

KONFERENCIJA
O AKTUELNIM PROBLEMIMA ZAŠTITE VODA

Markušić

ZAŠTITA VODA '95



JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

Душан

ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ВОДА
ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ВОДА СРБИЈЕ

КОНФЕРЕНЦИЈА
О АКТУЕЛНИМ ПРОБЛЕМИМА ЗАШТИТЕ ВОДА

"ЗАШТИТА ВОДА '95"

Тара, 7., 8., 9. јун 1995. године

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

VODOPRIVREDNI I EKOLOŠKI ASPEKTI IZBORA GARANTOVANIH PROTOKA KOJI SE ISPUŠTAJU IZ AKUMULACIJA

Prof.dr Branislav Đorđević, dipl.inž.grad., Tina Milanović, dipl.inž.grad.

*Krupnije promene biocenoza nastaju kao
rezultat delovanja sitnijih promena.
(Jedan od baznih principa ekologije)*

REZIME

Realizacija sve većeg broja akumulacija, sa velikim relativnim zapreminama, otvorio je pitanje sa vrlo važnim vodoprivrednim i ekološkim implikacijama: koliki treba da budu garantovani protoci nizvodno od brana i akumulacija i kakva mora da bude dinamika njihovog ispuštanja. Autori se u radu bave problemom kvantificiranja garantovanih ispuštanja iz akumulacija, kritički razmatrajući praksu u svetu i kod nas. Posebno se razmatra uloga akumulacija u poboljšavanju ekoloških uslova na deonicama reka nizvodno od brana, ukoliko se garantovani protoci tretiraju kao dinamička kategorija. Predlažu se i odgovarajuće mere dispozicionih poboljšanja pratećih organa na branama, kako bi se omogućila realizacija što boljih stanja kvaliteta u vodenim ekosistemima nizvodno od brana.

1. UVOD: UPRAVLJANJE REŽIMIMA MALIH VODA

Gradnja sve većeg broja brana i formiranje akumulacija menja vodne režime na rekama. Ukoliko se pod vodnim režimom u širem smislu podrazumeva čitava dinamika promena kvantitativnih i kvalitativnih karakteristika protoka na nekom delu vodotoka, kao i dinamika odnosa vode sa okolinom - formiranje akumulacija ima za posledicu da se ranije neupravljani režimi pretvaraju u upravljane. Akumulacije - ukoliko se dobro projektuju i ako se njima mudro upravlja - omogućavaju da se upravlja preraspodelom protoka po vremenu na način kojim se popravljaju obe komponente vodnih režima, posebno u periodima malih voda. Naime, namenskim ispuštanjem vode iz akumulacija, posebno u kritičnim malovodnim periodima, može se veoma delotvorno delovati na popravljane kvantitativne i kvalitativne komponente vodnih režima, što se često u hidrotehnici naziva oplemenjavanjem malih voda. To postaje sve više ključna vodoprivredna mera zaštite kvaliteta voda, koja zajedno sa tehnološkim i organizaciono-ekonomskim merama predstavlja snažno oružje u naporima da se popravi stanja kvaliteta voda na rekama, posebno u malovodnim periodima. Akumulacijama se, ujedno, može veoma efikasno delovati pri saniranju stanja nakon havarijskih zagađenja vodotoka.

Sa gledišta zaštite kvaliteta vode posebno su važna dva upravljana vodna režima: (1) ekološki garantovani protok; (b) vodoprivredni minimum.

Ekološki garantovani protok je protok koji se mora uvek obezbediti u nizvodnom koritu za normalan opstanak i razvoj biocenoza u reci kao biotopu. Znači, taj protok, kojim se upravlja namenskim ispuštanjem odgovarajuće količine vode iz akumulacije, predstavlja ekološku kategoriju. Vodoprivredni minimum je vodoprivredna kategorija: to je protok koji se mora obezbediti nizvodno od akumulacije, kao i nizvodno od svakog vodozahvata na reci radi podmirivanja potrebe svih korisnika voda koji se nalaze nizvodno. Dok se ekološki garantovani protok tokom planiranja vodoprivrednih sistema određuje na bazi ekoloških studija, te kasnije u upravljačke zadatke ulazi kao neprikosnoveno ograničenje, vodoprivredni

minimum je upravljačka veličina, do koje se dolazi optimizacijom i iterativnim usaglašavanjem ciljeva i interesa svih korisnika vode na slivu.

Veoma je bitno, i na tome će u ovom radu autori posebno insistirati, da se ekološki garantovan protok tretira kao **dinamička veličina**, koja se menja tokom godine, pre svega zavisno od potreba dominantnih / graditeljskih biocenoza - edifikatora. Drugim rečima, ekološkim protokom se upravlja, polazeći od kriterijuma da je jedan od ciljeva vodoprivrednog sistema da maksimalno poboljša ekološke uslove u reci kao ekosistemu. Dobar primer za to bilo bi mudro upravljanje nekom čeonom akumulacijom na sledeći način. U toplom delu godine, kada opada sadržaj kiseonika u vodi, prelazi se na upravljanje ispuštanjem garantovanog protoka po kriterijumu obogaćivanja toka kiseonikom, čemu bi trebalo prilagoditi i dispoziciju zahvata, ispusta i njihovih zatvarača (prednost imaju upravljački konični zatvarači, sa mogućnošću rasprskavanja mlaza i veoma intenzivne aeracije toka). Na sličan način bi upravljački delotvorno trebalo delovati povećanim ispuštanjem protoka u periodu sezonske migracije i mresta riba ili u nekim drugim intervalima posebnog senzibiliteta biocenoza na nizvodnim deonicama na količinske i kvalitativne parametre vodnih režima.

Garantovan protok na nekoj deonici reke nizvodno od brana / veštačkih jezera određuje se preko pomenute dve kategorije protoka. Pritom se polazi od sledećih uslova:

(a) Na svakoj deonici se mora obezbediti ekološki garantovan protok planiran za taj deo godine.

(b) Uzvodni potrošači smeju da zahvataju samo njima dodeljene količine vode, ne ugrožavajući propisane vodoprivredne minimume, određene za korisnike vode na nizvodnim deonicama reke.

(c) Garantovani protok na nekoj deonici reke ($Q_{deon.gar.}$) uvek mora da bude veća vrednost od te dve veličine - ekološki garantovanog protoka ($Q_{ekol.gar.}$) i vodoprivrednog minimuma ($Q_{vod.min.}$), tj.

$$Q_{deon.gar.} = \max (Q_{ekol.gar.}; Q_{vod.min.})$$

(d) Garantovani protok se mora obezbediti na svim deonicama hidrografske mreže u okviru vodoprivrednog sistema. Pritom, obezbeđenost ekološki garantovanog protoka mora da bude sasvim bliska 100%, dok se obezbeđenost vodoprivrednog minimuma usaglašava sa obezbeđenostima nizvodnih korisnika, kojima se taj protok i upućuje. Imajući to u vidu garantovani protok neke deonice reke mora da bude funkcija vremena t (dela godine u kome se razmatra), položaja deonice u hidrografskoj mreži (L) i zahtevane obezbeđenosti podmirivanja potrošnje (P):

$$Q_{deon.gar.} = f (t, L, P)$$

Dinamizam garantovanog protoka treba shvatati šire: ne samo kao promenljivost te veličine tokom godine, već i kao promenljivost tokom razvoja sistema, zavisno od promena / adaptacija ciljnih struktura i kriterijuma za vrednovanje upravljanja sistemom.

2. PROBLEMI ODREĐIVANJA GARANTOVANIH EKOLOŠKIH PROTOKA

Imajući u vidu sve ubrzaniju gradnju brana planeri vodoprivrednih sistema se već dugo susreću sa važnim pitanjem: koliki se protok mora obezbediti nizvodno od brane - u vidu ekološki garantovanog protoka - da bi se obezbedili uslovi za nesmetan razvoj ribljih populacija? Taj protok zavisi od niza ekoloških faktora. Shirvell (1989) je najpre izdvojio 40 biotičkih i abiotičkih varijabli za razmatranje, ali je utvrdio da samo 15 od njih imaju statistički sinjifikantnu korelaciju sa promenama ribljih populacija koje su osmotrene u rekama nizvodno od brana. Analizirajući faktore kritične za održanje i reprodukciju ribljih vrsta može se posebno izdvojiti sledećih sedam (*Savić, 1991; Đorđević, 1993*): (1) fizička struktura ribljeg staništa; (2) izvori energije (hrana, biljke); (3) kvalitet vode (sadržaj kiseonika, amonijaka, hlora, itd); (4) temperatura vode; (5) količinska komponenta vodnog režima (protok, brzina); (6) biotičke koakcija (kooperacija, kompeticija, predatorstvo, itd); (7) svetlost

(posebno podpovršinska). Ovi faktori su međusobno zavisni i utiču na dinamizam ekosistema, na akcije, reakcije i koakcije u vodenim ekosistemima, kao i na procese sukcesija.

Postoji mnogo metoda za određivanje preporučenih protočnih režima nizvodno od brana. EPRI (*Electric Power Research Institut, 1986*) identifikovao je čak 70 metoda i modela korišćenih za određivanje garantovanih ispuštanja iz akumulacija za potrebe ekoloških sistema. Međutim, pažljivom analizom sve te metode mogle bi se podeliti u dve grupe: (1) metode vezivanja za neki karakteristični proticaj, (2) metode očuvanja kvaliteta staništa (habitat quality methods).

(1) Metode vezivanja za neki karakteristični proticaj (mogle bi se nazvati i tradicionalnim metodama) veličinu preporučenog protoka nizvodno od brane povezuju sa nekom fiksnom veličinom protoka, bilo po verovatnoći ili trajanju, što predstavlja dosta pojednostavljen pristup. Tako 'Nova engleska metoda' (*The New England Flow Recommendation Policy, Larson, 1980*, u EPRI, 1986) taj proticaj povezuje sa površinom i karakteristikama sliva. Formiraju se linearne zavisnosti površine sliva i protoka koga treba ostaviti u reci nizvodno od brane ili zahvata, pri čemu se te veze mogu posebno dati za pojedine delove godine (proleće, leto, zima). Druge podgrupe metoda ove grupe koriste krivu trajanja protoka, ili dijagram verovatnoće malih voda, te preporučen protok vezuju za male vode određenog trajanja ili verovatnoće. Tako metoda "7Q20" taj protok zasniva na sedmodnevnom prosečnom malom protoku, sa povratnim periodom 20 godina. Taj kriterijum je ranije dosta često korišćen za male projekte u SAD i Kanadi. U Evropi se kao garantovani protok često usvaja mala voda trajanja 30 dana, verovatnoće 95%. Taj kriterijum je i sada često u upotrebi kod nas, ali i u nizu drugih zemalja, što je potvrdila jedna analiza Komiteta za vode OUN. (Kod nas se najčešće koristi u varijanti da se taj protok vezuje za malu mesečnu vodu verovatnoće 95%, pošto se ta veličina dobija znatno lakše od tridesetodnevne vode, za koju su potrebni podaci o dnevnim protocima. Ujedno, tako određena voda je nešto veća od tridesetodnevne male vode iste verovatnoće). U novije vreme, se sve odlučnijim artikulisanjem zahteva da se očuvaju ekološki sistemi, taj se protok uvećava za 20 do 50%, kako bi se stvorili još povoljniji uslovi za razvoj vodenih ekosistema nizvodno od brane. U novije vreme se kod nas postavlja sve češći zahtev da se mala mesečna voda verovatnoće 95% uveća za 50%, te da se tako definiše ekološki garantovan protok neposredno nizvodno od brane. U nekim slučajevima, posebno kada se sistem planira u vodoprivredno veoma napregnutim uslovima, sa ovim veličinama se donekle 'manevriše', te se veličina ekološkog protoka garantuje tek nizvodno od neke veće nizvodne pritoke, kako bi se veće količine vode obezbedile za potrošače. (Obrazloženje je da se ne mora baš i to parče između pritoke i brane da obezbedi u potpunosti). Treću podgrupu ove grupe metoda čine metode kod kojih se garantovani protok vezuje za srednji višegodišnji proticaj. Najpoznatija metoda iz te podgrupe je metoda Tenant (*Tenant, 1976*), koja se dosta često koristila u SAD i Kanadi. Na osnovu 1600 merenja na rekama u SAD Tenant je zaključio da se oko 60% rečnog korita nalazi pod vodom pri protoku od 10% od srednjeg godišnjeg protoka - Q_{sr} (*Average Annual Flow - AAF*), uz još uvek prihvatljive uslove u ribljim staništima. Zato je garantovane protoke vezao za ovu veličinu, dajući im ocene kao u tab.1.

Table.1. Preporučeni ekološki garantovani protoci (*Tennant, 1976*)

Opis kvaliteta garantovanog protoka / režima	Preporučen garant. protok	(% Q_{sr} - AAF)
	Oktobar - Mart	April - Septembar
Izuzetno povoljan	40%	60%
Odličan	30%	50%
Dobar	20%	40%
Može biti narušavajući	10%	30%
Slab / minimalan	10%	10%
Značajno narušen režim	0-10%	0-10%

Od gore navedenih preporučenih garantovanih protoka najčešće su bile korišćene dve veličine: (1) ispuštanje 10% od srednjeg godišnjeg protoka Q_{sr} , koji, očigledno, spada u

rešenja koja značajno narušavaju vodne režime malih voda; (2) ispuštanje 20 do 40% od prosečnog godišnjeg protoka, koji spada kategoriju 'dobro' ocenjenih režima ispuštanja. Kod nas su projektanti često koristili prvi kriterijum (0,1 Qsr), sa eventualnom korekcijom na 0,15 Qsr. Razlog tako česte primene je dosta jasan: veoma laka primena, dosta malo 'gubljenje vode' (upravo tako reče jedan projektant), što je omogućavalo da za korisnike vode ostanu najveće moguće količine vode.

Da bi se otklonile slabosti ove metode u slučaju reka sa jako neravnomernim vodnim režimima (u tom slučaju su se dobijala izuzetno mala ispuštanja u malovodnom delu godine), urađene su njene popravke (Tassman, 1980), uvođenjem u razmatranje i srednjih mesečnih protoka (Mean Monthly Flow - MMF), tako da se kriterijum izbora garantovanog protoka jednostavno određuje iz table 2.

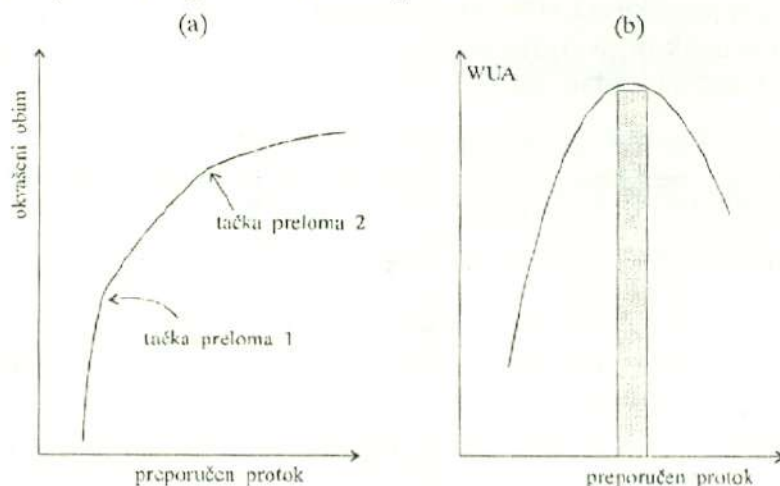
Table 2. Modifikovana Tennant metoda (Tassman, 1980)

Hidrološka situacija	Minimalno ispuštanje
MMF < 40% AAF	MMF
MMF > 40% AAF and 40% MMF < 40% AAF	40% AAF
40% MMF > 40% AAF	40% MMF

Mada ova metoda ima više slabosti (ne uzima u obzir karakteristike pojedinih ribljih vrsta, posebne zahteve riblje mladi, itd), zbog izuzetne preglednosti dosta često se koristi, naročito u preliminarnim fazama planiranja vodoprivrednih sistema. Analiza korišćenih metoda (Reiser, Wesche, Estes, 1989) pokazuje da je najčešće korišćena metoda u SAD i Kanadi u ranijem periodu bila upravo modifikovana Tennant-ova metoda.

Ključni nedostaci grupe metoda koje se vezuju za karakteristične protoke su: ne uzimaju u obzir sezonske varijacije protoka, ne vode računa o realnim potrebama nizvodnih biocenoza, konstantan protok ispuštanja iz akumulacije ne odgovara dinamizmu potreba ribljih vrsta.

(2) Metode očuvanja kvaliteta staništa (*habitat quality methods*) određuju ekološki garantovan protok na bazi analize kvaliteta ribljeg staništa. Jednostavnija među njima, metoda okvašenog perimetra, predpostavlja da postoji direktna zavisnost između okvašenog perimetra (obima) korita i kvaliteta ribljeg staništa. Suština metode najsažetije je prikazana na sl. 1a. Rade se zavisnosti promene okvašenog obima u zavisnosti od protoka. Preporučeni garantovani protok se bira na nekoj tački preloma / infleksije na toj zavisnosti, pošto na njoj dolazi do naglog pada veličine okvašenog obima, a time i do pada kvaliteta staništa (Anner i Conder, 1984). Za analizu se izdvajaju karakteristične plitke deonice, jer su važne sa gledišta mrešćenja i razvoja riblje mladi. Mana metode je što unosi dosta subjektivizma u analizu, naročito u slučaju kada ima više tačaka preloma. No, zbog svoje jednostavnosti može se koristiti kao provera neke od metoda predhodne grupe (npr. zajedno sa metodom Tennant). Treba istaći da pri analizi okvašenog obima treba posebno izdvojiti ekološki karakteristične deonice reke nizvodno od brane, posebno one zone u kojima se ribe merste ili koje su važne za njihova migraciona kretanja.



Slika 1. Način izbora preporučenog protoka u metodama okvašenog perimetra (a) i po IFIM metodi (b)

Jedna od najkompletnijih metoda iz ove grupe je Metoda priraštaja protoka (Instream Flow Incremental Methodology) (IFIM), koja je razvijena u U.S. Fish and Wildlife Service. Na osnovu niza fizičkih i bioloških parametara (*Gore and Nestler, 1988*) ova metoda definiše indeks WUA (Weighted Usable Area) za različite protoke, za svaku riblju vrstu i svaku fazu njihovog razvoja. Metoda zahteva istražne radove "in situ". Njima se uspostavljaju zavisnosti protoka, brzine i dubine u toku na reprezentativnim deonicama. Na osnovu osmatranja ribljih populacija definišu se potrebe za staništem različitih ribljih vrsta (Habitat Suitability Index Curves - HSIC), koje se u odsustvu takvih merenja mogu dobiti i na bazi podataka koje objavljuje *U.S. Fish and Wildlife Service (1986)*. Na osnovu tih podataka određuje se WUA u zavisnosti od protoka (Fig.1 b). Indeks WUA može se odrediti primenom jedne od tri alternativne relacije (jed. 1, a, b i c):

$$WUA = \sum_{i=1}^n A_i \cdot f_i(v) \cdot f_i(d) \cdot f_i(s) \quad (a)$$

$$WUA = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \{f_i(v) \cdot f_i(d) \cdot f_i(s)\}^{1/3} \quad (b) \quad (1)$$

$$WUA = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \min\{f_i(v), f_i(d), f_i(s)\} \quad (c)$$

gde su: $f(v)$, $f(d)$, $f(s)$ - individualni faktori pogodnosti staništa (za pojedinu riblju vrstu i fazu u njenom razvoju) za brzinu (v), dubinu (d) i sastav rečnog dna (s) u delu poprečnog preseka rečnog korita, A_i - površina dela poprečnog preseka i -te deonice.

Jednačina 1a definiše optimum (maksimum) kvaliteta staništa u slučaju ako su svi individualni faktori iste važnosti za razmatrane riblje vrste. Jed. 1b koristi geometrijsku srednju vrednost individualnih faktora, čime se u ocenu uvodi efekat kompenzacije. Naime, dovoljno je da dva od tri razmatrana faktora budu optimalna, pa da WUA faktor dostigne optimum. Nasuprot, jed. 1c kvalitet staništa ocenjuje prema najkritičnijem (minimalnom) individualnom faktoru, što je veoma bitno za neke stenove vrste, sa posebnom osetljivošću na promenu nekog od faktora.

IFIM je nesumnjivo trenutno jedna od najkompletnijih metoda za određivanje preporučenog ekološki garantovanog protoka nizvodno od brane. Njene novije interpretacije (*Locke, 1989*) idu ka uvođenju dinamizma koji što fleksibilnije prati ekološke zahteve riba tokom vremena (Fish Rule Curve). Sa stanovišta planera vodoprivrednih sistema to znači zahtev da se urade što potpunije analize potrebnih zapremina akumulacija, vodeći računa i o tom dinamizmu ispuštanja garantovanih protoka. Takođe, treba se odlučiti za najoperativniju opremu zatvarača ispusta. Jedna od mogućnosti obezbeđivanja što povoljnijih uslova u staništima je i ugrađivanje zahvata na više nivoa, kako bi se voda zahvatila (na isti način kao kod zahvata za vodovode) sa nivoa na kome su najpovoljnije temperature i kvalitet vode sa gledišta zahteva nizvodnog ekosistema.

3. NEKI VAŽNIJI ZAKLJUČCI O ODREĐIVANJU GARANTOVANIH PROTOKA

Na osnovu analize primenljivosti pojedinih metoda, u skladu sa opravdano sve strožijim zahtevima očuvanja ekosistema, mogli bi se izvući sledeći zaključci.

- Pošto vodni režimi postaju sve više *upravljeni*, pravilno određivanje garantovanih protoka nizvodno od akumulacija i vodozahvata postaje presudno važno pitanje uticaja na kvalitet voda i stanje vodenih ekosistema.

- Ispuštanje čiste vode iz akumulacija može da predstavlja ključnu meru popravljivanja kvaliteta vode na nizvodnim potezima reka, posebno u malovodnim situacijama. To je najoperativnija mera spasavanja vodenih ekosistema nakon havarijskih zagađanja vodotoka.

• Za određivanje **garantovanih protoka** nizvodno od brana i vodozahvata potrebno je kombinovano koristiti više metoda. Ukoliko se koriste samo metode iz grupe metoda karakterističnih protoka, ne dobija se dovoljna garancija da su usvojeni ekološki garantovani protoci valjano odabrani sa stanovišta potreba nizvodnih ekosistema. Zato te metode treba obavezno proveravati sa metodama analize kvaliteta staništa. Za to treba izvršiti određene ekološke istražne radove, posebno sa stanovišta utvrđivanja potrebnih protoka za graditeljske biocenoze - edifikatore.

• **Ekološki garantovani protok** mora da bude tretiran kao dinamička kategorija, koja se menja tokom godine, u skladu sa potrebama biocenoza.

• Radi obezbeđivanja što povoljnijih ekoloških uslova nizvodno od brana akumulacija, potrebno je koristiti **selektivne vodozahvate** za ispuštanje ekološki garantovanih protoka. Njima se mogu ispuštati protoci iz onih zona u kojima su trenutni pokazatelji kvaliteta (temperatura, hemizam) najpovoljniji za nizvodne biocenoze. Takođe, adekvatnim izborom zatvarača (zatvarači sa najefikasnijim ovazdušenjem mlaza) može se upravljati kiseoničnim režimima na nizvodnim deonicama vodotoka.

REFERENCES

- Anner, T.C. and A.L. Conder. 1984. Relative Bias of Several Fisheries Instream Flow Methods. *North American Journal of Fisheries Management*, 4:531-539.
- Dajoz, R. 1972. *Precis d'ecologie*. Dunod, Paris.
- Đorđević, B. 1991. Primena ekoloških modela u planiranju vodoprivrednih sistema, *Vodoprivreda*, 131-132.
- Djordjević, B.: *Cybernetics in Water Resources Management*; WRP, Co., USA
- Elton, C. 1966. *The Pattern of Animal Communities*. Methuen, London.
- EPRI (Electric Power Research Institute). 1986. *Instream Flow Methodologies*. Raport EPRI EA-4819. See Savić, 1992.
- FAO. 1968. *Evaluation of the Methodology for Recommending Flows for Fishes*. FAO Publication. See Dajoz, 1972.
- Fenchel, T. and F.B. Christiansen. 1976. *Theories of Biological Communities*. Springer-Varlag, New York.
- Gore, J.A. and J.M. Nestler. 1988. *Instream Flow Studies in Perspective*. *Regulated River. Research and Management*, 2:93-101
- Irvin, J.R., Jowett, I.G. and D. Scott. 1987. A Test of the Instream Flow Incremental Methodology for Underyearling Rainbow Trout, *Salmo Gairdneri*, in *Experimental New Zealand Streams*. *New Zealand Jour. of Marine and Freshwater Research*, 21 : 35-40.
- Janković, M.M. 1987. *Fitoekologija*, Naučna knjiga, Beograd.
- Keenleyside, M.H. 1979. *Diversity and Adaptation in Fish Behaviour*. Springer-Varlag, Berlin, New York.
- Levins, R. 1975. *Evolution of Communities near Equilibrium*. In *Ecology and Evolution of Communities* by Cody M.L. and J.M. Diamond (eds). Belknap Press of Harvard University Press, pp.16,50.
- Locke, A.G. 1989. *Instream Flow Requirements for Fish in the Highwood River*. *Land and Wildlife, Alberta*. See Savić, 1992.
- May, R.M. 1975 (b). *Stability and Complexity in Model Ecosystems*. Princeton University Press, Princeton.
- Mathur, D., W.H. Bason, E.J. Purdy, C.A. Silver. 1984. A Critique of the Instream Flow Incremental Methodology. *Canad. Journal of Fish. Aquat. Sci.*, 42: 825-830.
- Odum, E.P. 1969. *The Strategy of Ecosystem Development*. *Science*, 164.

- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. 3rd edn. Saunders, Philad.
- Papović, R. and J. Šapkarov. 1985. *Animalna ekologija*. Naučna knjiga, Beograd.
- Reiser, D.W., T.A. Wesche and C. Estes. 1989. Status of Instream Flow Legislation and Practices in North America, *Fisheries*, 14 (2).
- Savić, D.A. 1992. Metode proračuna protoka potrebnih za održanje riblje populacije, *Vodoprivreda*, Beograd, 137-140: 147-156.
- Shirvell, C.S. 1989. Habitat Models and their Predictive Capability to Infer
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163.
- Soldatović, B. and D. Zimonjić. 1988. *Biologija i gajenje riba*, Naučna knjiga, Beograd.
- Tennant, D.L. 1976. Instream Flow Regiments for Fish, Wildlife, Recreation and Related Environmental Resources. *Fisheries*, 1(4).
- Tessman, S.A. 1980. Environmental Assessment, Technical Appendix E. In *Reconnaissance Elements of the Western Dakota's Region of South Dakota Study*. South Dakota State University.
- Thomann, R.V. 1972. *System Analysis and Water Quality Management*. McGraw Hill Book Company, New York.
- USFWS. 1983. *Habitat Suitability Information*. U.S. Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. FWS/OBS.82/10.36,60.
- Whittaker, R.H. 1965. Dominance and Diversity in Land Plant Communities. *Science*, 147.