VODNÝ REŽIM MEDZIDUNOVÝCH MOKRAĎNÝCH SYSTÉMOV ZÁHORIA
WATER REGIME OF THE INTER-DUNE WETLANDS SYSTEMS IN THE ZÁHORIE

Juráková Martina a Klementová Eva
Slovenská technická univerzita v Bratislave

Abstract: The wetlands of the Záhorie lowland are very rare and relict communities, which belong to the most endangered ecosystems. The most common type of wetland biotopes are fen alder woods, fens and fen meadows. Hydrologic conditions of the Záhorie lowland are extremely important for the maintenance of a wetlands structure and function, affect many abiotic factors, including soil anaerobiosis, nutrient availability. Hydrologic status of a given wetlands can be assessed by the factors such as the balance between the inflows and outflows of water, the surfase 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 Zelienka.

Key words: wetland, peatbog, wetland hydrology, wetland water balance, evapotranspiration

Úvod

Mokrade Záhorskej nížiny sú považované za veľmi vzácne až reliktné spoločenstvá, patria jednoznačne k najohrozenejším ekosystémom Slovenska. 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, o ktorom vieme veľmi málo. 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. V ľadových dobách ležala Záhorská nížina medzi pevninským a alpským ľadovcom a poskytovala možnosti pre refúgia teplejšej kveteny treťohôr. Takisto sa tu mohli uchovať druhy arktické a boreálne i druhy tundrové a uralsko – karpatské, ktoré ustupovali pred pevninským ľadovcom, prípadne putovali pozdĺž severného okraja karpatského oblúku a na príhodných miestach prenikali do južnejších krajov. Vďaka osobitným mikroklimatickým, pôdnym, vodným a geomorfologickým podmienkam na Záhoskej nížine sa mohli tieto druhy udržať až do dnešných čias. (Ružička, 1960).

Na Záhorí sa nachádzajú dve ramsarské lokality, a to Niva Moravy a Alúvium Rudavy a množstvo medzidunových mokradí ako napríklad Národná prírodná rezervácia (NPR) Abrod, NPR Červený rybník, Husársky – Jasenácky rybník a NPR Zelienka, ktorá je bližšie v príspevku rozpracovaná.

Materiál a metódy

Súčasné hydrologické pomery Záhorskej nížiny, kým sú nezmenené ľudským pričinením, sú výsledkom viacerých činiteľov. Sú to predovšetkým geologická a tektonická stavba, pôdne a podnebné pomery. V hlavných črtách vývoj hydrologických pomerov usmernila geológia a tektonika starších sedimentov územia. Detailnejšie formovanie je výsledkom niekoľko tisícročného boja podnebných a pôdnych činiteľov počas celého poľadového územia. V období, keď Tatry a Alpy pokrýval ľadovec a celinný ľadovec európskeho zaľadnenia siahal až po severné hranice nášho štátu, na území Záhorskej nížiny sa rozprestierala chladná step, pravdepodobne s veľmi mnohými jazierkami a s chudobnou vegetáciou. Po celkovom ústupe ľadovcov v období mierneho otepľovania sa podnebia celej Európy sa na nížine rozširovali brezy a borovice. Rieka Morava pomaly ustupovala do svojho dnešného koryta a zanechávala za sebou množstvo mŕtvych ramien. Tieto ramená a množstvo jazierok na nížine zarastali vodným rastlinstvom. V tomto území bola na území tiež silná veterná činnosť. V okolí miest, kde bol piesok vlhký, boli priaznivé podmienky pre bujnejší rast lesných porastov. Rieky, prípadne miestami prietočné jazerá, odvodňujúce svahy Malých Karpát, prerážali si cestu cez oblasti presypov do rieky Moravy. V priebehu vekov menili svoje koryto, vypĺňali neseným materiálom tektonicky vzniknuté poklesy a vytvárali rozsiahle, hlboko do nížiny siahajúce náplavové kužele. Polohovo sa oblasti zamokrenia vytvárali prevažne v závislosti od geologickej stavby. Vznikali najmä v miestach, kde sa nepriepustné podložie reprezentované ílmi nachádzalo blízko pod povrchom. Počas ďalšieho otepľovania európskeho podnebia sa činnosť vetra zmenšovala a na pieskoch, upevnených spoločenstvami tráv, sa silno rozšírili borovicovo-dubové lesy s bujným krovitým podrastom liesky, drienky a iných krovín. Vodné toky pokračovali vo formovaní morfológie terénu, a predovšetkým v dobe vysokých vodných stavov zaplavovali mŕtve ramená, príp. jazerá, kde bola bujná vodná vegetácia, ktorá umožnila vznik sedimentov slatinnej rašeliny.

Na genéze vzniku medzidunových slatinných rašelinísk na Záhorí sa podieľali geologicko – tektonické pomery a geomorfologická stavba územia a v neposlednej miere pôdne a klimatické pomery a vplyv ľudskej činnosti. V prípade NPR Zelienka sa 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. Skutočnosť, že sa rašelinisko nachádza v medzidunovom priestore, umožňuje, že hlavným zdrojom dotácie vody sú podzemné vody infiltrované zo zrážok do viatych pieskov v širšom okolí duny Kobyliarky.

Pochopenie hydrologických pomerov, resp. obehu vody na území sa nezaobíde bez kvantifikácie jednotlivých členov hydrologickej bilancii. Všeobecná bilančná rovnica vodného režimu rašeliniska je vyjadrená rovnicou (Mitsch, Gosselink, 2000):

$$\Delta V/\Delta t = P_n + S_i + G_i - ET - S_o - G_o \pm T \qquad (1)$$

kde:

$\Delta V/\Delta t$	=	zmena objemu zásoby vody v rašelinisku za jednotku času t,
P_n	=	čisté zrážky,
S_i	=	povrchový prítok vody do rašeliniska,
G_i	=	podzemný prítok vody do rašeliniska,
ET	=	evapotranspirácia,
S_o	=	povrchový odtok vody z rašeliniska,
G_o	=	podzemný odtok vody z rašeliniska,
T	=	prílivový prítok, resp. odtok vody,
I	=	intercepcia.

V súčasnosti sú rozpracované početné metódy merania a výpočtu evapotranspirácie. Tieto metódy sa navzájom líšia poľa toho, pre aký vyparujúci povrch sú používané, 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). Na výpočet potenciálnej evapotranspirácii sa zvolila fyzikálne zdôvodnená metóda založená na spoločnom riešení rovníc vodnej a energetickej bilancie, ktorú navrhli Budyko a Zubenoková. Metodika výpočtu potenciálnej evapotranspirácie je rozpracovaná v práci (Tomlain a Damborská, 1999) Potenciálna evapotranspirácia sa určuje podľa vzťahu:

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

kde:

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

Na určenie q_s z Magnusovej rovnice treba poznať teplotu vyparujúceho povrchu T_w. Ak údaje o teplote povrchu pôdy chýbajú, potom sa T_w určí z rovnice energetickej bilancie povrchu:

$$B' - Q = \lambda\rho D(q_s - q) + (4\varepsilon\sigma T^3 + \rho C_p D)(T_w - T) \qquad (5.21)$$

kde:

B'	=	bilancia žiarenia vlhkého povrchu (bilancia dlhovlnného žiarenia vypočítaná z teploty vzduchu) [kWh.m^{-2}],
$4\varepsilon\sigma T^3(T_w - T)$	=	oprava na rozdiel medzi teplotou vyžarujúceho povrchu a teplotou vzduchu
T_w	=	teplota povrchu pôdy [K],
T	=	teplota vzduchu [K],
ε	=	emisivita (pre listnatý les ε = 0,97 a pre ihličnatý les a zelený trávnik ε = 0,98),

σ = Stefanova – Boltzmannova konštanta ($\sigma = 5{,}67.10^{-11}$ kWh.m^{-2}.K^{-4}),

C_p = merná tepelná kapacita vzduchu pri konštantnom tlaku [pre suchý vzduch C_p = 1,004 kJ.kg^{-1}.K^{-1}, pre vlhký vzduch $C_p = 1{,}004(1+0{,}90q)$ kJ.kg^{-1}.K^{-1}].

Z vyššie uvedených rovníc vyplýva, že potenciálna evapotranspirácia je určovaná celým radom fyzikálnych činiteľov, ktoré je nutné pri jej výpočte zohľadňovať, predovšetkým:

- teplo, ktoré sa môže sporebovať na výpar – je charakterizované celkovou bilanciou žiarenia,
- schopnosť vzduchu prijímať vodnú paru – kvantitatívne je charakterizovaná sýtostným doplnkom,
- schopnosť vrstiev vzduchu priliehajúcich k povrchu pôdy prenášať vodnú paru od vyparujúceho povrchu do atmosféry (turbulentná výmena vodnej pary).

Mitsch a Gosselink (2000) uvádzajú, že neexistuje spoľahlivá metóda odhadu evapotranspirácie, a to pre množstvo meteorologických a biologických faktorov, ktorými je evapotranspirácia ovplyvňovaná.

Výsledky a diskusia

Pilotným projektom je riešenie hydrologických podmienok a kvantifikácia jednotlivých členov hydrologickej bilancie vody v rašelinisku v NPR Zelienka. NPR Zelienka, situovaná v Chránenej krajinnej oblasti Záhorie, predstavuje mokradné spoločenstvo rašeliniska reliktného pôvodu s otvorenou vodnou hladinou. Zaberá plochu 82,52 ha, pričom rozloha samotného rašeliniska predstavuje 60 ha. V roku 1980 bola vyhlásená za jedno z posledných zachovaných slatinných rašelinísk v medzidunovom priestore.

Významnou zložkou vstupujúcou do bilančnej rovnice je povrchová voda v podobe prítoku, resp. odtoku. Rašelinisko nie je integrovanou súčasťou rieky, s riečnym prítokom, resp. odtokom nemožno uvažovať. Maximálne je možné vziať do úvahy povrchový prítok vody do rašeliniska. Skutočnosť, že sa rašelinisko nachádza v medzidunovom priestore, umožňuje, že zrážkové vody infiltrujú do okolitých dobre priepustných viatych pieskov. Na základe uvedených aspektov je možné povrchový prítok vody do rašeliniska zanedbať, v podstate je zahrnutý v podzemnom prítoku vody, na ktorý sa transformuje. Na základe uvedených skutočností možno bilančnú rovnicu vyjadriť v tvare:

$$\Delta V/\Delta t = P - I - ET + G_i - G_o \qquad (23)$$

kde:

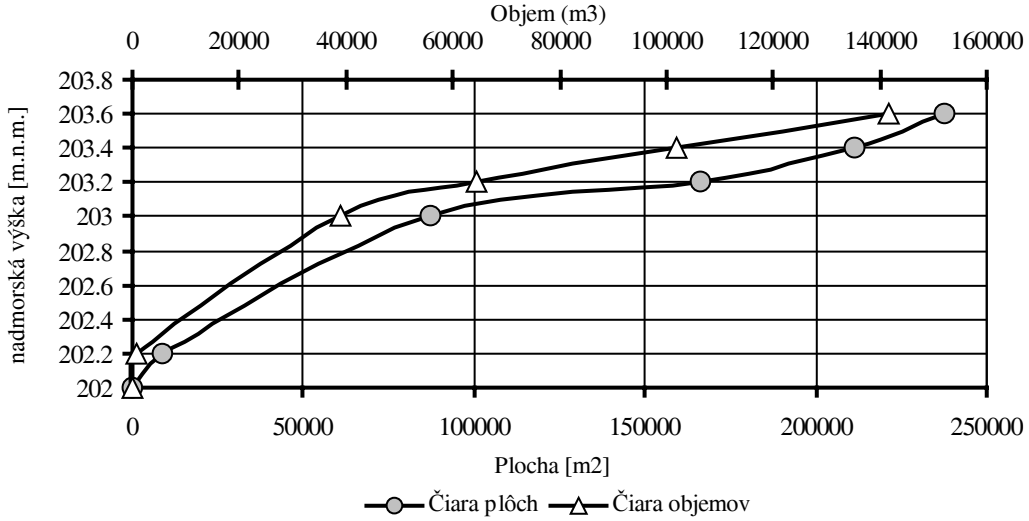
$\Delta V/\Delta t$ = zmena objemu zásoby vody v rašelinisku za jednotku času t [m],
P = ročný zrážkový úhrn [m],
I = intercepcia [m],
ET = ročný úhrn evapotranspirácie [m],
G_i = podzemný prítok vody do rašeliniska za rok [m],
G_o = podzemný odtok vody z rašeliniska za rok [m].

Po kvantifikácii jednotlivých členov za rok 2001 sme dostali nasledovnú bilančnú rovnicu:

$0{,}07 = 0{,}529 - 0{,}108 - 0{,}739 + G_i - G_o$ (zmena objemu vody v rašelinisku za rok 2001 predstavuje 10 000 m^3 vody na plochu 124 500 m^2…obr. 1..). Z rovnice vyplýva, že ročný podzemný prítok a odtok činí $G_i - G_o = 0{,}388$ m.

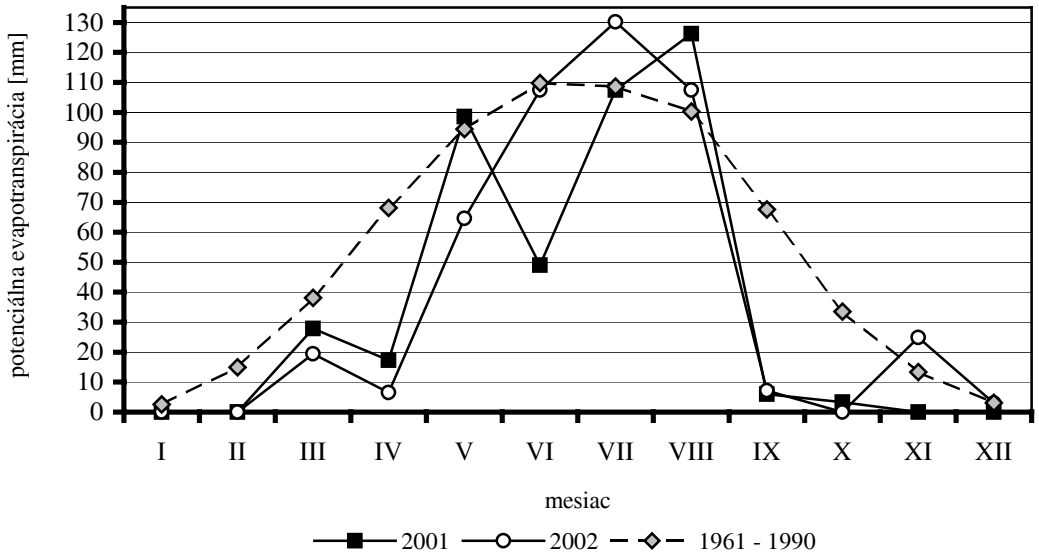
Rok 2002 sa vyznačuje nasledovnými hodnotami členov bilančnej rovnice:

0,08 = 0,707 – 0,145 – 0,471 + G_i - G_o (zmena objemu vody v rašelinisku za rok 2002 predstavuje 14 000 m^3 vody na plochu 200 000 m^2…obr. 1..). Z rovnice vyplýva, že ročný podzemný podzemný prítok a odtok činí $G_i – G_o$ = 0,091 m.



Obr. 1 Čiara plôch a čiara objemov rašeliniska v Národnej prírodnej rezervácii Zelienka

Pri výpočtoch mesačných úhrnov evapotranspirácie sme vychádzali z predpokladu, že pôda obsahuje dostatok vody a z tohto dôvodu sú vypočítané hodnoty potenciálnej evapotranspirácie blízke skutočným (Výber dlhodobého, 30 ročného obdobia závisel od kompletnosti vstupných dát v prípade meteorologickej stanice Kuchyňa – Nový Dvor…..obr. 2). Na výpočet intercepcie bolo použité stanovisko Dunna a Leopolda (1978), ktoré sa odvíja v závislosti od typu zalesnenia. Prevažnú väčšinu územia zaberá slatinná jeľšina, ktorá prechádza do brezovej dúbravy a zvyšok územia je tvorený borovicovými lesmi.



Obr. 2 Mesačné úhrny potenciálnej evapotranspirácie za obdobie rokov 1961 – 1990, roky 2001 – 2002 pre meteorologickú stanicu Kuchyňa – Nový Dvor

Súhrn: Hydrologické podmienky sú extrémne dôležité pre zachovanie štruktúry a funkcie mokradí, ovplyvňujú množstvo abiotických faktorov, môžu priamo modifikovať chemické a fyzikálne vlastnosti, ako sú stupeň anoxie substrátu, pôdna salinita, vlastnosti sedimentov, dosiahnuteľnosť živín a pH. Vytvárajú jedinečné fyzikálno – chemické podmienky, ktoré robia takéto ekosystémy rozdielnymi od terestrických a akvatických systémov. Hydrologické cesty, ako sú zrážky, povrchový odtok, podzemná voda, rozvodnená rieka transportujú energiu a živiny.

V súvislosti s hodnotením NPR Zelienka sa formovanie hydrologických pomerov odvíjalo v závislosti od geologickej, tektonickej, geomorfologickej stavby územia a v neposlednej miere od pôdnych a klimatických pomerov Záhorskej nížiny, nezanedbateľný je aj vplyv ľudskej činnosti. Skutočnosť, že sa rašelinisko nachádza v medzidunovom priestore, umožňuje, že hlavným zdrojom dotácie vody sú podzemné vody infiltrované zo zrážok do viatych pieskov v širšom okolí duny Kobyliarky.

Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia grantového projektu VEGA 1/9364/02.

Kľúčové slová: mokraď, rašelinisko, hydrológia mokrade, vodná bilancia mokrade, evapotranspirácia

Literatúra

Dunne, T., Leopold, L. B. (1978): Water in Environmental Planning. W. H. Freeman and Company, New York.

Mitsch, W. J., Gosselink, J. G. (2000): Wetlands. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 920 p.

Novák, V. (1995): Vyparovanie vody v prírode a metódy jeho určovania. Veda, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. 253. p.

Ružička, M. (1960): Pôdne ekologické pomery lesných spoločenstiev v oblasti pieskov na Záhorskej nížine. Biológia 14. Bratislava. pp. 707 – 709.

Tomlain, J., Damborská, I. (1999): Fyzika hraničnej vrstvy atmosféry. Vysokoškolské skriptá. Matematicko – Fyzikálna fakulta UK, Bratislava. 132 p.

Kontaktná adresa :

RNDr. Martina Juráková, Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Tel.: 02-59274618, E-mail: hornacko@svf.stuba.sk

doc. Ing. Eva Klementová, PhD., Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Tel.: 02-59274618, E-mail: klement@svf.stuba.sk