

**ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО
ЗА ВИСОКЕ БРАНЕ**

**JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO
ZA VISOKE BRANE**



ДРУГИ КОНГРЕС

ЗБОРНИК РАДОВА

КЊИГА 1

ТЕМЕ 1, 2, 3, 5 и 6

КЛАДОВО 2003.

71, 199, 497,

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

627.8(082)
502.17:627.8(802)

ЈУГОСЛОВЕНСКО друштво за високе бране.
Конгрес (2 ; 2003 ; Кладово)
Зборник радова. Књ. 1, Теме 1, 2, 3, 5 и 6 / Југословенско
друштво за високе бране, Други конгрес, Кладово, 07-10
октобар 2003. - Београд : Jugoslovensko društvo za visoke
brane, 2003 (Beograd : Energoprojekt InGraf). - IV, 356, [3] str.
: ilustr. ; 29 cm

Ćir. i lat. - Tiraž 300. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.
- Registar.

ISBN 86-84787-01-3 (knj. 1)
ISBN 86-84787-00-5 (niz)

а) Бране - Зборници б) Бране - Животна средина -
Зборници
COBISS.SR-ID 108984332

- Издавач:** Југословенско друштво за високе бране (ЈДВБ)
Секретаријат: Енергопројект Хидроинжењеринг а.д.
Булевар Михајла Пупина 12, 11070 Нови Београд
☎ (011) 311-28-85; 311-44-91; fax. (011) 311-19-79;
e-mail: ehidro@Eunet.yu
- За издавача:** Александар Божовић, председник ЈДВБ
- Гл. и одговорни уредник:** Драган Гојгић, секретар ЈДВБ
- Прелом слога:** Аутори
- Припрема за штампу:** Секретаријат ЈДВБ
- Штампа публикације,
дизајн и продукција CD-а:** Енергопројект Инграф, Бул.Михајла Пупина 12, Београд
- Тираж:** 300 примерака
-

Организациони Одбор Конгреса

- Братимир Катић (*председник*)- ЕПС ЈП "Ђердап" – Београд
- Раденко Пејовић (*потпредс.*)- Грађевински факултет Универзитета Црне Горе – Подгорица
- Велько Марковић - Грађевински факултет Ниш
- Петар Стевановић - ГП Хидротехника–Хидроенергетика а.д.- Београд
- Ксенија Неимаревић - ГП Хидротехника–Хидроенергетика а.д.- Београд
- Дејан Дивац - Институт за водопривреду "Јарослав Черни" - Београд
- Снежана Водоплав - Енергопројект Нискоградња а.д., Београд
- Братислав Стишовић - Енергопројект Хидроинжењеринг а.д., Београд
- Драган Шурбатовић - Електропривреда Црне Горе АД Никшић
- Олга Радуловић - Електропривреда Црне Горе АД Никшић
- Слободан Јовановић - ЈП "Србијаводе"- Регионални центар Ниш
- Живко Николић - ЕПС ЈП "Дринске ХЕ" - Бајина Башта
- Станислав Вукосављевић - ЕПС ЈП "Лимске ХЕ" - Нова Варош
- Србислав Миљковић - ЕПС ЈП "Ђердап" - Ђердап 1 - Кладово
- Драган Мијушковић - ЕПС ЈП "Ђердап" - Ђердап 2 - Неготин
- Предраг Радосављевић - ЕПС ЈП "Ђердап" - Београд
- Војислав Пајић - ЕПС ХЕ "Електроморава" - Чачак
- Александар Божовић - председник ЈДВБ
- Драган Гојгић - секретар ЈДВБ

Редакциони Одбор Конгреса

- Игњат Туцовић (*председник*) - Енергопројект Хидроинжењеринг а.д. - Београд
- Бранислав Ђорђевић - Грађевински факултет Београд
- Љубодраг Савић - Грађевински факултет Београд
- Јелисавета Мушкатиновић - Институт за водопривреду "Јарослав Черни" - Београд
- Срђан Вујадиновић - Електропривреда Црне Горе АД Никшић
- Вицко Летица - Енергопројект Хидроинжењеринг а.д. - Београд
- Живодар Ерчић - Енергопројект Хидроинжењеринг а.д. - Београд
- Љубомир Вајда - Енергопројект Хидроинжењеринг а.д. - Београд



GARANTOVANI PROTOCI NIZVODNO OD BRANA KAO MERA ZAŠTITE BIOCENOZA

Prof.dr Branislav Dorđević i dr Tina Dašić

Građevinski fakultet, Beograd

REZIME

Jedna od ključnih projektnih odluka pri planiranju akumulacija je: koliki garantovani ekološki protok odabrati, kao obavezno ispuštanje iz akumulacije. Na bazi analize metoda koje se koriste u svetu, kao i na bazi hidroloških analiza malih voda i morfološko-ekoloških analiza koje su urađene na našim vodotocima, definisana je metoda koja se smatra najprikladnijom za izbor garantovanih ekoloških protoka pri planiranju akumulacija u našoj zemlji. Predlažu se i mere za dispoziciono poboljšanje ispusta (selektivni vodozahvati), kako bi se ostvarili najpovoljniji ekološki uslovi na deonicama reka nizvodno od akumulacija.

Ključne reči: akumulacije, ispuštanja, nizvodna deonica, garantovani protok, biocenoze

1. UVOD

Pregrađivanjem rečnog toka, formiranjem akumulacije, značajno se menja vodni režim nizvodno od brane. Pod vodnim režimom se podrazumeva čitava dinamika promena kvantitativnih i kvalitativnih karakteristika protoka na nekom delu vodotoka, kao i dinamika odnosa vode sa okolinom. Formiranje akumulacije ima za posledicu da se ranije prirodni režimi pretvaraju u upravljane, a pred projektante ovih sistema postavlja se važno pitanje: Koju količinu vode je neophodno ispuštati nizvodno od brane? Garantovani protok - količina vode koja se ispušta nizvodno od brane, dinamička je veličina koja se menja tokom godine a zavisi od dve upravljačke veličine: garantovanog ekološkog protoka i vodoprivrednog minimuma.

Garantovan ekološki protok je protok koji se mora uvek obezbediti u nizvodnom koritu za normalan opstanak i razvoj biocenoza u reci kao biotopu. Zato taj protok 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 garantovan 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.

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 ($Q_{\text{deon.gar}}$) uvek mora da bude veća vrednost od te dve veličine - garantovanog ekološkog protoka ($Q_{\text{gar.ekol}}$) i vodoprivrednog minimuma ($Q_{\text{vod.min}}$), tj.

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

(d) Garantovani protok se mora obezbediti na svim deonicama hidrografske mreže u okviru vodoprivrednog sistema. Pritom, obezbedenost garantovanog ekološkog protoka mora da bude sasvim bliska 100%, dok se obezbedenost vodoprivrednog minimuma usaglašava sa obezbedenostima 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 obezbedenosti podmirivanja potrošnje (P):

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

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

Izgradnja brane omogućava upravljanje vodnim režimima, odnosno, omogućava da se izvrši preraspodela protoka po vremenu na način kojim se popravljaju sve komponente vodnih režima. Ovo je posebno važno u periodima malih voda. Na taj način se namenskim ispuštanjem vode najboljeg kvaliteta mogu značajno popraviti i kvantitativne i kvalitativne komponente vodnih režima nizvodno od brana, što se u hidrotehnici naziva oplemenjavanjem malih voda. To je ključna vodoprivredna mera zaštite kvaliteta voda, ali i zaštite voda kao ekosistema, koja zajedno sa tehnološkim i li organizaciono-ekonomskim merama predstavlja snažno oružje u naporima da se popravi stanje kvaliteta voda na rekama, posebno u malovodnim periodima. Akumulacijama se, ujedno, može veoma efikasno delovati pri saniranju stanja nakon havarijskih zagađenja vodotoka. Sažeto rečeno, akumulacije - mudro planirane - mogu da donesu ekološki boljitak deonicama reka na kojima se upravlja vodnim režimima.

2. NAČINI ODREĐIVANJA GARANTOVANIH EKOLOŠKIH PROTOKA

Veličina garantovanih ekoloških protoka predmet je brojnih istraživanja u svetu, posebno u novije vreme, sa jačanjem svesti o nužnosti valjane ekološke zaštite

vodotoka. 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 značajnu 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 (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. Te metode, koje bi se mogle nazvati i tradicionalnim metodama, veličinu garantovanog ispuštanja nizvodno od brane povezuju sa nekom fiksnom veličinom protoka, bilo po verovatnoći ili trajanju, što predstavlja dosta pojednostavljen pristup. U zavisnosti od načina određivanja protoka, ove metode dele se na tri podgrupe:

- metode prema kojima se protok određuje kao linearna funkcija površine i karakteristika sliva.
- metode koje koriste krivu trajanja protoka, ili dijagram verovatnoće malih voda, pa preporučen protok vezuju za male vode određenog trajanja ili verovatnoće i
- metode kod kojih se garantovani protok vezuje za srednji višegodišnji proticaj.

(2) Metode očuvanja kvaliteta staništa (habitat quality methods). Metode iz te grupe određuju ekološki garantovan protok na bazi analize kvaliteta ribljeg staništa. Metode ove grupe dele se na sledeće podgrupe:

- metode koje pretpostavljaju da postoji direktna zavisnost između okvašenog obima korita i kvaliteta ribljeg staništa, pri čemu se protok određuje u zavisnosti od promene okvašenog obima i to u tački preloma (infleksije),
- metode kod kojih se protok određuje na osnovu indeksa WUA (*Weighted Usable Area*) za različite riblje vrste i faze njihovog razvoja i
- metode kod kojih se protok određuje na osnovu indeksa kvaliteta staništa, koji je određen korišćenjem više biološki transformisanih promenljivih.

3. PREDLOG NOVE METODE GEP

Nova metoda je nazvana Metoda GEP (Garantovani Ekološki Protok). Njena pravila izbora su definisana vrlo jednostavno, ali da bi se ta jednostavnost postigla uradene su vrlo detaljne hidrološke analize malih voda na vodotocima Srbije, kao i morfološke

analize okvašenih obima minor korita, kako bi se izvukle zakonitosti morfoloških odnosa i protočnosti, kao osnovnih abiotičkih pokazatelja kvaliteta ribljih staništa.

Polazište za definisanje predložene metode bili su sledeći zahtevi.

♦ Metoda treba da u sebi objedini sve dobre osobine četiri grupe metoda koje se najoperativnije koriste u svetu, eliminišući njihove slabosti. Metode čija su iskustva na određeni način neposredno ugrađena u novu metodu su sledeće: iz grupe tradicionalnih metoda: (a) Montana - Tennant metoda, nesumnjivo najčešće korišćena metoda u svetu, (b) modifikovana Tennant metoda, (c) Statističke metode, a iz grupe metoda sa analizom kvaliteta staništa: (d) metoda okvašenog obima. Pored tih metoda, čija su iskustva neposredno ugrađena u novu metodu GEP, uzeta su u obzir i iskustva ostalih metoda (IFIM, regresione metode), za koje je zaključeno da se nikako ne mogu primeniti kod nas, zbog veoma složenih, dugotrajnih i skupih istražnih radova, koji zahtevaju posebne specijaliste koji se samo time bave. Sažeto rečeno: nova metoda treba da zadrži sve dobre osobine postojećih metoda, a da otkloni njihove slabosti, koje su uočene tokom primene u raznim zemljama.

♦ Metoda mora da bude veoma operativna i da se može upotrebiti imajući u vidu baze hidroloških podataka koji su standardne i uobičajene pri projektovanju brana, akumulacija i vodozahvata na rekama.

♦ Metoda treba da bude vrlo jednostavna za praktičnu primenu. To je postignuto na taj način što su urađene vrlo obimne regionalne hidrološke analize malih voda i morfološke analize, kako bi se sagledao čitav opseg primenljivosti nove metode, svodeći samu metodu na veoma jednostavno pravilo.

♦ Važno polazište za izbor metode je bilo da rezultati - dobijeni garantovani ekološki protoci određeni po novoj metodici - moraju uvek da budu ekološki povoljniji od rezultata iz kategorije "prilično dobar" u okviru metode Montana -Tennant, ali bez narušavajućih elemenata, i da se najvećim delom približavaju rezultatima iz kategorije "dobar" iz te iste metode.

♦ Metoda mora da bude univerzalna, tako da se može primeniti na vodotocima svih hidroloških režima i karakteristika u Srbiji.

Moraju se razdvojiti dva perioda u toku godine: (1) hladni period godine, kada su aktivnosti biocenoza vrlo usporene, i kada nema kritičnih aktivnosti u razvoju ihtiofaune, (2) topli period godine, kada se vrlo dinamično i živo odvijaju sve vitalne aktivnosti biocenoza, uključiv i njihovu reprodukciju. Očito je da je neophodno da se tada i garantovani ekološki protoci prilagode tom razvoju, te su tada povećani.

Pri definisanju metode GEP iskorišćena su veoma bogata i dragocena iskustva koja su stečena primenom postojećih metoda. Da bi metoda bila operativna i jednostavna za primenu mora da se zasniva na manjem broju parametara, i to onih parametara koji se mogu dobiti odgovarajućom analizom raspoloživih hidroloških serija.

Primena GEP metode zasniva se na primeni tri parametra: (1) prosečni višegodišnji protok na profilu brane, odnosno mesta zahvata vode (\bar{Q}), (2) mala mesečna voda obezbedenosti 95% ($Q_{95\%}^{\text{min.mes}}$), (3) mala mesečna voda obezbedenosti 80% ($Q_{80\%}^{\text{min.mes}}$).

Ukoliko se raspolaze višegodišnjim serijama dnevnih protoka, umesto minimalnih mesečnih protoka ($Q_{95\%}^{\min,mes}$) i ($Q_{80\%}^{\min,mes}$) mogu se koristiti odgovarajuće vrednosti 30-dnevnih protoka malih voda istih verovatnoća ($Q_{95\%}^{\min,(30)}$) i ($Q_{80\%}^{\min,(30)}$)*. Kada se raspolaze tim podacima, onda se svi navedeni principi izbora sažimaju u veoma jasnom pravilu, koji definiše GEP metodu.

Garantovani ekološki protok ($Q_{ekol.gar.}$) usvaja se u sledećim iznosima:

(1) U hladnom delu godine, koji obuhvata period [oktobar - mart] garantovani ekološki protok $Q_{ekol.gar.}$ treba odabrati tako da odgovara veličini mesečne male vode verovatnoće 95% ($Q_{95\%}^{\min,mes}$), odnosno male 30-dnevne vode iste verovatnoće ($Q_{95\%}^{\min,(30)}$), ali ta vrednost ne može da bude manja od $0,1 \times \bar{Q}$, niti veća od $0,15 \times \bar{Q}$. Znači, u hladnom periodu godine $Q_{ekol.gar.}$ bira se na osnovu relacije:

$$Q_{ekol.gar.} = \begin{cases} 0,1 \times \bar{Q} & \text{za } Q_{95\%}^{\min,mes} \text{ ili } Q_{95\%}^{\min,(30)} \leq 0,1 \times \bar{Q} \\ Q_{95\%}^{\min,mes} \text{ ili } Q_{95\%}^{\min,(30)} & \text{za } 0,1 \times \bar{Q} < Q_{95\%}^{\min,mes} \text{ ili } Q_{95\%}^{\min,(30)} < 0,15 \times \bar{Q} \\ 0,15 \times \bar{Q} & \text{za } Q_{95\%}^{\min,mes} \text{ ili } Q_{95\%}^{\min,(30)} \geq 0,15 \times \bar{Q} \end{cases}$$

(2) U toplom delu godine, koji obuhvata period [april - septembar] $Q_{ekol.gar.}$ treba odabrati tako da odgovara veličini mesečne male vode verovatnoće 80% ($Q_{80\%}^{\min,mes}$), odnosno male 30-dnevne vode iste verovatnoće ($Q_{80\%}^{\min,(30)}$), ali ta vrednost ne može da bude manja od $0,15 \times \bar{Q}$, odnosno ne treba da bude veća od $0,25 \times \bar{Q}$. Znači, u toplom delu godine $Q_{ekol.gar.}$ bira se na osnovu relacije:

$$Q_{ekol.gar.} = \begin{cases} 0,15 \times \bar{Q} & \text{za } Q_{80\%}^{\min,mes} \text{ ili } Q_{80\%}^{\min,(30)} \leq 0,15 \times \bar{Q} \\ Q_{80\%}^{\min,mes} \text{ ili } Q_{80\%}^{\min,(30)} & \text{za } 0,15 \times \bar{Q} < Q_{80\%}^{\min,mes} \text{ ili } Q_{80\%}^{\min,(30)} < 0,25 \times \bar{Q} \\ 0,25 \times \bar{Q} & \text{za } Q_{80\%}^{\min,mes} \text{ ili } Q_{80\%}^{\min,(30)} \geq 0,25 \times \bar{Q} \end{cases}$$

U slučaju da vrednosti garantovanih ekoloških protoka dobijene preko definisanih verovatnoća malih voda izlaze izvan opsega koji su definisani gornjim pravilima i nejednačinama, usvajaju se granične vrednosti.

* Alternative su date prevashodno iz operativnih razloga. Nesumnjivo je bolje ako se raspolaze sa podacima o tridesetodnevnom malim vodama odgovarajućih verovatnoća javljanja, jer je to primerenije fizički tog fenomena malih voda, jer ekstremno malovode, definisano najmanjim godišnjim protocima u kontinuiranom trajanju od 30 dana može da zahvati delove dva meseca. Međutim, insistiranje isključivo na protocima ($Q_{95\%}^{\min,(30)}$) i ($Q_{80\%}^{\min,(30)}$) ne bi imalo smisla, jer se u mnogim projektima akumulacija ne raspolaze sa višegodišnjim serijama dnevnih protoka. Zbog toga je upotreba vrednosti malih mesečnih voda odgovarajućih verovatnoća dopuštena, kako bi se omogućilo da se metoda može primeniti u svim projektima. Upotreba malih mesečnih voda umesto 30-dnevnih minimalnih protoka daje, po pravilu, garantovane ekološke protoke na strani sigurnosti (nešto malo veće vrednosti).

(3) U slučaju vodotoka kod kojih postoje posebni ekološki ili sportsko - turistički i rekreacioni zahtevi i ciljevi, vrednosti koje se dobijaju po gore navedenim pravilima mogu se uvećati: u hladnom delu godine do 15%, u toplom delu godine do 30%. To se može činiti samo uz posebnu analizu svrsishodnosti takvog povećanja.

(4) Vrednosti garantovanog protoka dobijene za hladan deo godine mogu se tretirati kao konstantne, mada je moguće, po potrebi, i njihovo izvesno variranje (izvesno povećanje protoka u martu, kada se mreste neke riblje vrste koje to čine u tom hladnom periodu (štuka).

(5) Vrednosti koje se dobijaju kao garantovano ispuštanje u toplom delu godine su prosečne. One se mogu finije prilagođavati potrebama razvoja biocenoza, posebno ihtiofaune, na taj način što se u kritičnim razdobljima (period mresta, itd) povećava ispuštanje, u skladu sa eventualnim zahtevima službi nadležnih za ekološku zaštitu i ribarstvo. Smanjenja su moguća u povoljnim hidrološkim situacijama, kada su protoci na pritokama povoljni, ali se ne sme dozvoliti da na deonici nizvodno od brane protoci budu manji od onih koji se ispuštaju u hladnom delu godine.

4. OSTALE MERE ZA ZAŠTITU BIOCENOZA NIZVODNO OD AKUMULACIJA

Radi obezbeđivanja što povoljnijih ekoloških uslova nizvodno od brana akumulacija, u svim akumulacijama u kojima dolazi do termičke separacije obavezno je korišćenje **selektivnih vodozahvata** za ispuštanje ekološki garantovanih protoka. Treba predvideti takve dispozicije, sa dovoljnim brojem zahvata na raznim dubinama, da se mogu ispuštati garantovani protoci iz onih zona / dubina akumulacije u kojima su trenutni pokazatelji kvaliteta (temperatura, hemizam) najpovoljniji za nizvodne biocenoze.

Zatvarači treba da budu regulacioni, dimenzionisani na najveće protoke koji se mogu zahtevati tokom vremenski promenljivog (dinamičkog) ispuštanja garantovanih protoka i protoka potrebnih za nizvodne korisnike. Ukoliko se voda ispušta i za potrebe nizvodnih korisnika, koji će tu količinu zahvatiti na svojim nizvodnim rečnim zahvatima, i ta količina se mora ispuštati na selektivnim vodozahvatima, u cilju obezbeđenja najpovoljnijih temperatura sa gledišta potreba biocenoza na nizvodnim deonicama reke.

Adekvatnim izborom zatvarača za ispuštanje garantovanih protoka i protoka za nizvodne korisnike (regulacioni konični zatvarači sa najefikasnijim ovazdušenjem mlaza) omogućava se **upravljanje kiseoničnim režimima** na nizvodnim deonicama vodotoka.

Dugoročni programi praćenja promena u ribljoj populaciji jednog vodotoka morali bi biti deo integralne strategije korišćenja određenog poteza reke. Izbor garantovanog ekološkog protoka je samo jedna od početnih, izuzetno važnih aktivnosti u tom procesu upravljanja vodenim ekosistemima. Ovakav program bi obezbedio verifikaciju

sračunatih vrednosti ili omogućio izmenu istih kako bi se prilagodili realnim uslovima u vodotoku.

Da bi se raspolagalo validnim podacima o sloju iz koga treba ispuštati garantovane protoke, kao i da bi se stalno pratio dinamički razvoj akumulacije kao ekosistema, obavezno je za sve akumulacije napraviti matematički model ponašanja akumulacije tokom vremena (model promene biotičkih i abiotičkih parametara jezerskog ekosistema). Investitor / korisnik akumulacije bi morao biti u obavezi da obezbedi odgovarajući monitoring sistem, koji će omogućiti tariranje i stalno poboljšanje modela, kao i da bi se merili oni parametri - abiotički i biotički faktori vodenog ekosistema, koji su neophodni za ažurno praćenje ponašanja jezera u realnom vremenu.

5. ZAKLJUČAK

U radu se daje nova metodologija za određivanje garantovanih ekoloških protoka nizvodno od brana - akumulacija u Srbiji. Metoda GEP (Garantovani Ekološki Protok - Srbija) sadrži u sebi dobre osobine više metoda koje se koriste u svetu i standardno raspoloživim podacima o proticajima vode u Srbiji. Bitno je da veličinu protoka prilagodava potrebama vodenih ekosistema nizvodno, tako da su protoci različiti u toplom i hladnom delu godine. Jednostavna je za upotrebu, jer se zasniva na analizi verovatnoće malih mesečnih voda. U radu se sistematizuju i druge mere (npr. selektivni ispusti za garantovane protoke), kako bi se ostvarili najpovoljniji ekološki uslovi na nizvodnim deonicama reke.

LITERATURA

1. Anner T.C. and A.L. Conder (1984): *Relative Bias of Several Fisheries Instream Flow Methods*. North American Journal of Fisheries Management
2. Dajoz R. (1972): *Precis d'ecologie*. Dunod, Paris
3. Đorđević B. (1991): *Primena ekoloških modela u planiranju vodoprivrednih sistema*, Vodoprivreda, Beograd
4. Đorđević B. (1990): *Cybernetics in Water Resources Management*; WRP, Co.,USA
5. Đorđević B., T. Milanović (1995): Vodoprivredni i ekološki aspekti izbora garantovanih protoka koji se ispuštaju iz akumulacija / // Zbornik "Zaštita voda '95". Tara
6. Đorđević B., T. Milanović (1995): Naturalna regulacija vodotoka kao vid zaštite kvaliteta voda i uklapanja vodoprivrednih sistema u ekološko okruženje / B. // Zbornik "Zaštita voda '95". Tara
7. EPRI (Electric Power Research Institute) (1986): *Instream Flow Methodologies*. Raport EPRI: EA-4819
8. FAO (1972): *Evaluation of the Methodology for Recommending Flows for Fishes*, FAO Publication. 1968. See Dajoz
9. Fenchel T. and F.B. Christiansen (1976): *Theories of Biological Communities*. Springer-Varlag, New York
10. Gore J.A. and J.M. Nestler (1988): *Instream Flow Studies in Perspective*. Regulated River Research and Management, 2:93-101