

nápravných opatrení, ktorých spoločným znakom je **renatúra vodného toku**. V spolupráci s WWF Auen-Institut v Rastatte uvažujú o posune hrádzí smerom od toku na niektorých úsekoch Horného Rýna a obnovení prirodzenej funkčnosti bočných ramien a mäkkého lužného lesa. Keďže však projektanti v minulosti nerátali s takouto koncepciou zmenou v nazeraní na starostlivosť o krajinu, vyskytujú sa dodatočné limity. Nejde len o to, že sa do bývalej inundácie dostala zástavba, ale aj o fahkomyselné využívanie nerastných prírodných zdrojov. Sklárky slaneho draselného kalu z alsaských bani priamo v bývalom zaplavovanom, dnes chránenom území sú pri tak žiadúcom zdvihnutí hladiny podzemnej vody hrozbou pre jej kontamináciu. Neboli založené na nepriepustnom podloží.

Na zdvihnutie dna zaklesnutého Rýna by bolo treba kdesi vyťažiť a znovu uložiť do koryta jednorázovo asi 200 miliónov m³ štrku. Aby sa zabránilo zahlbovaniu koryta pod poslednou priehradou na Hornom Rýne, sype sem federálna plavebná správa ročne vyše 170 000 m³ štrku

[5]. Projektanti vodných diel podcenili skutočnosť, že Rýn veľkú časť splavenin necháva v Bodamskom jazere a jediným významným dodávateľom štrku v hornorýnskom priestore bola švajčiarska rieka Aare, ktorá však bola v nedávnej minulosti tiež zregulovaná a energeticky využitá.

Teda popri tom, že sa na Rýne môže poučiť o tom, ako sa po desaťročiach hydrotechnických zásahov začínajú inžinieri vracaf k menej náročným, zato prirodzenejším spôsobom hospodárenia s vodou v krajine, mali by sme vidieť aj to, že čím neskôr sa k renaturačným opatreniam pristupuje, tým viac limitujúcich faktorov býva v hre a o to komplikovanejší takýto návrat je. Na československo-maďarskom úseku Dunaja sa ponúka možnosť využiť pozitívne i negatívne skúsenosti z Rýna a Rhóny, preskočiť pár desaťročí hrozacej intenzifikácie využitia rieky kanálovým spôsobom a začaf s renatúraciou hneď. Súčasný stav prírodného prostredia v Podunajsku u nás iste nie je optimálny a má už ďaleko od pôvodného, ale krajina ešte nestratila vysoký re-

generačný potenciál a podmienky pre renatúraciu sú oveľa priaznivejšie ako tie, v ktorých budú o pár desaťročí zápasif v Rakúsku. Vefa času pre správne rozhodnutie nám však už neostáva.

Literatura

- [1] Lisický, M. J.: Vodné diela v prírodnom prostredí. Životné prostredie 25, 1991, s. 117—123.
- [2] Zábajniková, M.: Zostane Gabčíkovo v tieni? Ekonom 11. 1991, s. 3—4.
- [3] Hraško, V.: Paralela SVD G-N na Dunaji s obdobnými dielami na Rýne. Vodní hospodářství č. 4/1992.
- [4] Carbiener, R., Tremolieres, M.: The Rhine rift valley groundwater — river interactions: evolution of their susceptibility to pollution. Regulated Rivers: Res. Mgmt. 1990, s. 375—389.
- [5] Imhoff, K. R.: Dams and the environment. Water Sci. Tech. 19. 1987, s. 69—80.



Variant zúženej zdrže Hrušov z hľadiska ekológie a ekosozológie

Mikuláš J. Lisický, Igor Matečný, Ivan Bastl, Boris Gambeľ, Jaroslav Černý, Alžbeta Darolová, Stanislav Kalúz, Štefan Nagy, Peter Pišút, Borislav Rovný, Norbert Sommer, Ferdinand Šporcka, Zbyšek Šustek, Eva Uherčíková a Marián Vranovský
Ústav zoológie a ekosozológie SAV - Bratislava

Výstavba vodných diel Gabčíkovo-Nagymaros a súvislosti predpokladaného sprevádzkovania znamenajú drastický zásah do prírodného prostredia Podunajska. Napriek tomu, že sa po opätovných kritikách pristúpilo k projekčnému a investičnému riešeniu najkrikfavejších negatív, akými by nesporne zánik ramennej sústavy a starého koryta bol, všetky doterajšie návrhy na zmenšenie negatívneho zásahu majú objektívne dané limity technického i finančného charakteru, nehovoriac už o tom, že vodné dielo je prakticky hotové. Bezvýhodnosť z hľadiska zásadnej zmeny a nekonfliktného prevádzkovania tohto vodného diela naznačili aj viaceré závery dvoch kôl expertíz v predchádzajúcom roku, ktoré sa zaoberali environmentálnymi aspektami VD Gabčíkovo.

Predkladaný príspevok, pojednávajúci o ekologických a ekosozologických hľadiskách modifikovaného variantu D dokončenia VD Gabčíkovo (ďalej D-VÚVH) je tiež hodnotením kompromisného riešenia. Nechce však nevidieť pozitíva, ktoré v porovnaní s doteraz vyprojektovanými a realizovanými riešeniami Hrušovskej zdrže (varianty A, B a C) variant zúženej zdrže so sebou prináša.

Charakteristika ideového návrhu technického riešenia navrhovaného variantu.

Alternatíva D-VÚVH SVD Gabčíkovo-Nagymaros je riešenie SVD bez výstavby vodného diela Nagymaros s priebežnou prevádzkou hydrocentrály v Gabčíkove a s energetickým využitím prepúšťaných ekologických prietokov zo zdrže Hrušov-Dunakiliti.

Táto alternatíva je založená na výstavbe hrádzí popri koryte pôvodného hlavného koryta Dunaja, medzi rkm 1841 až 1855, čím by sa vytvorila riečna zdrž o dĺžke 14 km. Mierné vzdutie hladiny by zasahovalo až po rkm 1870. V úseku medzi rkm 1855 až 1870 by toto vzdutie prebiehalo v pôvodnom koryte. Zdrž má mať charakter nie jazernej, ale riečnej nádrže. Od Bratislavy približne po rkm 1855 má mať šírku podľa Spoločného zmluvného projektu (ďalej SZP), so zachovaním pôvodných hrádzí, od r. km 1855 po hať Hrušov-Dunakiliti sa zúži tzv. letnými hrádzami na šírku cca 1400—1600 m oproti pôvodnej šírke 1600—4600 m. Pôvodné hrázde v tomto úseku ostanú zachované a budú ohraničovať medzihrádzový priestor využívaný ako obojstranný polder na vedenie vôd nad

$Q = 4000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pri prietokoch väčších, než $Q = 4000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ bude medzihrádzový priestor prietokový. V rkm 1855 sa navrhuje vybudovať po oboch stranách vstupné objekty do inundačného územia pre „základný ekologický režim“ a pre prietoky väčšie než $Q = 4000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Vody z pravostranného medzihrádzového priestoru sa odvedú priepustmi pod manipulačnou cestou k hati do ramenných sústav na maďarskej strane, resp. do starého koryta. Z favostranného medzihrádzového priestoru vody akumulované pri prietokoch vyšších, než $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ sa budú odvádzať výpustným objektom do dolnej časti zdrže, alebo favostranného priesakového kanála.

Pri tejto alternatíve D-VÚVH sa uvažuje v priestore favostranného poldra s čiastočnou rekonštrukciou ramien bývalej Čilistovskej ramennej sústavy, ktoré by plnili funkciu priesakového kanála (odvádzaním priesakových vôd z riečnej zdrže) a zároveň by odvádzali vody prepúšťané priepustom z horného úseku riečnej zdrže. Výška hladiny v ramenách by bola regulovaná aj ovládateľným objektom na dolnom konci ramien, ktorým by bola voda odvádzaná do favostranného

ho priesakového kanála, resp. potrubiami situovanými pod horným ústím prívodného kanála do ramien ľavobrežnej inundácie.

Maximálna hĺbka v riečnej zdrži by bola prakticky identická ako pri pôvodne projektovanej Hrušovskej zdrži, t.j. 11 m. Pri vybudovaných nových ochranných hrádzach by hĺbka vody dosahovala 3,5 až 4 m. Rýchlosť prúdu v zdrži by bola nižšia ako v pôvodnom koryte Dunaja, ale vyššia ako v pôvodne projektovanej Hrušovskej zdrži a dosahovala by v riečnej zdrži na väčšej časti pri prietoku $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ hodnoty $0,15 - 1,65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a len v obmedzenom priestore hodnoty od $0,006$ do $0,12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Riečne splavniny sa budú usadzovať v hornom úseku vzdutia zdrže nad rkm 1864, kým plavniny v dolnej časti zavzdutého úseku. Sedimentácia splavenín a najmä plavenín bude prebiehať v menšom objeme a na menšej ploche v porovnaní s pôvodne projektovanou Hrušovskou zdržou. Prietoky Dunaja do hodnoty 4000 m^3 sa majú prevádzať v medzihrádzovom priestore zdrže a pri prietokoch nad 4000 m^3 tieto začnú plniť renaturované poldre medzi novovybudovanými hrádzami riečnej zdrže a hrádzami pôvodne projektovanej Hrušovskej zdrže. Za tohto stavu bude vodný stĺpec v poldroch dosahovať výšku do 4 m. Vody z poldrov majú byť priebežne a čo v možno najkratšom čase odvádzané. Dĺžka trvania prietokov $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (s rozsahom intervalov prietokov $3500 - 5000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) má v priemernom roku trvanie 23,75 dní.

Variant D-VÚVH vo vzťahu k vodným organizmom

Zdrž

Úzky litorál zdrže, jeho značná hĺbka, rýchlosť prúdu zriedka klesajúca pod hodnotu $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, teplota v zdrži podobná, alebo len o niekoľko desiatin stupňa vyššia ako v súčasnom hlavnom toku Dunaja, absencia teplotnej stratifikácie a zvýšená sedimentácia plavenín vytvoria pre vodné organizmy špecifické ekologické podmienky. Na ich základe budú organizmy obsadzovať ekologické niky a vytvoria nový ekosystém. Abiotické faktory prostredia v zdrži nebudú vyhovovať rastu vodných makrofytov, preto bude zdrž, podobne ako súčasný hlavný tok Dunaja, bez vodnej vegetácie. Abiotické faktory však ovplyvnia nielen rastlinstvo, ale i všetky ostatné stupne potravných pyramíd živočíchov. Ryby ako konzumenty najvyššieho rádu nájdu pre svoju reprodukciu len skromné podmienky. V riečnej zdrži nebude prebiehať neres fytofilných druhov rýb z dôvodu absencie vhodných neresových substrátov. Výrazne znížený bude i úspech neresu fyto-litofilnej skupiny rýb v úsekoch so zvýšenou sedimentáciou plavenín z dôvodu zanášania ikier

sedimentami. V hornej časti zdrže možno predpokladať úspešný neres litofilnej a v menšej miere psamofilnej ekologickej skupiny rýb. Ďalší osud úspešne vyliahnutých juvenilných štádií rýb bude ovplyvnený najmä dostupnosťou vhodnej potravnnej základne, ktorú tvorí v zásade zooplanktón. Pre jeho masovejší rozvoj musia byť podľa [2, 10] rýchlosti prúdu vo všeobecnosti nižšie ako hodnota $0,01 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Keďže rýchlosti v riečnej zdrži budú zväčša rádovo vyššie, predpokladá sa, že zooplanktón bude chudobný s prevahou vírnikov. Jeho biomas zrejme neprekročí v ročnom priemere $1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$. Táto skutočnosť — nedostatok potravy — negatívne ovplyvní prežívanie plôdika úspešne rozmnožených druhov rýb. V dôsledku neustáleho pohybu dna v prúdnickej zdrži nenájdu vhodné podmienky pre svoj rozvoj ani bentické organizmy a perifytón. Tieto organizmy budú osídľovať prevažne úzky pás litorálu, kde nastane v porovnaní s variantom A výrazné zlepšenie podmienok. (Krátkodobé rozkyvy hladiny pri variante A by totiž znemožňovali existenciu pravých bentonov.) V úsekoch riečnej zdrže so zvýšenou sedimentáciou nájdu celkom dobré podmienky niekoľko skupiny detritofágnych bentonov ako *Oligochaeta*, *Polychaeta* a *Chironomidae*, ktoré tvoria významnú zložku potravy mnohých druhov rýb. Vhodné podmienky nájde v zdrži i lastúnik *Dreissena polymorpha*, ktorý ako sa zistilo po výstavbe vodných diel na Volge, Dnepri a Južnom Bugu kolonizuje všetky ponorené predmety a znamená vážne nebezpečenstvo pre zariadenia pod vodnou hladinou. Kládmi varianty D-VÚVH je oproti variantu A i skutočnosť, že z dôvodu vyšších rýchlostí prúdu pride k zníženiu ukladania plavenín a voda vypúšťaná do starého koryta i ramenných sústav bude po tejto stránke bližšia kvalite vody súčasného Dunaja. I napriek kládom, ktoré varianta D-VÚVH prináša v porovnaní s riešeniami A, B resp. C varianty, je nutné poznamenať, že zo skúseností s výstavbou iných vodných diel na veľkých náhách vyplýva, že vodné diela znamenajú v drtvej väčšine zmenu a ochudobnenie pôvodnej rieky a zníženie produkcie na úrovni vrchných trofických článkov ekosystému.

Polder

Pri úprave dna projektovanej Hrušovskej zdrže boli dunajské ramená v bývalej ľavostrannej inundácii tohto úseku Dunaja zlikvidované. Varianta D-VÚVH vytvára v oblasti navrhovaného poldra možnosť ich rekonštrukcie. A práve tu je výrazný prínos tohto modifikovaného variantu D oproti variantom A, B a C, pretože variant D-VÚVH prináša možnosť obnovy systému tok — ramená ako náhradu pôvodnej inundácie, i keď umelo riadenej.

Obnovená ramenná sieť by mala mať

prietočné i neprietočné ramená, aby vznikla čo najširšia paleta biotopov. Prepojenie poldra na zdrž umožní komunikáciu organizmov a zlepši úživnosť vôd v poldri, ktoré by sa v prípade izolácie poldra naplňali len studenými, priehľadnými a málo úživnými priesakovými vodami. V prietočných ramenách budú rýchlosti prúdu pravdepodobne vyššie ako čas potrebný na zdržanie vody pre masový rozvoj väčšiny významných planktonických živočíchov. Iná situácia bude v neprietočných ramenách, kde cirkulácia vody bude len veľmi pomalá. Dobré podmienky vzniknú v umelom systéme ramien pre bentické organizmy, ktoré budú masovejšie osídľovať najmä nižšie úseky poldra a časti s bohatšími sedimentami. Umelý systém ramien osídli ryby a iná makrofauna najmä počas vysokých vodných stavov, keď budú splavené z vyššie položených úsekov Dunaja a dolnej Moravy. Ramená poldra vytvoria takto pre ne útočisko a zároveň možnosť vyhnúť sa turbínam hydrocentrál. Klád takéhoto riešenia vyznieva i v prepojení horného úseku Dunaja nad zdržou s vodami ležiacimi pod haňou Hrušov — Dunakiliti resp. stupňom Gabčíkovo. Poldre by mohli zároveň plniť úlohu centra prirodzenej reprodukcie rýb i keď s nižším efektom v porovnaní so súčasnou inundáciou, a to z dôvodu predpokladanej nižšej úživnosti umelých ramien. V pozdĺžnom profile ramien by mali byť vytvorené priehlbne, ktoré by umožnili časti ichtyofauny zdrže úspešne prezimovať v podmienkach poldra, pretože samotná zdrž tieto podmienky nevytvára.

Staré koryto Dunaja a ľavobrežné inundačné územie v úseku rkm 1842—1820

Nie je pravdepodobné, že by modifikovaný variant D mal na vodné organizmy v opustenom koryte Dunaja a ešte zachovanom ľavobrežnom inundačnom území vnútrozemske delty výrazne odlišný vplyv v porovnaní so situáciou, predpokladajúcou výstavbu zdrže podľa SZP. Zvýšenie podielu plavenín a nepatrné zníženie teploty budú faktory, ktoré nezmenia pôvodné prognózy [4, 8, 11]. Z hľadiska zmienenej situácie bude zrejme kládmi najmä prepojenie vnútrozemskej delty na Dunaj povyššie zdrže prostredníctvom poldra. Ostáva ale nevyhnutné, aby sa i v prípade realizácie variantu D-VÚVH naďalej rešpektovali pri hydrotechnických úpravách ekologické a ekozozologické požiadavky uvedené v [4], znižujúce negatívne dopady výstavby VD Gabčíkovo na vodné organizmy.

Variant D-VÚVH vo vzťahu k terestrickej faune

Všeobecné predpoklady renaturácie
Rozšírenou ekologickou vlastnosťou druhov obývajúcich aluviálne ekosysté-

my je prevaha znakov r-stratégie, ktorá v tomto type prostredia predstavuje súbor adaptačných mechanizmov, veľmi potrebných na prežívanie v relatívne málo prediktabilnom ekosystéme. Ide hlavne o dobrú pohybovú schopnosť rýchleho aktívneho vyhľadávaniu nových vhodných stanovišť.

Popri týchto druhoch však obýva aluviálne ekosystémy aj celý rad druhov málo pohyblivých bezstavovcov, ktoré volia inú stratégiu a to únik smerom nahor (kmene stromov), alebo naopak do pôdy. Sú teda za predpokladu priemerných (nie extrémnych) podmienok záplav schopné prežiť na mieste. Nakoľko mnohé z nich sa dobre šíria aj pasívne, naplavením vodou (napr. ulitníky), dochádza aj v prípade zániku lokálnej populácie k relatívne rýchlej obnove z podobných lokalít ležiacich smerom proti prúdu.

Prakticky významné dôkazy rýchlej obnovy aluviálnych ekosystémov po ich zničení získal Z. Šustek na území II. nádrže Novomlýnskeho vodného diela, ktorá musela byť v rokoch 1985–1986 čiastočne vypustená potom, čo neočakávané vinobitie poškodilo hrádze práve napustenej nádrže. Obnažené ploché brehy a sústava malých ostrovov začala rýchlo spontánne zarastať náletom vrb a topofov, ktorý v krátkej dobe dosiahol výšku asi 2–2,5 m a pomerne veľkú hustotu. Súčasne s tým začali byť tieto stanovišťa osídľované viacerými druhmi bystruškovitých a drobčikovitých. V bezprostrednom páse pri vode a na ostrovcích to boli typické brehové druhy a druhy lužných lesov v ich najvlhkejších variantoch a druhy obývajúce slatiny a mokré lúky. Bolo zrejme, že vzájomný pomer zastúpenia jednotlivých ekologických skupín by sa veľmi rýchlo upravoval v závislosti na rozvoji rastlinných spoločenstiev. Z rýchlosti rastu vrb a topofov vypýtalo, že pomerne pokročilý stupeň sukcesie by tieto spoločenstvá mohli dosiahnuť už asi za 15–15 rokov. Iná situácia by však v uvedenom priestore bola pri výsadbe drevín tzv. tvrdého luhu, ktorý je v oblasti Novomlýnskych nádrží najrozšírenejším typom porastov. Tu by pokročilý stupeň sukcesie spoločenstvá dosiahli asi po 80 rokoch a štádiom klimaxu po ďalších 70–100 rokoch.

Situácia v oblasti diskutovaného poldra bude v mnohom smere obdobná. Jednoduchšia bude v tom, že v alúviu Dunaja prevažujú tzv. mäkké luhy, čo by proces obnovy podstatne urýchlilo. Zložitejšia bude podstatne väčším územným rozsahom poldra v porovnaní s II. nádržou Novomlýnskeho diela. V prípade, že terénne úpravy pred rekultiváciou vytvoria lokálne podmienky odpovedajúce výskytu tzv. tvrdého luhu, predĺži sa na nich proces obnovy a bude pravdepodobne potrebné

siahnuť u niektorých druhov živočíchov (napr. bystruškovitých) k reštaurácii.

Podmienky a rámcové limity z hľadiska ornitofauny

Ornitofauna ako skupina stavovcov, ktorej individua majú postavenie posledných článkov potravných reťazcov, predstavuje významný indikátor stavu a zmien ekosystémov. Preto sa kvalita vznikajúcich vtáčích spoločenstiev pokladá za dôležité kritérium úspešnosti renaturizačných opatrení. Pre vznikajúcu ornitocenózu zohráva veľmi významnú úlohu kvalitatívno-quantitatívna stránka bylinného, krovinného a stromového porastu, lebo úzko súvisí s podmienkami na hniezdenie, ukrývanie sa a možnosťami získavania potravy. Medzi najdôležitejšie faktory, určujúce pestrosť ornitocenóz patrí najmä: druhové zloženie stromového a krovinného porastu, počet etáží lesa a vek drevín. Podľa týchto kritérií i ornitologických skúseností predstavujú porasty monokultúr svojou druhovou a priestorovou uniformitou prekážku pre vznik bohatého vtáčieho spoločenstva.

Dôležitým faktorom, určujúcim kvalitu ornitocenóz na území poldra, bude taktiež charakter záplavy jeho povrchu v jar-ných až letných mesiacoch (marec až august). Záplava v hniezdnom období (III. – VIII) spôsobí totiž vytopenie hniezd do výšky jej hladiny.

Ďalším veľmi dôležitým faktorom ovplyvňujúcim stav fauny územia poldra bude regulácia rýchlosti jeho záplavy. Živočíchov v medzihrádzovom priestore sú adaptované na pravidelné záplavy. Zvyšujúca sa vlhkosť vzduchu, zrážky, zvyšujúci sa hluk vody pretekajúcej cez hrádze ramien, otrasy pôdy sú signály blížiacich sa záplavy, signalizujú zvieratám, aby sa presunuli z medzihrádzového priestoru preč, alebo aby v ňom hľadali vyššie položené úkryty. Únik zvierat pred povodňou si vyžaduje určitý čas, aby sa mláďatá, staršie jedince, menšie zvieratá a pomalšie sa pohybujúce stihli pred povodňou ujsť.

Podmienky a rámcové limity z hľadiska fytoocenóz

Pred odlesnením mali lužné lesy v oblasti zdrže prevažne charakter prechodných a mäkkých luhov (sl. *Saliceto-Alnetum*, *Querceto-Fraxinetum* [3], resp. asoc. *Fraxinetum-Populetum*, asoc. *Ulmeto-Fraxinetum* a asoc. *Saliceto-Populetum* [5]). Podmienkou existencie a rozvoja takýchto ekosystémov je trvale prítomná (dostatočne okysličená, prúdiaca) podzemná voda v pôdnom profile v dosahu rhizosféry drevín, a ďalej vody, ktoré sa v určitých cykloch periodicky prelievajú na povrch pravidelnými záplavami (aj opakovanými) počas roka, s maximom výskytu vo vegetačnom období, s pohybom prúdiacej vody nad povrchom

terénu a ďalej obohacovanie aluviálnych pôd usadzovaním jemných splavenín pri záplavách (prírodné hnojenie porastov) ako aj priaznivá aerácia (prevzdušnenie) pôd.

Pre vrbové topoliny — mäkké luhy, hospodársky súbor lesných typov (ďalej HSLT) 126 — udáva Oszlányi [6] priemernú hĺbku HPV okolo 0,5 m, pre dubové lužné jaseniny (prechodný luh, HSLT 125) okolo 1–2,5 m (prírodný stav aluviálnych pôd). Korene drevín lužného lesa prenikajú maximálne do hĺbky 150 cm, pričom prevažná časť (71,6 %) biomasy jemných koreňov sa nachádza v hĺbke do 50 cm [Oszlányi in 6]. Rozsiahle zemné úpravy v zdrži majú za následok pomiestne uloženie štrkov už v malých hĺbkach pod povrchom pôdy; prerušenie kapilarity by mohlo byť neskôr pre porasty, ktoré vznikli na takýchto sterilných substrátoch, ekologickým limitom. Táto nepriaznivá skutočnosť sa eliminuje, ak sa bude HPV vo vegetačnom období pohybovať najviac v hĺbke 0,5–1,5 m pod povrchom pôdy. Nápuštný a výpuštný objekt musia byť na tento účel primerane dimenzované a dobre regulovateľné.

Dôsledky prerušenia kapilarity na vysychanie a deštrukciu lužného lesa sú všeobecne známe a podrobne dokumentované (pozri napr. kalamitné výrubu pod Bratislavou v 80-ych rokoch pod Bratislavou, prognóza rozšírenia HSLT po dokončení VD Gabčíkovo [1]).

Pri zhodnotení pôsobenia záplav v poldri bude rozhodujúca dĺžka ich trvania a výška zaplavenia terénu, ktorá bude rôzna v závislosti od množstva prietokov v Dunaji.

Vychádzame z komplexných výskumov tolerancie drevín, krov a kultúr lužného lesa voči záplavám, získaných z analogických podmienok na Rýne [9]. Pre hlavné dreviny lužného lesa sa stanovila tzv. vitálna a kritická oblasť. Pre *Populus nigra* (má toleranciu blízku *Populus × euroamericana*) kritická oblasť nastáva až po 136 dňoch trvania záplavy, pre *Salix sp.* až po 169 dňoch, pre *Alnus incana*, *Populus canescens* a *Quercus robur* po 129 dňoch, pre *Fraxinus excelsior* po 66 dňoch.

Najcitlivejšie voči vysokým vodám sú vysadené kultúry, prírodné zmladenie, semenáčiky drevín a krovitá etáž, najmä druhy s veľkými lenticelami (napr. *Sambucus nigra*). Napr. u stromčekov tvrdého a prechodného lužného lesa je vitálna oblasť 20–60 dní. Ak vychádzame z dĺžky zaplavenia poldra 24 + 10 dní (v priemernom roku, pri malej kapacite výpuštného objektu) takýto čas by nemal znamenať pre miestne dospelé a odrastlé porasty žiadne ohrozenie, a to ani v prípade výskytu drevín tvrdého lužného lesa, ani pri zaplavení do výšky 4 m. Pre nárasty v počiatočných rastových fázach

by mohla dlhotrvajúca záplava znamenať ohrozenie v tom prípade, ak by trvala podstatne dlhšie a súčasne by sa výška hladiny dlhodobe udržiavala na úrovni 2–3 m. Celoplošná záplava do výšky 1 m, ani dlhotrvajúca, nepredstavuje z hľadiska fytoocenózy ohrozenie.

Pri aplikovaní zistených poznatkov na oblasť poldra to znamená, že spontánne vznikajúce vrbové a topoľové porasty s najväčšími nárokmi na vlahu, schopné dobre odolávať i extrémnym vodným stavom by tu museli byť pod vodou viac ako 5 mesiacov, aby došlo k ich bezprostrednému ohrozeniu. Takáto situácia je však nepravdepodobná.

Uvedeným podmienkam zodpovedala napr. veľká záplava v inundácii Dunaja v auguste r. 1991. Ani pri extrémnej výške vodného stĺpca nedošlo k výraznejším škodám na dospelých porastoch, keďže kulminácia trvala relatívne krátko. Naopak, predstavovala výhodnú vlahovú dotáciu pôd pred nasledujúcim suchým obdobím.

Vytvorením obojstranného poldra sa pomerne rozsiahle územie odlesnené pri výstavbe zdrže zmení na len občasne zaplavené, s podobnými podmienkami, aké sú v terajšom inundačnom území Dunaja.

Fyziotaktické návrhy a opatrenia

Opatrenia v riečnej zdrži

Pri posudzovaní alternatívy D-VÚVH sme priamo v riečnej zdrži navrhli niektoré opatrenia, pri rešpektovaní ktorých možno očakávať pozitívne zmeny najmä v rozvoji zoobentosu a litorálnej fauny. Sú to:

1. zához návodnej strany brehových hrádzí riečnej zdrže lomovým kameňom;
2. vybudovanie výhonov dĺžky 60–100 m z lomového kameňa (ich lokalizáciu pozri v projekte);
3. vytvorenie sústavy umelých ostrovov v príbrežnej časti zdrže (rozloha 3–5 ha), s vnútornou terénnou depresiou s plytkou vodou (do 1,0 m) a s bioopevnením horného konca, ktoré je možné ponechať prirodzenej sukcesii. Konceptia vytvorenia umelých ostrovov bola na základe štúdie [7] prijatá projektantom už v navrhovaných opatreniach pre zdrž podľa pôvodného projektu.

Opatrenie v ľavostrannom poldri

Kritériá a požiadavky pri renaturácii ľavostranného poldra sa týkajú jednak tvorby, resp. rekonštrukcie systému ramien, jednak zásad vodného režimu v ňom — ako z hľadiska vegetácie, tak i z hľadiska vodnej a terestrickej fauny. Rešpektovaním niektorých zásad a realizáciou navrhnutých fyziotaktických opatrení bude možné očakávať už v prvých rokoch po prevádzkovaní diela pozitívne zmeny. Renaturáciu do stavu podobného pôvodným prirodzeným podmienkam možno očakávať medzi 15–20 rokom.

Jednoznačnou požiadavkou pri poldri je, aby nápuštný a výpuštný objekt boli ovládateľné, aby bolo možné ovplyvňovať dĺžku trvania povrchových záplav, regulovať výšku hladiny a rýchlosť prúdu. Vplyva to z nasledujúcich zásad:

1. V počiatočnom období bude treba podporiť záplavami obnovenie iniciálnej (min. 10 cm) vrstvy pôdy na miestach, kde je odkryté štrkopieskové podložie.
2. Záplavy bude nutné regulovať tak, aby aspoň prvých 5–6 rokov materiál prinášali a neodplavovali, aby sa urýchlil pôdotvorný proces a rozvoj edafónu.
3. Kvôli zachovaniu a rozvoju dendroflóry sa hladina podzemnej vody vo vegetačnom období (apríl–september) mimo času záplav musí pohybovať v priemernej hĺbke (0,5–1,5 m, 1989), radšej vyššie, aby sa eliminovali účinky porušenia kapilarity, ktoré vznikli v zdrži uskutočnenými zemnými úpravami.
4. Otázkou dĺžky záplav v poldri bude treba riešiť najmä v nadväznosti na niektorý z navrhnutých variantov renaturácie porastov drevín. Zamedziť bude treba najmä dlhšiemu trvaniu kritických stavov, t. j. 3–4 m vodného stĺpca. Optimálna dĺžka záplavy je 7–10 dní.
5. V optimálnom variante je treba využiť začínajúcu prirodzenú obnovu lesa.
6. V prípade ekologicky nepriaznivejšieho variantu, ak by sa po preverení povodňovej bezpečnosti trvalo na plnej prietočnosti lužného lesa, je treba zabezpečiť asymetrické plnenie oboch poldrov, t. j. väčšie množstvá púšťať do pravostranného, ktorý nemá problémy s odvedením vody do starej ramennej sústavy. Z hľadiska obnovy vegetačného krytu však ani v takom prípade kompromisné riešenie — technicky i biologicky — nebude problém nájsť. Bude to len otázka založenia, pestovania a priestorového usporiadania biologicky vhodných porastov z domáckich drevín tak, aby odpovedali požadovaným koeficientom na nehatený prietok vody pri povrchovej záplave.
7. Regulácia rýchlosti záplavy poldra významne ovplyvní kvalitu terestrickej fauny územia. Prívod vody doň bude potrebné regulovať tak, aby sa podľa možnosti simuloval časový priebeh príchodu záplav na Dunaji, teda aby živočíchy, žijúce v medzirádzovom priestore mali čas reagovať na blížiacu sa záplavu a presunúť sa preč, alebo zaujať vyššie položené úkryty (napr. bezstavovce).

Rekonštrukcia ramenného systému

V rámci projektu sme rámcovo navrhli aj obnovu funkčnej sústavy bočných vód v poldri, t. j. trvale prietočných ramien, izolovaných meandrov (tzv. oxbow lakes) a depresii zaplavených aspoň periódicou vodou, vrátane integrácie vybagrovaných zerníkov do vodnej sústavy poldra. Pri tom sme stanovili nasledovné rámcové zásady:

1. Pri situovaní ramien rešpektovať zvyškov zlikvidovanej ramennej siete všade tam, kde je to možné, zasypané časti obnoviť ako preferenčné cesty prúdenia podzemnej i povrchovej vody. Vytvorí sa ohniská rozvoja planktónu a nastane zvýšenie diverzity planktov vhodných pre rozvoj zoobentosu.

2. Profil a rozmery hlavného a bočných ramien zabezpečí približne identické ako boli u pôvodných ramien tejto oblasti (t. j. od 60–100 m pri hlavnom, 30–60 m pri bočných ramenách, hĺbka hl. ramena v najhlbšom mieste priečného profilu 4–8 m, bočných 2–4 m).

3. Na vhodných miestach v pozdĺžnom profile hlavného ramena vybudovať priehlbne a hĺbkami 10–12 m (miesta na zimovanie rýb a refúgium v čase zvýšených rýchlostí prúdu počas záplav).

4. V obdobiach neresu rýb bude treba umožniť reguláciou prítoku a odtoku vody možnosť zvýšenia hladiny vody v ramenách (o 0,5–1 m), pri súčasnom znížení rýchlosti prúdenia vody v nich. Je to dôležité pre vytvorenie priaznivých podmienok pre neres fytofilných, resp. fytofilofílnych druhov rýb i pre rozvoj zooplanktónu, ktorý je základnou potravou pre mlade rýby.

5. Rýchlosť prúdenia vody v hlavnom ramene by nemala prekročiť po väčšinu roka hodnotu $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (kritická populačná rýchlosť pre rýby).

6. U regulovateľného nápuštného objektu do ramien bude vhodné použiť svetlopriepustné šachty z prefabrikátov opatrené ovládateľnými uzávermi (možnosť migrácie rýb).

7. Manipuláciou na nápuštnom objekte bude treba umožniť pomalšie stúpanie vody, než by sa v extrémnych prípadoch vyskytlo v prirodzených podmienkach (pod 1,5 m za 24 hodín).

8. Voda z ľavostranného poldra sa bude podľa možnosti odvádzať do ramennej sústavy v oblasti derivácie (rkm 1842–1821), kde by vyliahnuté vývinové štádiá planktonických kôrovcov, rýby a ďalšie vodné organizmy mohli pokračovať vo vývine a reprodukciu. Na to sa využije buď ľavostranný priesakový kanál a jeho zhybka, alebo sa takáto zhybka pod deriváčnym kanálom na jeho začiatku vybuduje.

9. Požadovaný vodný režim bude možné zabezpečovať dotovaním zo zdrže, resp. voľbou nápuštného objektu v čase malého prietoku v Dunaji. V prípade maximálnych prietokov ich bude nutné regulovať zodpovedajúcim dimenzovaním ramennej sústavy a dimenzovaním a ovládaním výpuštného objektu pri súčasnom zvýšenom odvádzaní do pravobrežného poldra, resp. maďarskej ramennej sústavy. Tým sa zároveň splnia i nároky na maximálnu prietočnosť územia z hľadiska ochrany Bratislavy.

Predpokladom efektu ekologických prínosov v prípade realizácie variantu D je rešpektovanie biologických kritérií, stanovených pre úpravné zásahy v starom koryte Dunaja a v ramenných systémoch v úseku Hruškov—Palkovičovo [4]. Tie zostávajú nezmenené a platia aj pri alternatíve D-VÚVH.

Táto práca sčasti vznikla aj na základe riešenia projektov podporovaných grantami Slovenskej akadémie vied GA SAV 333/91 a 336/91.

Literatúra

- [1] Cífra, J.: 1983. Prognóza vplyvu vodného diela Gabčíkovo na lesné hospodárstvo. Les. časopis, roč. 29, č. 2, pp. 137—152.
- [2] Einsele, W.: 1960. Die Strömungsgeschwindigkeit als beherrschender Faktor bei der limnologischen Gestaltung der Gewässer. Österr. Fisch., Suppl., 1:1—40.
- [3] Hančinský, L.: 1972. Lesné typy Slovenska. Bratislava, 307 pp.
- [4] Holčík, J. et al.: 1991. Stanovenie biologických kritérií pre úpravné zásahy v starom koryte Dunaja a v ramenných systémoch. Záverečná správa etapy B-PÚ-DOD-A 56.06.03, ÚZE SAV Bratislava, 28 pp.
- [5] Jurko, A.: 1958. Pôdne ekologické pomery a lesné spoločenstvá Podunajskej nížiny. Vyd. SAV, Bratislava.

- [6] Kubiček, F.: 1989. Vplyv hladín povrchových a podzemných vôd na vlahovú bilanciu pôdy v inundovanom území pri starom koryte (Správa subetapy čiasť. úlohy), CBEV SAV Bratislava.
- [7] Miklós, L., Lisický, M., Kozová, M. a kol.: 1986. Ekologické hodnotenie a biologicko-ekologické usporiadanie záujmového územia Hrušovskej zdrže. ms. 179 pp. ms. depon. in ÚZE SAV Bratislava.
- [8] Rothschein, J.: 1976. Prognóza zmien kvalitatívneho režimu Dunaja po výstavbe vodných diel. Práce a štúdie, 82, VÚVH Bratislava, 89 pp.
- [9] Späth, V.: 1988. Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen. Natur und Landschaft, 63, Jg., Heft 7/8.
- [10] Vranovský, M.: 1980. Zooplanktón hlavných ramien Bačianskej ramennej sústavy. Záverečná správa vec. etapy VI — 3—4/2-003 ŠPZV, Lab. ryb. a hydrob. Bratislava.
- [11] Vranovský, M.: 1991. Predicted impact of the Gabčíkovo river barrage system on the invertebrates and algae assemblages in the Danube and its floodplain waters. Document presented on the Int. Seminar held at Brno and Gabčíkovo, Czechoslovakia, 3—6 July, 1990. Ústav syst. a ekol. zool. Brno, pp. 71—78.

Pražská vědeckotechnická společnost
Vás zve na
Vodohospodářské pondělky 1992
akce č.

- 179 8. 6. Křížikova fontána na pražském Výstavišti a její proměna po 100 letech. Ing. Vondrák, Sigma. Sraz ve 14 hodin u vchodu na Výstaviště.
- 180 14. 9. První podzemní čistírna odpadních vod na světě vybudovaná Ing. Lindleyem je významnou technickou památkou. Ing. L. Pospěch, ÚČOV. Sraz ve 14 hodin u staré budovy v Papírenské ulici.
- 181 12. 10. Retenční nádrže a dešťové usazovací nádrže, jejich význam a problémy. Bedřich Šindelář. Sraz ve 14 hodin, místo bude oznámeno na předchozích besedách.
- 182 9. 11. Elektrárna Štvanice po rekonstrukci. Sraz ve 14 hodin na Štvanici u vchodu do elektrárny.
- 183 14. 12. Novelizace zákona o vodách. Novotného lávka 5, Praha 1, 16 hodin, klubovna 553, V. patro.

INŽENÝRSKÁ SPOLEČNOST PRO EKOLOGICKÉ SYSTÉMY

SPOL. S R.O.

nabízí

projektovou, inženýrskou a konzultační činnost
v těchto oborech

- vypracování hodnocení podniku z hlediska ochrany životního prostředí — nezbytná součást privatizačního projektu
- zpracování programu hospodaření s odpady
- skládkování
- kanalizace
- čištění odpadních vod

Adresa: Truhlářská 11, Praha 1, PSČ 110 00

Tel./fax: (02) 231 02 79