

KONFERENCIJA  
O AKTUELNIM PROBLEMIMA ZAŠTITE VODA

*Markušić*

# ZAŠTITA VODA '95



JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

**Организатори:**

Југословенско друштво за заштиту вода  
Друштво за заштиту вода Србије

**Одржавање конференције су помогли:**

- Савезно министарство за развој, науку и животну средину
- Савезно министарство за саобраћај и везе
- Министарство за науку и технологију Србије
- Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду Србије
- Фонд вода Србије
- "Водоинжењеринг", предузеће за пројектовање и инжењеринг, Београд

**Организациони одбор:**

др Зоран ВУЈОВИЋ, дипл. инж., Ужице - ПРЕДСЕДНИК  
Милена МИЛОРАДОВ, Београд - СЕКРЕТАР  
мр Милош ТАСИЋ, дипл. инж. - Ужице  
др Милисав ЧУТОВИЋ, Ужице (Златибор)  
мр Милан ШИЈАК, Ужице  
Раде БЛАГОЈЕВИЋ, дипл. екон., Чајетина  
Јосип РИСТАНОВИЋ, дипл. прав., Ужице (Златибор)  
Љубиша ВИТИЋ, дипл. екон., Ужице  
Бајо ШЋЕПАНОВИЋ, дипл. инж., Приштина  
Милош МИЛОРАДОВИЋ, дипл. инж., Нови Сад  
Веселин ПЕРОВИЋ, дипл. инж., Подгорица  
Данило ВУКСАНОВИЋ, дипл. инж., Подгорица  
Ана ХАЈДУКОВИЋ, дипл. инж., Подгорица  
проф. др Слободан МИЛЕНКОВИЋ, дипл. инж., Ниш  
мр Богољуб БОГДАНОВИЋ, дипл. инж., Београд  
проф. др Војислав ВУКМИРОВИЋ, дипл. инж., Београд  
Снежана ДАКОВИЋ, дипл. инж., Београд

**Редакциони одбор:**

др Василије РАДУЛОВИЋ, дипл. инж., Подгорица  
др Станка ФИЛИПОВИЋ, дипл. хем., Подгорица  
проф. др Војислав ВУКМИРОВИЋ, дипл. инж., Београд  
др Љубинка ОБУШКОВИЋ, дипл. биолог., Београд  
др Зоран ЧУКИЋ, дипл. инж., Београд  
др Милета ПЕРИШИЋ, дипл. инж., Београд  
проф. др Божидар БАТИНИЋ, дипл. инж., Београд

**Уредник:**

проф. др Милоје Милојевић, дипл. инж., Београд

**Технички уредник:**

Горан РАДОВАНОВИЋ, дипл. инж.

**Штампа:**

ДП "Рујно", Ужице

**Тираж:**

400 примерака

**Слика на корицама:**

Река Сушица

# NATURALNA REGULACIJA VODOTOKA KAO VID ZAŠTITE KVALITETA VODA I UKLAPANJA VODOPRIVREDNIH SISTEMA U EKOLOŠKO OKRUŽENJE

*Prof. dr Branislav Đorđević, dipl. inž. građ.*

*Tina Milanović, dipl. inž. građ.*

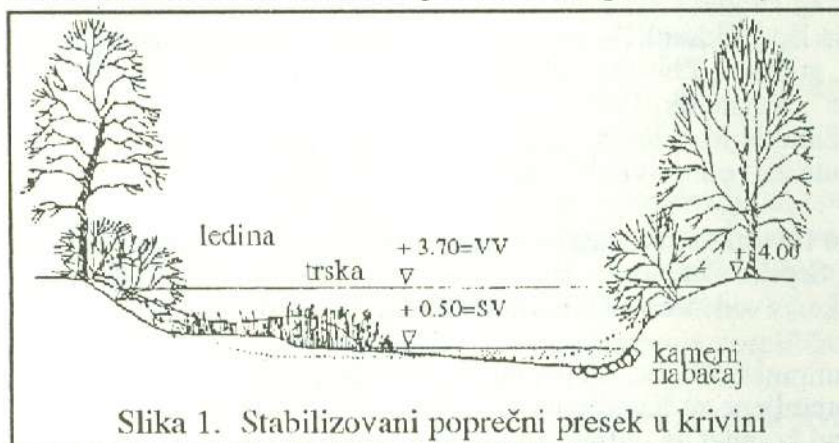
*Pri povoljnim uslovima u jednom ekosistemu  
obitava veći broj bioloških vrsta, te je tada i  
pokazatelj raznovrsnosti biocenoza visok.  
(Prvi Thienemann-ov biocenotički princip)*

## REZIME

*Na nizu vodotoka, posebno onih manjih, koji protiču kroz okruženje koje treba očuvati ili revitalizovati, kao protivteža klasičnim i radikalnim regulacionim radovima - koji se često svode na kanalisanje malih vodotoka, sa degradacijom biodiverziteta - moguća je tzv. prirodna regulacija vodotoka. U radu se sistematizuju bazni principi prirodne regulacije vodotoka, a zatim se posebno razmatraju efekti takvog načina regulacije na očuvanje kvaliteta vode u rekama i drugim vodenim ekosistemima. Daju se primeri prirodnih regulacija i razmatraju problemi njihove realizacije i uklapanja u ekološko okruženje. Poseban akcenat se daje aspektima poboljšanja kvaliteta vode i očuvanja i poboljšanja raznovrsnosti vodenih ekosistema.*

## 1. UVOD: ZA ŠIRE SHVATANJE ZAŠTITE VODA I VODOTOKA

Regulacija mnogih manjih i srednjih vodotoka u Srbiji sprovodi se nepotrebno radikalno, isključivo sa stanovišta zaštite od poplava i stabilizacije korita. Reke se često na dugim potezima nepotrebno kinetiraju betonskim ili kamenim konstrukcijama, čime se pretvaraju u otvorene kolektore, uz potpuno uništenje svih biocenoza i sakaćenje ambijentalnih vrednosti. Takvim funkcionalističkim radikalizmom, najčešće sasvim jednostranim - usmerenim samo zaštiti od voda - potpuno se zanemaruje ekološka, socijalna i estetska valorizacija reke kao biotopa i kao najplemenitijeg dela životne sredine. Ne vodi se računa ni o tome da su takva rešenja vrlo nepovoljna sa gledišta zaštite kvaliteta vode, pošto uništenje biocenoza drastično narušava procese samoprečišćavanja.



Slika 1. Stabilizovani poprečni presek u krivini

Zalažući se da se pojam 'zaštita voda' mora shvatati široko, kao zaštita i revitalizacija vodenih ekosistema - zajedno sa. onim delom okruženja sa kojim reka kao biotop ima čvrste interakcije - ovo razmatranje ima za cilj da ukaže na neophodnost prelaska na prirodni koncept regulacije svih onih reka gde god je to moguće. A moguće je na velikom broju reka,

posebno onih manjih i srednjih, kod kojih su prolasci velikih voda relativno kratkotrajni, te

se određena zona reke namenjena propuštanju velikih voda može koristiti kao posebno uređen ekoton, bogat biocenozama i namenjen rekreacionim potrebama ljudi. Drugim rečima, ovo razmatranje je apel da se regulacije reka prilagode oplemenjavanju prostora u zoni vodotoka.

## 2. PRINCIPI NATURALNOG UREĐENJA VODOTOKA

Koncepcija prirodne regulacije najsažetije se može prikazati sistematizacijom nekih baznih principa, od kojih se ovde izdvajaju sledeći.

(1) Očuvati reku kao ekosistem, zadržavajući što širi spektar biocenoza u zoni regulisanog vodotoka.

(2) Trasu regulacije voditi što prirodnije, prilagodavajući je zahtevima očuvanja vrednih biotopa kako reke, tako i njene neposredne okoline. To podrazumeva da se delovi starača zadržavaju, kako bi se u novom sistemu obezbedile i biocenoze stajaćih voda. Zadržava se i po koji rukavac, kako bi se dobila ostrva, koja mogu da imaju veliku ekološku vrednost, posebno sa stanovišta biocenoza kojima takav ambijent odgovara.

(3) Poprečni presek regulisanog vodotoka što više zadržati u obliku koji odgovara stabilizovanim morfološkim karakteristikama deonice, bez radikalnih intervencija, samo uz



Slika 2. Višenamenska uloga bermi

stabilizaciju delova obale (slika 1).

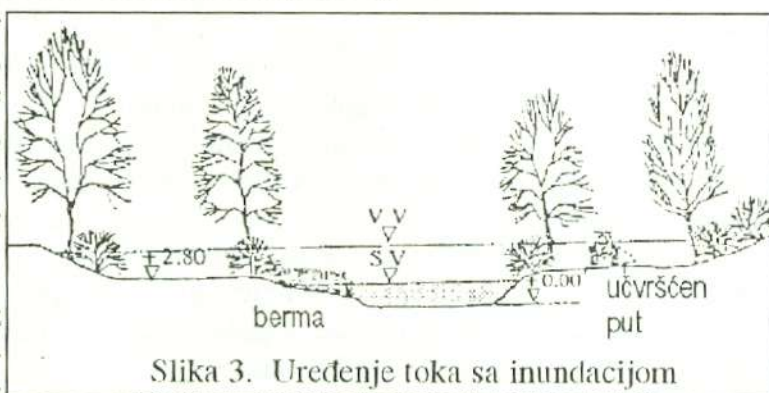
(4) Oblikovanjem major i minor korita prostor uz reku prilagoditi za višenamensko korišćenje, uskladujući funkcionalne, ekološke i socijalne zahteve. Pošto se protok velikih voda na manjim rekama odvija u kratkim intervalima, major korita se moraju predvideti i za rekreaciju (slike 2 i 3). To

podrazumeva i usklađivanje visokog i grmastog rastinja, tako da se stvori estetski vredan ambijent prirodne avenije duž korita za malu i veliku vodu.

(5) Rešenje mora da obezbedi uslove za longitudinalnu i lateralnu migraciju svih vrsta rečne faune. Eventualne neophodne pragove u koritu obavezno upotpuniti sa kaskadnim rukavcima, u vidu obilaznica - ribljih staza (slika 4).

(6) Koristiti prevažno prirodne materijale, maksimalno izbegavajući betonske konstrukcije. Poprečne pragove, radi fiksiranja i stabilizacije korita realizovati od krupnog kamena, vodeći računa o mogućnostima prolaza riba.

(7) Deonice kroz naselja treba posebno brižljivo projektovati, mireći funkcionalne zahteve zaštite od voda sa zahtevima oplemenjavanja urbanih sadržaja vodom (slika 5).



Slika 3. Uređenje toka sa inundacijom

(8) Ukoliko se zaštita od poplava planira sa nasipima, najpogodnije je da se njima razgraniče ekosistemi sa različitim raznovrsnostima biocenoza.

### 3. NATURALNA REGULACIJA I ZAŠTITA VODENIH EKOSISTEMA

Novo rešenje, ukoliko je ekološki valjano planirano, trebalo bi da uveća spektar raznovrsnosti životnih uslova. Dobro isplaniranim radovima trebalo bi u sistemu stvoriti zone sa hidrografsko - hidraulički i ekološki što raznovrsnijim biotopima. Znači, treba sačuvati delove brzih tekućica sa neporemećenim režimima, u kojima svoja staništa nalaze reobioniti (vrste koje žive isključivo u brzjoj vodi) i reofilne vrste (vrste koje rado žive u



Slika 4. Uređenje rukavca kao obilaznica

Slika 5. Uređenje toka u naseljima

tekućicama, ali im ne smeta ni mirna voda, npr. pastrmke, mladice, itd). Zadržavanjem starača i njihovim umešnim povezivanjem sa glavnim tokom treba obezbediti i zone sa sporim tečenjem, sa širokim spektrom brzina, u kojima nalaze pogodne ekološke niše različite reoksena vrste, koje žive u mirnoj vodi, ali bez teškoća opstaju i u tekućicama. Takav primer je prikazan na slika 6. Na slici se zapaža da je obezbeđen dovod sveže vode u staraču, pri čemu se tim protokom može upravljati, prema specifičnim sezonskim ekološkim zakonitostima. U rešenje se često uspešno uklapaju jezerca, najčešće posebnim uređenjem starača (slika 7) u kojima staništa nalazi širok spektar riba iz reda *Cypriniformes*, itd; zatim i kanali raznih hidrauličkih karakteristika, pogodnih za razvoj niza vrsta, posebno iz familije *Cyprinidae*, itd. Posebno se mora voditi računa da regulacione intervencije ne smeju da izmene ekološke uslove u zonama mresta, zbog čega valja posmatrati integralno reku se njenim pritokama.

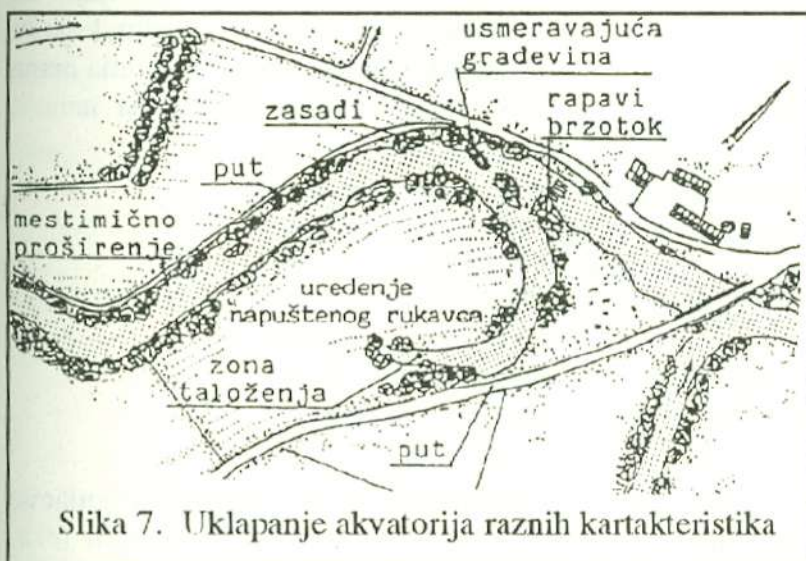


Slika 6. Uklapanje rukavca u uređenu dolinu

Prilikom analize pokazatelja raznovrsnosti, kao osnovnog indikatora kvaliteta biocenoza u ekosistemu, moraju se izdvojiti grupe osnovnih (dominantnih) vrsta, koje svojom ulogom u ekosistemu imaju karakter graditelja biocenoze, dajući joj osnovno obeležje, zbog čega se nazivaju i konstantama biocenoze.

Valjanost uzimanja indeksa raznovrsnosti kao pokazatelja kvaliteta biocenoze može se pokazati i analizom stabilnosti ekosistema. Poznato je ekološko pravilo: ukoliko je raznovrsnost veća utoliko je ekosistem stabilniji. Zato se može reći da se osnovna strategija u stvaranju stabilnih vodenih ekoloških sistema sastoji u očuvanju i uvećavanju raznovrsnosti biocenoza. Dobro osmišljena naturalna uređenja reka i zona dolina oko njih mogu da imaju veoma značajnu ulogu u tom procesu obogaćivanja biocenoza i stvaranja stabilnih ekosistema.

Biološko uređivanje zone oko regulisanog toka mora se zasnivati na analizi geneze razvoja fitocenoza. Mora se imati u vidu da je u nizu područja došlo do radikalnih promena dominantnih vrsta zbog antropogenih delatnosti u dolinama, te da je uređenje reke jedinstvena prilika da se vrate kvalitetnije autohtone vrste koje možemo svrstati u tzv. potencijalnu vegetaciju (M. Janković, 1987). Pod potencijalnom vegetacijom podrazumeva se ona



Slika 7. Uklapanje akvatorija raznih kartakteristika

šumska vegetacija koja bi se tu ponovo razvila kada se čovek ne bi mešao u proces sukcesija svojim različitim uticajima. Poznavanje potencijalne vegetacije je vrlo bitno, jer se upravo treba osloniti na te vrste pri biološkim radovima u zoni regulisanih vodotoka.

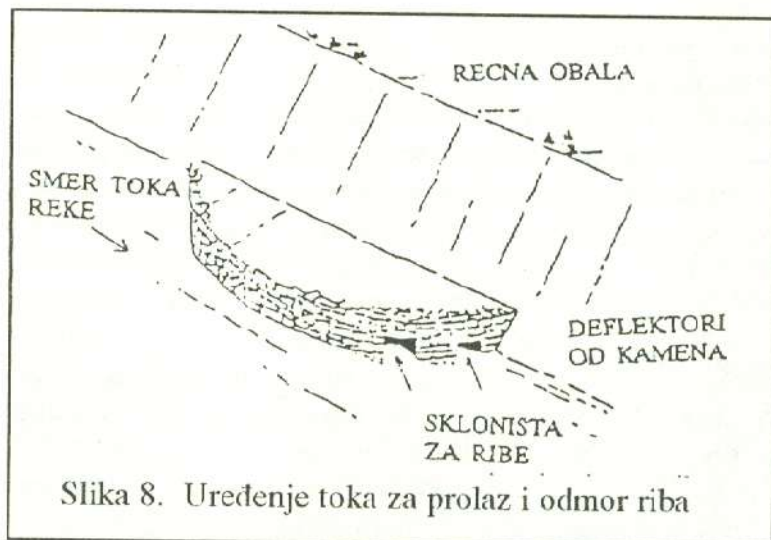
Biološko uređivanje priobalja i plavne zone duž vodotoka najčešće se realizuje u vidu pojaseva koji se prepliću i nemaju jasno omeđene granice. Razlikuju se sledeći pojasevi kod celovitih radova na biološkom

uređenju toka i njegove okoline (M. Janković, 1992).

(1) Fitosanacioni pojas priobalja je šumski pojas, koji se razvija duž reke i koji ima brojne zaštitne funkcije. Polazeći od potencijalne vegetacije, idući od reke prema višim kotama priobalja u našim uslovima najčešće se smenjuju sledeće vrste: bela i purpurna vrba (*Salix alba* i *Salix purpurea*), joha (*Alnus glutinosa*), crna i bela topola (*Populus nigra* i *Populus alba*), jasen (*Fraxinus angustifolia*). Na nešto udaljenijim i malo višim područjima poželjno je vraćati se vrstama - nekadašnjim graditeljima biocenoza: hrastu lužnjaku (*Quercus robur*), ceru (*Quercus cerris*), kitnjaku, itd. Zapaža se da je tako komponovan fitosanacioni pojas duž reke odabran prema karakteristikama močvarnih i vlažnih šuma, a da njegova širina i broj vrsta zavise od raspoložive širine pojasa uz reku koji stoji na raspoloženju za takvo biološko uređivanje.

(2) Fitosanacioni biofiltri se formiraju u zoni vodenih površina (zadržanih rečnih rukavaca, starača, kanala sa sporim tečenjem, itd). Sačinjavaju ih vrste emerznih (uspravljenih) biljaka, kao što su širokolisni i uskolisni rogoz (*Typha latifolia*, *Typha angustifolia*), obična trska (*Phragmites communis*), vrste ševara (*Bolboschoenus maritimus*, itd). Sve te vrste emerznih biljaka imaju izvanredno značajnu ulogu u ekosistemu, jer predstavljaju veoma efikasne razgrađivače zagađujućih supstanci. Npr. trska vrlo uspešno razgrađuje mnoge opasne materije, čak i fenol, tako da predstavlja vrlo uspešan prirodni biofiltrar. Jasno je da se takve biljke moraju uklanjati nakon vegetacionog perioda, kako procesima truljenja ne bi ugrožavale kvalitet voda. U tu kategoriju biofiltera spadaju i flotantne (plivajuće) biljke barska ruža (*Nimphaea alba*), žuti lokvanj (*Nuphar luteum*), zatim *Nimphoides flave*, *Hydrocharis morsus ranaer*, itd. Najzad, veliki značaj sa gledišta stabilnosti ekosistema imaju i submerzne (potopljene) vodene biljke (razne vrste roda *Potamogeton*, *Ceratophyllum demersum*, itd), čije se zone rasprostranjenosti delom preklapaju sa zonama flotantnih biljaka.

(3) Fitoosiguranja obala imaju zadatak da mehanički, kao fitoamatura osiguraju obale od erozije i oštećenja. Obično se raspoređuju u dva pojasa. Uz samu obalu raspoređuju se emerzne biljke, trske, širokolisni i uskolisni rogoz (obe vrste u plićoj vodi), sita (*Scirpus lacustris*, za nešto dublju vodu), koje imaju značajnu i mehaničku i biofiltrarsku ulogu. Poželjno je da ta fitozaštita bude komponovana od više različitih biljnih vrsta, jer su tada i zaštitni i estetski efekti najbolji. Drugi pojas, na samoj obali, čini šumska vegetacija, koja i mehanički (korenovim sistemom) obezbeđuje stabilnost najneposrednije priobalne zone.



Prilikom realizacije regulacije potrebno je da se predvide i posebni objekti za sklanjanje riba. Oni se uspešno mogu rešiti unutar ozidanih i kamenom pokrivenih deflektora koji se postavljaju na pogodnim mestima u koritu, koja su stalno pod vodom i na kojima nema opasnosti od istaložavanja nanosa (slika 8).

#### 4. ZAKLJUČAK

Imajući u vidu integralne zaštite rečnih ekosistema koncept prirodne regulacije treba primenjivati gde god je to moguće. A moguće je na većini malih i srednjih reka. Prirodnom regulacijom stvaraju se vrlo efikasni fitosanacioni biofiltri, koji delotvorno deluju na stanje kvaliteta voda. Imajući u vidu značaj prirodne regulacije na stanje vodenih ekosistema, potrebno je već sada razmišljati o renaturalizaciji onih vodotoka koji su upropašćeni kao ekosistemi rigidnim regulacionim radovima kojima su pretvoreni u otvorene kolektore.

#### LITERATURA

1. Bertok, M.: Navodilo za izdelavo vodnogospodarskih objektov s stališča ribištva, Ribič, Ljubljana, 1989.
2. Dajoz, R.: *Precis d'ecologie*, Paris, 1977.
3. Đorđević, B.: *Vodoprivredni sistemi*, Građevinski fakultet, Beograd, 1990.
4. Đorđević, B.: *Cybernetics in Water Resources Management*, WRP, Co., USA
5. Đorđević, B. i B. Jurak: *Naturalna regulacija vodotoka*, *Vodoprivreda*, 137-140, 1992.
6. *Handbuch Wasserbau, Gewässerausbau*, Stuttgart, 1986.
7. Janković, M.: *Fitoekologija*, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
8. Janković, M.: *Opšte stanje vegetacije i flore u dolini Peka*, Projekat regulacije Peka, Institut 'Jaroslav Černi', 1992.
9. Kern, K., I. Nadolny: *Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer*, Universität Fridericiana zu Karlsruhe, 1986.
10. Odum, E. P.: *Fundamentals of Ecology*, Saunders, 1971.
11. *Okologische Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern*, Verlag Paul Parey, Berlin, 1986.
12. Papović, R., Šapkarov, J.: *Animalna ekologija*, Naučna knjiga, 1985.