

POROVNANIE ROZDIELOV ZÁSOB VODY V PÔDE PRI POUŽITÍ DENNÝCH A PRIEMERNÝCH MESAČNÝCH ÚDAJOV RÝCHLOSTI VETRA A DĹŽKY TRVANIA SLNEČNÉHO SVITU

Justína Vitková

Anotácia

Príspevok hodnotí výstupy zo simulačného modelu pri použití odlišných vstupných meteorologických údajov. Boli porovnávané zásoby vody v pôde pre porast trávy v troch vrstvách pôdneho profilu z dvoch simulácií. Prvá simulácia prebehla s použitím reálne nameraných denných hodnôt všetkých meteorologických prvkov a v druhej simulácii boli použité priemerné mesačné údaje počas sledovaného obdobia pre rýchlosť vetra a dĺžku trvania slnečného svitu. Výsledky preukázali málo odlišné výstupy, preto je možné použiť tento model aj s priemernými mesačnými hodnotami dvoch meteorologických prvkov.

Kľúčové slová: matematický model, zásoba vody v pôde, rýchlosť vetra, dĺžka trvania slnečného svitu

COMPARISON OF SOIL WATER STORAGE DIFFERENCES BY APPLYING DAILY AND AVERAGE MONTHLY DATA OF WIND VELOCITY AND SUNSHINE DURATION

Annotation

That article evaluates the contribution of the simulation model using different meteorological input data. There were compared the soil water storage for grass in three layers of the soil profile in two simulations. The first simulation was conducted using real measured daily values of all meteorological characteristics and in the second simulation were used the average monthly data of the monitoring period for wind velocity and sunshine duration. Results have showed a little different in outputs, so this model can be used with the monthly average values of two meteorological characteristics.

Key words: mathematical model, soil water storage, wind velocity, sunshine duration

ÚVOD

Klimatické zmeny významne vplyvajú aj na zásoby vody v pôde, ktoré možno počítat' pomocou matematických modelov. V podmienkach Slovenska sa na určovanie charakteristík vodného režimu pôdy často používa matematický model Global, kde hornú okrajovú podmienku tvoria meteorologické údaje v dennom kroku. Týmito údajmi sú zrážky, teplota vzduchu, rýchlosť vetra, dĺžka trvania slnečného svitu a tlak vodných pár. Keďže nie vždy sú k dispozícii namerané denné hodnoty vstupných prvkov, bolo potrebné porovnať rozdiel vo výstupoch pre zásobu vody v pôde a zhodnotiť vhodnosť použitia tohto modelu pri odlišných vstupných údajoch niektorých meteorologických prvkov.

MATERIÁL A METÓDY

Model Global (Majerčák, Novák, 1995), ktorý bol použitý pri dvoch simuláciách, sa používa na zistenie charakteristík vodného režimu v zóne aerácie pôdy. Je to progresívna vedecká metóda na získavanie kvantitatívnych údajov o

procesoch prebiehajúcich v systéme atmosféra – rastlinný kryt – zóna aerácie pôdy – podzemná voda (Štekauerová, Šútor, 2000). Global patrí medzi jednorozmerné vertikálne modely a popisuje pohyb vody v pôde v izotermných podmienkach. Tento model, okrem iného, počíta aj zásobu vody v rôznych hĺbkach pôdneho profilu a je možné ho použiť aj na sledovanie aktuálnych vlhkostných pomerov na danej lokalite (Veľbný a kol., 2000). Pre jednorozmerný prípad je pohyb vody v pôde opísaný Richardsovou rovnicou:

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

kde

h_w - vlhkostný potenciál pôdy [cm],

$k(h_w)$ - nenasýtená hydraulická vodivosť pôdy [$\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$],

$S(z, t)$ - intenzita odberu vody koreňmi rastlín [$\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$],

$c(h_w)$ - špecifická vodná kapacita [cm^{-1}],

$$c(h_w) = \frac{\partial \theta}{\partial h_w}$$

θ - objemová vlhkosť pôdy [$\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$],

z - vertikálna súradnica [cm],

t - časová súradnica [s].

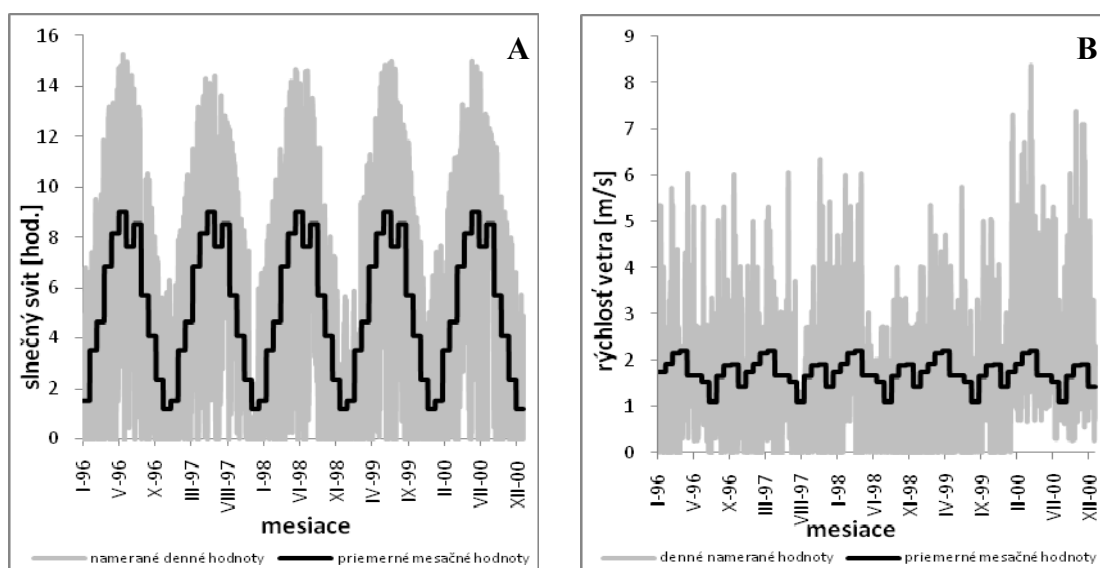
Modelovaným obdobím boli roky 1996 – 2000 pre porast trávy v okolí obce Malé Leváre na Záhorí (obr.1). Časové obdobie ako aj výber lokality a porastu bol podmienený prístupnosťou všetkých vstupných údajov.



Obr. 1. Lokalita Malé Leváre na Záhorí, pre ktorú bolo robené modelovanie

Sledovala som zásobu vody v troch vrstvách pôdneho profilu 0 – 30 cm, 0 – 60 cm a 0 – 100 cm. Väčšina druhov tráv nemá hĺbku koreňového systému viac ako 100 cm, preto bola zvolená maximálna hĺbka pôdneho profilu 100 cm. Z lokality Malé Leváre boli odobraté pôdne vzorky z dvoch pôdnych vrstiev, a to 0 – 40 cm a 40 – 200 cm, na ktorých boli zistené hydrofyzikálne charakteristiky.

Pomocou pretlakového prístroja boli zistené body odvodňovacej vetvy vlhkostnej retenčnej krivky, ktoré boli aproximované podľa Van Genuchtena (1980). Následne boli zistené hydrofyzikálne charakteristiky, ktoré vstupujú do modelu, a to plná vodná kapacita θ_s , poľná vodná kapacita θ_{PK} , bod zníženej dostupnosti vody pre rastliny θ_{ZD} , bod vädnutia θ_v , reziduálna vlhkosť θ_r , objemová hmotnosť suchej zeminy ρ_d , nasýtená hydraulická vodivosť K a Van Genuchtenove parametre α a n . Ďalším vstupom do modelu je dolná okrajová podmienka, ktorá bola zadefinovaná nameranou hladinou podzemnej vody v sonde č. 20 základnej monitorovacej siete podzemnej vody SHMÚ. Do modelu tiež vstupujú charakteristiky modelovaného porastu (trávy), a to: index listovej pokrývnosti LAI, drsnosť povrchu pôdy, albedo porastu a hĺbka koreňovej zóny. Hornou okrajovou podmienkou sú meteorologické údaje zadávané do modelu v dennom kroku. Boli použité dáta z meteorologickej stanice SHMÚ v Malackách, ktorými sú denné úhrny zrážok, priemerná denná teplota vzduchu, tlak vodných pár, dĺžka trvania slnečného svitu a priemerná denná rýchlosť vetra. Keďže bolo potrebné zistiť rozdiel vo výstupoch zásob pôdnej vody pri použití odlišných vstupných údajov pre rýchlosť vetra a dĺžku trvania slnečného svitu, simulácia prebehla v modeli Global dvakrát. Prvýkrát boli použité namerané denné hodnoty všetkých meteorologických údajov, a teda aj rýchlosti vetra a dĺžky trvania slnečného svitu. Druhýkrát boli použité namerané denné hodnoty tlaku vodných pár, úhrnu zrážok, priemernej dennej teploty, ale priemerné mesačné hodnoty pre rýchlosť vetra a dĺžku trvania slnečného svitu za sledované obdobie. Priemerné mesačné hodnoty boli zistené ako aritmetický priemer denných hodnôt pre každý mesiac počas hodnoteného päťročného obdobia. Rozdiel v denných a priemerných mesačných hodnotách rýchlosti vetra a dĺžky trvania slnečného svitu je znázornený na obr. 2.



Obr. 2. Porovnanie dennej a priemernej mesačnej dĺžky trvania slnečného svitu (A) a dennej a priemernej mesačnej rýchlosti vetra (B) za obdobie 1996-2000 v lokalite Malé Leváre.

Z obrázku je zrejmé, že priemerné hodnoty zmiernili extrémny. Najviac hodín počas dňa svieti slnko v letných mesiacoch, najmenej v zimných mesiacoch. Najvyššie rýchlosti vetra boli dosahované väčšinou v zimných mesiacoch (november - február).

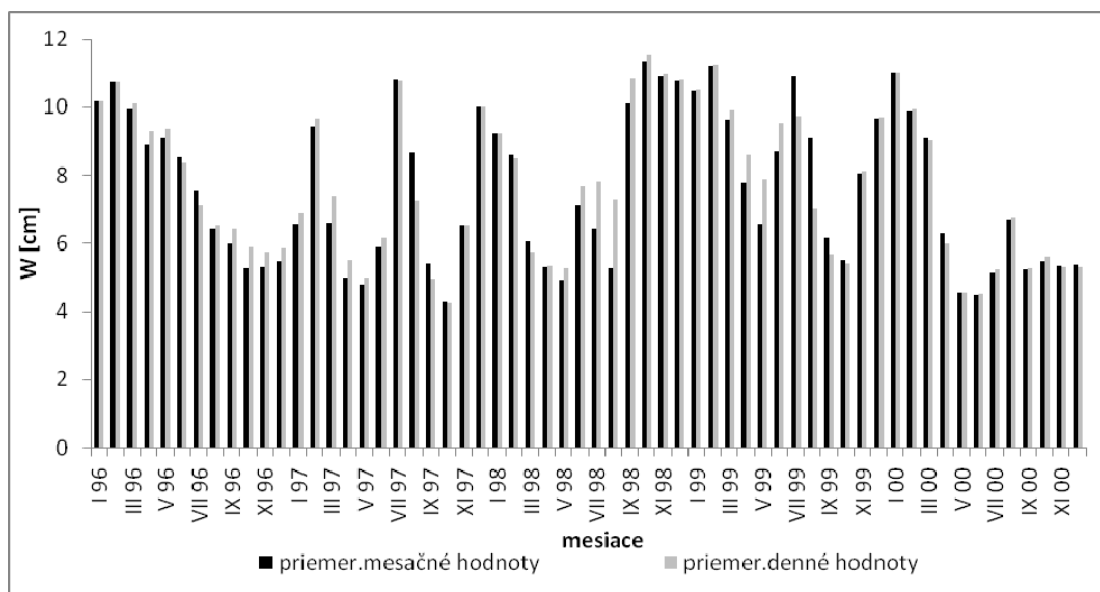
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analyzovala som zásobu vody (W) v troch vrstvách pôdneho profilu 0 – 30 cm, 0 – 60 cm a 0 – 100 cm. V tabuľke 1 sú vyjadrené priemerné ročné zásoby vody v jednotlivých sledovaných vrstvách pôdneho profilu pri použití priemerných mesačných hodnôt dĺžky trvania slnečného svitu a rýchlosti vetra a pri použití denných nameraných hodnôt týchto meteorologických prvkov. Maximálny rozdiel medzi výstupmi bol zistený vo vrstve 0 – 100 cm v roku 1998 a mal hodnotu 0,76 cm. Totožný výstup bol zistený vo vrstve 0 – 30 cm v roku 2000. Z tabuľky ďalej vyplýva, že pri použití priemerných mesačných hodnôt sledovaných meteorologických prvkov, boli zistené nižšie hodnoty zásob pôdnej vody ako pri použití nameraných denných hodnôt. Výnimkou boli rok 1999 vo vrstve 0 – 30 cm a rok 2000, kedy vo vrstve 0 – 60 cm a 0 – 100 cm bola vypočítaná vyššia zásoba vody s použitím priemerných mesačných hodnôt za sledované obdobie.

Tabuľka 1. Porovnanie priemerných ročných zásob vody v jednotlivých vrstvách pôdy pri použití rôznych vstupných údajov

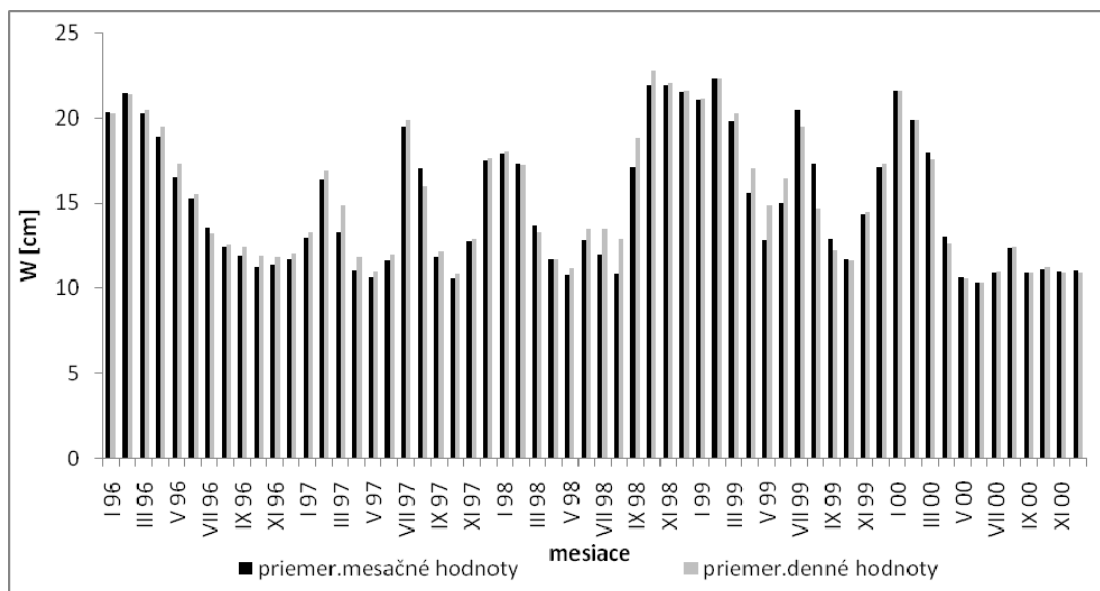
pôdna vrstva	W 0-30 cm			W 0-60 cm			W 0-100 cm		
rok	priemer. mesačné hodnoty [cm]	namerané denné hodnoty [cm]	rozdiel [cm]	priemer. mesačné hodnoty [cm]	namerané denné hodnoty [cm]	rozdiel [cm]	priemer. mesačné hodnoty [cm]	namerané denné hodnoty [cm]	rozdiel [cm]
1996	7.79	7.97	0.18	15.41	15.7	0.29	28.76	29.07	0.31
1997	7	7.03	0.03	13.76	14.1	0.34	26.16	26.61	0.45
1998	8.01	8.42	0.41	15.79	16.38	0.59	28.15	28.91	0.76
1999	8.65	8.62	-0.03	16.69	16.82	0.13	29.8	29.97	0.17
2000	6.55	6.55	0	13.38	13.32	-0.06	25.75	25.68	-0.07

Na obrázkoch 3, 4 a 5 je vidieť zmeny vo výstupoch v jednotlivých sledovaných vrstvách. Obr. 3 vykresľuje rozdiel v zásobe vody vo vrstve 0 – 30 cm pri použití denných hodnôt a priemerných mesačných hodnôt za celé sledované obdobie pre rýchlosť vetra a dĺžku trvania slnečného svitu. Výsledky zásob vody v tejto pôdnej vrstve v jednotlivých mesiacoch sledovaného obdobia ukazujú, že rozdiely sú minimálne, a teda porovnateľné. Väčší rozdiel bol zistený iba v mesiacoch júl a august roku 1998 a v máji 1999. Maximálny rozdiel priemerných ročných výstupov v tejto vrstve bol 0,41 cm v roku 1998.



Obr. 3. Zásoba vody vo vrstve 0 – 30 cm s použitím priemerných mesačných hodnôt a priemerných denných hodnôt rýchlosti vetra a dĺžky trvania slnečného svitu pre porast trávy v lokalite Malé Leváre.

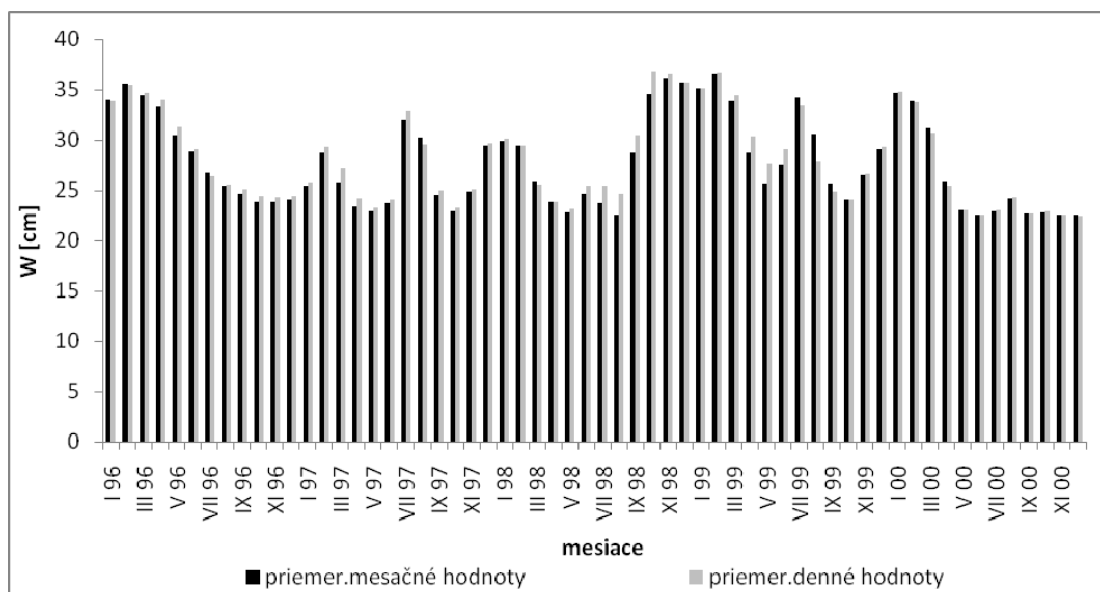
Na obr. 4 je vidieť porovnanie zásob vody v pôdnej vrstve 0 – 60 cm. Aj v tejto vrstve sú porovnateľné zásoby vody v pôde v jednotlivých mesiacoch sledovaného obdobia. Rozdiel väčší ako 1 cm bol tiež vypočítaný v júli a auguste 1998 a v máji roku 1999. Najvyšší rozdiel v priemerných ročných výstupoch bol v tejto vrstve zistený v roku 1998, kedy to bolo 0,59 cm.



Obr. 4. Zásoba vody vo vrstve 0 – 60 cm s priemernými mesačnými a priemernými dennými hodnotami rýchlosti vetra a dĺžky trvania slnečného svitu pre porast trávy v lokalite Malé Leváre.

Obr. 5 porovnáva zásoby vody v jednotlivých mesiacoch obdobia rokov 1996-2000 v pôdnej vrstve 0 – 100 cm. V tejto vrstve bol rozdiel v zásobe vody väčší ako 1 cm v piatich mesiacoch, a to v júli, auguste, septembri a októbri roku 1998 a v máji roku 1999. Pre túto sledovanú vrstvu bol zistený aj najvyšší rozdiel priemerných ročných

výstupov, a to v roku 1998, kedy mal hodnotu 0,76 cm. V ostatných mesiacoch bola priemerná zásoba vody v pôde porovnateľná pri použití nameraných denných a priemerných mesačných hodnôt za sledované obdobie pre rýchlosť vetra a dĺžku trvania slnečného svitu.



Obr. 5 Zásoba vody v pôdnej vrstve 0 – 100 cm s priemernými mesačnými a priemernými dennými hodnotami rýchlosti vetra a dĺžky trvania slnečného svitu pre porast trávy v lokalite Malé Leváre.

ZÁVER

Matematický model Global ponúka výpočet zásoby vody v pôde ako jeden zo svojich výstupov. Tento model chceme použiť na prognózu dopadu klimatickej zmeny na zásobu vody v pôde v budúcnosti. Vzhľadom k tomu, že pre dva meteorologické prvky (rýchlosť vetra a dĺžku trvania slnečného svitu) nie sú pripravené scenáre s dennými hodnotami, bolo potrebné preveriť modelovanie s údajmi, ktoré sú k dispozícii ako reálne namerané denné hodnoty. Z nich boli následne aritmetickým priemerom zistené priemerné hodnoty jednotlivých mesiacov počas sledovaného obdobia. Všetky potrebné vstupné údaje boli z obdobia rokov 1996-2000, na ktorých boli porovnávané výstupy pre zásoby pôdnej vody. V modeli Global boli robené dve simulácie pre porast trávy v Malých Levároch a sledovala sa zásoba vody v troch pôdnych vrstvách 0 – 30 cm, 0 – 60 cm a 0 – 100 cm. Pri prvej simulácii boli použité reálne namerané denné hodnoty všetkých meteorologických prvkov, ktoré vstupujú do modelu. Pri druhej simulácii boli pre meteorologické charakteristiky rýchlosti vetra a dĺžky trvania slnečného svitu použité priemerné mesačné hodnoty. Výsledky pre jednotlivé vrstvy sú znázornené na obrázkoch 3, 4 a 5. Priebehy zásob vody ako aj tabuľka 1 dokumentujú, že rozdiely v hodnotách nie sú významné. Pri hodnotení jednotlivých mesiacov bol maximálny rozdiel zistený v mesiaci august roku 1999 v pôdnej vrstve 0 – 60 cm, a to 2,57 cm. V dvoch mesiacoch sledovaného obdobia bol rozdiel vo všetkých troch vrstvách vyšší ako 1 cm (júl 1998 a máj 1999) a v dvoch mesiacoch bol rozdiel vo všetkých troch vrstvách viac ako 2 cm (august 1998 a august 1999). V ostatných mesiacoch sledovaného obdobia bol rozdiel menej ako 1 cm. Na základe týchto výsledkov možno skonštatovať, že model Global je vhodné použiť na

prognózu vývoja zásob pôdnej vody pri použití priemerných mesačných hodnôt hodnoteného obdobia pre rýchlosť vetra a dĺžku trvania slnečného svitu namiesto denných hodnôt týchto meteorologických prvkov, ktoré vstupujú do modelu.

PodĎakovanie

Príspevok bol urobený s finančnou podporou z projektov APVV č. 0271-07, VEGA č. 1-0585-08 a APVT č. 51-019804.

LITERATÚRA

Genuchten, M. Th. van 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. In Soil Science Society of American Journal, Vol. 44, 1980, pp. 892-898.

Majerčák, J. – Novák, V. 1995. GLOBAL-a numerical model for water movement in the soil root zone. Research report. Bratislava: Institute of Hydrology, Slovak Academy of Sciences.

Štekauerová, V. – Šútor J. 2000. Úloha monitoringu pri numerickej simulácii vodného režimu zóny aerácie pôdy. In Acta Hydrologica Slovaca, roč. 1, 2000, č. 2, s. 203-212.

Velebný, V. – Novák, V. – Skalová, J. a kol. 2000. Vodný režim pôdy. Bratislava: STU, 2000. 208 s. ISBN 80-227-1373-2.

ABSTRACT

Mathematical model Global offers a calculation of soil water storage as one of its outputs. I would like to use this model to forecast the impact of climate change on soil water storage in the future. Given that there are not prepared scenarios for two meteorological characteristics (wind velocity and sunshine duration) with daily values, it was necessary to try modeling with data which are available for us as a real measured daily values. Then I determined the arithmetic average of each month values during the monitoring period. All necessary input data were from the period 1996-2000, in which I compared the outputs for soil water storage. I made two simulations for the grass in the Malé Leváre area with the model Global and monitored the soil water storage in the three soil layers 0 – 30 cm, 0 – 60 cm and 0 – 100 cm. In the first simulation were used actual measured daily values of all meteorological characteristics that entered into the model. For the second simulation was used different data - monthly average values of monitoring period for the meteorological characteristics of the wind velocity and sunshine duration. Results for every layer are shown in Figures 3, 4 and 5. Soil water regime and Table 1 as well demonstrate that differences in values are not significant. By evaluation the individual months, the maximum difference was found in August 1999 in the soil layer of 0 – 60 cm, and it was 2,57 cm. In two months of the monitoring period was the difference in all three layers higher than 1 cm (in July 1998 and in May 1999) and in two months was the difference in all three layers more than 2 cm (in August 1998 and in August 1999). In the remaining months of the monitoring period was the difference less than 1 cm. Based on these results I concluded that model Global can be used to forecast the development of soil water storage by using the monthly average values of the monitoring period for wind velocity and sunshine duration instead of daily values of meteorological characteristics which enter into the model.

Justína Vitková

KVHK, SvF, STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava1, tel. 02/59274622, fax. 02 52923575
justina.vitkova@stuba.sk