

Mokrade v systéme protipovodňovej ochrany

E. Klementová, M. Juráková: Wetlands in the Flood Control System. Život. Prostr., Vol. 37, No. 4, 200 – 203, 2003.

Wetlands play an important role in flood control. Wetlands associated with rivers and lakes capture and retain water, reducing the duration and severity of floods. Wetlands intercept surface flow and slow it down, reducing the potential for floods. Loss of floodplains in favour of agricultural lands and settlements has reduced this capacity. Construction of levees and dams on rivers to improve flood control often did not bring the expected effect. The National Nature Reserve Zelienska, dealt with in the paper, can be one example of inter-dune wetlands in the Záhorská nížina Lowland.

V prírodných podmienkach chránia mokrade krajinu pred záplavami, lebo vytvárajú priestor, ktorý v čase povodňových prietokov umožňuje zachytiť a naakumulovať vodu. Pôsobia ako vodná nádrž. Úbytok inundačných území vplyvom intenzívneho osídľovania a poľnohospodárskej činnosti túto schopnosť krajiny znížil. Výstavba protipovodňových hrádzí a nádrží na riekach na zlepšenie protipovodňovej ochrany nie vždy prináša očakávaný efekt.

Zachytávaním extrémnych zrážok mokrade aspoň čiastočne chránia vodný tok pred možným povodňovým prietokom. Štúdia vypracovaná v USA uvádza, že 0,4 ha mokradí môže zadržať vyše 6 000 m³ vody. Využitím tejto schopnosti mokradí by sa mohli znížiť požiadavky na riešenie problému technickými inžinierskymi stavbami na vodných tokoch.

Povodňový prietok má sezónne špecifiká. V letnom období vzniká zo zrážok spadnutých v krátkom časovom úseku na malú plochu. V takejto situácii pôdny profil nie je schopný infiltrovať vodu, a preto sa povrchovým odtokom vytvorí povodňový prietok. V zimnom období sa povodeň vytvára pri topení snehu a výdatných zrážkach.

Mokrade s prietokovým systémom pôsobia ako nádrž (prípadne zdrž) na toku. Sú schopné časť odtoku zadržať, alebo aspoň čiastočne zadržať, a tak prispieť k oneskoreniu povodňového prítoku do kritického profilu vodného toku. Povodňová vlna sa tým zníži, resp. sploští a pretransformuje sa podobne, ako pri prechode nádržou.

Podobným spôsobom fungujú aj suché poldre – nádrže, ktoré sa od mokradí líšia tým, že priestor, ktorý sa v čase povodne zaplní vodou, sa inak bežne využíva na poľnohospodárske alebo lesnícke účely. Účinné sú aj rastlinné spoločenstvá, ktoré nie sú viazané na vlhko alebo vodu, ale znášajú niekoľkodňové zatopenie.

Mokrade sú charakteristické veľmi rozmanitými prírodnými podmienkami. Patria k najohrozenejším ekosystémom, preto si zasluhujú zvýšenú pozornosť. Všeobecný názov mokrade prináleží ekosystémom súvisiacim s močiarimi, rašeliniskami, slatinami, zaplavovanými lúkami a lesmi (Šeffler a kol., 1996). Vytvárajú prechodovú zónu medzi vodným a terestrickým prostredím, pričom musia spĺňať nasledujúce tri podmienky: 1. sytenie alebo zaplavovanie vodou, 2. prítomnosť hydrofytov a hygropytov a 3. prítomnosť hydromorfných pôd (ich vznik a existenciu ovplyvňuje voda).

Ochrana mokradových ekosystémov nevyklučuje ani ich racionálne využívanie. Naše lokality patria k vnútrozemským, v rámci ktorých rozlišujeme nasledujúce základné systémy mokradí (Šeffler a kol., 1996):

- *riečny systém* je charakteristický pre mokrade situované pri vodných tokoch, ktoré majú aspoň v niektorých častiach hĺbku väčšiu ako 2 m,
- *jazerný systém* predstavujú mokrade, ktoré sa vytvorili okolo jazier, rybníkov a vodných nádrží hlbších ako 2 m, pobrežná zóna je ovplyvnená vlnením vodnej hladiny,
- *močiarny systém* zahŕňa mokrade, ktoré sú najroz-

siahlejšie vo všetkých formáciách, nehraničia s hlbokovodným prostredím, vegetácia pokrýva viac ako 50 % plochy.

Ak sú morfológické a orografické pomery lokality priaznivé a povodie je dostatočne veľké, vzniknú podmienky na tvorbu a udržanie mokraďových ekosystémov nielen vo vegetačnom období, ale počas mnohých rokov. Môžeme vychádzať zo všeobecnej bilančnej rovnice:

$$\Delta V / \Delta t = P + S_i + G_i - I - ET - S_o - G_o$$

kde:

$\Delta V / \Delta t$ = zmena objemu zásoby vody v rašelinisku za jednotku času t [m],

P = zrážkový úhrn [m],

S_i = povrchový prítok vody do rašeliniska [m],

G_i = podzemný prítok vody do rašeliniska [m],

I = intercepcia [m],

ET = evapotranspirácia [m],

S_o = povrchový odtok vody z rašeliniska [m],

G_o = podzemný odtok vody z rašeliniska [m].

Príkladom môže byť Národná prírodná rezervácia (NPR) Zelienska (obr. 1), ktorá reprezentuje systémy fungujúce na Záhorí a predstavuje mokraďové spoločenstvo rašeliniska reliktného pôvodu s otvorenou vodnou hladinou. Prevažnú väčšinu plochy NPR zaberá slatinná jelšina, ktorá prechádza do brezovej dúbavy, zvyšok územia pokrývajú borovicové lesy. Na geneze rašeliniska sa podieľali tri základné geologické faktory: 1. v dôsledku tektoniky vysoko vyzdvihnuté neogénne podložie kvartéru v celom záujmovom území, 2. úklon nepriepustných neogénnych sedimentov v podloží eolických viatych pieskov v oblasti Kobyliarky (pieskového presypu) vo východnej časti, 3. výstup neogénnych sedimentov bez kvartérneho pokryvu východne od Šaštínskeho potoka. Dôležitý je, samozrejme, aj hydrologický faktor, Šaštínsky potok, ktorý zberá vody z vysoko vyzdvihnutých nepriepustných sedimentov, predovšetkým slietov, slietných ílov a ílov vrchného bádenu, bez pokryvu kvartérnymi sedimentmi významnejších mocností. Vytvorením trvalých vlhkostných pomerov zabránil, spolu s bariérou tvorenou sedimentmi vrchného bádenu, presunu viatych pieskov k východu a severovýchodu. Hlavným zdrojom dotácie vody do rašeliniska sú podzemné vody infiltrované zo zrážok do viatych pieskov v širšom okolí duny Kobyliarka. Tento zdroj možno považovať za



Národná prírodná rezervácia Zelienska



dominantný, a hlavne stály, s meniacou sa intenzitou dopĺňania v závislosti od zrážkových úhrnov.

V prípade vodného režimu rašeliniska v NPR Zelienska možno bilančnú rovnicu spresniť:

$$\Delta V / \Delta t = P - I - ET + G_i - G_o$$

Po kvantifikácii jednotlivých členov rovnice za r. 2001 sme dostali nasledujúce veličiny:

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

Bilančná rovnica pre r. 2002:

$0,08 = 0,707 - 0,145 - 0,471 + G_i - G_o$ (zmena objemu vody v rašelinisku za r. 2002 predstavuje $14\,000\text{ m}^3$ na plochu $200\,000\text{ m}^2$). Z rovnice vyplýva, že ročný podzemný prítok a odtok $G_i - G_o$ predstavuje $0,091\text{ m}$.

Tab. 1. Vodné nádrže v povodí Moravy na Záhorí, ktoré sú uvedené aj v zozname mokradí

Por. č.	Vodná nádrž	Obec	Vodný tok	N-ročný Q_{100} [m ³ .s ⁻¹]	LQ ₁₀₀ [m ³ .s ⁻¹]	ZQ ₁₀₀ [m ³ .s ⁻¹]	Dub [m ³ .s ⁻¹]	Objem [tis m ³]	Plocha [ha]
1	Brezová	Brezová pod Bradlom	Bystrina	15					8
2	Jablonica	Jablonica	Zrúbanský potok	14	5,00	4,28	11,29	382	8,4
3	Koválov	Koválov	Koválovský potok	24	25,91	12,04	24,92	228	10,6
4	Kuchyňa	Kuchyňa	Kuchynská Malina	7,3	8,24	7,05	19,48	485	12,3
5	Lozorno I, Lipníky Hrubé Lintavy	Lozorno	Lozorniansky potok		4,89	4,18	11,01	23,15	1,2
6	Lozorno II	Lozorno	Suchý+Záhorský potok	8	9,52	8,15	22,85	2051	34,7
7	Radošovce	Radošovce	Koválovecký potok	15	20,88	9,47	18,29	830	16,5
8	Vývrať	Rohožník	Vývrať	6	6,83	5,84	15,86	344	11,1
9	Smolinské	Smolinské	Smolinský potok					31,8	2,7
10	Kostolnica	Skalica	Sudoměřický potok					224	7,2
11	Tomky I - Dolná Studená voda	Tomky	Studená voda	8,5	4,78	4,32	32,74	195	16,5
12	Petrova Ves (Unín)	Petrova Ves	Unínsky potok	22	41,61	20,40	13,36	939	43,9
13	Vrbovce	Vrbovce	Zápasečník						2

Ak nemáme k dispozícii vstupné údaje pre výpočet bilancie vody v mokradiach v súvislosti s výpočtom povrchového odtoku zapríčineného privalovým dažďom môžeme použiť nasledujúce vzťahy.

Priamy odtok predstavujú zrážky počas privalového dažďa, ktoré zapríčínajú náhly nárast v povrchovom odtoku, čo možno vyjadriť vzťahom:

$$S_i = R_p \cdot P \cdot A_w$$

$$S_i = \text{priamy odtok do mokrade [m}^3\text{]},$$

R_p = koeficient hydrologickej odozvy, ktorý sa určuje podľa plochy povodia, priemerného sklonu územia, typu pôdy a typu lesa (Mitsch, Gosselink, 2000),

P = priemerný zrážkový úhrn v povodí [m],

A_w = plocha povodia [m²].

Hodnotu vrcholového odtoku do mokrade, zapríčineného extrémnou zrážkovou udalosťou, možno v prípade malých povodí (do 80 ha) jednoducho vypočítať podľa nasledujúceho vzťahu:

$$S_{i(pk)} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A_w$$

$S_{i(pk)}$ = vrcholový odtok do mokrade [m³.s⁻¹],

C = súčiniteľ odtoku (Mitsch, Gosselink, 1993),

I = intenzita dažďa [mm.h⁻¹],

A_w = plocha povodia [m²].

Pri posudzovaní rašeliniska v NPR Zelienska predstavuje vrcholový odtok vody do rašeliniska 0,49 m³.s⁻¹ a lokalita je schopná zachytiť 300 m³ vody v rámci jednej búrkovej udalosti. K rýchlemu stanoveniu objemu zachytenej vody podľa stavu vodnej hladiny na vodočítnej late môžu pomôcť čiary plôch a objemov.

K jazerným systémom mokradí patria aj malé vodné nádrže (majú hĺbku väčšiu ako 2 m). Napriek tomu, že vznikli ľudskou činnosťou, spĺňajú podmienky definície mokradí. Preto môžeme nájsť v zozname mokradí Záhoria aj niektoré malé vodné nádrže (MVN). Vzhľadom na ich počet a umiestnenie v oblastiach suchších a náročnejších na vodu, znamenajú veľké prínosy nielen z aspektu vodohospodárskeho, ale aj ekologického. Zásadnou vo-

dohospodárskou funkciou MVN je zvyšovanie akumulačného, ale aj retenčného potenciálu územia, k tomu sa pričleňuje ich pozitívny vplyv na kvantitu vôd, pôsobenie v protieróznej ochrane územia ako stabilizačný prvok hydrografickej siete a ekologická funkcia. Ekologická funkcia MNV sa pri pôvodnom návrhu vôbec nebrala do úvahy. Pri zmene účelu nádrže alebo pri zásahoch do jej objemu sa menia podmienky hospodárenia s vodou, preto treba vypracovať nové vodohospodárske riešenie nádrže. Toto riešenie tvorí súbor úvah, výpočtov a grafických riešení, ktorých výsledkom je vodohospodársky plán nádrže. Ten stanovuje, za akých podmienok a akým spôsobom možno zabezpečiť požiadavky na vodu, aby splnila účel, pre ktorý je nádrž určená.

Retenčná schopnosť nádrže. Stanovenie tohto parametra MVN je dôležité pre možnosť využitia nádrže pri povodňových stavoch, čo sa prejavuje znížením maximálneho povodňového prietoku, ktorým je storočný prietok (Q_{100}). Retenčná schopnosť nádrže závisí od veľkosti maximálneho prietoku, objemu povodňovej vlny, objemu retenčného priestoru a kapacity bezpečnostného priepadu. Retenčný priestor je ohraničený zdola kótou koruny bezpečnostného priepadu a zhora maximálnou výškou hladiny vody. Pre nádrže s nehradeným bezpečnostným priepadom sa transformácia povodňovej vlny stanovuje orientačne, pomocou Bratránkovho grafu alebo presne Klemešovou metódou.

Klemešova metóda vychádza zo vzťahu:

$$Q_p \Delta t - Q_o \Delta t = \Delta V,$$

kde pre časový úsek t sa vychádza z rozdielu objemov povodňového prítoku a odtoku. Podkladom riešenia je povodňová vlna a závislosť medzi veľkosťou retenčného objemu a kapacitou bezpečnostného priepadu.

Tab. 1 uvádza prehľad MVN Záhoria, ktoré sú v správe SVP, š. p., OZ Povodie Dunaja, závod Malacky, ale súčasne sú uvedené aj v zozname mokradí tohto územia. V zmysle smernice EÚ 2000/60/ES možno tieto vodné nádrže začleniť do Karpatského ekoregiónu, podľa typu útvaru povrchovej vody do umelých vodných útvarov, 6 z nich má plochu menšiu ako 10 km^2 , plocha piatich sa pohybuje v rozpätí $10 - 20 \text{ km}^2$ a iba 2 nádrže majú plochu väčšiu ako 20 km^2 , ale menšiu ako 45 km^2 .

Povodňová bezpečnosť vybudovaných MVN sa preverovala v období 1964 – 1985. Už dávnejšie boli pre ne stanovené návrhové kulminačné prietoky, a preto sú v tejto súvislosti zaujímavé porovnania projektovaných návrhových storočných maximálnych prietokov s hodnotami vypočítanými podľa geomorfologickej regionalizácie (Kohnová, Szolgay, 1996; Dub, 1957). Z týchto porovnaní podľa výsledkov výpočtov uvedených v práci Klementová a kol. (1998) možno vyvodíť zmeny v odtokových procesoch. Spracovanie umožňuje porovnať výsledky dvoch novších regionalizácií návrhových maximálnych prietokov, ktoré zohľadňujú rozdielnu génezu

tvorby povodní v prípade dažďových a dažďovo-snehových povodní aj s oblastným a dosiaľ používaným vzťahom uvádzaným bežne v hydrológii ako Dubov vzťah. Z analýzy výsledkov možno indikovať poddimenzovanie návrhových parametrov objektov malých vodných nádrží. Napríklad MVN Unín, ktorá má plochu povodia menšiu ako 20 km^2 , má bezpečnostné zariadenia navrhnuté na nižšiu hodnotu storočného prietoku ako je $max Q_{100}$ (maximálna hodnota z údajov zimného a letného polroku) z regionalizácie podľa geomorfologických celkov. Preto sa odporúčalo prepočítať návrhové hodnoty Q_{100} a v súvislosti s tým upraviť manipulačné poriadky, prípadne posúdiť zabezpečenosť odvedenia maximálnych prietokov.

Nové prístupy v ochrane územia môžu vychádzať z princípov:

- zmeny obhospodarovania krajiny zvýšením podielu lesov a trvalých trávnych porastov,
- rozmiestnenia potrebných retenčných priestorov tak, aby vznikli malé účinné protipovodňové nádrže, resp. retenčné priestory bez stáleho nadržania v rôznych miestach povodia,
- nového spôsobu úpravy korýt tokov s dôrazom na ich renaturáciu, pri dodržaní zásad stabilizácie koryta, ale s rešpektovaním prirodzených retenčných priestorov pozdĺž vodného toku pri povodňových prietokoch (mokrade, poldre).

Práca vznikla s podporou grantu VEGA 1/9364/02

Literatúra

- Dub, O.: Hydrológia, hydrografia, hydrometria. Vysokoškolská učebnica. Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry Bratislava, 1957, 484 s.
- Klementová, E. a kol.: Využívanie nádrží miestneho významu v súčasných podmienkach. 1/ 3035/ 96. Záverečná správa. Pre vedeckú grantovú agentúru MŠ SR a SAV Bratislava, 1998.
- Kohnová, S., Szolgay, J.: Regionalisierung maximaler Abflussspenden in kleinen Einzugsgebieten der Slowakei. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung. 28, 1996, 3, p. 3 – 27.
- Mitsch, W. J., Gosselink, J. G.: Wetlands. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2000, 920 pp.
- Šeffler, J. a kol.: Mokrade pre život. Daphne Bratislava, 1996, 32 s.

Doc. Ing. Eva Klementová, PhD., Katedra vodného hospodárstva krajiny Stavebnej fakulty STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, klement@sof.stuba.sk
RNDr. Martina Juráková, Katedra vodného hospodárstva krajiny Stavebnej fakulty STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, hornacko@sof.stuba.sk