DYNAMIKA ZÁSOB VODY V ZÓNE AERÁCIE PÔD ŽITNÉHO OSTROVA

Július Šútor[1], Vlasta Štekauerová [1]

Abstrakt

Zásoba vody v zóne aerácie pôdy predstavuje disponibilný zdroj vody pre poľnohospodárske a lesné ekosystémy, čím determinuje ich existenciu. Ekosystémy indikujú spoľahlivosť, odolnosť a zraniteľnosť tohoto vodného zdroja, ktorý je vplyvom meteorologických javov, vegetačného pokryvu, hladiny podzemnej vody, inžinierskych stavieb a vodohospodárskych úprav realizovaných v záujmovom území. Reálne zásoby vody v aktívnom horizonte zóny aerácie pôdy sa kvantifikujú priamym monitoringom a potenciálne zásoby výpočtovým postupom s využitím vlhkostnej retenčnej krivky, resp. pomocou hydrolimitov PVK (poľná vodná kapacita), BZD (bod zníženej dostupnosti) a BV (bod vädnutia). Pre stanovenie vplyvu pôdneho druhu na pôdnu retenciu vody boli použité súbory údajov získané priamym meraním na 17 lokalitách Žitného ostrova počas roku 1994. Rozmiestnenie monitorovaných lokalít v území Žitného ostrova sledovalo transverzálu Biskupické rameno - Šamorín - Baka - Baloň (dĺžka 54 km). V predkladanom príspevku sa uvádzajú výsledky monitoringu zásob vody v šiestich pôdnych druhoch z vyššie uvedených lokalít Žitného ostrova. Bola získaná závislosť zásob vody W_p-mon v zóne aerácie pôdy počas roka a priebeh vlhkosti pôdy po výške zóny aerácie pôdy v klimatických a meteorologických podmienkach Žitného ostrova v roku 1994 od pôdneho druhu.

Klíčová slova: pôda, vlhkostný režim, zásoba vody, monitoring, retenčná krivka

1. Úvod

Nasýtenosť zóny aerácie pôdy vodou patrí medzi základné hydrologické charakteristiky územia, resp. povodia riek. Závisí predovšetkým na relatívne stabilných vlastnostiach pôdy, tj. na jej zrnitostnom zložení, objemovej hmotnosti, obsahu humusu, chemizmu, atď. a k nim odpovedajúcich retenčných, hydraulických, drenážných a kapilárných vlastnostiach. Medzi variabilné podmienky sa počítajú hlavne stochastické charakteristiky meteorologické a klimatologické, ktoré determinujú výpar z povrchu pôdy a transpiráciu vody z rastlinného krytu. Medzi variabilné podmienky patrí ešte rastlinný kryt, topografia povrchu pôdy, režim hladiny podzemnej vody (tj. poloha a zmeny v čase a priestore), ak je v kontakte s aktívnym horizontom zóny aerácie pôdy a antropogénna činnosť v danom území.

Integrálnym dopadom uvedených podmienok je variabilita zásob vody v zóne aerácie pôdy v čase a priestore a to aj vo vymedzenom horizonte, ktorý je v záujme nášho riešeného problému.

Kvantifikácia zásob vody v pôde, vzhľadom na jej stabilné vlastnosti, je daná vlhkostnou retenčnou čiarou. Táto, okrem iného, poskytuje hodnoty retencie vody pre jej vybrané charakteristické body , tj. pre poľnú vodnú kapacitu (PVK), bod zníženia dostupnosti (BZD) a bod vädnutia (BV). Tieto hodnoty sú rozdielne pre jednotlivé pôdne druhy. Sú to hodnoty, ktoré obecne kvantifikujú zásoby vody v pôde vo vzťahu k zabezpečeniu porastu vodou.
Zásoba vody v aktívnom horizonte zóny aerácie pôdy patrí k vodným zdrojom povodia, ktorý zásobuje vodou vegetačný pokryv. Jej určovanie sa zabezpečuje priamym monitoringom vlhkosti pôdy alebo numerickou simuláciou na matematickom modeli vodného režimu pôd. Systematický celoplošný monitoring zásob vody v aktívnom horizonte zóny aerácie pôdy v povodiach Slovenska nie je organizovaný. Sporadické informácie sú publikované v rámci riešenia výskumných úloh z oblasti závlahového hospodárstva, ekológie, hydrológie a pedológie [5]. V literatúre sú známe súbory údajov z územia Žitného ostrova v oblasti v VD

Gabčíkovo [1], [2]. V tejto oblasti bolo zabezpečené systematické pozorovanie v rokoch 1986 až 1997 [3]. Bolo zamerané na hodnotenie dopadu výstavby VD Gabčíkovo na vodný režim pôd. Monitoring vlhkosti pôdz bol realizovaný na 17 lokalitách s poľnohospodársky využívanou pôdou a na 23 lokalitách umiestnených v lužných lesoch. Po roku 1997 bola oblasť monitorovania zúžená a orientovaná prevažne na pôdy lužného lesa inundovaného územia starého koryta Dunaja.

V predkladanom príspevku sa uvádzajú výsledky spracovania vplyvu zrnitostného zloženia pôd (pôdnych druhov) na zásoby vody v zóne aerácie pôdy vo vybraných lokalitách Žitného ostrova. Za týmto účelom sa využívajú súbory údajov obsahu vody v zóne aerácie pôdy, získané priamym monitoringom [4] na vybraných lokalitách prislúchajúcich k jednotlivým pôdnym druhom.

2. Metodický postup

Objektívna metóda pre hodnotenie zásob vody v zóne aerácie pôdy je založená na jej priamom monitoringu, tak ako napr. monitoring hladinového a prietokového režimu na vodných tokoch tvorí základ pri riešení problémov v povrchovej hydrológii a monitoring hladinového režimu a kvality podzemnej vody je rozhodujúci pre riešenie problémov hydrológie podzemných vôd.

Pôdy Žitného ostrova sú v rámci pedologického prieskumu triedené podľa genézy na pôdne typy a podľa zrnitostného zloženia na pôdne druhy. Pôdny druh ako základná klasifikačná jednotka triedenia pôd podľa zrnitostného zloženia má pre praktické aj vedecké účely mnohoznačný význam. Poznanie podielu jednotlivých zrnitostných frakcií v pôde umožňuje posudzovať jej fyzikálne, hydrofyzikálne, fyzikálno-chemické a biologické vlastnosti.

Triedenie pôd na sedem pôdnych druhov, ktoré je založené na obsahu častíc I.kategórie (priemer častíc < 0,01mm), je nasledovné:

- piesočnaté pôdy (obsah častíc I. kategórie je v intervale 0 až 10 %)
- hlinitopiesočnaté pôdy (obsah častíc I. kategórie je v intervale 10 až 20 %)
- piesočnatohlinité (obsah častíc I. kategórie je v intervale 20 až 30 %)
- hlinité pôdy (obsah častíc I. kategórie je v intervale 30 až 45 %)
- ílovitohlinité pôdy (obsah častíc I. kategórie je v intervale 45 až 60 %)
- ílovité pôdy (obsah častíc I. kategórie je v intervale 60 až 75 %)
- íly (obsah častíc I. kategórie je v intervale viac ako 75 %).

Pre zjednodušenie problému a berúc do úvahy percentuálne zastúpenie pôdnych druhov na celkovej výmere pôd sa vytvorili pre podmienky pôd Žitného ostrova štyri skupiny pôd:

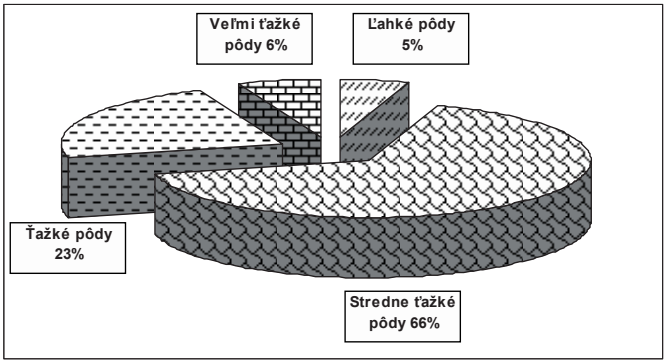
- ľahké pôdy (piesočnaté a hlinitopiesočnaté pôdy)
- stredne ťažké pôdy (piesočnatohlinité a hlinité pôdy)
- ťažké pôdy (ílovitohlinité pôdy)
- veľmi ťažké pôdy (ílovité pôdy a íl).

V tabuľke 1 je uvedená výmera týchto pôdnych skupín pre Žitný ostrov.

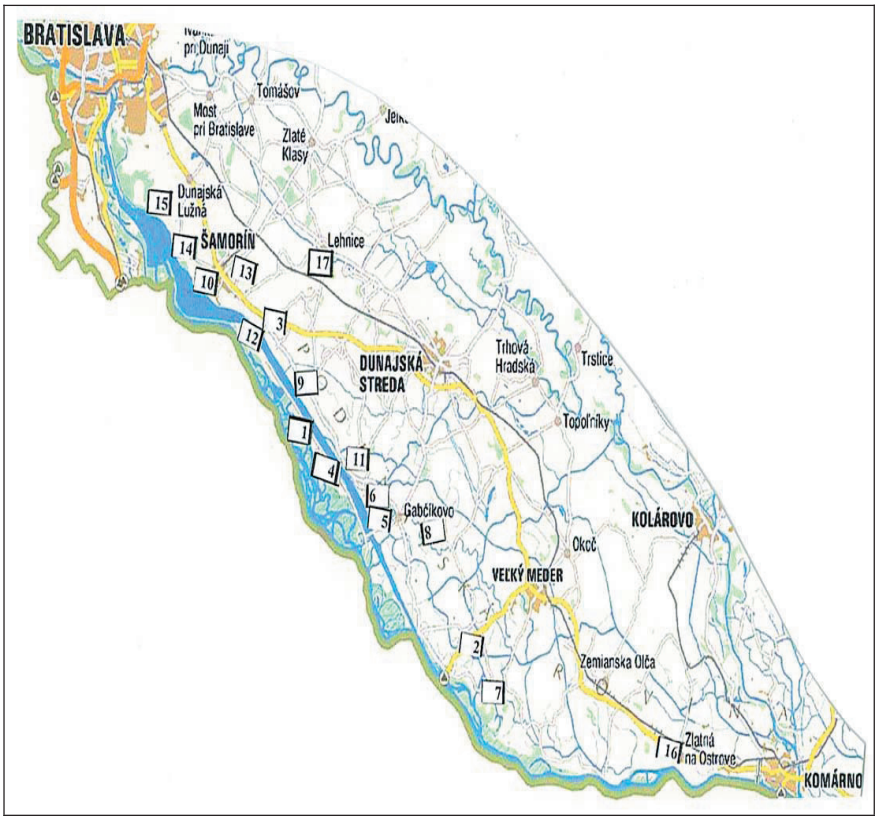
Tab. 1: Pôdne skupiny a ich výmera v podmienkach Žitného ostrova v % a v ha

Pôdy	Výmera v %	Výmera v ha
Ľahké pôdy	5	7 197,651
Stredne ťažké pôdy	66	95 008,993
Ťažké pôdy	23	33 109,194
Veľmi ťažké pôdy	6	8 637,181
Spolu	100	143 953,02

Grafické zobrazenie participácie jednotlivých pôdnych druhov v percentuálnom vyjadrení na celkovej výmere pôd Žitného ostrova je na obrázku 1.



Obr.1: Pôdy prírodného prostredia Žitného ostrova a ich výmera vyjadrená v % z celkovej plochy poľnohospodárskej a lesnej pôdy.



Obr. 2: Rozmiestnenie monitorovaných lokalít na území Žitného ostrova.

Zredukovanie 7 pôdnych druhov na 4 pôdne skupiny zjednodušuje situáciu popisu, avšak pre kvantifikáciu zásob vody napr. výpočtovou metódou, skresľuje realitu. Pre stanovenie potenciálnych zásob vody sa berú priemerne hodnoty hydrolimitov pre vždy dva pôdne druhy. Ak jeden pôdny druh plošne prevyšuje druhy, potom na úkor tohoto priemerovania sa dostávajú nepresné hodnoty celkových zásob vody na ich výmere. Skrytá je výmera jedného či druhého pôdneho druhu.

Pre stanovenie vplyvu pôdneho druhu na ich retenciu vody boli z monitoringu na 17 lokalitách Žitného ostrova vybrané súbory údajov získaných v roku 1994. Rozmiestnenie monitorovaných lokalít v území Žitného ostrova sledovalo transverzálu T1 Biskupické rameno - Šamorín - Baka - Baloň (dĺžka 54 km). Situačný náčrt sa uvádza na Obr. 2.

Monitoring bol organizovaný v roku 1994 dvakrát za mesiac. Výber lokalít bol stimulovaný pokrytím zastúpenia pôdnych druhov vyskytujúcich sa na území Žitného ostrova. Vybrané lokality sú už uvádzané v súvislosti s inými fenoménmi [3]. Meranie vlhkosti pôdy bolo robené gravimetrickou a neutrónovou metódou. Následným spracovaním získaných údajov vlhkosti pôdy boli výpočtom stanovené priemerné ročné chody zásob vody pre relevantné pôdne druhy na sledovaných lokalitách Žitného ostrova počas roku 1994, Obr. 2. Zobrazenie je robené zostupne vzhľadom na obsah I. kategórie zrnitostného zloženia (priemer častíc < 0,01mm), t.j. hodnoty zásob vody v pôdach sú radené od ílovitých pôd až po piesočnaté. Zobrazené hodnoty preukazujú závislosť zásob vody v pôde od jej zrnitostného zloženia. Závislosť je pre monitorovaný rok 1994 lineárna. Maximálna hodnota odpovedá ílovitým pôdam a minimálna piesočnatým.

Tab. 2: Číslo lokality, názov lokality, príslušnosť jednotlivých lokalít k pôdnemu druhu, priemerné ročné hodnoty zásob vody W_p v zóne aerácie pôdy a zásoba vody odpovedajúca hydrolimitu PVK (legenda k Obr. 2).

Lokalita označenie	Lokalita	Pôdny druh	Zásoba vody W_P	Zásoba vody pre PVK
lok 19	Kráľ. lúka	ílovitá	361,99	427,70
MP 12	Čiližs. Radvaň	Ílovitohlinitá	348,19	432,90
lok 12	Báč	Ílovitohlinitá	348,39	388,30
lok 7	Kľučovec	ílovitohlinitá	291,75	347,40
lok 18	Bodíky	hlinitá	290,13	320,03
lok 20	Dekan	hlinitá	296,93	369,32
Mp 8	Baka	hlinitá	290,26	285,60
Mp 10	Gabčíkovo	hlinitá	278,88	284,20
Mp 5	Šúlany	hlinitá	276,10	325,50
lok 9	Trstená	hlinitá	266,65	320,03
lok 13	Mliečno	hlinitá	244,91	338,60
lok 17	Dobrohošť	hlinitopiesočnatá	207,79	318,30
lok 5	Zlatná na Ostr.	hlinitopiesočnatá	203,42	273,10
lok N8	Lehnice	hlinitopiesočnatá	206,00	262,40
Mp 2	Hamuliakovo	hlinitopiesočnatá	188,77	321,00
Mp 3	Čilistov	piesočnatohlinitá	237,35	284,20
lok 14	Kalinkovo hor.	piesočnatá	170,64	358,70

Prírodné prostredie Žitného ostrova tvorí osobitný prírodný charakteristický celok, ktorý sa vyznačuje celým radom zvláštností geologického, hydrogeologického, geochemického a pedologického charakteru.

Geologicky je toto územie budované kvartérnymi aluviálnymi sedimentami pleistocenného a holocénneho veku. Pôdny a substrátový horizont sa vyskytuje na hrubom štrkonosnom podloží. Uvedený horizont je pomenovaný ako pokryvná vrstva prírodného prostredia

Žitného ostrova. Jej mocnosť je závislá na hĺbke štrkonosného horizontu pod povrchom pôdy.

Štrkonosný horizont sa nachádza od 50, resp. 70 cm pod povrchom pôdy (v strednej a najmä hornej časti ostrova - smerom k Bratislave) až do 6, resp. 8 m (prevažne v dolnej časti ostrova – smerom ku Komárnu). Rozhranie pokryvná vrstva pôdy - štrkonosný horizont hrá významnú úlohu v tvorbe a dynamike zásob vody v zóne aerácie pôd v prírodnom prostredí Žitného ostrova.

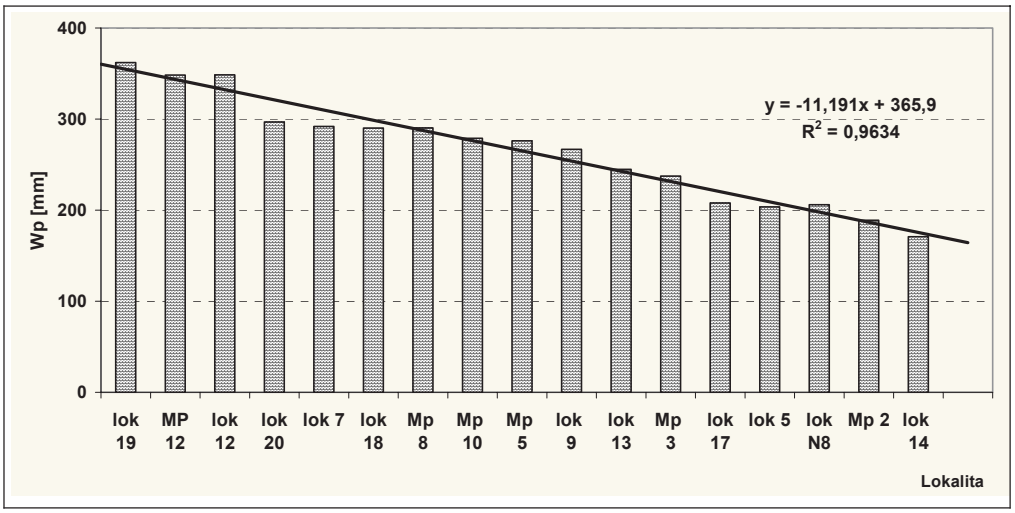
Oblasť prírodného prostredia nad rozhraním pokryvná vrstva - štrkové podložie sa významne líši retenciou a dynamikou vody v porovnaní s týmito vlastnosťami pod týmto rozhraním. Pod týmto rozhraním je retenčný objem vody nad klesajúcou hladinou podzemnej vody zanedbateľný.

V týchto podmienkach režim podzemnej vody (poloha a rozkyv hladiny) determinuje tvorbu a dynamiku zásob vody v pokryvnej vrstve v závislosti od formy interakcie hladiny podzemnej vody s pokryvnou vrstvou pôdy. Môžu nastať tri prípady :

V prvom prípade charakteristická tým, že počas celého roka fluktuujúca hladina podzemnej vody nedosiahla pokryvnú vrstvu pôdy nad štrkovým podložím, resp. nikdy neprešla hranicou štrkového podložia, v druhom prípade fluktuujúca hladina podzemnej vody sa objavovala v pokryvnej vrstve počas celého roku a v treťom prípade fluktuujúca hladina podzemnej vody niekedy pretínala hranicu štrkového podložia a teda sa niekedy počas roka nachádzala aj v pokryvnej vrsve pôdy. Časové relácie výskytu hladiny podzemnej vody v pokryvnej vrstve, resp. pod rozhraním, v tomto treťom prípade nebolo možné presne špecifikovať vzhľadom na dlhé časové odstupy medzi meraniami.

Monitorované lokality uvedené na Obr. 2 možno zaradiť do skupiny, kde hladina podzemnej vody bola počas roka v pokryvnej vrstve nad rozhraním, teda v podmienkach týkajúcich sa prvého prípadu.

Zásoby vody v zóne aerácie pôd na 17 monitorovaných lokalitách (Obr. 2) sú spracované ako ročné priemerné hodnoty. Výsledky sa uvádzajú na Obr. 3, kde je vidieť lineárna závislosť od obsahu častíc I. kategórie (lokality boli zoradené podľa druhu pôd od ílovitých pôd až po piesočnaté). V Tab. 3 sú uvedené hodnoty koeficientu korelácie vyjadrujúce vzťahy medzi zásobami vody v jednotlivých lokalitách.



Obr. 3: Priemerné ročné hodnoty zásob vody v zóne aerácie pôdy Wp na jednotlivých monitorovacích lokalitách v území Žitného ostrova v roku 1994. Mocnosť zóny aerácie pôdy je 100 cm.

Tab. 3: Korelačná matica vzťahov zásob vody v 100 cm horizonte zóny aerácie pôdy na 17 lokalitách Žitného ostrova v roku 1994

	Stí.1	Stí.2	Stí.3	Stí.4	Stí.5	Stí.6	Stí.7	Stí.8	Stí.9	Stí.10	Stí.11	Stí.12	Stí.13	Stí.14	Stí.15	Stí.16	Stí.17
Stípec 1	1,00																
Stípec 2	0,72	1,00															
Stípec 3	0,60	0,89	1,00														
Stípec 4	0,84	0,92	0,85	1,00													
Stípec 5	0,94	0,72	0,67	0,86	1,00												
Stípec 6	0,95	0,80	0,72	0,86	0,96	1,00											
Stípec 7	0,67	0,95	0,91	0,91	0,71	0,74	1,00										
Stípec 8	0,83	0,95	0,90	0,94	0,86	0,90	0,93	1,00									
Stípec 9	0,50	0,90	0,92	0,82	0,54	0,58	0,95	0,84	1,00								
Stípec 10	0,82	0,93	0,82	0,87	0,82	0,89	0,90	0,97	0,79	1,00							
Stípec 11	0,80	0,89	0,88	0,91	0,89	0,91	0,84	0,93	0,78	0,87	1,00						
Stípec 12	0,83	0,88	0,89	0,94	0,91	0,92	0,90	0,95	0,81	0,88	0,96	1,00					
Stípec 13	0,86	0,89	0,85	0,95	0,91	0,94	0,89	0,95	0,77	0,90	0,94	0,99	1,00				
Stípec 14	0,65	0,95	0,97	0,92	0,70	0,74	0,97	0,93	0,95	0,86	0,89	0,92	0,90	1,00			
Stípec 15	0,91	0,80	0,78	0,87	0,96	0,98	0,77	0,92	0,63	0,89	0,93	0,94	0,94	0,78	1,00		
Stípec 16	0,89	0,91	0,85	0,92	0,89	0,94	0,91	0,98	0,79	0,98	0,91	0,95	0,95	0,88	0,94	1,00	
Stípec 17	0,80	0,93	0,85	0,90	0,80	0,84	0,92	0,97	0,83	0,96	0,86	0,89	0,89	0,90	0,84	0,96	1,00

Podľa stupňa, resp. tesnosti závislosti hovoríme o:

– žiadnej korelácii, koeficient korelácie sa rovná ± (0,01 až 0,29)

– mierne tesnej korelácii, koeficient korelácie sa rovná ± (0,3 až 0,69)

– stredne tesnej korelácii, koeficient korelácie sa rovná ± (0,7 až 0,89)

– veľmi tesnej korelách, koeficient korelácie sa rovná ± (0,9 až 0,99).

3. Záver

Dynamika zásob vody v zóne aerácie pôdy v podmienkach Žitného ostrova bola spracovaná s využitím monitorovaných súborov zásob vody na 17 lokalitách (Obr. 2). Výber lokalít bol stimulovaný pokrytím zastúpenia pôdnych druhov vyskytujúcich sa na území Žitného ostrova. Meranie vlhkosti pôdy bolo robené gravimetrickou a neutrónovou metódou. Následným spracovaním získaných údajov vlhkosti pôdy boli výpočtom stanovené priemerné ročné chody zásob vody pre relevantné pôdne druhy Žitného ostrova pre rok 1994 (Obr. 3).

Závislosť hodnôt zásob vody na obsahu častíc I. kategórie (priemer častíc < 0,01 mm), resp. v závislosti od pôdnych druhov, vykazuje linearitu. Je to vyvolané predovšetkým známou závislosťou triedenia pôd podľa zrnitostného zloženia. Okrem toho, tento výsledok je silne ovplyvnený skutočnosťou, že počas celého roku 1994 sa poloha hladiny podzemnej vody vyskytovala v pokryvnej vrstve pôdy, teda nad štrkovým rozhraním. Tieto podmienky odpovedajú analyzovanému prípadu 1. odchyľka od lineárnej tendencie (Obr. 3) môže byť spôsobená nehomogenitou plošného rozdelenia úhrnov zrážok a od variability vegetačného pokryvu (evapotranspirácie) pozdĺž monitorovaných lokalít. Dopad získaných poznatkov liearnej závislosti zásob vody od obsahu častíc I. kategórie má dôležitý význam pri možnosti lineárnej extrapolácie výsledkov z monitorovaných údajov na lokalite príslušnej k jednému pôdnemu druhu na iný pôdny druh. Za týmto účelom je potrebné ďalej viesť a vyhodnocovať údaje monitoringu v podmienkach relevantných k podmienkam uvedench v tomto príspevku.

Poďakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou pre podporu vedy a techniky prostredníctvom finančnej podpory č. APVV-0271-07 a grantovou agentúrou VEGA 2/0120/08.

Literatúra

[1] ŠTEKAUEROVÁ, V. – NAGY, V., 2003. Influence of climate condition on security necessary water for vegetation in various ecosystems. Pollution and water resources Columbia University Seminar Proceedings. The Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, pp 206–219, ISBN 963 9052 31 0.

[2] ŠTEKAUEROVÁ, V. – NAGY, V. – MANIAK, S., 2005. Vlhkostné pomery pôd na obidvoch stranách Dunaja. Acta Hydrol. Slovaca, Roč.6, No 1, 168-176. ISSN 1335-629.

[3] ŠÚTOR, J. – REHÁK, Š., 1999. Evaluation of disposable water supply in soil for biosphere in the area of Žitný ostrov. In: *Scientific Papers of the Research Institute of Irrigation Bratislava*, No 24, pp 173-187.

[4] ŠÚTOR, J., 1998. Monitorovanie, spracovávanie a interpretácia zásob vody v zóne aerácie pokryvnej vrstvy Žitného ostrova, Výskumná správa z monitoringu za roky 1989-1997, ÚH SAV, April 1998, zv. I. až zv. III., 300 s.

[5] ŠÚTOR, J.,1999. Water storage monitoring in the aeration zone of soil and its interpretation. In: *Pollution and Water Resources Columbia University Seminar Proceedings*. Vol. XXX., „Environmental Protection of Soil and Water Resources“, pp152–159, ISBN 80-967808-7-5.

Kontakty na autora

1 Ústav hydrológie SAV, Račianska 75, 831 02 Bratislava,
e-mail: sutor@uh.savba.sk, stekauer@uh.savba.sk