale aj iba 18,5 - 48,7 % a v októbri dokonca 5,1 % dlhodobého úhrnu. Pri ročnom úhrne je to 122,5 %, resp. iba 75,8 % dlhodobého úhrnu. Podobne pri úhrne za vegetačné obdobie je to 127,6, resp. 71,3 %.

Pri absolútnych mesačných maximách za obdobie 1901-1980 je to 210,5 % až 428,2 % dlhodobého úhrnu a pri ročnom maxime je to 161,9 %.

Pri absolútnych mesačných minimách boli bez zrážok mesiace február a marec, ale aj október a november. V ostatných mesiacoch minimálne zrážky dosiahli 2,4 – 22,4 % dlhodobého úhrnu a za rok 50,6 % ročného dlhodobého úhrnu.

V tabuľke 5 sú uvedené úhrny zrážok za zimné obdobie (október - marec), vegetačné obdobie (apríl – september) a celkom za hydrologické roky 1998-2005 (október - september). Pri použití charakteristík uvedených v tabuľke 2 je zrejma široká rozmanitosť sledovaných vegetačných období z hľadiska ich hodnotenia podľa zrážkového úhrnu. Vegetačné obdobie v roku 1999 pri zrážkach na úrovni 74,4 % dlhodobého normálu je charakterizované ako veľmi suché a naopak v roku 1998 pri zrážkach na úrovni 154,0 % dlhodobého normálu ako extrémne vlhké. V ostatných rokoch zrážky vo vegetačnom období dosiahli 90,5-139,1 % dlhodobého normálu. Tomu zodpovedá zatriedenie vegetačných období ako normálne (2003), vlhké (2000, 2002) a veľmi vlhké (2001, 2004, 2005). Vo

všeobecnosti možno konštatovať, že v hodnotenom období boli v prevahe roky s vegetačnými obdobiami charakterizovanými podľa zrážkového úhrnu ako vlhké až veľmi vlhké.

Tabuľka 4 Zrážkové úhrny na klimatickej stanici Milhostov (Trebišov) pri 10 a 90 % klimatickej zabezpečení za obdobie 1901-1980

Mesiac	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	Veget. obdobie
Dlhodobý úhrn	32	28	27	39	53	78	76	63	41	39	43	41	559	348
10 % klimatická zabezpečenosť														
Úhrn zrážok [mm]	54	50	50	62	88	119	121	12	76	91	77	71	685	444
% dlhodobého úhrnu	168,8	178,6	185,2	159,0	166,0	152,6	159,2	177,8	185,4	233,3	179,1	173,2	122,5	127,6
Maximálne úhrny zrážok (1901-1980)														
Úhrn zrážok [mm]	80	78	102	94	161	182	160	228	154	167	103	92	905	
% dlhodobého úhrnu	250,0	278,6	377,8	241,0	303,8	233,3	210,5	361,9	375,6	428,2	239,5	224,4	161,9	
90 % klimatická zabezpečenosť														
Úhrn zrážok [mm]	12	6	5	17	21	38	36	19	14	2	12	13	24	248
% dlhodobého úhrnu	37,5	21,4	18,5	43,6	39,6	48,7	47,7	30,2	34,1	5,1	27,9	31,7	75,8	71,3
Minimálne úhrny zrážok (1901 - 1980)														
Úhrn zrážok [mm]	2	0	0	5	4	7	17	2	1	0	0	3	283	
% dlhodobého úhrnu	6,2	0,0	0,0	12,8	7,5	9,0	22,4	3,2	2,4	0,0	0,0	7,3	50,6	

Naopak zimné obdobia, s výnimkou zimného obdobia roku 1999 (október 1998 – marec 1999), ktoré je hodnotené ako veľmi vlhké, sú hodnotené ako normálne, resp. suché až extrémne suché. Na základe zrážkových úhrnov za obdobie október - september s použitím charakteristík uvedených v tabuľke 2 uvedené obdobia rokov 1998-2005 sú charakterizované ako normálne až veľmi vlhké.

Tabuľka 5 Vyhodnotenie poveternostných podmienok podľa zrážkového úhrnu

Rok	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Zimné obdobie (X – III)								
Úhrn zrážok [mm]	170	256	203	221	119	207	219	155
Prepočet [% N]	81,0	121,9	96,7	105,2	56,7	98,6	104,3	73,8
Charakteristika zimného obdobia	suché	veľmi vlhké	normálne	normálne	extrémne suché	normálne	normálne	veľmi suché
Vegetačné obdobie (IV – IX)								
Úhrn zrážok [mm]	536	259	418	439	401	315	458	484
Prepočet [% N]	154,0	74,4	120,0	126,1	115,2	90,5	131,6	139,1
Charakteristika veget. obdobia	extrémne vlhké	veľmi suché	vlhké	veľmi vlhké	vlhké	normálne	veľmi vlhké	veľmi vlhké
Hydrologický rok (X – IX)								
Úhrn zrážok [mm]	706	515	621	660	520	522	677	639
Prepočet [% N]	126,3	92,1	111,1	118,1	93,0	93,4	121,1	114,3
Charakteristika roka	veľmi vlhký	normálny	vlhký	vlhký	normálny	normálny	veľmi vlhký	vlhký

% N – percento dlhodobého úhrnu

S vyššie uvedeným konštatovaním korešponduje aj hodnotenie vegetačných období podľa hydrotermického koeficientu Seljaninova (tabuľka 6).

Nedostatkom vlhky za celé vegetačné obdobie podľa tohto koeficientu sa vyznačovalo iba vegetačné obdobie roku 1999 ($K_{HT} = 0,80$). Vo vegetačnom období roku 2003 boli zrážky prakticky na úrovni výparu ($K_{HT} = 0,97$). Vegetačné obdobia ostatných rokov sa vyznačovali dostatkom vlhky ($K_{HT} = 1,24 - 1,77$).

Pri vyhodnotení jednotlivých mesiacov podľa hydrotermického koeficientu Seljaninova z tabuľky 6 vidieť, že aj pri dostatku vlhky za celé vegetačné obdobie jednotlivé mesiace sú hodnotené aj ako katastrofálne suché (august 2000). Dlhodobejší nedostatok vlhky bol zaznamenaný v mesiacoch máj – júl v roku 1999 ($K_{HT} = 0,57 - 0,77$) a v mesiacoch apríl až jún v roku 2003 ($K_{HT} = 0,56 - 0,94$).

Tabuľka 6 Vyhodnotenie poveternostných podmienok podľa hydrotermického koeficientu Seljaninova

Mesiac	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV - IX
1998	2,06	2,17	1,57	2,33	1,14	1,43	1,77
	PV	PV	DV	PV	DV	DV	DV
1999	1,60	0,77	0,57	0,75	1,13	0,29	0,80
	DV	NV	NV	NV	DV	KS	NV
2000	0,82	0,64	1,15	2,94	0,22	2,45	1,32
	NV	NV	DV	PV	KS	PV	DV
2001	1,13	0,61	1,62	2,59	0,58	2,11	1,45
	DV	NV	DV	PV	NV	PV	DV
2002	0,88	1,63	1,11	0,80	1,44	1,61	1,24
	NV	DV	DV	NV	DV	DV	DV
2003	0,67	0,56	0,94	1,36	0,51	1,81	0,97
	NV	NV	NV	DV	NV	DV	NV
2004	1,09	1,98	1,34	2,35	1,15	1,14	1,55
	DV	DV	DV	PV	DV	DV	DV
2005	1,97	2,19	1,12	0,82	2,67	0,89	1,58
	DV	PV	DV	NV	PV	NV	DV

KS – katastrofálne sucho, S – sucho, NV – nedostatok vlhky, DV – dostatok vlhky, PV – prebytok vlhky

Pri hodnotení charakteristík vlhkostného režimu ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny sme sa zamerali na zásobu vody v zadefinovanej vrstve pôdneho profilu a to 0 - 0,80 m. Prístupnosť pôdnej vody pre vegetačný kryt (pšenica ozimná, jačmeň jarný, kukurica, bôb obyčajný) bola posudzovaná na základe charakteristických zásob vody pri poľnej vodnej kapacite (Θ_{PK}), bode zníženej dostupnosti (Θ_{ZD}) a pri bode vädnutia (Θ_v).

Hodnoty maximálnej zásoby pôdnej vody v pôdnom profile fluvizeme glejovej vo vegetačnom období jednotlivých rokov pri sledovaných plodinách bez ohľadu na termín, kedy boli dosiahnuté, sú uvedené v tabuľke 7. Maximá v zásobe vody počas vegetačného obdobia sa dosahujú prevažne na jeho začiatku (apríl), výnimočne v roku 2002 začiatkom júna ako dôsledok extrémne suchého zimného obdobia 2001 - 2002 a vysokého úhrnu zrážok v mesiaci máj na úrovni 90 mm (157,9 % dlhodobého úhrnu). V priemere za sledované roky 1998 - 2005 hodnoty maximálnej zásoby pôdnej vody dosiahli v profile 0 - 0,8 m 98,94 % Θ_{PK} .

Tabuľka 7 Maximálna zásoba vody v pôdnom profile 0 - 0,8 m fluvizeme glejovej [% Θ_{PK}]

Rok	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	$\bar{\Theta}$
Pšenica ozimná	95,40-IV	100,49-IV	99,19-IV	93,02-IV	98,88-VI	80,94-IV	98,43-IV	107,63-V	96,75
Jačmeň jarný	109,90-IV	108,11-IV	100,30-IV	85,27-IX	100,47-VI	85,06-IV	95,94-IV	108,78-V	99,23
Kukurica	103,21-IV	98,96-IV	96,62-IV	86,83-IV	100,37-VI	83,79-IV	111,91-V	126,84-V	101,07
Bôb obyčajný	102,25-IX	107,36-IV	105,99-IV	96,99-VII	85,41-VI	87,61-IV	103,94-V	100,25-V	98,72
$\bar{\Theta}$	102,70	103,73	100,52	90,53	96,28	84,35	102,56	110,88	98,94

Najvyššia hodnota 110,88 % Θ_{PK} v priemere za všetky sledované plodiny bola dosiahnutá vo vegetačnom období roku 2005 ako dôsledok veľmi vlhkých vegetačných období rokov 2004 a 2005. Najnižšie hodnoty maximálnej zásoby pôdnej vody pri všetkých plodinách 80,94 - 87,61 % Θ_{PK} boli zaznamenané vo vegetačnom období roku 2003. V ostatných rokoch v priemere za sledované plodiny sa jej hodnoty pohybovali v rozpätí 90,53 až 103,73 % Θ_{PK} , teda okolo úrovne zodpovedajúcej poľnej vodnej kapacity.

Priemerná zásoba pôdnej vody za celé vegetačné obdobie sledovaných rokov je uvedená v tabuľke 8. Hodnoty vyššie ako je úroveň zodpovedajúca bodu zníženej dostupnosti 102,71 - 121,50 % Θ_{ZD} v priemere za všetky plodiny boli zaznamenané iba vo veľmi vlhkých vegetačných obdobiach rokov 2004 - 2005 a v extrémne vlhkom vegetačnom období roku 1998.

V ostatných rokoch vrátane veľmi vlhkého vegetačného obdobia roku 2001 dosiahla priemerná zásoba pôdnej vody v priemere za sledované plodiny úroveň 77,43 - 92,53 Θ_{ZD} . Z uvedeného pohľadu bolo najkritickejšie vegetačné obdobie roku 2003, keď priemerná zásoba za celé vegetačné obdobie predstavuje iba 42,38 % využiteľnej vodnej kapacity.

Tabuľka 8 Priemerná zásoba vody v pôdnom profile 0 - 0,8 m fluvizeme glejovej [% Θ_{ZD}]

Rok	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ø
Pšenica ozimná	104,32	85,01	85,56	85,16	88,05	77,43	100,04	111,24	92,10
Jačmeň jarný	116,03	91,14	86,42	78,73	100,12	82,37	101,25	119,35	96,92
Kukurica	106,35	87,19	92,91	75,52	96,96	81,96	103,85	121,94	95,84
Bôb obyčajný	114,97	81,64	92,60	94,20	84,99	67,97	105,69	132,49	96,82
Ø	110,42	86,24	89,37	83,40	92,53	77,43	102,71	121,50	95,42

S hodnotami priemernej zásoby pôdnej vody korešponduje minimálna zásoba pôdnej vody vyjadrená vo vzťahu k bodu vädnutia (tabuľka 9). Jej hodnoty svedčia o skutočnosti, že minimálna zásoba pôdnej vody klesá pod bod vädnutia aj vo vegetačných obdobiach so zrážkovým úhrnom prevyšujúcim 120 % dlhodobého normálu (vegetačné obdobie roku 2001).

Tabuľka 9 Minimálna zásoba vody v pôdnom profile 0 - 0,8 m fluvizeme glejovej [% Θ_v]

Rok	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ø
Pšenica ozimná	114,97-VIII	81,64-VII	92,60-V	94,20-VIII	84,99-VII	67,97-VII	105,69-VII	132,49-VII	96,82
Jačmeň jarný	139,05-VII	87,70-IX	83,80-IX	79,23-VIII	84,12-VII	69,61-VII	114,83-VII	152,37-VII	101,34
Kukurica	125,06-V	91,61-VIII	98,42-V	73,02-VIII	13,39-VII	81,35-VII	112,14-VII	151,33-VI	105,79
Bôb obyčajný	125,42-VII	89,91-VII	82,20-V	92,86-VIII	75,80-VII	91,02-VII	107,96-VII	128,45-VII	99,20
Ø	126,12	87,72	89,26	84,83	89,58	77,49	110,16	141,16	100,79

Minimá v zásobe vody sa vyskytujú prevažne v druhej polovici vegetačného obdobia (júl - september). Najmä júlové minimá môžu ešte negatívne ovplyvniť aj úrody plodín s kratším vegetačným obdobím (jačmeň jarný, bôb obyčajný).

Hodnotenie závislosti charakteristických stavov zásoby pôdnej vody bolo urobené metódou matematickej regresnej analýzy lineárnym modelom $y = a + b \cdot x$. Uvedenou analýzou boli variantne vyhodnotené závislosti maximálnej, priemernej a minimálnej zásoby pôdnej vody vo vegetačnom období vo vzťahu k úhrnu zrážok za dané vegetačné obdobie (apríl - september), predchádzajúce zimné a dané vegetačné obdobie (október - september), predchádzajúce zimné obdobie (október - marec) a predchádzajúce vegetačné a zimné obdobie (apríl - marec).

Z hodnôt korelačných koeficientov uvedených v tabuľke 10 vyplýva, že stredne významnú štatistickú závislosť ($r = 0,358 - 0,380$) vykazuje maximálna zásoba pôdnej vody na úhrne zrážok za dané vegetačné obdobie a za predchádzajúce zimné a dané vegetačné obdobie.

Tabuľka 10 Korelačné koeficienty (r) modelu lineárnej regresie závislosti zásoby pôdnej vody od úhrnu zrážok

Obdobie	Θ_{PK}	Θ_{ZD}	Θ_V
apríl - september	0,380	0,736	0,729
október - september	0,358	0,586	0,619
október - marec	- 0,147	- 0,477	-0,401
apríl - marec	0,014	-0,234	-0,178

Pri priemernej a minimálnej zásobe pôdnej vody sú tieto závislosti štatisticky významné až vysoko významné ($r = 0,586 - 0,736$). Závislosti zásoby vody od úhrnov zrážok za predchádzajúce zimné obdobie resp. predchádzajúce vegetačné a zimné obdobie sú buď štatisticky nevýznamné ($r = -0,234$ až $0,014$) alebo dokonca vykazujú strednú degresívnu štatistickú závislosť ($r = -0,401$ až $-0,477$).

Reakcia úrod vybraných poľných plodín na meteorologické podmienky a vlhkosť režim pôdy je značne diferencovaná (tabuľka 11). Jednoznačne najúrodnejšími boli roky 2002 a 2004 s priemernou zásobou pôdnej vody v profile 0 - 0,8 m na úrovni 92,53, resp. 102,71 % Θ_{ZD} a priaznivo rozloženými zrážkami v priebehu celého vegetačného obdobia. Najnižšie úrodové parametre boli zaznamenané v suchých rokoch 2003 a 1999, ale aj v mokrych rokoch 2005 a 1998. Najcitlivejšie na poveternostné podmienky a vodnú zásobu reagoval bôb obyčajný, keď jeho najnižšia úroda $1,77 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ dosiahnutá v roku 1999, predstavuje iba 30,84 % najvyššej úrody $5,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ dosiahnutej v roku 2004.

Úrodovo najstabilnejšou plodinou z uvedeného pohľadu je kukurica so 62,92 % podielom najnižšej a najvyššej úrody. Uvedené skutočnosti opakovane poukazujú na limitujúci efekt nepriaznivých poveternostných podmienok, ktorý je v súčasnosti umocnený neustálym znižovaním funkčnej účinnosti, či nevyužívaním vybudovaných hydromelioračných zariadení.

Tabuľka 11 Úrody vybraných poľných plodín [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$]

Rok	Plodina							
	Pšenica ozimná		Jačmeň jarný		Kukurica		Bôb obyčajný	
	úroda	poradie	úroda	poradie	úroda	poradie	úroda	poradie
1998	4,87	6	4,32	6	9,77	5	3,18	7
1999	4,83	7	5,26	3	8,23	8	1,77	8
2000	5,46	4	3,02	8	10,15	3	4,12	4
2001	5,72	3	4,51	5	9,05	7	5,40	2
2002	7,42	1	5,91	1	10,59	2	4,33	3
2003	4,33	8	5,57	2	9,55	6	3,65	6
2004	5,91	2	4,83	4	13,08	1	5,74	1
2005	5,38	5	3,44	7	9,81	4	4,09	5
$\bar{}$	5,49		4,61		10,03		4,04	
Min/Max	0,58		0,51		0,63		0,31	

Záver

Z výsledkov uvedených v príspevku je možné sformulovať nasledovné závery:

1. Maximálna zásoba pôdnej vody spravidla dosahuje hodnoty vyššie ako 90 % úrovne poľnej vodnej kapacity. V sledovaných rokoch 1998 - 2005 výnimkou bol iba rok 2003, keď maximálna zásoba pôdnej vody dosiahla iba 80,94 - 87,61 % úrovne poľnej vodnej kapacity.
2. Maximálna zásoba pôdnej vody vykazuje stredne významnú štatistickú závislosť od úhrnu zrážok za dané vegetačné obdobie a za predchádzajúce zimné a dané vegetačné obdobie.
3. Priemerná zásoba pôdnej vody v horizonte 0 - 0,8 m iba vo veľmi vlhkých rokoch prevyšuje úroveň bodu zníženej dostupnosti. Podobne to platí pre minimálnu zásobu pôdnej vody vo vzťahu k bodu vädnutia.
4. Priemerná zásoba pôdnej vody aj v rokoch so zrážkovým úhrnom za vegetačné obdobie vyšším ako je dlhodobý normál je nižšia ako úroveň zodpovedajúca bodu zníženej dostupnosti a minimálna zásoba dokonca nižšia aj ako úroveň zodpovedajúca bodu vädnutia.

5. Priemerná a minimálna zásoba pôdnej vody vykazujú štatisticky významnú závislosť od úhrnu zrážok za predchádzajúce zimné a dané vegetačné obdobie a vysokú štatisticky významnú závislosť od úhrnu zrážok za dané vegetačné obdobie.

Literatúra:

- [1] ANTAL, J. 1997. Aplikovaná agrohydroológia. Nitra: VŠP, 1997, 154 s. ISBN 80-7137-363-X
- [2] ANTAL, J. - ŠPÁNIK, F. a kol. 2004. Hydrológia poľnohospodárskej krajiny. Nitra: SPU, 2004, 250 s. ISBN 80-8069-428-1
- [3] DEMETEROVÁ, B. 2002. Hospodárenie s vodnými zdrojmi. Košice: SHMÚ, 2002.
- [4] DEMO, M. - BIELEK, P. a kol. 2000. Regulačné technológie v produkčnom procese poľnohospodárskych plodín. Nitra: SPU, Bratislava: VÚPOP, 2000, 667 s. ISBN 80-7137-732-5
- [5] HRÁDEK, F. a kol. 1988. Hydrológie. Praha: VŠZ, 1988.
- [6] JŮVA, K. 1959. Závaha pôdy. Praha: SZN, 1959, 597 s.
- [7] MATI, R. 2006. Poveternostné podmienky a pôdna voda - významné faktory produkčného procesu poľných plodín na ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny. In: X. okresné dni vody. Michalovce: VVS a.s. Košice, 2006, s. 45-50. ISBN 80-89139-08-6
- [8] MATI, R. - KOTOROVÁ, D. 2005. Vyhodnotenie charakteristických stavov zásoby vody v ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny v dlhšom časovom intervale. In: Zborník vedeckých prác 21. Michalovce: VÚRV - ÚAe, 2005, s. 189-198, ISBN 80-88790-44-1
- [9] ŠAMAJ, F. - VALOVIČ, Š. 1978. Dlhodobé priemery úhrnu zrážok na Slovensku za obdobie 1901-1970. Zborník prác SHMÚ, 14. Bratislava: SHMÚ, 1978, 413 s.
- [10] ŠÚTOR, J. - GOMBOŠ, M. - MATI, R. et al. 2002. Charakteristiky zóny aerácie ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. Bratislava: ÚH SAV, Michalovce: OVÚA, 2002, 216 s. ISBN 80-968480-8-9
- [11] ŠÚTOR, J. - MATI, R. - IVANČO, J. et al. 1995. Hydrológia Východoslovenskej nížiny. Michalovce: Media Group, 1995. 467 s. ISBN 80-88835-00-3
- [12] ŠÚTOR, J. - ŠTEKAUEROVÁ, V. 2000. Hydrofyzikálne charakteristiky pôd Žitného ostrova. Bratislava: ASCO - ÚH SAV, 2000, 166 s. ISBN 80-968480-1-1
- [13] TAKÁČ, J. 2001. Dôsledky zmeny klímy na bilanciu vody v poľnohospodárskej krajine. In: Národný klimatický program SR, VI, zv. 10, 2001, s. 16-26.
- [14] VILČEK, J. 1998. Interpretácia bonitácie pôd na Východoslovenskej nížine. In: Trvalo udržateľný rozvoj poľnohospodárskej výroby na regionálnej úrovni, I. Michalovce: Media Group, 1995, s. 207-212.