

GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

51

1999

1

Július Šútor, Štefan Rehák***

KVANTIFIKÁCIA ZÁSOB VODY V ZÓNE AERÁCIE PÔD ŽITNÉHO OSTROVA

J. Šútor, Š. Rehák: Quantification of the water storage in the soil aeration zone of the Žitný ostrov. *Geografický časopis*, 51, 1999, 1, 8 figs., 6 tabs., 16 refs.

The presented study is dedicated to assessment of water storage in unsaturated zone of soils of the natural environment of Žitný ostrov as the water resource supplying the vegetation cover. The method used for calculation is based in existing information on classification of soil types in the region, depth of soil or thickness of its non-aquiferous layer, depth of the ground water level and on an independent procedure of assessed point characterising the moisture-retentive lines of single soil classes. The quoted comparison was made to confirm applicability of the used methodology.

Key words: soil water, soil hydrology, monitoring of soil water

ÚVOD

Oblasť litosféry medzi povrchom pôdy a prvým horizontom podzemnej vody, resp. jej hladinou, má charakter trojfázového systému. Je zložený z pevnej fázy jemno až hrubo disperzného zrnitostného zloženia, ktoré vytvára štruktúru pórovitého prostredia s fyzikálne definovanými charakteristikami. V póroch prostredia sa vyskytuje voda v rôznych formách vzhľadom na skupenstvo a jej väzbu s pevnou fázou. Jej energetická väzba je jednoznačne kvantifikovaná vlhkovou retenčnou čiarou. Plynná fáza zapĺňa priestory pórov spolu s vodou do hodnoty plnej pórovitosti-

* Ústav hydrológie SAV, Račianska 75, 838 68 Bratislava,

** Výskumný ústav meliorácii a krajinného inžinierstva, Vrakunská 29, 825 63 Bratislava

ti, čiže zaplňa tú časť pórov, ktorá je vodou nenasýtená. Z tohto aspektu takto vymedzená oblasť litosféry nesie názov zóna aerácie, resp. nenasýtená zóna. Z uvedeného je zrejme, že sa jedná o synonymum pre pomenovanie tej istej časti litosféry. V prípade neprítomnosti hladiny podzemnej vody sa za dolnú hranicu považuje hĺbka obratu infiltrovanej vody na spotrebu v procese evapotranspirácie, resp. vybraná hĺbka pod povrchom pôdy ako referenčná úroveň.

Objem vody, vyskytujúci sa v nenasýtenej zóne pôdy, zodpovedá sústredeniu (akumulácii) vody v rámci mikroštruktúry zložiek hydrologického cyklu, ktorý predstavuje vodný zdroj pre vegetačný kryt (Šútor, 1991b) záujmového územia. Tento zdroj vody má obnoviteľný charakter v súvislosti s cykličnosťou zložiek vodnej bilancie, resp. zložiek hydrologického cyklu.

Antropogenická aktivita v krajine má na dynamiku tohto vodného zdroja priamy vplyv, či už po stránke kvantitatívnej alebo kvalitatívnej. V regióne Žitného ostrova má dominantný vplyv poľnohospodárska činnosť a v posledných rokoch uvedenie do prevádzky VD Gabčíkovo, a to cez zmeny režimu podzemných vôd, t.j. cez zmeny polohy jej hladiny a amplitúdy kolísania. Aké sú tieto zásoby vody v zóne aerácie pôd prírodného prostredia Žitného ostrova? Predkladaná štúdia je venovaná odpovedi na túto otázku.

METODICKÝ POSTUP

Objektívna metóda pre zhodnotenie 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. Monitoring chodu obsahu vody v zóne aerácie pôdy na výmere pôdohospodárskeho pôdneho fondu (ako celku) na území Slovenska nebol a ani nie je zavedený. Sporadické informácie sú publikované v rámci riešenia výskumných úloh z oblasti závlhového hospodárstva, ekológie, hydrológie a pedológie. Pomerne systematický monitoring zásob vody v nenasýtenej zóne pôd je od roku 1989 organizovaný v súvislosti s výstavbou a uvedením do prevádzky VD Gabčíkovo. Avšak ani tento organizovaný monitoring nie je postačujúci, aby pre celú rozlohu Žitného ostrova zabezpečil údaje pre stanovenie zásob vody v zóne aerácie pôd tohoto regiónu.

Kvantifikáciu zásob vody v nenasýtenej zóne pôdy môžeme realizovať aj nepriamym postupom (Šútor, 1991). Tento metodický spočíva v nasledovnom:

Vlhkostná retenčná čiara (ďalej len VRČ) pôdy kvantifikuje vzťah medzi objemovou vlhkosťou a jej energetickou väzbou s pevnou fázou pôdy, t.j. $\Theta = F(h_w)$, kde Θ je obsah vody v pôde vyjadrený v (%obj.) a h_w vlhkosťný potenciál pôdy vyjadrený tlakovou výškou vodného stĺpca (cm). Inými slovami, kvantifikuje retenčné vlastnosti pôdy vzhľadom na vodu. Jednotlivé body VRČ možno použiť na analýzu stavu vody v pôde, vzhľadom na jej fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti. Pre posudzovanie interakcie vegetačného krytu s vyššie uvádzaným zdrojom vody, resp. zásobami vody v zóne aerácie pôdy, sú na základe konvencie (Kutílek, 1978) vybrané nasledovné charakteristické body VRČ:

- 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),
- 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 prevzdušnenosť pôdy je ešte postačujúca pre vývoj rastlinného krytu) z definície vyplýva, že tento stav vody v pôde nezodpovedá rovnovážnemu stavu, preto mu prislúcha uvedený interval vlhkosťného potenciálu (pre piesčité pôdy $pF=2$, hlinité pôdy $pF=2,47$ a pre ílovité pôdy $pF=2,7$).

Na základe uvedeného možno uzavrieť, že disponibilný zdroj pôdnej vody pre biosféru je objem vody v zóne aerácie pôdy, ktorý zodpovedá intervalu energetickej väzby vody s pevnou fázou pôdy medzi poľnou vodnou kapacitou (PVK) a bodom vädnutia (BV).

V tejto súvislosti je potrebné pripomenúť ešte nasledovné: obsah vody v nenasýtennej zóne pôdy medzi bodom PVK a BV, t.j. (PVK-BV), je existenčným intervalom obsahu vody pre rastlinný kryt na danom stanovišti územia, pretože v tomto intervale je voda v nenasýtennej 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.

V ďalšom metodickom postupe sa kvantifikácia zásob vody v zóne aerácie pôd prírodného prostredia Žitného ostrova zameriava na jej hodnoty zodpovedajúce týmto bodom, t.j. BV, BZD a PVK.

Na základe uvedeného je pre výpočet objemu vody v zóne aerácie pôdy v pokryvnej vrstve Žitného ostrova, v súlade s navrhovaným metodickým postupom žiadúce mať k dispozícii tieto parametre a charakteristiky:

- mocnosť pokryvnej vrstvy,
- mocnosť nenasýtennej zóny pôdy,
- výmeru poľnohospodárskej a lesnej pôdy a participácia pôdných druhov na tejto výmere,
- vlhkosťné retenčné čiary pre jednotlivé pôdne druhy a ich charakteristické body, t.j. hydrolimity PVK, BZD a BV.

a) Mocnosť pokryvnej kvartérnej vrstvy

Na akumulovaný objem vody v zóne aerácie pôdy má vplyv jej mocnosť (hrúbka) a priestorová rozľahlosť pokryvnej vrstvy. V podmienkach prírodného prostredia Žitného ostrova pokryvná vrstva, resp. kvartérny horizont, má z hydrologického hľadiska mimoriadny význam. Retenčné vlastnosti jeho pórovitého prostredia, vyjadrené vlhkosťnou retenčnou čiarou, sú niekoľko rádov vyššie ako v štrkonosnom horizonte. Z tohoto aspektu zóna aerácie pokryvnej vrstvy, v zmysle jej definície formulovanej v úvode, predstavuje jej maximálne dimenzie v podmienkach Žitného ostrova. Z toho dôvodu prvým prístupom k stanoveniu jej mocnosti je kvantifikácia mocnosti kvartérneho horizontu.

S využitím mapy rajonizácie prírodného prostredia Žitného ostrova (mapa VÚZH) podľa hĺbky rozhrania pokryvná vrstva - štrkonosný horizont pod povrchom

pôdy v mierke 1:50 000 bol zvolený nasledovný postup na určenie mocnosti zóny aerácie pôdy. Na uvedenej mape bolo vytvorených 6 transverzál, pozdĺž ktorých bola v ekvidistančných vzdialenostiach stanovená hĺbka rozhrania pokryvná vrstva - štrkový horizont. Ide o nasledovné transverzály:

1. Rez A - A⁺ : Dunajská Lužná - Nový Život (dĺžka 24 km),
2. Rez B - B⁺ : Lehnice - Blahová (dĺžka 20 km),
3. Rez C - C⁺ : Kostolné Kračany-Dunajská Streda (dĺžka 22,85 km),
4. Rez D - D⁺ : Gabčíkovo (dĺžka 24 km),
5. Rez E - E⁺ : Pastúchy (dĺžka 20 km),
6. Pričný rez : Biskupické rameno - Šamorín - Baka - Baloň (dĺžka 54 km).

Situačný náčrt vytýčených transverzál v prírodnom prostredí Žitného ostrova sa uvádza na obr. 1.

Grafická schématická priebehu rozhrania vo vertikálnej rovine pozdĺž transverzál A-A⁺ sa uvádza na obr. 2. Štatistické charakteristiky súborov údajov o hĺbke rozhrania pre jednotlivé rezy pozdĺž vytýčených transverzál obsahuje tab. 1.

Tab. 1. Štatistické charakteristiky súborov údajov o hĺbke rozhrania pôdneho pokryvu so štrkovým horizontom pozdĺž vytýčených transverzál

Štatistické charakteristiky	Rez					
	A-A ⁺	B-B ⁺	C-C ⁺	D-D ⁺	E-E ⁺	F-F ⁺
str. hodnota	1.70	1.71	2.44	2.47	2.65	2.48
chyba str. hod.	0.105	0.087	0.106	0.094	0.106	0.062
medián	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5	2.5
modus	1.5	1.5	3.5	2.5	3.5	3.5
sm. odchýlka	1.031	0.780	1.016	0.846	0.930	0.903
rozptyl výberu	1.064	0.610	1.031	0.716	0.859	0.815
špicatosť	-0.582	0.465	-1.426	-0.989	-1.357	-1.506
šikmosť	0.981	1.096	-0.274	-0.270	-0.484	-0.110
rozdiel min-max	2.75	2.70	2.80	2.65	2.60	2.75
minimum	0.75	0.80	0.70	0.85	0.90	0.75
maximum	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
súčet	164.800	136.650	224.800	197.300	201.600	533.550
počet	97	80	92	80	76	215
vierohodnosť (90%)	0.208	0.171	0.207	0.185	0.208	0.121
CV	0.606	0.456	0.416	0.342	0.35	0.364

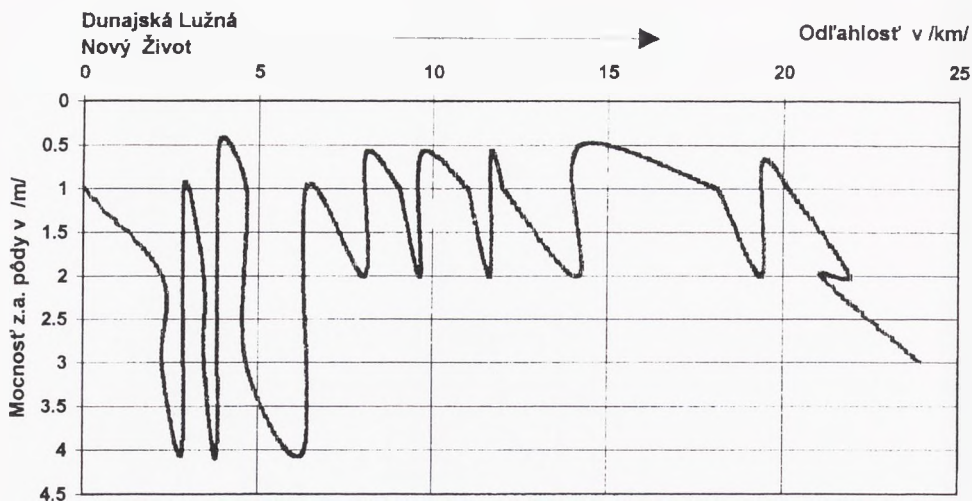
Uvedené rezy vo vertikále pokryvnej vrstvy o celkovej dĺžke 162 km dávajú predstavu o jej mocnosti. Uvedené hodnoty mocnosti pokryvnej vrstvy sú platné len pre uvedené rezy a ich zovšeobecnenie pre celú plochu Žitného ostrova by bolo zavádzajúce. Pre presné plošné zobrazenie je nutná digitalizácia reliéfu pôdy a tak-
tiež rozhrania pokryvná vrstva - štrkový horizont.

b) Mocnosť nenasýtenej zóny pôdy Žitného ostrova

Druhý metodický prístup k stanoveniu mocnosti zóny aerácie pôdy v zmysle jej definície (uvedenej v úvode tejto štúdie), kde prienik kolísajúcej hladiny podzemnej



Obr. 1. Situačný náčrt vytýčených transverzál v prírodnom prostredí Žitného ostrova.



Obr. 2. Schematizácia hĺbky rozhrania pôdneho pokryvu so štrkovým horizontom pozdĺž vytyčenej transversály A-A⁺.

vody s pokryvnou vrstvou predstavuje jej dolnú hranicu, je nasledovný. V správe Fulajtára (1993) z monitoringu pôdy a poľnohospodárstva v podmienkach Žitného ostrova sa uvádzajú priemerné hodnoty hĺbky hladiny podzemnej vody za roky 1984 až 1990 na 50-tich stanovištiach Žitného ostrova. Priemerná hodnota mocnosti zóny aerácie pre mesiac marec a roky 1984 až 1990 je 3,38 m a pre vegetačné obdobie apríl až september 3,32 m. Tento metodický postup je založený na predpoklade, že hladina podzemnej vody sa na všetkých uvažovaných stanovištiach nachádza v pokryvnej vrstve, t.j. v kvartérom horizonte. Je zrejmé, že v tomto spočíva nedostatok uvedeného metodického postupu.

Významným metodickým prístupom k stanoveniu mocnosti zóny aerácie pôdy je prístup tretí. Tento je daný pedologickým prieskumom a stanovuje hĺbku pôdy. V práci Hraška - Bedrnu (1988) sa pre oblasť Žitného ostrova uvádza hĺbka pôdy 100 cm. Hlinité substráty siahajú až do rozhrania pokryvná vrstva - štrkový horizont.

Vzhľadom na vyššie uvedené výsledky určenia mocnosti zóny aerácie v podmienkach Žitného ostrova možno konštatovať, že ak pre výpočet disponibilných zásob vody v zóne aerácie budeme brať do výpočtu mocnosť $L = 150$ cm, nedopúšťame sa nekorektnosti. Celkom reálne sa dá očakávať, že ak sa bude postupovať pre tento výpočet z digitálnych máp reliéfu povrchu pôdy, reliéfu rozhrania pokryvná vrstva - štrkový vodonosný horizont a priebehov hladín podzemnej vody, hodnoty mocnosti zóny aerácie budú vyššie.

Pri uvedenej analýze sú urobené zjednodušené predpoklady čo sa týka využiteľnosti zásob vody v zóne aerácie pôdy rastlinným krytom. Mocnosť zóny aerácie je v území Žitného ostrova uvažovaná 150 cm a je zrejmé, že koreňový systém rastlinného krytu sa počas vegetačného obdobia mení (Novák, 1995) a nie je možné jednoznačne tvrdiť, že odber vody sa realizuje po celej výške profilu. Na druhej strane je však známe, že koreňový systém v horizonte výskytu vytvára odberom vody nerov-

novážny stav vzhľadom na bezprostredné okolie a pod vplyvom takto vytvoreného gradientu vlhkostného potenciálu je tok vody do koreňovej zóny determinovaný. V prípade ak hladina podzemnej vody je na danom stanovišti plytko zaklesnutá (do 200 až 250 cm), narušená rovnováha je obnovovaná tokom vody od hladiny podzemnej vody. Pri matematickom modelovaní dynamiky zásob vody v zóne aerácie pôdy (napr. s využitím modelu GLOBAL a HYDRUS) sa uvažuje geometricky vymedzená mocnosť zóny aerácie pôdy (Šimúnek et al. 1997, Majerčák a Novák 1992) a súčasne sa berie do výpočtu geometria rozvíjajúceho sa koreňového systému počas časového obdobia, pre ktoré sa modelovanie robí.

c) Vlhkostné retenčné čiary pôd Žitného ostrova

Vlhkostné retenčné čiary pôd majú pre jednotlivé pôdne druhy charakteristický priebeh. Pre podmienky Žitného ostrova boli vzhľadom na priestorovú variabilitu parametrov pôd získané reprezentatívne vlhkostné retenčné čiary pre jednotlivé pôdne druhy (Šútor 1988a, Šútor a Majerčák 1988b) klasifikované podľa kritérií Nováka. Pre zjednodušenie problému a berúc do úvahy % zatúpenia pôdných druhov na celkovej výmere pôd (obr. 3) sa vytvorili pre podmienky pôd Žitného ostrova 4 skupiny.

Sú to :

1. Lahké pôdy (piesočnaté a hlinito piesočnaté)
2. Stredne ťažké pôdy (piesočnato-hlinité a hlinité)
3. Ťažké pôdy (ílovito-hlinité)
4. Veľmi ťažké pôdy (ílovité pôdy a íl).

Pre takto vytvorené skupiny pôd boli priradené vlhkostné retenčné čiary a z nich zodpovedajúce hodnoty hydrolimitov, t.j. PVK, BZD a BV, ktoré sa uvádzajú v tab. č. 2.

Tab. 2. Hodnoty charakteristických bodov vlhkostných čiar, t.j. BV, BZD a PVK, pôd Žitného ostrova

Druh pôdy	Hydrolimity pôdy v % obj.		
	BV	BZD	PVK
pôdy ľahké	8.9	14.87	27.31
pôdy stredne ťažké	14.77	21.21	32.03
pôdy ťažké	18.24	25.24	34.74
pôdy veľmi ťažké	34.02	24.41	42.77

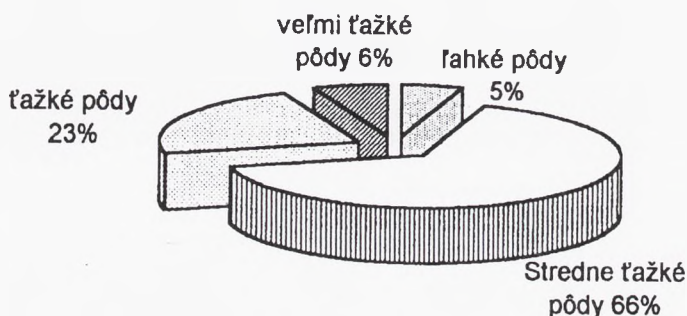
d) Výmera pôdohospodárskej pôdy.

Hydrofyzikálne charakteristiky pôd Žitného ostrova sú spracované vo forme reprezentatívnych hodnôt pre jednotlivé pôdne druhy (Šútor 1988, Šútor-Majerčák, 1988). Aby sme ich mohli využiť pre výpočet zásob vody v zóne aerácie pôd pre celkovú ich výmeru v podmienkach Žitného ostrova, je nutné poznať ich výmeru pre každý pôdny druh.

Pôdne druhy a ich výmera v podmienkach Žitného ostrova v ha:

1. Lahké pôdy	5%	7 197,65 ha
2. Stredne ťažké pôdy	66%	95 088,99 ha
3. Ťažké pôdy	23%	33 199,19 ha
4. Veľmi ťažké pôdy	6%	8 637,02 ha
S p o l u	100%	149 953,18 ha

Podiel pôdných druhov na celkovej výmere pôd je znázornený na obr. 3.



Obr. 3. Participácia pôdných druhov na celkovej výmere pôd Žitného ostrova v percentuálnom vyjadrení.

STANOVENIE ZÁSOB VODY V ZÓNE AERÁCIE PÔD ŽITNÉHO OSTROVA UVEDENOU METODIKOU

Po špecifikovaní parametrov a charakteristík prírodného prostredia Žitného ostrova, ktoré sa uvádzajú vyššie, sú pre výpočet obsahu vody v zóne aerácie pôd pre uvedenú výmeru a druhovú skladbu pôd Žitného ostrova, mocnosť zóny aerácie pôd 150 cm a hodnoty hydrolimitov PVK, BZD a BV uvedených v tab. 2 kvantifikované potrebné údaje.

Pri výpočte zásob vody v zóne aerácie pôdy sa vychádza z objemovej vlhkosti pôdy, t.j. 1% obj.vlh. = 1 mm výšky vodného stĺpca (ďalej len mm v.v.s.). Potom pre plochu 10 dm x 10 dm = 1 m² s jednomilimetrovou vrstvou vody sa rovná objemu 1 dm³, t.j. 1 litru vody. Postupný výpočet obsahu vody v zóne aerácie od povrchu pôdy z=0 až do vybranej hĺbky so základňou 1 m² dáva objem vody v litroch. Prenásobením počtom m² prislúchajúcich 1 ha a delením 1000 litrami sa dostáva vyjadrenie objemu vody v m³ na 1 ha.

Uvedeným postupom boli stanovené objemy vody v zóne aerácie pôd prírodného prostredia Žitného ostrova, a to pre mocnosť zóny aerácie $\Delta z = 0-30\text{cm}$, $0-80\text{cm}$, $0-100\text{cm}$ a $0-150\text{cm}$. Výsledky sa uvádzajú v tab. 3 až 6.

Tab. 3. Objem vody v zóne aerácie pôd ŽO pre mocnosť $z = 0-30$ cm

Druh pôdy	Hydrolimity pôd			Výmera v ha	Objem vody v zóne aerácie v rpre hydrolimity		
	PVK	BZD	BV		PVK	BZD	BV
ľahké	27.31	14.87	8.9	7 197.65	5 897 035.46	3 210 872.11	1 921 772.81
stredne ťažké	32.03	21.21	14.77	95 008.99	91 294 141.37	60 454 222.25	42 098 484.80
ťažké	34.74	25.24	18.24	33 109.19	34 506 401.99	25 070 281.70	18 117 350.96
veľmi ťažké	42.77	34.02	24.41	8 637.18	11 082 366.94	8 815 106.93	6 325 007.65
sumár				143 953.02	142 779 945.76	97 550 482.99	68 462 616.22

Tab. 4. Objem vody v zóne aerácie pôd ŽO pre mocnosť jej horizontu $z = 0-80$ cm

Druh pôdy	Hydrolimity pôd			Výmera v ha	Objem vody v zóne aerácie v rpre hydrolimity		
	PVK	BZD	BV		PVK	BZD	BV
ľahké	27.31	14.87	8.9	7 197.65	15 725 437.90	8 562 325.63	5 124 727.51
stredne ťažké	32.03	21.21	14.77	95 008.99	243 451 043.70	161 211 259.30	112 262 626.10
ťažké	34.74	25.24	18.24	33 109.19	92 017 071.96	66 854 084.52	48 312 935.88
veľmi ťažké	42.77	34.02	24.41	8 637.18	29 552 978.51	23 506 951.81	16 866 687.60
sumár				143 953.02	380 746 532.07	260 134 621.26	182 566 977.09

Tab. 5. Objem vody v zóne aerácie pôd ŽO pre mocnosť jej horizontu $z = 0-100$ cm

Druh pôdy	Hydrolimity pôd			Výmera v ha	Objem vody v zóne aerácie v rpre hydrolimity		
	PVK	BZD	BV		PVK	BZD	BV
ľahké	27.31	14.87	8.9	7 197.65	19 656 782.15	10 702 907.04	6 405 908.50
stredne ťažké	32.03	21.21	14.77	95 008.99	285 311 997.00	201 514 074.20	140 328 278.20
ťažké	34.74	25.24	18.24	33 109.19	115 021 326.10	83 567 605.66	60 391 162.56
veľmi ťažké	42.77	34.02	24.41	8 637.18	36 941 218.86	29 383 689.76	21 083 356.38
sumár				143 953.02	456 931 324.11	325 168 276.66	228 208 705.64

Tab. 6. Objem vody v zóne aerácie pôd ŽO pre mocnosť jej horizontu $z = 0-150$ cm

Druh pôdy	Hydrolimity pôd			Výmera v ha	Objem vody v zóne aerácie v rpre hydrolimity		
	PVK	BZD	BV		PVK	BZD	BV
ľahké	27.31	14.87	8.9	7 197.65	29 485 177.32	16 054 360.56	9 608 864.08
stredne ťažké	32.03	21.21	14.77	95 008.99	456 470 706.90	302 271 111.20	210 492 424.00
ťažké	34.74	25.24	18.24	33 109.19	172 532 009.90	125 351 408.50	90 586 754.78
veľmi ťažké	42.77	34.02	24.41	8 637.18	55 411 834.71	44 075 534.64	31 625 038.23
sumár				143 953.02	713 899 728.83	487 752 414.90	342 313 081.09

Záujem o chody obsahu vody v zóne aerácie pôdy v záujmovom regióne majú odborníci z oblasti ekológie, hydrológie, geografie, závlahového hospodárstva, krajinného inžinierstva a z oblasti ochrany podzemných vôd. Pre zohľadnenie ich speci-

lických požiadaviek sa stanovenie obsahu vody robilo pre uvedené štyri horizonty zóny aerácie pôdy.

Od roku 1990 až do konca roka 1997 sa na kvantifikovanie dopadu VD Gabčíkovo na prírodné prostredie Žitného ostrova, okrem iného, organizoval aj priamy monitoring obsahu vody v jednotlivých horizontoch zóny aerácie pôdy (Šútor, 1991 Šútor, 1993 Rehák, 1993 Petrovič - Džuppová, 1995 Šoltész, 1993). Obsah vody sa monitoroval v 10 cm horizontoch od povrchu pôdy až do hĺbky spravidla 200 cm. Ak rozkryv hladiny podzemnej vody, resp. rozhranie pokryvná vrstva-vodonosný štrkový horizont zasahovali do uvedeného 200 cm horizontu zóny aerácie, potom meranie obsahu vody bolo robené len do ich hĺbky pod povrchom pôdy.

STANOVENIE ZÁSOB VODY V ZÓNE AERÁCIE PÔD NA VYBRANÝCH STANOVIŠTIACH ŽITNÉHO OSTROVA A PRIAMYM MONITORINGOM

Pre previerku získaných hodnôt objemu vody v pôdach Žitného ostrova, zodpovedajúcich vybraným bodom vlhkostnej retenčnej čiary, t.j. bodu vädnutia (BV), bodu zníženej dostupnosti (BZD) a bodu poľnej vodnej kapacity (PVK), sa vybrali lokality, kde bol vyššie uvedený monitoring vykonaný. Vybrané lokality sú relevantné k pôdnym druhom, pre ktoré sa robil výpočet obsahu vody v zóne aerácie pôdy predloženou metodikou. Je potrebné ešte pripomenúť, že pre previerku vypočítaných a monitoringom získaných hodnôt sa v ďalšom robí porovnanie pre mocnosť zóny aerácie pôdy 100 cm.

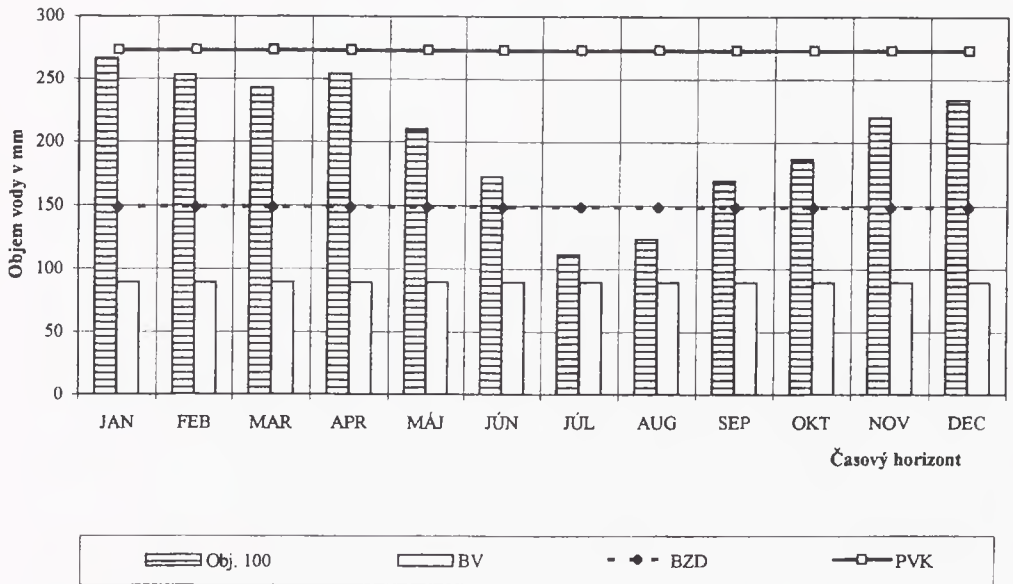
Za reprezentanta ľahkých pôd (piesočnatých a hlinito piesočnatých pôd) bola vybraná lokalita Zlatná na Ostrove, za stredne ťažké pôdy (piesočnato-hlinité a hlinité) lokalita Trstená, za ťažké pôdy (ílovito-hlinité pôdy) lokalita Klúčovec a za ílovité pôdy (ílovité pôdy a íl) lokalita Kráľovská lúka.

Vizualizácia monitoringom získaných priemerných mesačných hodnôt obsahu vody v zóne aerácie pôd na vyššie uvedených vybraných lokalitách Žitného ostrova spolu s uvedením hodnôt zodpovedajúcich vybraným hydrolimitom, t.j. BV, BZD a PVK, stanovených vyššie predloženou metodikou pre rok 1994 a mocnosť z.a. pôdy 100 cm sa uvádza na obr. 4 až 7.

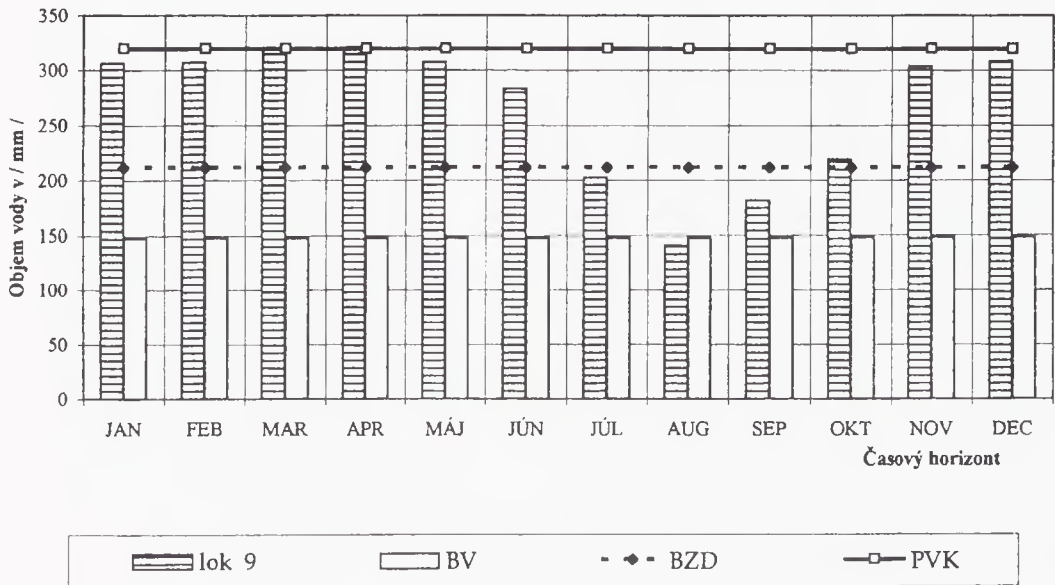
V tab. 4 až 7 sa uvádzajú výpočtom stanovené objemy vody v jednotlivých horizontoch zóny aerácie pôd pre tri charakteristické body vlhkostnej retenčnej čiary. Vynára sa však otázka, ktoré objemy vody v z.a. pôd prírodného prostredia Žitného ostrova stanovené predkladanou metodikou sú reálne. Pre odpoveď na túto otázku boli priemerné mesačné hodnoty obsahu vody v z.a. pôd získané monitoringom spracované štatisticky a získali sa priemerné ročné hodnoty objemu vody, a to pre relevantné štyri pôdne druhy reprezentované vyššie uvedenými lokalitami Žitného ostrova. Vizualizácia objemov vody získaných pre jednotlivé hydrolimity uvedených pôdných druhov a mocnosť z.a. pôdy 100 cm spolu s objemami vody získanými priamym monitoringom na relevantných lokalitách sa uvádza na obr. 8.

ZÁVERY A DISKUSIA

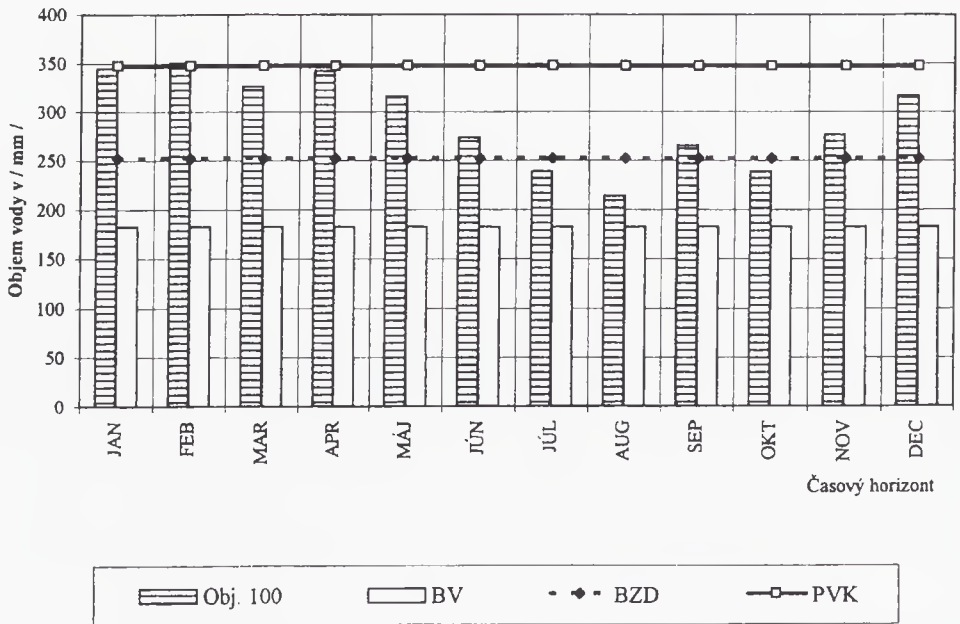
Objemy vody v zóne aerácie pôd prírodného prostredia Žitného ostrova, stanovené predloženou výpočtovou metodikou pre mocnosť z. a. pôdy 30, 80, 100 a 150 cm,



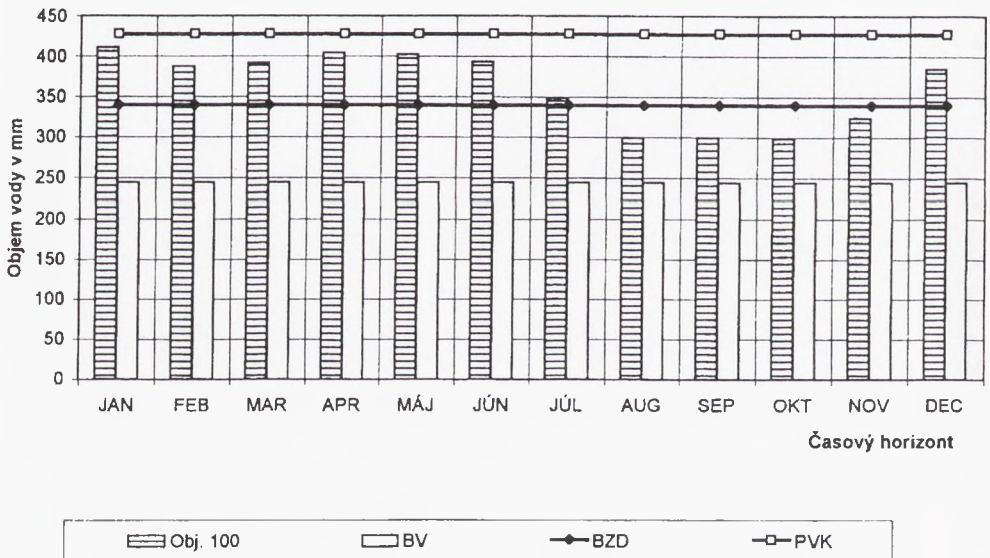
Obr. 4. Mesačné priemery obsahu vody v zóne aerácie pôdy spolu s vizualizáciou obsahu vody zodpovedajúcim hydrolimitom, pre lok. Zlatná na Ostrove, rok 1994, mocnosť z.a. pôdy 100cm.



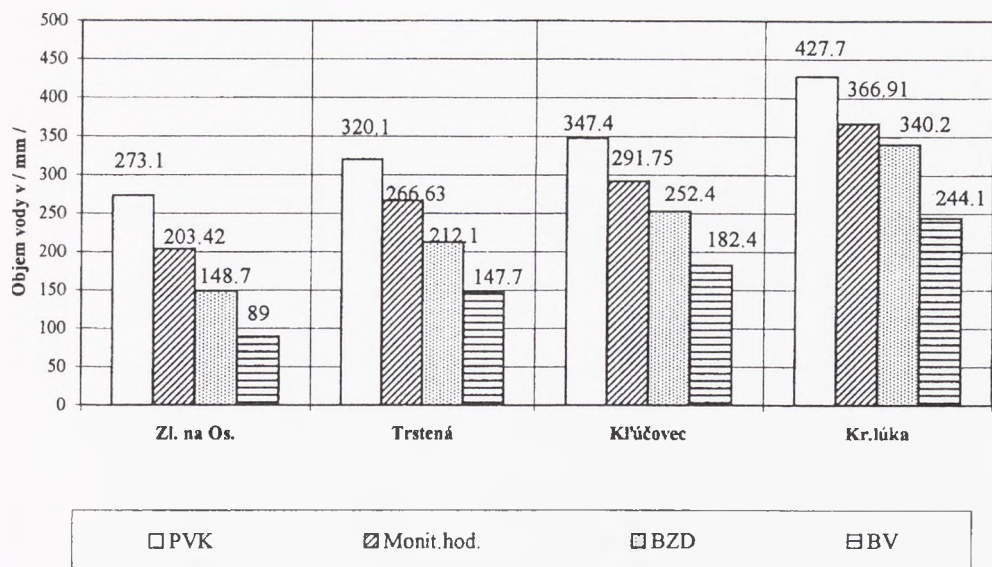
Obr. 5. Mesačné priemery obsahu vody v zóne aerácie pôdy spolu s vizualizáciou obsahu vody zodpovedajúcemu hydrolimitom pre lok. Trstená na Ostr., rok 1994, mocnosť z.a. pôdy 100cm.



Obr. 6. Mesačné priemery obsahu vody v zóne aerácie pôdy spolu s vizualizáciou obsahu vody zodpovedajúcemu hydrolimitu pre lok. Klúčovec, rok 1994, mocnosť z.a. pôdy 100 cm.



Obr. 7. Mesačné priemery obsahu vody v zóne aerácie pôdy spolu s vizualizáciou obsahu vody zodpovedajúcemu hydrolimitu pre lok. Kráľovská lúka, rok 1994, mocnosť z.a. pôdy 100 cm.



Obr. 8. Vypočítané priemerné ročné hodnoty obsahu vody v zóne aerácie pôdy spolu so zodpovedajúcou hodnotou získanou monitoringom pre dané lokality Žitného ostrova, rok 1994, mocnosť z. a. pôdy 100 cm.

sa uvádzajú v tab. č. 3 až 6. Previerka vypočítaných hodnôt spracovaním údajov z monitoringu sa uvádza len pre hĺbku 100 cm, a to z dôvodov rozsiahlosti materiálov dokumentujúcich výpočty pre všetky štyri výpočtové horizonty.

Priemerné mesačné hodnoty objemu vody v z. a. pôdy o mocnosti 100 cm a štyri lokality relevantné k pôdnym druhom územia pre ktoré bol robený výpočet sú vizualizované na obr. 3 až 6. Tieto výsledky ukazujú, že spomínaná cykličnosť tvorby zásob vody v z. a. pôdy v rámci hydrologického cyklu počas roka je približne dodržaná. To dokumentuje porovnanie priemerných mesačných hodnôt objemu vody pre mesiac január a december na uvedených obr. 4 až 7.

Porovnanie integrálnych hodnôt obsahu vody v z. a. pôdy o mocnosti 100 cm, vypočítaných pre hydrolimity BV, BZD a PVK a spracovaných údajov monitoringu pre uvedené lokality, je vizualizované na obr. 8. Z uvedeného porovnania možno konštatovať, že pre región Žitného ostrova vypočítané hodnoty s monitorovanými sú reálne pre interval hodnôt obsahu vody medzi BZD a PVK.

Na základe predložených výsledkov možno konštatovať, že predložená metodika výpočtu objemu vody v zóne aerácie pôdy z charakteristík pôd územia sumarizovaných v anotácii tejto štúdie je dostatočne preverená jej aplikáciou na prírodné prostredie Žitného ostrova.

LITERATÚRA

FULAJTÁR, E. a kol. (1991). *Súhrnné hodnotenie monitorovania východiskového stavu pôd a poľnohospodárstva na území dotknutom výstavbou VD Gabčíkovo*. Záverečná správa, Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, Bratislava.

- HRAŠKO, J., BEDRNA, Z. (1988). *Aplikované pôdoznanectvo*. Bratislava (Príroda).
- KUTÍLEK, M. (1971). Ekologická klasifikácia pôdnej vlhkosti. *Vodní hospodářství*, 21, 250-256.
- KUTÍLEK, M. (1978). *Vodohospodářská pedologie*. Praha (SNTL a ALFA).
- MAJERČÁK, J., NOVÁK, V. (1992). Simulation of the soil water dynamics in the root zone during the vegetation period. I. Simulation model. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 40, 299-315.
- NOVÁK, V. (1995). Evapotranspirácia a metódy jej merania. Bratislava, VEDA.
- NOVÁK, V., ŠÚTOR, J., MAJERČÁK, J., ŠIMUNEK, J., van GENUCHTEN (1998). Soil water regime of the site Kralovská lúka of the Žitný ostrov area as affected by the Gabčíkovo-Čunovo facility. *Acta Hydrologica Slovaca*, 14-17.
- PETROVIČ, P., DŽUPOVÁ, D. (1995). *Monitorovanie vodného režimu a hodnotenie evapotranspirácie*. Záverečná správa, VÚVH, Bratislava.
- REHÁK, Š. (1993). *Monitoring vlhkosti a vlhkostného potenciálu na lokalite Lehnice v roku 1993*. Výskumná správa, VÚZH, Bratislava.
- ŠIMUNEK, J., HUANG, K., ŠEJNA, M., M.Th. van GENUCHTEN, MAJERČÁK, J., NOVÁK, V., ŠÚTOR, J. (1997). *The HYDRUS-ET software ackage for simulating the one-dimensional movement of water, heat and multiple solutes in variably -saturated media. version 1.1*. 1997. Institute of Hydrology S.A.S., Bratislava and U.S. Salinity Laboratory, Riverside.
- ŠOLTÉSZ, A. (1993). *Projekt monitorovania prírodného prostredia územia dotknutého výstavbou VD Gabčíkovo - spracovanie dát z monitorovacieho systému*. Výskumná správa, SvF STU, Bratislava.
- ŠÚTOR, J. (1991). *Monitorovanie, spracovanie a interpretácia vlhkosti a vlhkostného potenciálu pôdy. Projekt OS "Voda v zóne aerácie"*. KRM pri SHMÚ, Bratislava.
- ŠÚTOR, J. (1993). *Monitorovanie, spracovanie a interpretácia zásob vody v zóne aerácie pôdy pokrývanej vrstvy ŽO. Správa z monitoringu OS "Voda v zóne aerácie pôdy"*, ÚHH SAV.
- ŠÚTOR, J. (1991). Pôdna voda v systéme využiteľných vodných zdrojov. *Vodohospodársky časopis*, 39, 435-447.
- ŠÚTOR, J. (1988). *Rajonizácia hydrofyzikálnych charakteristík pôd územia Žitného ostrova*. Výskumná správa, ÚHH SAV, Bratislava.
- ŠÚTOR, J., MAJERČÁK, J. (1988). Extrapolácia nameraných hodnôt hydrofyzikálnych charakteristík pôdy v rámci daného pôdneho druhu. *Vodohospodársky časopis*, 36, 639-654.

Július Š ú t o r, Š t e f a n R e h á k

QUANTIFICATION OF WATER STORAGE IN THE SOIL AERATION ZONE OF THE ŽITNÝ OSTROV

The aeration zone of soil with its retentive and hydraulic properties participates in circulation of water in nature within hydrological cycle. The volume of water corresponds to accumulation of water which in turn represents the water resource for the biosphere of the particular territory. The nature of this water resource is reiterative in connection with the cycles of the components of water balance or the hydrological cycle and it is subject to human impact and slow global changes.

The presented study contains results of water stock assessment in aeration zone of soil in the natural environment of the Žitný ostrov area, as a water resource for vegetation cover. The method

used for calculation is based in existing information on classification of soil types in the region, depth of soil or thickness of its non-aquiferous layer, depth of the ground water level, and on an independent procedure of assessed point characterising the moisture-retentive lines of single soil classes, i.e. the wilting point (WP), point of decreased availability (PDA) and point of field capacity (FC). The water values of single soil types and thickness of aeration zone of soil in the area of Žitný ostrov obtained by calculation were compared to the monitored water content in chosen localities of this territory during one year. The quoted comparison was made to confirm applicability of the used methodology.

Fig. 1. Outline of the drawn transversal line in the environment of Žitný ostrov.

Fig. 2. Scheme of the depth of the soil cover dividing line separating the gravel horizon along the drawn transversal line A-A+.

Fig. 3. Percentage share of single soil types in total area of the soils of Žitný ostrov.

Fig. 4. Monthly means of water contents in zone of soil aeration with visualisation of water contents corresponding to hydrolimits for the locality Zlatná na Ostrove in 1994, soil zone aeration thickness 100 cm.

Fig. 5. Monthly means of water contents in zone of soil aeration with visualisation of water contents corresponding to hydrolimits for the locality Trstená na Ostrove in 1994, soil zone aeration thickness 100 cm.

Fig. 6. Monthly means of water contents in zone of soil aeration with visualisation of water contents corresponding to hydrolimits for the locality Klíčovec in 1994, soil zone aeration thickness 100 cm.

Fig. 7. Monthly means of water contents in zone of soil aeration with visualisation of water contents corresponding to hydrolimits for the locality Královská lúka in 1994, soil zone aeration thickness 100 cm.

Fig. 8. Calculated annual means of water contents in zone of soil aeration with the corresponding value obtained by the monitoring of the given localities of Žitný ostrov, in 1994, soil zone aeration thickness 100 cm.

Tab. 1. Statistics of the data sets on the depth of the soil cover dividing line separating the gravel horizon along the drawn transversal lines.

Tab. 2. Values of the characteristic points of moisture line i.e. BV, VZD and PVK, soils of Žitný ostrov.

Tab. 3. Water volume in zone of soil aeration of ŽO for the $z=0-30$ cm horizon thickness.

Tab. 4. Water volume in zone of soil aeration of ŽO for $z=0-80$ cm horizon thickness.

Tab. 5. Water volume in zone of soil aeration of ŽO for $z=0-100$ cm horizon thickness.

Tab. 6. Water volume in zone of soil aeration of ŽO for $z=0-150$ cm horizon thickness.

Translated by H. Contrerasová