

RIZICI I MOGUĆE ŠTETE ILI ULAGANJE U SIGURNOST EVAKUACIJE VELIKIH VODA NA BRANI HE BOČAC

Svetomir PROKIĆ dipl.inž.građ., prof. dr Stevan PROHASKA dipl.inž.građ.
Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd

Jovo MACANOVIĆ dipl.inž.el, Goran MILANOVIĆ dipl.inž.građ
ZDP Hidroelektrane na Vrbasu, Mrkonjić Grad

REZIME

Projekti i hidrološke studije reke Vrbas, izrađeni u poslednjih nekoliko godina, ukazuju da su velike vode karakterističnih verovatnoća pojave na profilu HE "Bočac" značajno veće od onih na koje su evakuacioni objekti na brani dimenzionisani. Novi hidrološki proračuni i studije, o kojima je reč, su u više navrata stručno verifikovani tako da se može govoriti o aktueliziranim proticajima reke Vrbas na profilu Bočac. U tom smislu se, dvadeset godina od puštanja HE "Bočac" u rad, opravdano postavilo pitanje provere sigurnosti objekata ove pribranske elektrane za dolazne proticaje veće od stogodišnjih. Iz tog razloga je 2002. godine izrađena **Studija evakuacije aktueliziranih velikih voda na brani HE "Bočac"**.

Autori su u ovom radu prikazali osnovne postavke, kriterijume i rezultate do kojih se došlo izradom pomenute Studije. Cilj ove sveobuhvatne i višeslojne analize, je da se izvedu jasni i argumentovani zaključci i daju konkretne preporuke za donošenje operativnih planova za rešenje datog problema odnosno rešenja dileme: prihvatiti rizik i posledice moguće štete ili vršiti dodatna investiciona ulaganja u dopunske evakuacione organe.

Ključne reči: Rizik, posredna i neposredna šteta, dopunski evakuacioni objekti

OSNOVNE POSTAVKE

Izbor kriterijuma merodavnih za dimenzionisanje evakuacionih objekata se u principu smatra tehničko - ekonomskom kategorijom koji je u konkretnom slučaju složeniji jer se radi o postojećem objektu. Pošto je

problematika kompleksna, studijom su analizirani rizici, moguće direktne i posredne štete od nailaska poplavnih voda koje prevazilaze kapacitet postojećih evakuacionih objekata, uticaji na uzvodne elektrane i nizvodno područje i naseljena mesta, bezbednost ljudi zaposlenih u elektrani i lokalnog stanovništva, moguća rešenja za smanjenje ili potpuno otklanjanje rizika i moguće štete, ekonomski aspekt predmetne problematike i sl.

HIDRAULIČKO HIDROLOŠKI ASPEKTI PROBLEMA

Detaljnim hidrološkim proračunima je pokazano da su velike vode reke Vrbas na profilu Bočac, koji kontroliše 3700 km² sliva, veće od računskih velikih voda definisanih projektom HE Bočac. U tom smislu su potvrđeni rezultati hidroloških analiza izvršenih u okviru aktuelizacije Idejnih projekata HE Krupa i HE Banja Luka - niska, 2000. godine.

Detaljni proračuni transformacije poplavnih talasa kroz akumulaciju su pokazali da pri pojavi novelirane hiljadugodišnje velike vode čiji je $Q_{max} = 2050 \text{ m}^3/\text{s}$, doći će do preliivanja brane Bočac bez obzira na početni nivo u akumulaciji, pa čak i u slučaju da je akumulacija potpuno prazna u momentu nailaska poplave.

U slučaju nailaska hiljadugodišnje poplave po novim hidrološkim proračunima, vreme prirasta nivoa vode u akumulaciji Bočac od 283.00 mnm (KMU) do 286,00 mnm, (KB) odnosno vreme prepunjavanja akumulacije do početka preliivanja preko brane, je reda nekoliko časova. To znači da se, uz primenu redovnih mera bezbednosti, mogu blagovremeno izvršiti pripreme postrojenja za akcidentno preliivanje preko brane i evakuisati ljudi zaposleni u elektrani na bezbedno mesto.

Hidraulička modelska ispitivanja i proračune transformacije poplavnih talasa kroz akumulaciju su pokazala da će pri hiljadugodišnjoj poplavi, preko krune brane prelivati oko $600 \text{ m}^3/\text{s}$. U tom slučaju će nivo u akumulaciji maksimalno dostići kotu oko 287,5 mm, dakle 1,5 m iznad krune brane a razorno dejstvo prelivnog mlaza na objektima pribranseke elektrane će biti višestruko.

Daleko drugačija situacija bi nastala ukoliko dođe do nailaska poplave petstogodišnjeg povratnog perioda sa $Q_{\max} = 1843 \text{ m}^3/\text{s}$. U tom slučaju bi nivo u akumulaciji dostigao kotu 286.05 do 286.47 mm, u zavisnosti od vremena početka pražnjenja akumulacije i načina upravljanja zatvaračima u toku poplave. Prelivni mlaz u toj situaciji, zbog male debljine i dominantnog uticaja aeracije, neće imati razorno dejstvo na objekte i opremu, ali će do plavljenja HE ipak doći.

Ukoliko bi došlo do zaglavlivanja jednog od dva zatvarača na prelivu brane Bočac, pri projektovanoj poplavi sa $Q_{\max} = 1490 \text{ m}^3/\text{s}$, došlo bi do preliivanja brane i izdizanja nivoa za najmanje 0,5 m iznad krune i to pod uslovom da se preostali aktivni zatvarač blagovremeno otvori pre ulaska poplave u akumulaciju. U svakom drugom slučaju nadvišenje nivoa i preliivanje brane bi bilo veće.

Predpražnjenje akumulacije Bočac nema praktičnog efekta za poplavu hiljadugodišnjeg povratnog perioda prema novim proračunima, iz razloga što bi pri toj poplavi svakako, skoro nezavisno od početnog nivoa, došlo do nesmanjenog preliivanja preko krune brane.

Pozitivan efekat predpražnjenja se eventualno može ostvariti pri noveliranoj petstogodišnjoj poplavi jer se blagovremenim otvaranjem segmentnih zatvarača šteta na elektrani i ostalim pribranskim objektima od preliivanja brane, može smanjiti na podnošljivu meru.

Maksimalni talas koji ne preliiva krunu brane Bočac je poplava sa $Q_{\max} = 1736 \text{ m}^3/\text{s}$ do $Q_{\max} = 1806 \text{ m}^3/\text{s}$ u zavisnosti od vremena početka predpražnjenja i načina upravljanja zatvaračima za vreme poplave, što respektivno odgovara poplavnom talasu četiristotine godišnjeg odnosno četiristotinepedeseto godišnjeg povratnog perioda.

Projektovanoj poplavi sa $Q_{\max} = 1490 \text{ m}^3/\text{s}$, prema kojoj su dimenzionisani evakuacioni objekti na brani, prema novim hidrološkim proračunima, orijentaciono odgovara dvestotinegodišnji povratni period.

Teoretski je moguće predvideti nailazak katastrofalne poplave u akumulaciju Bočac. Međutim, zbog veoma oskudne mreže stanica za merenje meteoroloških i hidroloških veličina u slivu Vrbasa, kao i oskudnih, do sada registrovanih istorijskih nizova ovih veličina, praktične mogućnosti da se poplava blagovremeno i kvalitetno predvidi su, bar u ovom trenutku, male.

PROCENA MOGUĆE ŠTETE I RIZIK NJENOG NASTANKA

Klasifikacija i osnovni principi procene šteta

Ukoliko u toku eksploatacionog perioda HE Bočac, nailaskom noveliranih velikih voda kapacitet evakuacionih objekata bude prevaziđen a u međuvremenu ne dođe do izgradnje dopunskih evakuatora, doći će do preliivanja brane i nastanka štete na proizvodnim i pratećim objektima HE Bočac.

Exgaktno utvrđivanje štete je kompleksan i veoma težak zadatak o čemu, sudeći po referentnim priručnicima iz oblasti sigurnosti brana, govore i svetska iskustva.

Za utvrđivanje štete od preliivanja brane Bočac, su učinjene i analizama potvrđene, sledeće dve osnovne pretpostavke:

- pri nailasku noveliranih hiljadugodišnjih velikih voda, stabilnost brane se ne dovodi u pitanje, kao i posledice eventualnog njenog rušenja,
- uz primenu redovnih mera bezbednosti, se ne dovodi u pitanje bezbednost ljudi zaposlenih u elektrani.

Šteta na elektrani i pratećim objektima izazvana preliivanjem brane je klasifikovana na sledeći način:

- neposredna šteta izazvana na objektima i opremi razornim dejstvom vodenog prelivnog mlaza ili štetnim dejstvom kvašenja osetljive opreme,
- posredna šteta koja nastaje kao posledica gubitka prihoda zbog zastoja u radu elektrane za vreme sanacije štete.

I posredna i neposredna šteta se razlikuje prema intenzitetu poplave pri čemu se razlikuju:

- poplava petstogodišnjeg povratnog perioda (0.2%) i veća
- poplava hiljadugodišnjeg povratnog perioda (0.1%).

Šteta se dalje klasifikuje kao šteta:

- nastala na elektrani i pratećim pribranskim objektima, koja zavisi od načina evakuacije velikih voda preko brane i
- nastala u odvodnoj vadi i kompenzacionom bazenu koja će nastati pri nailasku noveliranih hiljadugodišnjih \ petstogodišnjih proticaja nezavisno od načina evakuacije velikih voda preko brane.

Rizik pojave velikih voda Vrbasa u toku eksploatacionog perioda HE Bočac

Poznavanje visine rizika koji se odnosi na eksploataciju i građenje hidroenergetskih objekata, je veoma značajan faktor za opšte sagledavanje sigurnosti objekata i investicionih ulaganja. Najnovija naučna i stručna istraživanja u svetu ukazuju na potrebu da se veličina rizika valorizuje kroz optimizaciju troškova izgradnje objekata i očekivanih šteta u slučaju da takav objekat ne ispuni ulogu koja mu je dodeljena. Drugi pristup ovom problemu sastoji se u određivanju veličine računskog rizika koji se bazira na metodama matematičke statistike. U tekstu koji sledi daje se kratak prikaz postupka za određivanje računskog rizika.

Pod pojmom računski rizik $R_n(x; p)$ podrazumeva se verovatnoća da će se tokom n pojedinačnih i međusobno nezavisnih eksperimenata (godina) pojaviti odgovarajući broj neželjenih događaja, koje je jednak zadanoj veličini x ili je veći od njih. Pri tome, verovatnoća da se neželjeni događaj pojavi u okviru pojedinačnih eksperimenata iznosi p . U vezi sa ovim koristi se binomni zakon raspodele diskretnih slučajnih promenljivih, a rizik se definiše u sledećem vidu:

$$R_n(x; p) = P_n[X \geq x; p] = \sum_{k=x}^n P_n[X = k; p]$$

$$R_n(x; p) = 1 - \sum_{k=0}^{x-1} P_n[X = k; p] = 1 - \sum_{k=0}^{x-1} \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$$

gde je:

$R_n(x; p)$ - verovatnoća da će se u n eksperimenata neželjeni događaj, verovatnoće pojave p , dogoditi x , ili više puta

$$q = (1 - p)$$

Pri razmatranju rizika najvažnije je utvrditi da li će neželjeni događaj uopšte pojaviti u toku n eksperimenata, odnosno da li će broj neželjenih pojava biti jednak ili veći od jedan. Ova verovatnoća iznosi:

$$R_n(1; p) = 1 - P_n(0, p) = 1 - q^n$$

U opštem slučaju verovatnoća da će se neželjeni događaj dogoditi x ili više puta u n eksperimenata iznosi:

$$R_n(r; p) = P_n[X \geq r; p] = \sum_{k=r}^n P_n[X = k; p]$$

$$R_n(r; p) = 1 - P_n(0; p) - \dots - P_n(r-2; p) - P_n(r-1; p)$$

$$R_n(r; p) = R_n(r-1; p) - P_n(r-1; p)$$

Korišćenjem gore navedenih jednačina sračunate su računске vrednosti rizika da će se u n godina dogoditi jedna ili više neželjenih pojava (poplava verovatnoće pojave p) $R_n(1; p)$, zatim dve ili više neželjenih pojava, $R_n(2; p)$, te tri ili više $R_n(3; p)$, odnosno verovatnoće prevazivaženja rizika karakterističnih velikih voda reke Vrbasa u profilu HE "Bočac". Navedeni rizici računati su za vek trajanja objekta $n = 80$ i $n = 100$ godina. U konkretnom slučaju sračunate su verovatnoće (rizici) $R_n(X=x, p)$ da će se merodavni proticaji, verovatnoće pojave p , desiti tačno $x = 0, 1, 2$ i 3 puta u 80 i 100 godina, odnosno verovatnoće (rizici) $R_n(X \geq x, p)$ da će se merodavni proticaji, verovatnoće p , desiti $x = 1, 2, 3, 4$ i više puta u toku 80 i 100 godina.

Ukupna šteta i rizik njenog nastanka

Štete na elektrani Bočac od preliivanja preko krune brane bi bile velike s tim što bi pri hiljadugodišnjoj poplavi, razornim dejstvom prelivnog mlaza došlo do fizičkog oštećenja dela objekata i opreme. U tom slučaju bi šteta daleko prevazišla ukupan godišnji prihod elektrane od proizvodnje energije.

U slučaju petstogodišnje poplave šteta bi bila manja jer neće doći do njenog razornog dejstva na objekte i opremu ali bi do ulaska vode u elektranu sa svim posledicama ipak došlo.

U ukupnoj šteti značajan deo čini posredna šteta koja nastaje zbog zastoja u radu elektrane za vreme sanacije posledica direktne štete.

Primenom prikazane metodologije, sračunat je rizik od pojave karakterističnih poplava jedanput i više puta u toku eksploatacionog veka elektrane kao i u proizvoljno odabranom periodu od sto godina.

U tabeli koja sledi je dat objedinjen prikaz različitih kategorija štete i rizik njenog nastanka.

Tabela 1: Ukupna šteta na objektima i opremi HE Bočac i rizik njene pojave

Verovatnoća pojave poplave	Direktna šteta na objektima i opremi [€]	Meseci zastoja u radu HE	Indirektna šteta - gubitak prihoda zbog zastoja u radu [€]	Ukupna šteta [€]	$R_{80}(X=0,p)$	$R_{80}(X>I,p)$
1/1000	5.814.238	10	5.162.000	10.976.000	0.9231	0.0769
1/500	2.944.288	2	1.032.000	3.976.000	0.852	0.148

Iz gornje tabele, osim visine štete i verovatnoće poplave koja je izaziva, se vidi da je verovatnoća da se u eksploatacionom veku elektrane, petstogodišnja velika voda ni jedanput ne dogodi 85.2 % a rizik da se najmanje jedanput desi je 14,8%.

Takođe se može uočiti da je verovatnoća da se hiljadugodišnja poplava u eksploatacionom veku elektrane, ni jedanput ne dogodi 92.31 % dok je rizik da se u istom periodu ta poplava desi najmanje jedanput 7.69 %.

STANJE EVAKUACIONIH OBJEKATA I MOGUĆNOST IZGRADNJE DOPUNSKIH EVAKUATORA

Sadašnje stanje evakuacionih objekata na brani Bočac, dvadeset godina posle puštanja u redovni pogon, je ocenjeno kao zadovoljavajuće dobro mada treba naglasiti da preliv i tunel ni jednom do sada nisu radili punim kapacitetom. Izuzetak u tom pogledu je nizvodno korito kao deo evakuacionih objekata gde su se pojavili erozioni procesi.

Modelska ispitivanja su pokazala da u kapacitetu postojećih evakuacionih objekata na brani Bočac praktično nema rezerve jer pri napregnutom radu npr. podizanju nivoa vode u jezeru iznad KMU, prirast protočne moći evakuatora je zanemarljivo mali. Kapacitet postojećih evakuacionih objekata se takođe, ne može povećati na tehnički ispravan i ekonomski opravdan način.

Hidraulička modelska ispitivanja su takođe pokazala da u neregularnom opsegu radu evakuatora, za nivoa u jezeru jednake i veće od 286,3 mm, dolazi do podužnog oscilovanja vodene mase na prelivnom delu (ulazak u tunel). Pri tome snažni talasi naizmenično udaraju u čeonu zid i dignute zatvarače, izazivajući hidrodinamičke sile koje bi vrlo verovatno oštetile sistem za podizanje ustava, servomotore i sl.

Pouzdanost preliva sa ustavama je u principu manja od pouzdanosti u funkcionisanju slobodnih preliva. U slučaju preliva na brani Bočac pouzdanost u radu je dopunski redukovana zbog činjenice da se preliv sa segmentnim zatvaračima i njihovim pogonom i komandom, nalazi u desnom boku koji je nedostupan u slučaju preplavlivanja preko krune brane.

Iz tih razloga se u pojedinim tehnološki razvijenim zemljama prelivi sa ustavama dimenzionišu sa velikim koeficijentom sigurnosti tako što se računa da će u toku poplave jedan zatvarač biti van funkcije (zaglavljn). U projektnom smislu to rezultira ili predviđanjem dopunskog rezervnog prelivnog polja ili povećanim rezervnim nadvišenjem (*free board*) koje bi kompenzovalo posledice ovog udesa.

Brana i hidroelektrana Bočac sa evakuacionim organima i svim drugim pratećim sadržajima je postojeći kompleks objekata koji je prema projektu prostorno raspoređen u kanjonu reke Vrbas na lokaciji elektrane, km 109+400 rečnog toka. Na taj način je u dobroj meri iskorišćen geomorfološki kapacitet ovog pregradnog mesta. U tom smislu se može reći da su

mogućnosti za lak plasman dopunskih evakuacionih objekata ograničene i veoma skučene na ovoj lokaciji.

Sa druge strane, izgradnja dopunskih evakuatora je međutim, jedina aktivna mera za bezbednu evakuaciju noveliranih velikih voda na brani HE Bočac. Ispitivanje mogućnosti za izgradnju dopunskih evakuatora je izvršeno postupno tako što su razmatrana sva, na prvi pogled, moguća tehnička rešenja koja su kasnije kroz tehno ekonomsku analizu valorizovana.

Na taj način su definisane četiri varijante dopunskih evakuatora i to: preliv u levom boku sa jednim prelivnim poljem čija je prelivna ivica, kao i postojećeg preliva, na koti 272,00 mnm i koji je opremljen segmentnim zatvaračem visine 11 m i tunelom

D=5,5 m, L=360 m (Var.1) zatim, bočni preliv na koti NU, 283,00 mnm u desnom boku sa evakuacionim tunelom D=6 m, L=400 m (Var.2) kao i bočni preliv na koti 283,00 mnm u levom boku sa evakuacionim tunelom D=5 m, L=160 m (Var.3) i nadvišenje krune brane na delu njenoga luka (Var.4).

Na osnovu sagledavanja geoloških uslova na lokaciji brane Bočac, može se zaključiti da u tom pogledu nema limitirajućih i eliminišućih faktora za izgradnju razmatranih varijanti dopunskih evakuacionih objekata mada, su geotehnički uslovi za izgradnju pojedinih varijanti odvodnih tunela različiti.

Predračunske vrednosti za izradu pojedinih dopunskih evakuatora i njihova struktura po varijantama je sledeća:

Tabela 2: Rekapitulacija troškova izgradnje dopunskih evakuatora po varijantama

Varijanta	Troškovi izgradnje [€]				Dužina zastoja u radu HE za vreme izgradnje (meseći)	Šteta na objektima (*) [€]
	Građevinski radovi i oprema	Nepredviđeni radovi	Gubitak prihoda zbog zastoja u radu HE za vreme izgradnje	Ukupno		
1	2,821,220	282,122	2,676,000	5,779,345	6	
2	3,941,761	394,171	2,230,000	6,565,881	5	
3	2,347,580	234,758	1,784,000	4,366,338	4	
4	656,110	65,611	-	761,721	-	3.668.194

(*) Direktna šteta na objektima i zastoj u radu elektrane do koje će doći i pored izgradnje dopunskih evakuatora

Troškovi izgradnje dopunskih evakuatora su veliki, i za pojedine varijante takođe prevazilaze ukupni sadašnji godišnji prihod od rada elektrane.

Ulaganja u dopunske evakuatore ne bi direktno uticala na povećanje proizvodnje elektrane, već bi samo smanjila rizik od akcidenata odnosno znatno povećala pouzdanost njenoga rada.

Efekti izgradnje dopunskih evakuacionih objekata u pogledu zaštite objekata HE Bočac od poplavnih voda,

smanjenja rizika i nastanka štete na proizvodnim i pratećim objektima od štetnog dejstva velikih voda, kao i uticaj na uzvodnu HE Jajce II, su različiti za svaku razmatranu varijantu.

Varijanta 1, predstavlja konzervativno rešenje i eliminiše uticaj na uzvodnu elektranu bez obzira na uvećane proticaje. Varijante 2 i 3 angažuju rezervno nadvišenje (*free board*) ali ipak ublažavaju uticaj uspora akumulacije Bočac pri noveliranim ekstra dotocima na uzvodnu HE dok varijanta 4 pogoršava ovaj uticaj.

Dopunski bočni slobodni preliv sa tunelom u levom boku
- Situacija -



Slika 1: Predložena varijanta rešenja dopunskog evakuatora

ZAVRŠNA RAZMATRANJA

Stabilnost brane Bočac u slučaju nailaska hiljadugodišnjih noveliranih velikih voda, se ne dovodi u pitanje pa se ne analiziraju posledice i šteta koja bi nastala eventualnim njenim rušenjem.

Za dimenzionisanje evakuacionih objekata za velike vode na lučnim branama, u domaćoj i svetskoj praksi, se veoma često, skoro bez izuzetka usvaja velika voda hiljadugodišnjeg povratnog perioda. Ukoliko se primenjuje, inače veoma zastupljen probabilistički pristup za hidrološku stabilnost brana, nema posebnih razloga da se ovaj kriterijum ne primeni i na brani Bočac bez obzira što je reč o postojećem objektu.

Treba reći da se u svetskoj praksi u poslednje vreme pojavljuje nova generacija kriterijuma za hidrološku sigurnost brana, koja bazira na principima upravljanja rizikom. Međutim, ova praksa je tek u naznakama i u

samom početku implementacije u nekim, pre svega tehnološki razvijenim zemljama.

Uticaj postojećih uzvodnih akumulacija na Vrbasu na smanjenje poplavnog talasa na profilu Bočac, je minoran i spada u domen tačnosti proračuna pa se praktično ne može registrovati.

Na izgradnju novih uzvodnih akumulacija na Vrbasu i njihove pozitivne efekte na smanjenje poplava na profilu Bočac ne treba ozbiljno računati u dogledno vreme pa se problem evakuacije uvećanih velikih voda mora rešavati na samoj brani Bočac.

Uslovi oticanja velikih voda koritom Vrbasa, nizvodno od HE Bočac, na delu sadašnjeg kompenzacionog bazena, će se promeniti posle formiranja buduće akumulacije HE Krupa tako da će se stepen zaštite priobalja od plavljenja uključujući naselja, na tom delu smanjiti na nivo koji je tek nešto veći od desetogodišnjih noveliranih velikih voda.

U režimu nivoa vode u jezeru iznad KMU = 283 mnm dolazi do neregularnog rada preliva koji izaziva hidrodinamičke sile koje bi verovatno delujući na opremu, teško oštetile servomotore i ostale vitalne delove segmentnih zatvarača.

Zbog iznetog u napregnutog rada postojeće opreme na prelivu, kao i zbog mogućeg otkaza jednog od dva segmentna zatvarača, u opsegu njegovog neregularnog rada, petstogodišnja poplava bi izazvala posledice na elektranu, kao i hiljadugodišnja voda u slučaju da ustave besprekorno funkcionišu. U istoj situaciji bi pri nailasku projektovane velike vode $Q_{\max} = 1490 \text{ m}^3/\text{s}$, došlo do porasta nivo u jezeru za 0,5 m iznad krune brane i njenog prelivanje.

Od analizirane četiri varijante dopunskih evakuatora, Varijanta 3: "Dopunski bočni preliv sa kratkim tunelom u levom boku", od svih razmatranih rešenja koja potpuno štite proizvodni deo elektrane, je odabrana kao tehnički i ekonomski optimalan (slika 1).

Imajući u vidu položaj, tip i opštu sigurnost funkcionisanja postojećeg preliva, uzimajući pri tome u obzir pozitivnu svetsku praksu, prethodno opisan dopunski evakuator sa slobodnim bočnim prelivom na koti 283 mnm u levom boku, trebalo bi izgraditi kao sigurnosni, čak i uz pretpostavku da u eksploatacionom veku elektrane neće doći do pojave poplavnog talasa većeg od kapaciteta postojećih evakuacionih objekata.

Prethodno izneti zaključci i preporuke kao i čitav rad na pomenutoj Studiji evakuacije noveliranih velikih voda na brani HE Bočac, je inspirisan i usmeren preporukama Međunarodne komisije za visoke brane

(ICOLD) posebno preporuke date u publikaciji Bulletin N^o 82, od kojih se jedna kao bitna ovde ističe:

"Sva razmišljanja razvijena u ovom radu, kao i podaci o nesrećama prouzrokovanim prelivanjima, pokazuju nam da hidrolozi i projektanti kada rade sa merodavnom velikom vodom, dimenzijama i tipom preliva i pravilima za rad akumulacija, nikada ne smeju da zaborave sledeće:

- *izuzetne polave koje su se zaista dogodile u prirodi i koje se mogu dogoditi u budućnosti, daleko prevazilaze one koje imamo u podacima;*
- *kombinacija retkih događanja sa veoma malom verovatnoćom pojave je realna mogućnost,*
- *i da je, u konačnoj analizi, ljudski život velika vrednost i najvažnija stavka... "*

LITERATURA

- [1] Studija evakuacije inoviranih velikih voda na brani HE "Bočac" - Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" 2002.
- [2] Selection of design flood - Bulletin 82 ICOLD 1984.
- [3] Uputstvo za izbor merodavnih protoka za prelive na branama - JDVB 2002. - Radna verzija
- [4] Risk assessment in dam safety management, ICOLD 2000.
- [5] Dams and floods, ICOLD 2000.
- [6] Floods and reservoir safety 3rd edition - The institution of Civil Engineers
- [7] Udesi na branama i stečena iskustva - ICOLD 1975.godina

RISKS AND POSSIBLE DAMAGE OR INVESTMENT IN FLOOD WATER DRAINAGE SAFETY ON HPP BOCAC DAM

by

Svetomir PROKIĆ dipl.inž.građ., prof. dr Stevan PROHASKA dipl.inž.građ.
Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd

Jovo MACANOVIĆ dipl.inž.el, Goran MILANOVIĆ dipl.inž.građ
ZDP Hidroelektrane na Vrbasu, Mrkonjić Grad

Summary

The choice of criteria for the design of discharge structures is usually a technical-economic category. Since the structure in the case of the considered dam has already been constructed, the choice was more complex. Due to the complexity of the problem, the study encompassed the risks, possible direct and indirect damages caused by flood water larger than discharge structures capacity, impacts on headwater

power stations and tailwater area and settlements, the safety of the power plant staff and local population, possible solutions for the decrease and elimination of risk and possible damage, the problem's economic aspects, etc.

Key words: risk, indirect and direct damage, supplementary discharge structures

Redigovano 10.11.2003.