

Crop rotation influence on hydrological balance of soil profile in lokality Borovce at 1999-2001

J. ANTAL and I. TÓTHOVÁ

Department of Biometeorology and Hydrology, Slovak University of Agriculture, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovak Republic
(e-mail: Jaroslav.Antal@uniag.sk, Iveta.Tothova@uniag.sk)

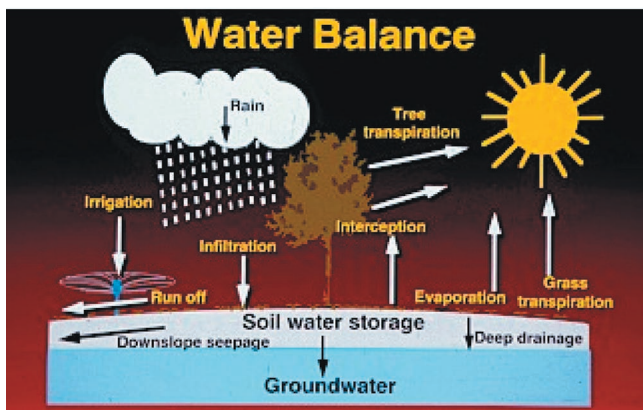
Abstract Hydrological balance of specific area for specific time period is calculate as a difference between input and output of water to the specific area (Fig. 1). The most important water inputs to the soil profile are infiltrated rain water and capilar rise. The most important water outputs from soil profile are evapotranspiration and drainage outflow.

It is assumed that two analyzed crop rotation of research basis have influence hydrological balance of soil profile only theirs different intensity of evapotranspiration. This assumption is based on fact that other elements of hydrological balance (precipitation, drainage outflow, capilar rise) and factors which can influence them (soil chararacteristics, weather, human activity) are for both of crop rotation practically similar. The calculated hydrological balance by mathematical model Global and DSSAT4 was compared with experimentally determined values of soil water content in soil profile during and at the end of growing season.

Key words: hydrological balance, mathematical models of soil water regime, model Global and model DSSAT4

Úvod

Hydrologická bilancia vo všeobecnosti je porovnanie vstupov a výstupov vody a z toho vyplývajúcich zmien vodných zásob v analyzovanom prostredí a za daný časový interval. V pôdnom profile rozdiel medzi súčtom vstupov a výstupov za časový interval predstavuje prírastok alebo úbytok zásob vody resp. zmenu pôdnej vlhkosti (obr. 1).



Obr. 1

Zdroj: www.ffp.csiro.au/photos/Water%20Balance.jpg

Osevný postup je jedným z hlavných agrotechnických opatrení, pomocou ktorého sa využívajú schopnosti niektorých kultúrnych rastlín priaznivo pôsobiť na fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy (Demo *et al.* 1999).

Na danom území boli založené dva rôzne oševné postupy, a to zrnovinársky a biologický. Počas rokov 1999-2001 sa na danom území pestovali plodiny uvedené v tabuľke 7.

Využívanie pôdnej vody poľnohospodárskymi rastlinami je rôzne a závisí od viacerých faktorov, ako napríklad

odhustoty koreňového systému a intenzity evapotranspirácie, od štádia vývinu plodiny, od množstva slnečného žiarenia.

Wilman, Leitch, (1995) uvádzajú, že plodiny využívajú pôdnu vodu rozdielne. Napríklad jarná fazuľa využila najviac vody v neskorších fázach rastu. Jarný jačmeň, pšenica a ovos využili viac vody v skorších fázach rastu. Cukrová repa a zemiaky využívali vodu postupne s priebehom rastu, podobne ako krmoviny a ďatelina, ktoré spotrebovali pomerne veľa vody vzhľadom na úrodu.

Model Global použili Igaz, Matiašová, Šiška (2005) na výpočet jednotlivých členov bilančnej rovnice v lokalite Koliňany okres Nitra pre jačmeň jarný (*Hordeum vulgare*).

Matematické modely je možné využiť pre výpočet evapotranspirácie v budúcnosti pre horizonty rokov 2010, 2030, 2075 ako uvádzajú Šiška, Špánik, Igaz, Čimo (2005).

Materiál a metódy

Experimentálne práce sa realizovali na výskumnej ploche Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch, lokalita Borovce.

Klimatická charakteristika lokality Borovce

Borovce sa nachádzajú v severnej časti Trnavskej pahorkatiny 160 m n. morom 7 km od Piešťan, klimatické charakteristiky boli spracované pre meteorologickú stanicu Piešťany.

Piešťany:	nadmorská výška:	162 m
	zemepisná šírka:	48° 37'
	zemepisná dĺžka:	17° 50'

Borovce:	nadmorská výška:	160 m
	zemepisná šírka:	48° 34'
	zemepisná dĺžka:	17° 45'

Podľa agroklimatickej rajonizácie Slovenska (Kurpelová *et al.*, 1975) Borovce patria do makrooblasti teplej, oblasti veľmi teplej, podoblasti veľmi suchej a okrsku prevažne miernej zimy.

Priemerné hodnoty teploty vzduchu a namerané extrémny v jednotlivých mesiacoch za referenčné obdobie rokov 1951-1980 sú v tabuľke 1.

Hodnoty priemernej mesačnej potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie trávnatého porastu uvádza tabuľka 2.

Atmosférické zrážky predstavujú vodu, ktorá sa v kvapalnom alebo tuhom skupenstve dostáva na zemský

povrch. Priemerné mesačné a ročné úhrny atmosférických zrážok v mm za obdobie rokov 1951-1980 sú uvedené v tabuľke 3.

Pôdne pomery lokality Borovce

Skúmaná lokalita sa nachádza v černozeovej oblasti Trnavskej pahorkatiny. Analýzou pedologickej sondy vykopanej dňa 7.4.1999 v lokalite Borovce sa zistilo, že sa jedná o varietu černozeovej luvizemná.

Charakteristika pedologickej sondy z dňa 7.4.1999 v lokalite Borovce (Zaujec *et al.*, 2000) je uvedená v tabuľke 4, 5, 6.

Tab. 1 Priemerné mesačné a ročné teploty vzduchu, absolútne maximá a minimá teploty vzduchu v jednotlivých mesiacoch a za rok v °C za obdobie rokov 1951-1980 (SHMÚ, 1991)

	Mesiac												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Priemer	-1,8	0,2	4,2	9,4	14,1	17,7	18,9	18,4	14,5	9,6	4,6	0,3	9,2
t _{max}	11,8	17,8	24,6	28,5	32,0	33,9	36,4	37,9	31,6	26,8	21,3	14,5	37,9
t _{min}	-27,4	-22,7	-17,4	-8,6	-2,8	1,4	2,8	3,0	-3,1	-7,6	-16,1	-20,8	-27,4

Tab. 2 Priemerné mesačné a ročné sumy potenciálnej evapotranspirácie (E₀) a aktuálnej evapotranspirácie (E) trávnatého porastu za obdobie rokov 1951-1980 (SHMÚ, 1991)

	Mesiac												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
E ₀	2	13	40	66	103	117	125	103	65	36	13	5	688
E	2	10	29	46	74	80	93	65	40	23	8	4	474

Tab. 3 Priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok v mm za obdobie rokov 1951-1980 (SHMÚ, 1991)

	Mesiac												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
E	32	33	32	43	54	80	76	68	38	42	51	46	474

Tab. 4 Ukazovatele fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností (Zaujec, 2000)

Hĺbka odberu vzorky (m)	Stav ukazovateľov v čase odberu				Stav ukazovateľov po nasýtení vodou, jej odtekaní a ustálení v pôde			
	t.m ⁻³		% obj.		% obj.			
	ρ _s	ρ _d	P	Θ	Θ _{PVK}	Θ _{BZD}	Θ _V	Θ _P
0,05-0,15	2,65	1,56	41,13	31,63	33,72	25,36	12,82	20,90
0,20-0,30	2,58	1,63	36,82	34,21	34,13	24,68	10,50	23,63
0,30-0,40	2,63	1,57	40,30	31,76	33,03	24,60	11,95	21,08
0,40-0,50	2,62	1,45	44,65	30,32	31,71	23,84	12,03	19,68
0,50-0,60	2,67	1,47	44,94	28,43	30,98	23,20	11,54	19,44
0,70-0,80	2,67	1,27	52,43	25,73	29,59	21,91	10,39	19,20
0,85-0,95	2,67	1,36	38,95	25,95	31,32	22,39	8,99	22,33

Kde: ρ_s - merná hmotnosť pôdy, ρ_d - objemová hmotnosť suchej pôdy, P - pórovitosť, Θ - momentálna objemová vlhkosť pôdy, Θ_{PVK} - poľná vodná kapacita, Θ_{BZD} - bod zníženej dostupnosti, Θ_V - bod vädnutia, Θ_P - využiteľná vodná kapacita pôdy.

Tab. 5 Popis jednotlivých horizontov pôdneho profilu černoze

Horizont	hĺbka horizontu	popis horizontu
Amč	0-0,47m	humusový horizont; farba hnedá, navlhá, konzistencia uľahnutá, hlinitá bez skeletu, drobnohrudkovitá, bez karbonátov
Bt	0,47-0,70m	textúrny iluviálny horizont, farba hnedá, bez škvŕn, navlhá súdržná, ílovito-hlinitá bez skeletu, štruktúra zrnitá, povlaky koloidného ílu, bez karbonátov
Bt/C	0,70-0,90m	prechodný horizont
Cc	0,90-1,50m	iluviálny karbonátový horizont; spraš, žltohnedá farba, navlhá, kyprá, obsah karbonátov viac ako 5 %

Tab. 6 Zrnitostné zloženie pôdy v %

Hĺbka (m)	>0,25 V. frakcia	0,25-0,05 IV. frakcia	0,05-0,01 III. frakcia	0,01-0,001 II. frakcia	<0,001 I. frakcia	<0,01 I.+II. frakcia
0,05-0,20	0,44	17,2	46,58	25,76	10,02	35,78
0,20-0,45	0,46	10,3	42,47	35,99	11,05	47,04
0,55-0,70	0,44	14,55	43,54	28,18	13,29	41,47
0,70-0,90	0,49	14,53	44,07	30,61	10,3	40,91
0,90-1,05	0,48	14,37	46,00	28,61	10,54	39,15
1,5 a viac	0,64	18,04	39,15	32,17	10,00	42,17

Využívanie pôdy a výsledky poľných experimentov v lokalite Borovce

Výskumný ústav rastlinnej výroby v Piešťanoch na experimentálnej výskumnej ploche v lokalite Borovce založil v roku 1990 dva rozdielne 6-honové oševné postupy, a to tzv. biologický oševný postup (variant A1)

a tzv. zrnovinársky oševný postup (variant A2)- tabuľka 7, (Kováč, 1997).

Tabuľka 8 udáva prehľad odberov pôdnych vzoriek analyzovaných variantov uskutočnených v sledovanom období v lokalite Borovce.

Tab.7 Striedanie plodín v analyzovaných oševných postupoch (Kováč, 1997)

ROK	OSEVNÝ POSTUP	
	BIOLOGICKÝ (A1)	ZRNOVINÁRSKY (A2)
1991	Ozimná pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)	Ozimná pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)
1992	Cukrová repa (<i>Beta vulgaris</i>)	Jarný jačmeň (<i>Hordeum vulgare</i>)
1993	Jarný jačmeň (<i>Hordeum vulgare</i>)	Hrach siaty (<i>Pisum sativum</i>)
1994	Kukurica na siláž (<i>Zea mays</i>)	Ozimná pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)
1995	Lucerna siata (<i>Medicago sativa</i>)	Kukurica na siláž (<i>Zea mays</i>)
1996	Lucerna siata (<i>Medicago sativa</i>)	Jarný jačmeň (<i>Hordeum vulgare</i>)
1997	Ozimná pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)	Ozimná pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)
1998	Cukrová repa (<i>Beta vulgaris</i>)	Jarný jačmeň (<i>Hordeum vulgare</i>)
1999	Jarný jačmeň (<i>Hordeum vulgare</i>)	Hrach siaty (<i>Pisum sativum</i>)
2000	Kukurica na zrno (<i>Zea mays</i>)	Ozimná pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)
2001	Lucerna siata (<i>Medicago sativa</i>)	Kukurica na zrno (<i>Zea mays</i>)
2002	Lucerna siata (<i>Medicago sativa</i>)	Jarný jačmeň (<i>Hordeum vulgare</i>)

Tab. 8 Uskutočnené odbery pôdnych vzoriek v lokalite Borovce pre modelovanie

variant	1999			2000			2001		
	jar	leto	jeseň	jar	leto	jeseň	jar	leto	Jeseň
A1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A2	X	X	X	X	X	X	X	X	X

X – uskutočnený odber pôdnych vzoriek

Výsledky poľných experimentov sú uvedené v tabuľke 10, v ktorej sú uvedené hodnoty pôdnej vlhkosti v % obj. Pre potreby matematického modelovania boli upravené z % hm. podľa vzorca:

$$\theta = w \cdot \frac{\rho_d}{\rho_w} \quad (1.1)$$

kde: θ - objemová vlhkosť pôdy [% obj.]
 w - hmotnostná vlhkosť pôdy [% hm.]
 ρ_d - redukovaná objemová hmotnosť [g.cm⁻³]
 ρ_w - hustota vody [g.cm⁻³].

Porušené pôdne vzorky boli odoberané zemným vrtákom 3-krát do roka (na jar, v lete a na jeseň). Laboratórnym spracovaním pôdnych vzoriek na VÚRV v Piešťanoch a v Stredisku biológie a ekológie rastlín SPU v Malante boli stanovené hodnoty hmotnostnej vlhkosti pôdy (% hm.).

Pri diagnostikovaní vodného režimu pôd bola použitá zjednodušená rovnica hydrologickej bilancie pôdneho profilu v tvare (Antal, 1996):

$$\Delta W = V_i + H_{p,k} - H_{ET} - H_{O,d} \quad (1.2)$$

kde: ΔW - zmena zásoby vody v pôdnom profile [mm]
 V_i - výška vody infiltrovanej do pôdneho profilu [mm]
 $H_{p,k}$ - kapilárny prítok vody do pôdneho profilu [mm]
 H_{ET} - evapotranspirácia z pôdneho profilu [mm]
 $H_{O,d}$ - odtok vody z pôdneho profilu do geologického podložja [mm]

Výpočty zásoby pôdnej vody v každom dni vegetačného obdobia boli počítané modelom DSSAT4 a v každom dni počas celého roka boli počítané modelom Global.

Model GLOBAL

Model GLOBAL je simulačný matematický model prenosu vody v izotermickej pôde. Používa sa ako nástroj pre diagnózu a prognózu vodného režimu pôdneho profilu s rastlinným krytom. Model je založený na predpoklade prenosu vody len vo vertikálnom smere, horizontálne toky vody sú zanedbateľné. Predpokladá sa tiež, že koncentrácia rozpustených látok vo vode neovplyvňuje prenos vody v pôde. V pôde sa pohyb vody uskutočňuje diferenciálne (Majerčák, 2002).

Simulačný matematický model prenosu vody v pôde GLOBAL je opísaný nelineárnou parciálnou diferenciálnou rovnicou pre vertikálny smer prenosu v tvare (Richards, 1931):

$$\frac{\partial h_w}{\partial t} = \frac{1}{c(h_w)} \frac{\partial}{\partial z} \left[k(h_w) \left(\frac{\partial h_w}{\partial z} + 1 \right) \right] - \frac{S(z,t)}{c(h_w)} \quad (1.3)$$

kde: h_w - tlaková výška vody v pôde (záporná hodnota) [cm],

$k(h_w)$ - vodivosť vodou nenasýtenej pôdy pre vodu [cm.s⁻¹],
 $S(z,t)$ - intenzita odberu vody koreňmi rastlín, ktorá sa mení vo vertikálnom smere a počas ontogenézy rastlín [cm³.cm⁻³.s⁻¹],
 θ - objemová vlhkosť pôdy,
 z - vertikálna súradnica [cm],
 t - čas [s], $c(h_w) = \partial \theta / \partial h_w$.

Intenzita odberu vody koreňmi rastlín je definovaná ako objem vody, ktorý rastlina odoberie z jednotkového objemového množstva pôdy za časovú jednotku. Závisí od hĺbky pôdneho profilu, od povrchu, a je časovo závislá od ontogenézy rastliny (Gliński, Lipiec, 1990).

Vstupy do modelu Global

- hydrofyzikálne charakteristiky pôdneho profilu
 - vlhkosť nasýtenej pôdy θS [cm³.cm⁻³],
 - reziduálna vlhkosť θr [cm³.cm⁻³],
 - nasýtená hydraulická vodivosť K [cm.deň⁻¹],
 - parametre α , N [-], sú výpočtové koeficienty potrebné k analytickému vyjadreniu pF krivky podľa van Genuchtena,
 - objemová hmotnosť suchej pôdy ρ_d [g.cm⁻³],
- meteorologické údaje v dennom kroku
 - zrážky [mm],
 - teplota [°C],
 - rýchlosť vetra [m.s⁻¹],
 - tlak nasýtených vodných pár [hPa],
 - trvanie slnečného svitu [hod.],
- parametre plodiny
 - LAI - index listovej pokrývnosti [m².m⁻²],
 - drsnosť vyparujúceho povrchu [m],
 - albedo vyparujúceho povrchu [-],
 - hĺbka koreňovej zóny [cm],
 - relatívna kritická vlhkosť počas modelovaného obdobia [%],
- dolná okrajová podmienka

Model DSSAT 4

Model DSSAT (The Decision Support System for Agrotechnology Transfer) je používaný už viac ako 15 rokov vo viac ako 100 krajinách po celom svete. Ide o program kombinujúci dáta a programy týkajúce sa úrod, pôd, počasia atď. Ako balík zahrňujúci vplyv pôdy, fenotyp plodiny, počasia DSSAT dovoľuje používateľovi simulovať podmienky, ktoré by agronómovi trvali celú jeho kariéru. DSSAT taktiež poskytuje kontrolu platnosti výstupov modelu úrod, porovnáva simulované výstupy s pozorovanými výsledkami. (Tsuiji *et al.*, 1994).

V samotnom modeli existujú 4 skupiny vstupných údajov: meteorologické, fyziologické, pôdne a riadiace. Vstupné údaje o počasi zahrňajú dennú sumu globálneho žiarenia (MJ/day), denné maximum a minimum teploty vzduchu (°C) a denné množstvo zrážok (mm). Parametre rastliny a fyziologické charakteristiky sú dané formou koeficientu genotypu, ktorý popisuje fyziologické procesy (fotosyntézu,

dýchanie a iné) pre individuálne odrody plodiny. Ďalej sa tam nachádzajú fyzikálne a chemické vlastnosti rôznych pôd dané sadou vstupných pôdnych dát. Medzi najdôležitejšie pôdne vlastnosti patrí deň a hĺbka siatia, použité organické a anorganické hnojivá a typ použitej kultivácie a závlahy. Simulácia sa nemôže uskutočniť pokiaľ nie sú zadefinované všetky nevyhnutné vstupné dáta vo vstupnom súbore dát.

Výsledky a diskusia

Výsledkom matematického modelovania modelom Global je celková zásoba pôdnej vody v biologickom a zrnovinárskom oševnom postupe v rokoch 1999-2001 ako je to uvedené v tabuľke 9.

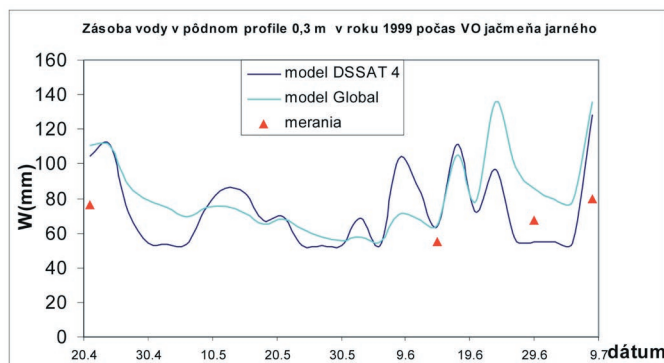
Na grafe č. 1 sú znázornené simulované hodnoty zásoby pôdnej vody v hĺbke 0,3 m počas vegetačného obdobia jačmeňa jarného (*Hordeum vulgare*). Z grafu hodnôt zásob vody v pôde je zrejmé, že priebeh pri modeli Global má „hladší“ priebeh ako model DSSAT 4 model, kde sa tieto hodnoty zásob pôdnej vody pohybujú vo väčších rozpätiach. Maximálne hodnoty zásob pôdnej vody sa pohybujú okolo 130 mm a minimálne hodnoty okolo 50 mm. Počas vegetačného obdobia jačmeňa jarného (*Hordeum vulgare*) apríl-máj majú zásoby vody v pôde klesajúcu tendenciu, v období jún-júl zásoba vody mierne stúpa aj podľa nameraných hodnôt v tomto období.

Na grafe č. 2 sú znázornené simulované hodnoty zásoby pôdnej vody v hĺbke 0,3 m počas vegetačného obdobia hrachu siateho (*Pisum sativum*). Z grafu hodnôt zásob vody v pôde je zrejmé, že priebeh pri modeli Global má opäť „hladší“ priebeh ako model DSSAT 4, kde sa tieto hodnoty zásob pôdnej vody pohybujú vo väčších rozpätiach. Maximálne hodnoty zásob pôdnej vody sa pohybujú okolo 110 mm a minimálne hodnoty okolo 50 mm. Počas vegetačného obdobia hrachu siateho (*Pisum sativum*) apríl-júl majú zásoby vody v pôde klesajúcu tendenciu, pričom výraznejšie sa to prejavuje v modeli Global.

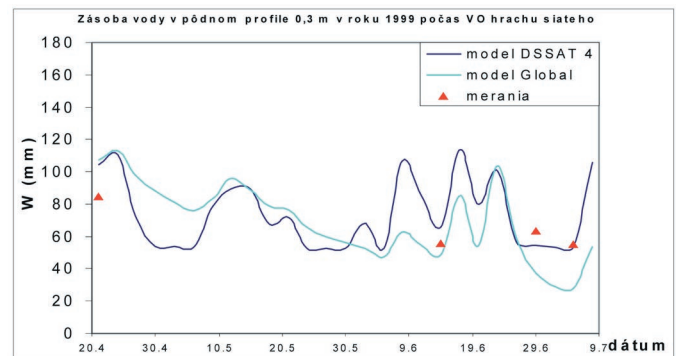
Na grafe č. 3 sú znázornené simulované hodnoty zásoby pôdnej vody v hĺbke 0,3 m počas vegetačného obdobia kukurice siatej na zrno (*Zea mays*). V grafe je zaznamenané obdobie od júna do polovice októbra, z hodnôt zásob vody v pôde je zrejmé, že priebeh modelom Global má menší rozptyl ako priebeh modelom DSSAT 4, kde sa tieto hodnoty zásob pôdnej vody pohybujú vo väčších rozpätiach. Maximálne hodnoty zásob pôdnej vody sa pohybujú okolo 120 mm pri modeli DSSAT 4 a 80 pri modeli Global a minimálne hodnoty sú okolo 50 mm. Počas vegetačného obdobia kukurice siatej na zrno (*Zea mays*) nemajú zásoby vody v pôde celkovú tendenciu klesať ani stúpať, čoho dôkazom sú aj merané hodnoty pôdnej vlhkosti.

Tab 9 Celkový rozdiel zásob vody modelovaných hodnôt modelom Global v pôdnom profile hrúbky 1 m medzi oševným postupom biologickým (A1) a zrnovinárskym (A2)

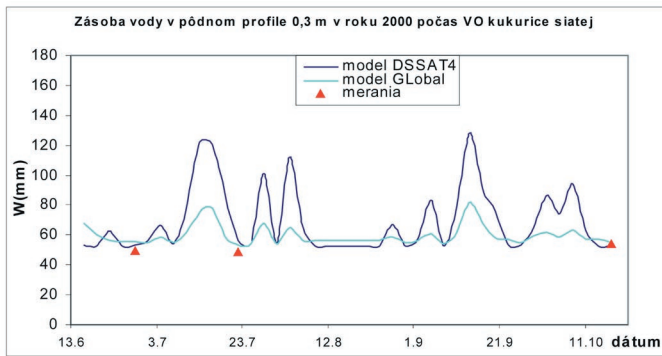
rok	$\sum W$ dennej zásoby vody v oševnom postupe A1	$\sum W$ dennej zásoby vody v oševnom postupe A2	rozdiel zásob vody A2 – A1	% rozdielu medzi A2 a A1
1999	78610 mm	77270 mm	-1340 mm	-1,7
2000	71920 mm	74470 mm	2550 mm	3,4
2001	63900 mm	71700 mm	7800 mm	10,8
spolu	21 4430 mm	22 3440 mm	9010 mm	4,0



Graf č. 1

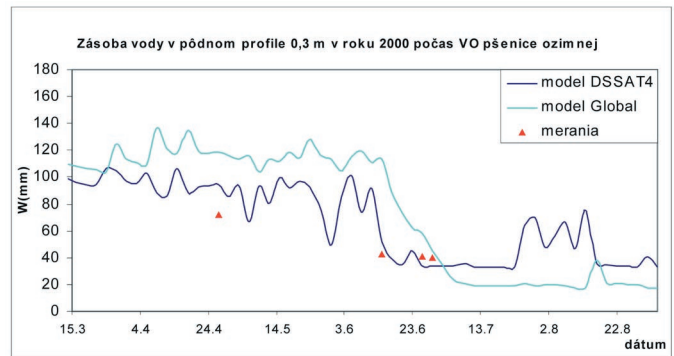


Graf č. 2



Graf č. 3

Na grafe č. 4 sú znázornené simulované hodnoty zásoby pôdnej vody v hĺbke 0,3 m počas vegetačného obdobia pšenice letnej f. ozimnej (*Triticum aestivum*). Z grafu hodnôt zásob vody v pôde je zrejmé, že priebeh pri modeli Global má opäť „hladší“ priebeh ako model DSSAT 4, kde sa tieto hodnoty zásob pôdnej vody pohybujú vo väčších rozpätiach. Maximálne hodnoty zásob pôdnej vody sa pohybujú okolo 130 mm v začiatkových fázach rastu a minimálne hodnoty okolo 30 mm pred zberom plodiny.



Graf č. 4

Počas vegetačného obdobia pšenice letnej f. ozimnej (*Triticum aestivum*) majú zásoby vody v pôde výraznejšiu klesajúcu tendenciu, pričom sa to prejavuje hlavne v modeli Global.

Z tabuľky (10, 11, 12) percentuálnych rozdielov a rozdielov zásob pôdnej vody vyplýva, že k nameraným hodnotám sa viac približuje model DSSAT 4. Minimálny zistený rozdiel oproti meraným hodnotám je u oboch modeloch $\pm 2\%$ (Tabuľka 10), a to pri odbere dňa 17.10.2000.

Tab. 10 Percentuálny rozdiel medzi meranými hodnotami a simulovanými hodnotami zásob pôdnej vody modelom Global a modelom DSSAT4

Dátum/ Osevný postup	Meranie W		Model Global W		Model DSSAT4 W		$\Delta\%$ Global		$\Delta\%$ DSSAT4	
	(mm)=100%	(mm)	(mm)	%	(mm)	%	Skut -Vypoč	Skut -Vypoč	Skut -Vypoč	Skut -Vypoč
21.4.1999/A1	76	110	145		104	137	-45		-37	
14.6.1999/A1	55	65	118		64	117	-18		-17	
29.6.1999/A1	68	86	127		56	82	-27		18	
8.7.1999/A1	79	135	171		128	162	-71		-62	
21.4.1999/A2	84	107	127		103	123	-27		-23	
14.6.1999/A2	55	48	87		65	119	13		-19	
29.6.1999/A2	63	37	59		54	86	41		14	
8.7.1999/A2	55	27,5	50		53	97	50		3	
28.6.2000/A1	49	55	113		53	108	13		-8	
22.7.2000/A1	48	53	110		56	117	-10		-17	
17.10.2000/A1	54	55	102		53	98	-2		2	
27.4.2000/A2	72	118	165		94	131	-65		-31	
16.6.2000/A2	42	113	268		52	123	-168		-23	
26.6.2000/A2	40	58	144		34	84	-44		16	
29.6.2000/A2	40	46	114		34	85	-14		15	

Tab. 11 Rozdiel medzi meranými hodnotami a simulovanými hodnotami zásob pôdnej vody modelom Global a modelom DSSAT4 v osevnom postupe A1

Dátum/ Osevný postup	Meranie W	Model Global W	Model DSSAT4 W	Δ Global	Δ DSSAT4
	(mm)	(mm)	(mm)	Skut-Vypoč	Skut-Vypoč
21.4.1999/A1	76	110	104	-34	-28
14.6.1999/A1	55	65	64	-10	-9
29.6.1999/A1	68	86	56	-18	12
8.7.1999/A1	79	135	128	-56	-49
28.6.2000/A1	49	55	53	-6	-4
22.7.2000/A1	48	53	56	-5	-8
17.10.2000/A1	54	55	53	-1	1
				Σ -130	Σ -85

Tab. 12 Rozdiel medzi meranými hodnotami a simulovanými hodnotami zásob pôdnej vody modelom Global a modelom DSSAT4 v oševnom postupe A2

Dátum/ Oševný postup	Meranie	Model Global	Model DSSAT4	Δ Global	Δ DSSAT4
	W (mm)	W (mm)	W (mm)	Skut-Vypoč (mm)	Skut-Vypoč (mm)
21.4.1999/A2	84	107	103	-23	-19
14.6.1999/A2	55	48	65	7	-10
29.6.1999/A2	63	37	54	26	9
8.7.1999/A2	55	27,5	53	27,5	2
27.4.2000/A2	72	118	94	-46	-22
16.6.2000/A2	42	113	52	-71	-10
26.6.2000/A2	40	58	34	-18	-6
29.6.2000/A2	40	46	34	-6	-6
				Σ -103,5	Σ -62

Suma dennej evapotranspirácie v jednotlivých rokoch je uvedená v tabuľke 13, v roku 1999 bola celková evapotranspirácia vyššia v biologickom oševnom postupe. V roku 2000 tak ako uvádza aj vo svojej práci Dodok (2001), je evapotranspirácia v zrnovinárskom oševnom postupe vyššia ako v biologickom oševnom postupe. V roku 2001 je hodnota ročnej evapotranspirácie vyššia v zrnovinárskom oševnom postupe takmer 1,5 krát, kedy v tomto období bola na danom území pestovaná lucerna siata (*Medicago sativa*) a kukurica siata (*Zea mays*).

Tab. 13 Suma dennej evapotranspirácie v jednotlivých rokoch počítaná modelom Global

Ročný výpar (mm)	Biologický oševný postup	Zrnovinársky oševný postup
1999	323	288
2000	220	245
2001	158	275

Záver

V lokalite Borovce sa merala zásoba pôdnej vody počas vegetačného obdobia a na konci vegetačného obdobia. Informácie o časovom rozložení jednej zo základných zložiek hydrologickej bilancie, evapotranspirácie, sme získali výpočtom z matematických modelov. V priebehu zrnovinárskeho oševného postupu sa vyparí viac vody ako počas biologického oševného postupu. Pričom počas troch rokov sa zo zrnovinárskeho oševného postupu vyparilo 808 mm vody a z biologického oševného postupu to bolo 701 mm vody. Tieto hodnoty sme dostali výpočtom z matematického modelu Global.

Acknowledgement

The project was supported by grant agency of Slovak republic – VEGA 1/3458/06

Zoznam literatúry

[1] Antal, J. et al.: Hydrológia poľnohospodárskej krajiny. SPU Nitra, 1999.

[2] Demo, M. et al. 1999 Trvalo udržateľný rozvoj. Nitra: SPU, 1999. 400 s. ISBN 80-7137-611-6

[3] Dodok, R. 2001, Vplyv využívania poľnohospodárskej pôdy na jej vodný režim - dizeračná práca, SPU, Nitra, 2001.

[4] Gliński J., Lipiec J.: Soil Physical Conditions and Plant Roots CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, 250p., 1990

[5] Igaz, D. – Matiašová Z. – Šiška B.: URČOVANIE ZLOŽIEK VODNEJ BILANCIE MODELOM GLOBAL In): „Bioklimatologie současnosti a budoucnosti“, Křtiny 12. – 14.9.2005, ISBN 80-86 690-31-08

[6] Kováč, K., Jurčová, O., Vilček, L.: Oševné postupy. Nitra : SPU, 1997.

[7] Kurpelová, M. et al.: Agroklimatické podmienky ČSSR. Bratislava: Hydrometeorologický ústav 1975

[8] Majerčák, J.: Matematický simulačný model ako nástroj pre diagnózu a prognózu vodného režimu pôdneho profilu s rastlinným krytom, Dizertačná práca, Bratislava, 2002

[9] Richards, L.A., 1931, Capillary conduction of liquids in porous mediums, Physics 1 Volume 1, Issue 5 (1931), pp. 318-333.

[10] Šiška et al., 2005: Zmeny evapotranspirácie ako ukazovateľa sucha vo výškovom profile Slovenska z pohľadu možného vývoja klímy. In: ENVIRO Nitra, 2005, SPU Zborník abstraktov, ISBN 80-8069-507-5

[11] Tsuji G.Y. et al. 1994 DSSATv3. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, 1994, ISSN 0883-8631

[12] Wilman, D., Leitch, M. H.: Effects of crop species and applied N on soil moisture: In: Soil & Tillage Research, Nov. 1995, vol. 28, Issue 3, pp. 223- 230.

[13] Zaujec A.: Pedologická charakteristika experimentálnej stanice VÚRV Piešťany-Borovce. Nitra: SPU, 2000

[14] Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu v Bratislave, zväzok 33/I. Bratislava: ALFA, 1991