

VODNÁ BILANCIA MOKRADE ZELIENKA

M. Juráková, J. Skalová

Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta STU, Bratislava

skalova@svf.stuba.sk

ABSTRACT

The wetlands of the Záhorská Lowland are considered as the rare and relict communities and belong to the most threatened ecosystems of the Slovakia. The most common type of wetland biotopes is fen alder wood, fens and fen meadows. The wetland of National Nature Reserve Zelienska is representative example of the many inter-dune wetlands, situated in the Protected Landscape Area Záhorie.

Hydrologic conditions are important for the maintenance of a wetland's structure and function and affect many abiotic factors. Hydrologic status of a given wetlands can be assessed by the factors such as the balance between the inflows and outflows of water, the surface contours of the landscape, subsurface soil, geology and groundwater conditions.

The balance between the inflows and outflows of water defines the water budget of the wetlands. In the following paper can be seen evaluation of the hydrologic condition and quantification of the particular components entering into the water budget in case of the peatbog Zelienska. We used the methodology published by Tomlain and Penman for determination of values of evapotranspiration.

By multilinear regression it was found out degree of relationship between elements of water balance equation. We used regression coefficients for calculating of water level change.

KEY WORDS

wetland, peatbog, wetland hydrology, water budget of the wetland, evapotranspiration, multilinear regression

ÚVOD

V súčasnej dobe sa do popredia záujmu dostáva otázka ochrany a múdreho využívania mokradí. Veľmi aktuálna je aj obnova zaniknutých a poškodených mokrad'ových lokalít. Slovenská republika, ktorá sa stala zmluvnou stranou Ramsarskej konvencie ako súčasť bývalej Československej federatívnej republiky 2. júla 1990 a plní úlohy samostatného členského štátu od svojho osamostatnenia 1. januára 1993, sa zaviazala chrániť svoje mokrade a zabezpečiť ich múdre využívanie. Mokrade patria k najproduktívnejším a najbohatším ekosystémom na Zemi, významná je vodohospodárska funkcia mokradí, ich funkcia pri znižovaní účinkov záplav, zachytávaní sedimentov, čistení znečistených vôd, stabilizácii miestnej klímy, poskytovaní možností na rekreáciu. Sú zdrojom povrchovej a pozemnej vody.

Takisto mokrade Záhorskej nížiny sú považované za veľmi vzácne až reliktné spoločenstvá. Hoci nie sú veľkoplošne rozšírené, ich význam z hľadiska biodiverzity a ekologickej funkcie ďaleko presahuje ich reálnu rozlohu. Z hľadiska ekologických podmienok sa zaraďujú k najextrémnejším ekosystémom s jedinečným mikrosvetom. Na území Záhorskej nížiny sa stretáva veľké množstvo rastlinných druhov, čo možno vysvetľovať umiestnením Záhorskej nížiny na rozhraní dvoch najväčších horských pásiem v Európe, t.j. alpského masívu a karpatského oblúku, ďalej bezprostredným susedstvom s Dunajom, ktorý spája strednú Európu s juhovýchodnou a v neposlednej rade geomorfologickou stavbou samotnej Záhorskej nížiny.

Ochrana všetkých hodnôt a funkcií mokradí sa nezaobíde bez poznania hydrologických procesov prebiehajúcich v mokradiach. Hydrológia je pravdepodobne jediným najdôležitejším rozhodujúcim činiteľom založenia a zachovania špecifických typov mokradí. Hydrologické podmienky môžu priamo

modifikovať chemické a fyzikálne vlastnosti, ako sú stupeň anoxie substrátu, pôdna salinita, vlastnosti sedimentov, dosiahnuteľnosť živín a pH, ktoré majú zase priamy vplyv na biotickú odozvu v mokradiach (Mitsch a Gosselink, 2000).

V príspevku sa zaoberáme riešením hydrologických podmienok a kvantifikáciou jednotlivých členov hydrologickej bilancie vody v rašelinisku v Národnej prírodnej rezervácii (NPR) Zelenka, ktoré bolo v roku 1980 vyhlásené za jedno z posledných zachovaných slatinných rašelinísk v medzidunovom priestore.

MATERIÁL A METÓDY

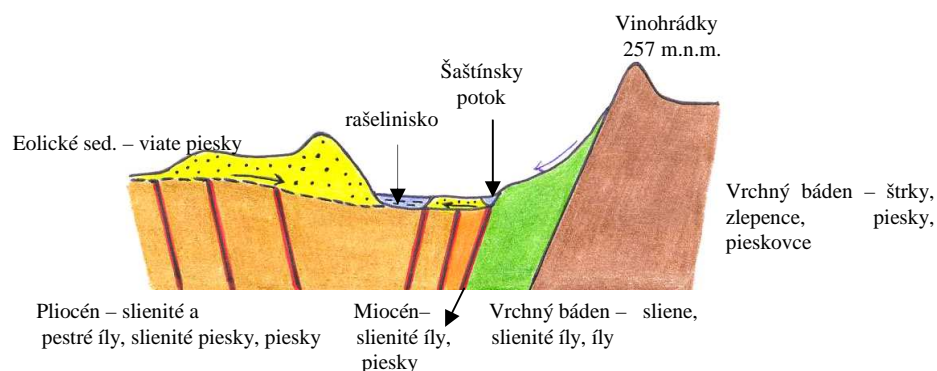
V zahraničnej literatúre je popísané množstvo modelov na riešenie hydrologických pomerov v mokrad'ových lokalitách. Mnohé z nich sú náročné z hľadiska definovania vstupných dát. Z tohto dôvodu sme použili bilančnú rovnicu vodného režimu rašeliniska. Ide vlastne o rovnicu vyjadrujúcu princíp zachovania hmoty v hydrologickom cykle rašeliniska, pričom sa vychádza z úvahy, že rozdiel pritečeného a odtečeného, resp. vypareného množstva vody v rašelinisku za určité obdobie sa musí rovnať prírastku alebo úbytku obsahu vody. Bilancia vody zahŕňa systematickú metódu kvantifikácie hlavných hydrologických komponentov.

Vodný režim rašeliniska v NPR Zelenka, kým bol nezmenený ľudským pričinením, je výsledkom viacerých činiteľov. Sú to predovšetkým geologická a tektonická stavba, pôdne a podnebné pomery. V hlavných črtách vývoj hydrologických pomerov rašeliniska usmernila geológia a tektonika starších sedimentov územia. Na tvorbe rašeliniska podieľali tri základné geologické faktory, a to v dôsledku tektoniky vysoko vyzdvihnuté neogénne podložie kvartéru (íly, slienité piesky) v celom záujmovom území, úklon nepriepustných neogénnych sedimentov v podloží eolických viatych pieskov v oblasti pieskového presypu Kobyliarka k východu, výstup neogénnych sedimentov bez kvartérneho pokryvu východne od Šaštínskeho potoka (obr.1).

Rašelinisko nie je integrovanou súčasťou rieky, s riečnym prítokom, resp. odtokom nemožno uvažovať. Maximálne je možné vziať do úvahy povrchový prítok vody do rašeliniska.

Rašelinisko sa nachádza v medzidunovom priestore, a preto je možné predpokladať, že hlavným zdrojom dotácie vody sú podzemné vody infiltrované zo zrážok do viatych pieskov v širšom okolí duny Kobyliarky. Z tohto dôvodu je možné povrchový prítok vody do rašeliniska zanedbať, v podstate je zahrnutý v podzemnom prítoku vody, na ktorý sa transformuje.

Obr. 1 Geologický rez oblasťou rašeliniska



Na základe uvedených skutočností možno bilančnú rovnicu vyjadriť v tvare:

$$\Delta H/\Delta t = Z - I - ET - \Delta H_O + \Delta H_P \quad (1)$$

kde:

$\Delta H/\Delta t$ = zmena hladiny vody v rašelinisku [mm] za jednotku času t [mesiac],

Z = mesačný zrážkový úhrn [mm],

I = mesačný úhrn intercepcie [mm],

- ET = mesačný úhrn evapotranspirácie [mm],
 ΔH_O = zmena hladiny vplyvom odtoku podzemnej vody za mesiac [mm],
 ΔH_P = zmena hladiny vplyvom prítoku podzemnej vody za mesiac [mm].

V ďalšom sa budeme venovať kvantifikácii jednotlivých členov hydrologickej bilancie. V súčasnosti sú rozpracované početné metódy merania a výpočtu evapotranspirácie. Tieto metódy sa navzájom líšia podľa toho, pre aký vyparujúci povrch sa používajú, podľa časového intervalu pre ktorý je potrebné určiť intenzitu vyparovania. Vo väčšine prípadov o tom, aká metóda sa použije, rozhoduje kvalita a množstvo dosiahnuteľných vstupných údajov potrebných pre výpočet (Novák, 1995). V rámci SR sa na výpočet hodnôt evapotranspirácie často používa metodika publikovaná Tomlainom (Tomlain, Damborská, 1999) a metodika podľa Penmana (Majerčák, Novák, 1994). Úhrny evapotranspirácie sme počítali pre obdobie od 3/2000 do 12/2002, lebo pre toto obdobie bola meraná hladina vody v rašelinisku Zelienka.

A. VARIANTA I

V tejto variante bola **evapotranspirácia počítaná metodikou publikovanou Tomlainom** (Tomlain, Damborská, 1999). Metóda výpočtu potenciálnej evapotranspirácie je založená na spoločnom riešení rovníc vodnej a energetickej bilancie, ktorú navrhli Budyko a Zubenoková a určuje sa podľa vzťahu:

$$E_0 = \rho \cdot D \cdot (q_s - q) \quad (2)$$

kde:

- E_0 = potenciálna evapotranspirácia [cm],
 ρ = hustota vzduchu ($\rho = 1,298 \cdot 10^{-3} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$),
 D = integrálny koeficient difúzie (v zime $D = 0,3 \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$, v lete $D = 0,63 \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$),
 q_s = merná vlhkosť vzduchu nasýteného vodnou parou pri teplote vyparujúceho povrchu [hPa],
 q = merná vlhkosť vzduchu v meteorologickej búde [hPa].

Postup výpočtu aktuálnej evapotranspirácie z lesnej cenózy, vychádzajúci z postupu Raunera a Fedorova, je nasledovný (Tomlain, Hrvol, 1999):

$$E_{\text{les}} = E_{\text{lúka}} \cdot \beta_E \quad (3)$$

kde:

- E_{les} = aktuálna evapotranspirácia z lesnej cenózy [cm],
 $E_{\text{lúka}}$ = aktuálna evapotranspirácia z lúky [cm], $E_{\text{lúka}} = E_0 \frac{\bar{W}}{W_0}$, (4)

- B_E = koeficient závislý od radiačného indexu sucha $\frac{B_0}{\lambda P}$, (5)

- B_0 = bilancia žiarenia zavlaženého povrchu,
 λ = merné latentné teplo vyparovania ($\lambda = 2,5 \cdot 10^3 \text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$),
 P = mesačný zrážkový úhrn [cm],
 E_0 = potenciálna evapotranspirácia [cm]
 \bar{W} = priemerná vlhkosť pôdy [cm],
 W_0 = kritická vlhkosť [cm].

Hodnoty W_0 sa menia počas roka, lebo závisia od vývojovej fázy rastlínstva a ročného chodu teploty vzduchu.

V zimnom období pre výpočet aktuálnej evapotranspirácie z lesa sa používa upravený vzťah Kuzmina (Tomlain, Hrvol, 1999):

$$E_{\text{les}} = 0,425 \cdot n \cdot d \quad (6)$$

kde:

- n = počet dní so snehovou pokrývkou v mesiaci,
d = sýtosťný doplnok [hPa].

Ďalšou významnou zložkou vstupujúcou do bilančnej rovnice je **intercepcia**. Intercepcia závisí od množstva faktorov, vrátane celkového množstva zrážok, intenzity zrážok, typu, charakteru a stupňa rozvoja vegetácie, indexu listovej pokrývnosti vegetácie (Mitsch a Gosselink, 2000). Dôležitú úlohu tu však zohráva tiež kvalita povrchu listu, hlavne ich tvar, mikromorfológia, sklon a hydrofilnosť (Novák, 1995). Na výpočet intercepce bolo použité stanovisko Dunna a Leopolda (1978), ktoré sa odvíja v závislosti od typu zalesnenia. V prípade zalesnených mokradí kolíše intercepcia v rozpätí od 8 % do 35 % z úhrnu zrážok, pričom v prípade listnatých stromov sa hodnota intercepce blíži k 13 % a v prípade ihličnatých stromov až k 28 %. Keďže prevažnú väčšinu územia v NPR Zelenka zaberá slatinná jeľšina, ktorá prechádza do brezovej dúbravy a zvyšok územia je tvorený borovicovými lesmi, uvažujeme s intercepciou rovnou 20 % zo zrážkového úhrnu.

B. VARIANTA II

V tejto variante bola **evapotranspirácia počítaná modelom GLOBAL**, v ktorom je použitá Novákom (1989) modifikovaná Penmanova metóda výpočtu:

$$E_o = \frac{\varphi \cdot (R - G) + \rho_a \cdot c_p \cdot (1/r_a) \cdot d'}{c_p + L \cdot \varphi} \quad (7)$$

kde:

- E_o = potenciálna evapotranspirácia [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$],
R = priemerná denná intenzita radiačnej bilancie [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$],
G = priemerný denný teplotný tok do pôdy [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$], pri výpočte denných úhrnov výparu E_o ,
 $G = 0$,
 c_p = merná tepelná kapacita vzduchu pri konštantnom tlaku [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$],
 ρ_a = hustota vzduchu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],
L = skupenské teplo vyparovania ($L = 2,46 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ pri teplote 20°C).

Aktuálna evapotranspirácia E sa počíta zo závislosti medzi relatívnou evapotranspiráciou $\frac{E}{E_o}$

a vlhkosťou θ . Funkcia $\frac{E}{E_o} = f(\theta)$ je rozdelená do troch intervalov s kritickými vlhkosťami θ_{k1} , θ_{k2} .

Pre vlhkosť v intervale $\theta_{k2} < \theta < \theta_{k1}$, je funkcia E/E_o lineárna:

$$\begin{aligned} E_e &= E_{eo} \cdot a(\theta - \theta_{k2}) \\ E_t &= E_{to} \cdot a(\theta - \theta_{k2}) \end{aligned} \quad (8)$$

kde:

- E_e = intenzita aktuálnej evaporácie [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$],
 E_t = intenzita aktuálnej transpirácie [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$],
 θ = priemerná objemová vlhkosť (najčastejšie vrchnej vrstvy pôdy v koreňovej zóne),
 θ_{k2} = dolná kritická objemová vlhkosť, pri ktorej rastliny prestávajú transpirovať.

Intercepcia sa v modeli GLOBAL počíta zjednodušenou verziou metódy publikovanej Benetinom, ktorá využíva aproximáciu podľa Ruttera (Majerčák, Novák, 1994). Intercepčná kapacita porastu sa počíta pomocou vzťahu:

$$I_k = c_i \cdot \omega_o \cdot s \quad (9)$$

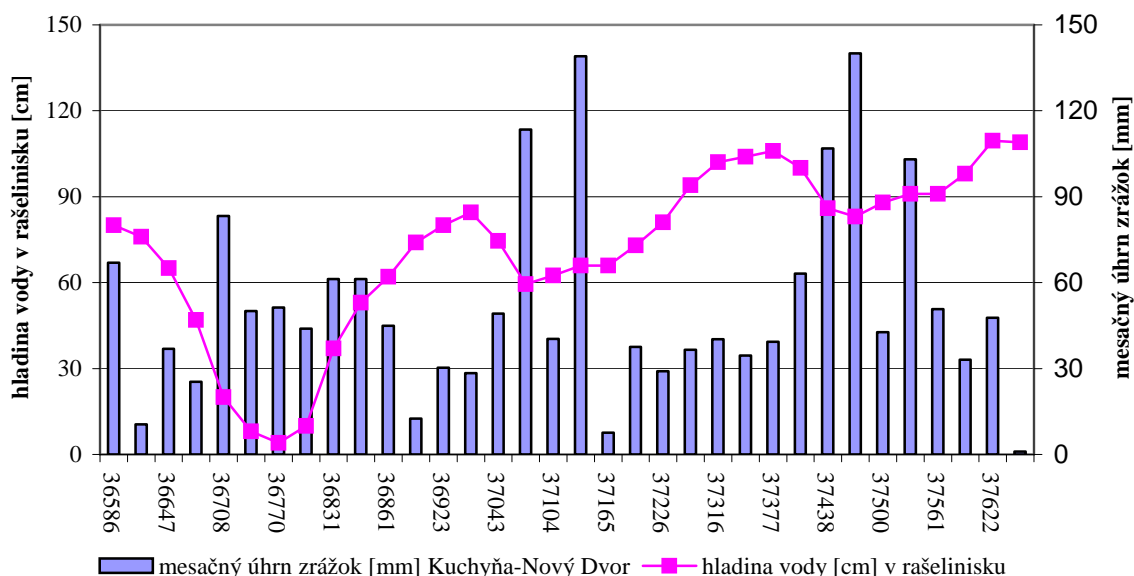
kde:

- I_k = intercepčná kapacita porastu, t.j. časť zrážok zachytených na plošnej jednotke porastu [mm],

- c_i = špecifická intercepčná kapacita na jednotku plošnej pokrývnosti porastu [mm],
 s = plošná pokrývnosť porastu (relatívna hodnota vyjadrujúca pokrytie povrchu pôdy vegetáciou).

Nasledujúcim členom bilančnej rovnice (1) sú **zrážky**. Rašeliniská sa vyskytujú prevažne v regiónoch, v ktorých zrážkové úhrny prevažujú nad stratami vody vplyvom evapotranspirácie a povrchového odtoku. Tiež sa nachádzajú v oblastiach, v ktorých sú sezónne veľmi výdatné povrchové prítoky, alebo ktoré sú v dosahu prílivových vôd. V prípade rašeliniska v NPR Zelienska sme uvažovali s dennými a mesačnými zrážkovými úhrnmi z meteorologickej stanice Kuchyňa – Nový Dvor.

Hladina vody v rašelinisku Zelienska bola meraná v období od 3/2000 do 2/2003. Jej priebeh sa nachádza v obr. 2, kde je pre porovnanie znázornený aj mesačný zrážkový úhrn.

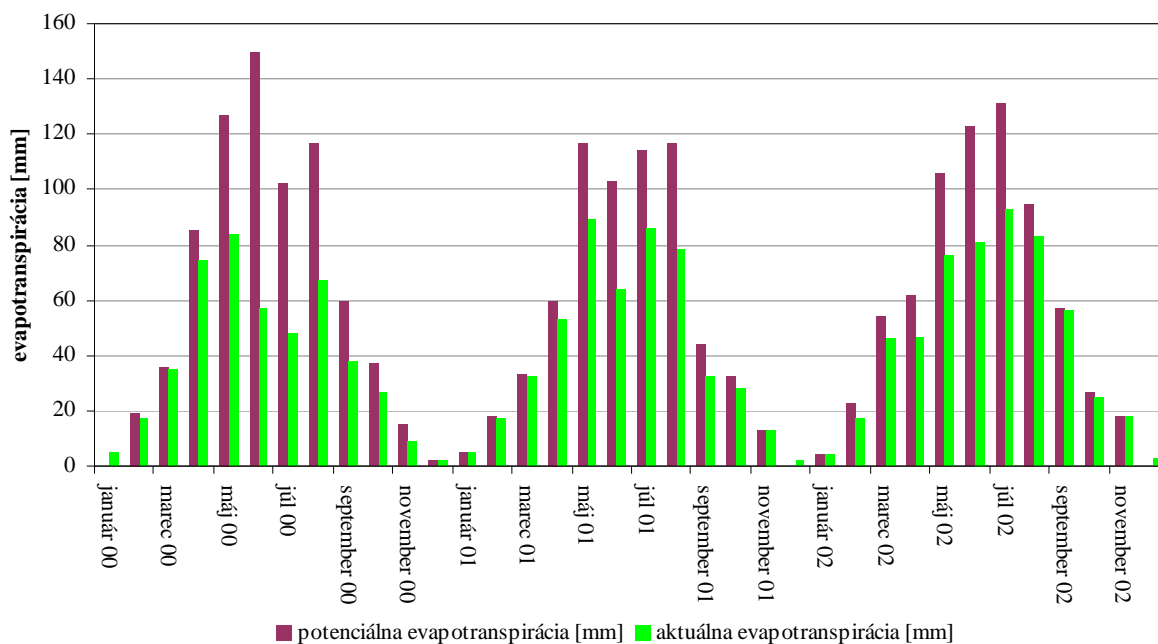


Obr. 2 Priebeh hladiny vody v rašelinisku Zelienska a mesačných úhrnov zrážok za obdobie od 3/2000 do 2/2003

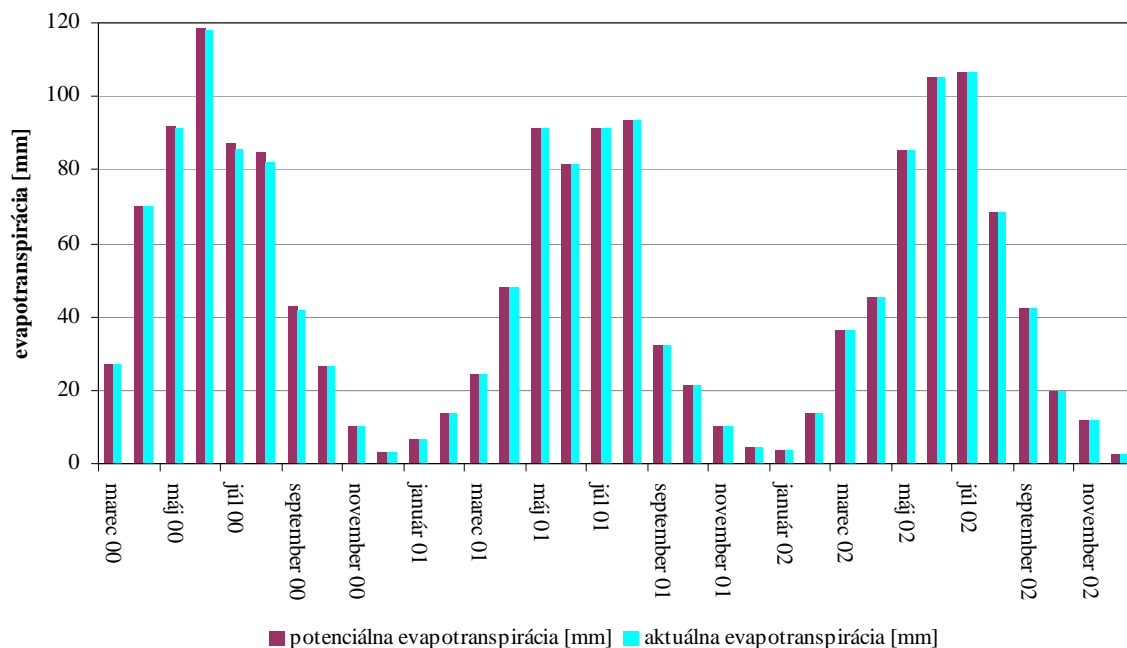
V rovnici hydrologickej bilancie (1) je neznámym členom **podzemný prítok, resp. podzemný odtok**. Keďže sa priamo v danom rašelinisku nenachádzajú žiadne objekty pozorovacej siete podzemných vôd SHMÚ a ani iné záchytné zariadenia, ktorých údaje by boli dostupné v Štátnom Geologickom Ústave Dionýza Štúra, nie je jednoduché kvantifikovať zložku podzemnej vody. Najpriateľnejším riešením zistenia tejto zložky je práve cez jej odvodenie z bilančnej rovnice.

VÝSLEDKY

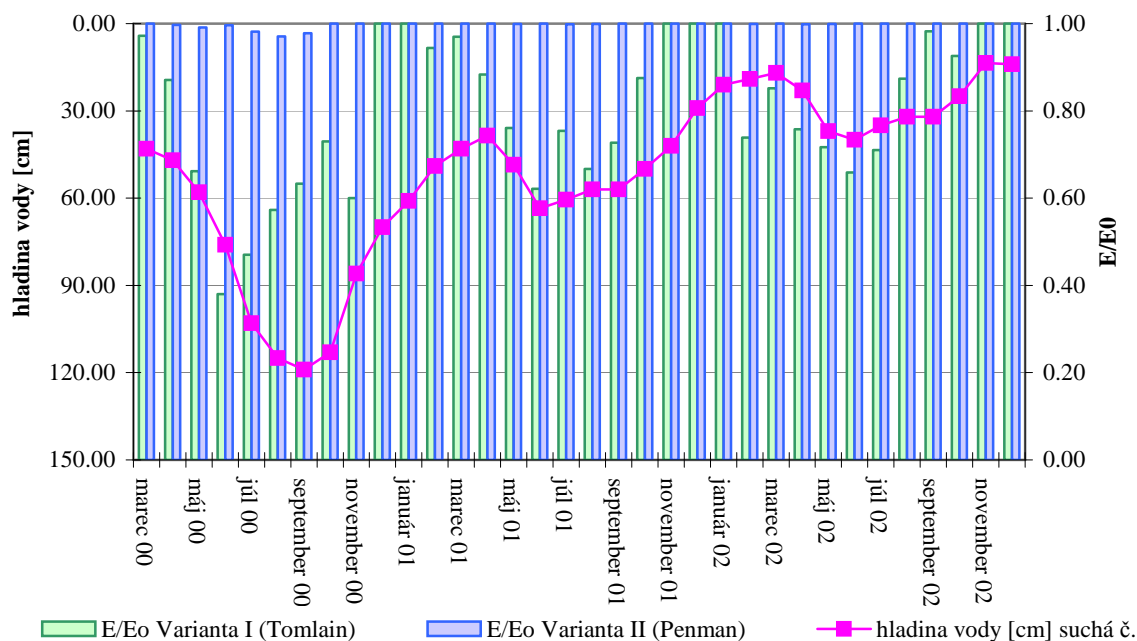
Priebeh mesačných úhrnov potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie, vypočítaných variantou I (metódou publikovanou Tomlainom) je na obr. 3 a variantou II (metódou podľa Penmana) je na obr. 4. Priebeh relatívnej evapotranspirácie pre obidve vyššie uvedené metódy je na obr. 5.



Obr. 3 Priebeh mesačných úhrnov potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie vypočítaných variantou I (metódou publikovanou Tomlainom) za obdobie od 3/2000 do 12/2002



Obr. 4 Priebeh mesačných úhrnov potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie vypočítaných variantou II (metódou podľa Penmana) za obdobie od 3/2000 do 12/2002



Obr. 5 Priebeh relatívnej evapotranspirácie pre obidve varianty (metódou publikovanou Tomlainom a metódou podľa Penmana) za obdobie od 3/2000 do 12/2002

Z dôvodu, že rašelinsko Zelienka predstavuje nadmerne zamokrenú oblasť, by sa mali hodnoty úhrnov aktuálnej evapotranspirácie blížiť k hodnotám úhrnov potenciálnej evapotranspirácie. Z čoho vyplýva, že hodnoty relatívnej evapotranspirácie, t.j. pomer mesačných úhrnov aktuálnej a potenciálnej evapotranspirácie by sa mal približovať k hodnote 1. Obrázky 3 a 4 dokumentujú, že menšie rozdiely medzi hodnotami mesačných úhrnov potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie sú dosiahnuté pri použití metodiky výpočtu podľa Penmana, čoho dôkazom je aj obr.6. Z toho vyplýva že metodika výpočtu evapotranspirácie podľa Penmana sa javí vhodnejšia pre túto konkrétnu lokalitu.

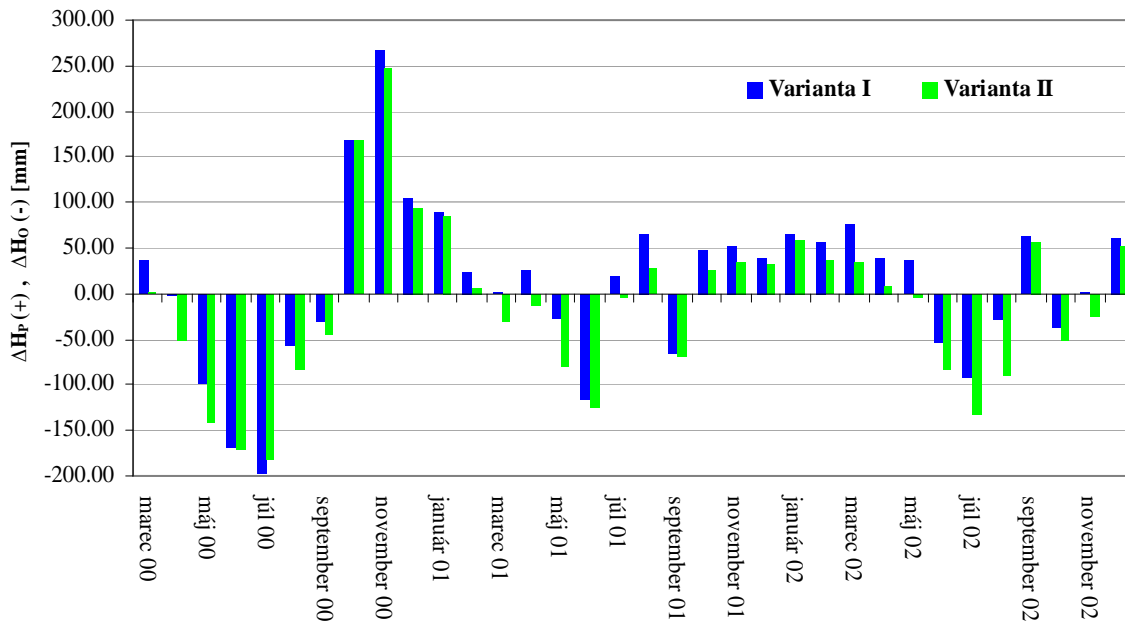
Kvantifikácia jednotlivých členov hydrologickej bilancie za obdobie od 3/2000 do 12/2002 je v tab. 1 (aktuálna evapotranspirácia a intercepcia počítaná variantou I) a v tab. 2 (aktuálna evapotranspirácia a intercepcia počítaná variantou II). V tejto súvislosti (tab. 1, 2) treba povedať, že pritečené množstvo podzemnej vody do mokrade ΔH_p je reprezentované kladnými hodnotami a záporné hodnoty predstavujú odtečené množstvo podzemnej vody z mokrade ΔH_o . Grafické znázornenie pritečeného, resp. odtečeného množstva vody je v obr. 6.

Tab. 1 Kvantifikácia jednotlivých členov bilančnej rovnice pre variantu I (evapotranspirácia vypočítaná metódou publikovanou Tomlainom) za obdobie od 3/2000 do 12/2002 ($\Delta H/\Delta t$ – zmena hladiny, ET – evapotranspirácia, I – intercepcia, Z – mesačný úhrn zrážok, pritečené + ΔH_P resp. odtečené - ΔH_O množstvo podzemnej vody)

Dátum	Hladina [m n.m.]		$\Delta H/\Delta t$ [mm]	ET [mm]	I [mm]	Z [mm]	+ ΔH_P , resp. - ΔH_O [mm]
	začiatok mesiaca	koniec mesiaca					
marec 00	203,07	203,13	56,21	35	13,38	66,90	37,69
apríl 00	203,12	203,06	-68,04	74	2,10	10,50	-2,44
máj 00	203,05	202,90	-152,86	84	7,38	36,90	-98,38
jún 00	202,89	202,69	-207,00	57	5,08	25,40	-170,32
júl 00	202,68	202,50	-178,86	48	16,66	83,30	-197,50
august 00	202,50	202,41	-84,45	67	10,02	50,10	-57,53
september 00	202,41	202,38	-27,11	38	10,26	51,30	-30,15
október 00	202,39	202,56	176,05	27	8,78	43,90	167,93
november 00	202,57	202,88	306,15	9	12,26	61,30	266,11
december 00	202,88	203,02	138,75	2	8,98	44,90	104,83
január 01	203,02	203,11	94,74	5	2,50	12,50	89,74
február 01	203,12	203,15	30,43	17	6,06	30,30	23,19
marec 01	203,15	203,16	16,88	32	11,62	58,10	2,40
apríl 01	203,16	203,18	16,31	53	10,88	54,40	25,79
máj 01	203,18	203,09	-92,62	89	5,68	28,40	-26,34
jún 01	203,09	202,94	-140,32	64	9,84	49,20	-115,68
júl 01	202,94	202,96	24,16	86	22,68	113,40	19,44
august 01	202,97	202,99	20,19	78	8,06	40,30	65,95
september 01	202,99	203,00	14,13	32	27,82	139,10	-65,15
október 01	203,00	203,02	24,84	28	1,52	7,60	46,76
november 01	203,03	203,10	69,57	13	7,52	37,60	52,49
december 01	203,10	203,16	60,67	2	5,82	29,10	39,39
január 02	203,16	203,23	72,00	4	2,72	13,60	65,12
február 02	203,23	203,30	68,46	17	7,30	36,50	56,26
marec 02	203,31	203,37	61,39	46	8,04	40,20	75,23
apríl 02	203,37	203,39	18,93	47	6,90	34,50	38,33
máj 02	203,39	203,38	-8,62	76	7,86	39,30	35,94
jún 02	203,38	203,29	-83,44	81	12,62	63,10	-52,92
júl 02	203,29	203,19	-99,32	93	21,38	106,90	-91,84
august 02	203,19	203,19	-0,65	83	28,02	140,10	-29,73
september 02	203,19	203,23	40,65	56	8,54	42,70	62,49
október 02	203,23	203,25	19,00	25	20,62	103,10	-38,48
november 02	203,25	203,27	23,33	18	10,16	50,80	0,69
december 02	203,28	203,36	84,33	3	6,62	33,10	60,85

Tab. 2 Kvantifikácia jednotlivých členov bilančnej rovnice pre variantu II (evapotranspirácia vypočítaná metódou podľa Penmana) za obdobie od 3/2000 do 12/2002 ($\Delta H/\Delta t$ – zmena hladiny, ET – evapotranspirácia, I – intercepcia, Z – mesačný úhrn zrážok, pritečené + ΔH_p resp. odtečené - ΔH_o množstvo podzemnej vody)

Dátum	Hladina [m n.m.]		$\Delta H/\Delta t$ [mm]	ET [mm]	I [mm]	Z [mm]	+ ΔH_p , resp. - ΔH_o [mm]
	začiatok mesiaca	koniec mesiaca					
marec 00	203,07	203,13	56,21	8,73	3,06	66,90	1,10
apríl 00	203,12	203,06	-68,04	23,30	4,63	10,50	-50,61
máj 00	203,05	202,90	-152,86	29,45	18,81	36,90	-141,50
jún 00	202,89	202,69	-207,00	39,38	22,58	25,40	-170,44
júl 00	202,68	202,50	-178,86	27,65	52,42	83,30	-182,10
august 00	202,50	202,41	-84,45	26,52	24,53	50,10	-83,51
september 00	202,41	202,38	-27,11	13,95	21,12	51,30	-43,34
október 00	202,39	202,56	176,05	8,61	26,98	43,90	167,74
november 00	202,57	202,88	306,15	3,33	0	61,30	248,18
december 00	202,88	203,02	138,75	1,01	0	44,90	94,86
január 01	203,02	203,11	94,74	2,15	0	12,50	84,39
február 01	203,12	203,15	30,43	4,93	0	30,30	5,05
marec 01	203,15	203,16	16,88	7,93	3,15	58,10	-30,14
apríl 01	203,16	203,18	16,31	16,05	9,35	54,40	-12,69
máj 01	203,18	203,09	-92,62	29,54	12,50	28,40	-78,99
jún 01	203,09	202,94	-140,32	27,26	37,30	49,20	-124,96
júl 01	202,94	202,96	24,16	29,42	54,35	113,40	-5,46
august 01	202,97	202,99	20,19	30,13	18,52	40,30	28,54
september 01	202,99	203,00	14,13	10,66	45,96	139,10	-68,34
október 01	203,00	203,02	24,84	6,96	2,20	7,60	26,40
november 01	203,03	203,10	69,57	3,47	0	37,60	35,44
december 01	203,10	203,16	60,67	1,52	0	29,10	33,09
január 02	203,16	203,23	72,00	1,23	0	13,60	59,63
február 02	203,23	203,30	68,46	4,95	0	36,50	36,91
marec 02	203,31	203,37	61,39	11,69	1,46	40,20	34,34
apríl 02	203,37	203,39	18,93	15,17	8,95	34,50	8,55
máj 02	203,39	203,38	-8,62	27,43	14,83	39,30	-5,66
jún 02	203,38	203,29	-83,44	35,01	27,67	63,10	-83,86
júl 02	203,29	203,19	-99,32	34,38	39,86	106,90	-131,98
august 02	203,19	203,19	-0,65	22,02	28,49	140,10	-90,24
september 02	203,19	203,23	40,65	14,04	44,32	42,70	56,31
október 02	203,23	203,25	19,00	6,42	27,82	103,10	-49,86
november 02	203,25	203,27	23,33	3,86	0	50,80	-23,61
december 02	203,28	203,36	84,33	0,86	0	33,10	52,09



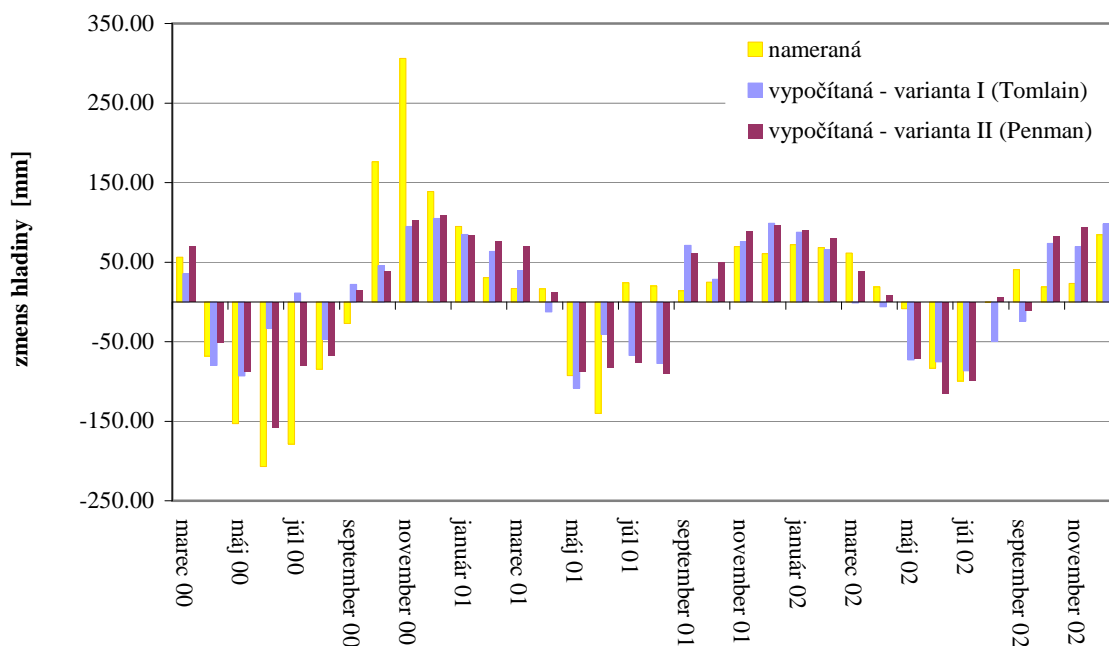
Obr. 6 Grafické znázornenie pritečeného (ΔH_p), resp. odtečeného (ΔH_o) množstva vody pre obidve varianty (evapotranspirácia počítaná metódou publikovanou Tomlainom – varianta I a podľa Penmana – varianta II) za obdobie od 3/2000 do 12/2002

V ďalšom sme zisťovali závislosť medzi prvkami bilančnej rovnice (1). Bola použitá viacnásobná lineárna regresia, pričom ako závislé premenná vystupovala zmena hladiny a ako nezávislé premenné boli uvažované pri variante I evapotranspirácia a zrážky, pri variante II k nim pribudla intercepcia. Vo variante I sme neuvažovali s intercepciou preto, lebo sa počítala ako 20% z hodnoty mesačného zrážkového úhrnu. Výstupom bol súčiniteľ regresie R a regresné rovnice, ktoré majú tvar:

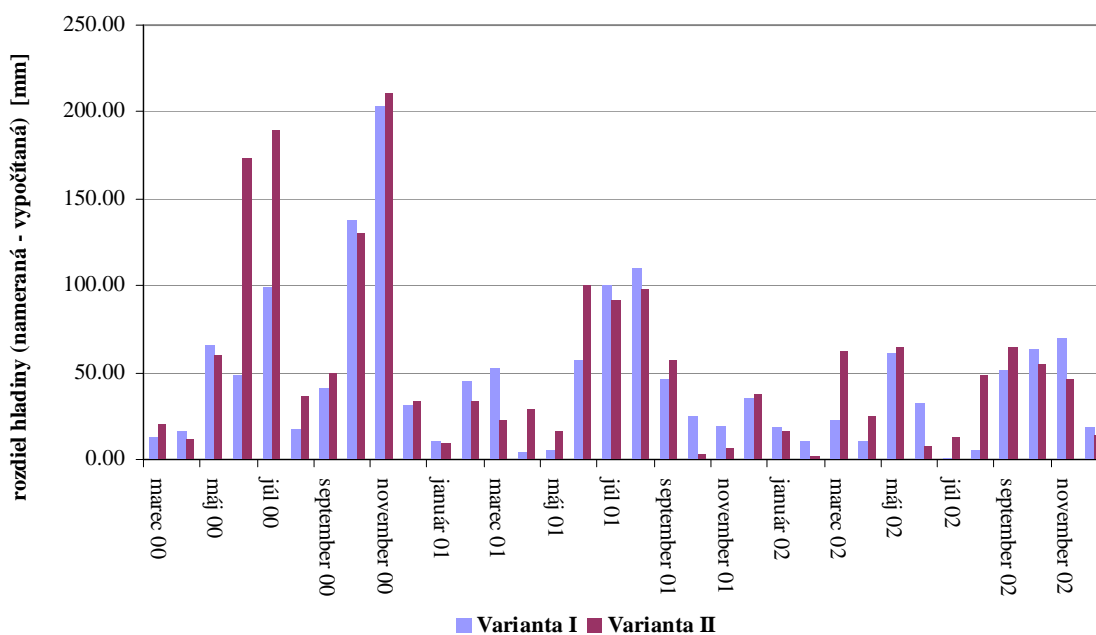
$$\text{pre variantu I: } \Delta H = 0,398.Z - 2,376.ET + 91,909 \quad R = 0,66 \quad (9)$$

$$\text{pre variantu II: } \Delta H = 0,532.Z - 6,171.ET - 0,836.I + 90,382 \quad R = 0,76 \quad (10)$$

Na základe vypočítaných súčiniteľov regresie možno konštatovať, že závislosť medzi jednotlivými prvkami bilančnej rovnice je tesná. Pomocou rovníc (9) a (10) bola vypočítaná zmena hladiny pre obidve varianty (obr. 7). V obr. 7 je pre porovnanie znázornená aj nameraná zmena hladiny. Rozdiely medzi nameranou a vypočítanou zmenou hladiny pre obidve varianty sú na obr. 8.



Obr. 7 Priebeh zmeny hladiny vody v rašelinisku Zelienska nameranej a vypočítanej pre obidve varianty (evapotranspirácia počítaná metódou publikovanou Tomlainom a podľa Penmana) za obdobie od 3/2000 do 12/2002



Obr. 8 Rozdiely medzi nameranou a vypočítanou zmenou hladiny pre obidve varianty (evapotranspirácia počítaná metódou publikovanou Tomlainom – varianta I a podľa Penmana – varianta II) za obdobie od 3/2000 do 12/2002

ZÁVER

Hydrologická analýza lokality sa nezaobíde bez kvantifikácie hlavných hydrologických komponentov, ktoré patria k rozhodujúcim činiteľom zachovania štruktúry a funkcií mokradí. Systematickou metódou kvantifikácie hlavných hydrologických zložiek je rovnica vodnej bilancie, ktorá sa aplikovala pre rašelinisko v NPR Zelenka a obdobie od 1/2000 do 12/2002, v ktorom bola meraná hladina vody. Bilancia bola robená vo dvoch variantách (varianta I – výpočet evapotranspirácie metódou publikovanou Tomlainom, varianta II – výpočet evapotranspirácie podľa Penmana).

Z výsledkov vyplynulo, že v prípade rašeliniska Zelenka je pre hydrologickú bilanciu vhodnejšia varianta II. V tejto variante bola intercepcia počítaná na rozdiel od varianty I, v ktorej bola uvažovaná percentuálnym podielom zo zrážok. Na výpočet evapotranspirácie bola použitá metodika podľa Penmana, ktorá zohľadňuje reálnu vlhkosť pôdneho profilu.

LITERATÚRA

- [1] Dunne, T., Leopold, L. B. (1978): Water in Environmental Planning. W. H. Freeman and Company, New York.
- [2] Majerčák, J., Novák, V. (1994): One-Dimensional Variably Saturated Flow Model. Institute of Hydrology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava.
- [3] Mitsch, W. J., Gosselink, J. G. (2000): Wetlands. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 920 p.
- [4] Novák, V. (1995): Vyparovanie vody v prírode a metódy jeho určovania. Veda, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. 253. p.
- [5] Tomlain, J., Damborská, I. (1999): Fyzika hraničnej vrstvy atmosféry. Vysokoškolské skriptá. Matematicko – Fyzikálna fakulta UK, Bratislava. 132 p.
- [6] Tomlain, J., Hrvol', J. (1999): Model Computation of Evapotranspiration from Forest Cenose on the Territory of Slovakia. Acta Meteorologica Universitatis Comenianae. Bratislava.

Pod'akovanie

Autori ďakujú za finančnú podporu z projektov APVT-51-019804 a VEGA 1/2141/05, v rámci ktorých príspevkov vznikol.