

Luka MITROVIĆ*, Milan BOŠKOVIĆ*

BILANS VODA SKADARSKOG JEZERA NA CRNOGORSKOJ TERITORIJI

Sažetak: Skadarsko jezero je najvažnija akvatorija Crne Gore u hidrološkom, ekološkom, vodoprivrednom i turističkom smislu. Zbog toga se pri rješavanju bilo kojih vodoprivrednih zahvata u čitavom njegovom slivu mora voditi računa o implikacijama tih rješenja na vodne bilanse i režime nivoa Skadarskog jezera. U svim aktivnostima, bez obzira na njihove ciljeve, jedan od najvažnijih zadataka na Jezeru jeste da se ispita mogućnost kontrole nivoa vode Skadarskog jezera, jer je nivo vode Jezera, do današnjih dana zavisio isključivo od prirodne stihije. To je bio uzrok čestih poplava i nedovoljne iskorišćenosti Jezera sa raznih aspekata, korišćenja vodnih resursa i potencijala, biodiverziteta i ekologije, turizma i još mnogih drugih pozitivnih efekata koje kontrolisani nivo Jezera donosi, ne samo u njegovom basenu. Ove aktivnosti, naravno, imale bi direktnu posljedicu i na čitav tok rijeke Bojane, koja je, dijelom iz istog razloga, takođe izazivala poplave i druge nevolje stanovnicima na obje obale.

Kontrolisani, odnosno planirani nivo Jezera može se postići jedino ako je u svakom trenutku poznata količina vode u Jezeru i ako rijeka Bojana ima tako uređeno korito da u svakom zadatom periodu vremena može evakuisati onu količinu vode koja nivo jezera drži na planiranoj nadmorskoj visini, koja se danas vrlo jednostavno i precizno određuje na nekoliko hidrometrijskih stanica postavljenih na obali jezera sa obje strane državne granice.

Zbog toga je poznavanje tačnih bilansa vode Jezera prioritetan zadatak svih zainteresovanih faktora čiji je interes optimalni nivo Jezera koji bi odgovarao svim potencijalnim korisnicima.

Ključne riječi: *Skadarsko jezero, rijeka Bojana, vodostaj, nivo jezera, bilans voda, sliv, integralno upravljanje i poplave*

Abstract: Scadar Lake represents the most important aquatorium of Montenegro in hydrological, ecological, water management and touristic sense. Due to this reason in solving any water resource projects in its catchment must be taken into account the implication of these solutions on water balance and level regimes of Scadar Lake. In all activities, regardless its aims, one of the most important task on the Lake is to examine the possibility of controlling the Lake water level, because till now the Lake water level was depending exclu-

* Luka Mitrović, Milan Bošković, Hidrometeorološki zavod Crne Gore, Podgorica

sively from destructive power of water. That was the cause of frequent floods and insufficient utilization of the Lake from different aspects, use of water potentials, biodiversity and ecology, tourism and other numerous positive effects, which controlled Lake level brings, and not only in its catchments area. These activities will surely have impact on entire course of river Bojana, which partly from the same reason also has caused floods and other troubles to the residents from both river banks.

Controlled or planned Lake level, can only be reached if the Lake's water quantity is known in any moment and if River Bojana has also an arranged river bed, that in any given period of time can evacuate a water quantity which maintain the Lake level on planned altitude, which today can be calculated in a very simple and precise way, using several hydro-metric stations placed on Lake shores, on both sides of national border.

Therefore knowledge of correct water balance of Lake is a priority task of all stakeholders, whose interest is the optimal development of the Lakes level, which will suite to all potential users.

Key words: *Scadar Lake, Bojana River, water level, lake level, water balance, catchment area, integral management and flood*

HIDROGRAFIJA JEZERA

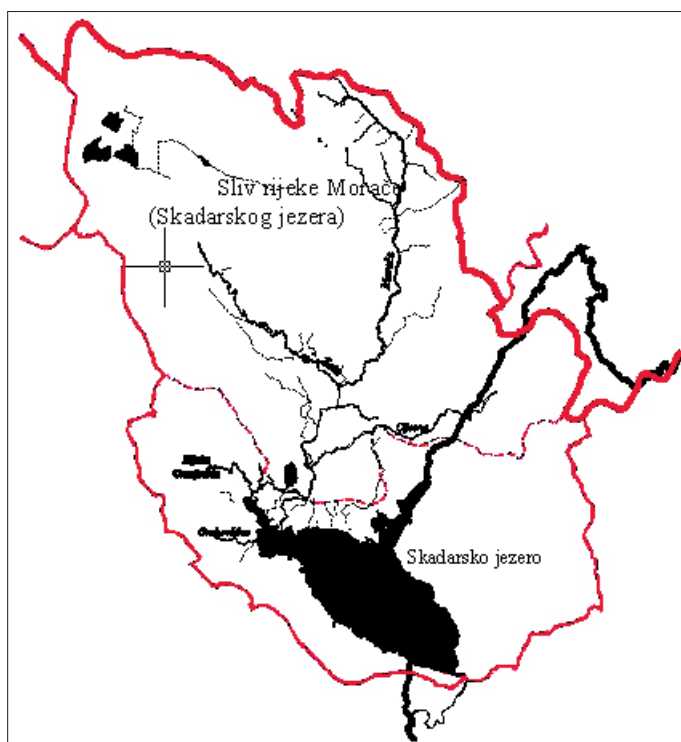
Sliv Skadarskog jezera sa Moračom, Drimom i Bojanom zahvata površinu od oko 20.000 km². Površina samog jezera je vrlo promjenljiva i varira od manje od 400 km² pri minimalnim vodostajima do oko 525 km² pri najvišim registrovanim nivoima u jezeru. Pri najnižim nivoima u jezeru, sa kotama oko 4,6 mnm, zapremine jezera je oko 1,75 km³, dok je za najviše kote u jezeru, koje iznose oko 9,9 mnm, zapremine oko 4,25 km³. Iz toga se izvlači važan zaključak da je aktivna – operativna zapremine jezera – oko 2,5 km³. Najniže kote dna jezera kreću se oko -2,5 mnm, dok se prosječne dubine kreću u granicama od oko 4,4 m do 8,1 m /3/.

Površina Zetske ravnice iznad kote 10 mnm je oko 200 km², računajući površine krečnjačkih humki koje proviruju iznad nivoa ravnice. Južni djelovi Zetske ravnice su periodično plavljeni i močvarni tereni površine od oko 100 km².

Sjeverozapadnim i zapadnim obodom Zetske ravnice teče Morača, koja kao desna pritoka prima vode Zete na koti 29 mnm, te kanal od izvora Mareze i rijeku Sitnicu na koti 20 mnm, a sa lijeve strane vode rijeke Ribnice na 25 i Cijevne na koti 12 mnm. Zetsku ravnice, izuzimajući lugove i njene južne djelove, izgrađuju fluvio-glacijalni pjeskovi i šljunkovi sa većim oblucima koji su uglavnom nevezani, karbonatnog porijekla debljine i do 100 m. Bušenjem, utvrđena debljina ovih sedimenata je 94 m. Lugove izgrađuju limnoglacijalne i različite pjeskovite gline /1/.

RASPOLOŽIVOST HIDROLOŠKIH PODATAKA O JEZERU

Nivo izučivosti hidroloških podataka neposredno zavisi od dužine hidroloških serija, te je i u slučaju Skadarskog jezera od velike važnosti da serije podataka budu reprezentativne dužine. Pod reprezentativnom dužinom serije se podrazumijeva da treba obuhvatiti i zatvoriti uobičajene cikluse nagomilavanja vodnijih i sušnijih godina. Smatra se da je za pouzdanije zaključivanje o režimima voda potrebno ima-



Sl. 1. Hidrografska skica sliva Skadarskog jezera na crnogorskom dijelu

ti na raspolaganju serije dužine bar pedesetak godina. Ili bolje rečeno, barem po dva uzastopna perioda sa smjenama vlažnih i sušnih godina. Posmatrano iz tog ugla, hidrološka izučenost jezera ne zadovoljava, što na određen način iskazuje da u prošlosti nije najbolje shvatan nivo značajnosti ovog akvatorija kao primarnog razvojnog resursa države i kao jednog od ključnih ekoloških faktora, koji se uspješno može štiti i valorizovati samo ako se dobro poznaje po obje komponente – količini i kvalitetu. Tako, uprkos dokazanom značaju rijeke Bojane, na njoj se ne vrše mjerenja proticaja ni na jednom profilu njenog, oko 25 km dugog, graničnog poteza sa Albanijom. Mjerenja proticaja se vrše samo na stanicama Skadar i Dajči (u Albaniji), dok se sa crnogorske strane osmatranje vodostaja vrši na stanici Fraskanjel. Radi toga je do sada bilo moguće na Skadarskom jezeru i Bojani analizirati samo režim vodostaja. Orijentacione vrijednosti proticaja, preuzete iz postojećih elaborata, mogu se davati samo na nivou grube procjene. Zbog čestih prekida u osmatranjima, pa ponekad i očigledno nepouzdanih osmatranja, hidrološke serije se najčešće ne mogu formirati samo na bazi osmatranja „in situ” na tim stanicama, već se zbog brojnih prekida u osmatranju i/ili očito nepouzdanih osmatranja moraju produžavati i popunjavati na bazi korelacija sa drugim stanicama primjenom metoda korelacije i analogije /4/.

Prema tome, može se konstatovati da prikupljanje osnovnih hidroloških podataka i stepen hidrološke izučenosti na jezeru i njegovim rijekama nijesu u skladu sa

složenošću i intenzitetom problema duž rijeka i u samom jezeru. To će sasvim sigurno biti i osnovni problem budućih aktivnosti jer kvalitet i kvantitet ulaznih podataka sa kojima će se ući u izradu predviđenih studija umnogome određuje njihov krajnji efekat.

KIŠOMJERNE STANICE I DOPRINOS OD PADAVINA

Analizom podataka na kišomjernim stanicama koje se nalaze po obodu Skadarskog jezera ili na njemu samom: Ckla, Đuravci, Komarno, Ostros, Podhum, Rijeka Crnojevića, Tuzi i Virpazar, došlo se do prosječnih količina padavina od 2398 mm ili 2,4 m godišnje.

Srednje padavine ekstremnih minimuma su oko 1590 a srednje padavine ekstremnih maksimuma 3030 mm, uz pokazatelj neravnomjernosti od 1,91. Ovo ima za posljedicu još neravnomjernije proticaje. Uzimajući površinu Jezera na njegovoj srednjoj višegodišnjoj koti od 6,46 mnm, pri kojoj je srednja površina zahvaćena vodom od 472 km², doprinos od padavina direktno na Jezero biće: $Q = F \times P = 472 \times 10^6 \times 2,398 = 1.131,86 \times 10^6 \text{ m}^3$ zapremine godišnje, što u prosjeku iznosi $1.131,86 \times 10^6 : 31,5 \times 10^6 = 35,9 \text{ m}^3/\text{s}$. To bi bio neki bruto dotok, ako usvojimo da prosječno godišnje ispari 45%, onda bi efektivni dotok od padavina bio $35,9 \times 0,55 = 19,8 \text{ m}^3/\text{s}$ /4/.

MJERENJE PROTICAJA NA PRITOKAMA I NJIHOV DOPRINOS BILANSU

Prosječni višegodišnji proticaj Morače u Podgorici (1948–2002) za 55-godišnji period mjerenja iznosi 160 m³/sec. Na nizvodnijoj vodomjernoj stanici Botun, za srednji višegodišnji protok usvajamo 170 m³/sec, jer je period sa sopstvenim osmatranjima i mjerenjima isuviše kratak.

Za 40-godišnji period mjerenja na hidrološkoj stanici Trgaj, koja se nalazi na Cijevni srednji višegodišnji protok je 25,2 m³/sec /4/.

Srednji višegodišnji protok na Rijeci Crnojevića procijenjen je na 6 m³/sec, jer je period sopstvenih mjerenja isuviše kratak. Isti taj protok za Sitnicu iznosi 7, odnosno za Orahovšticu 3 m³/sec. Treba imati u vidu da je hidrološka stanica Botun bila neposredno iznad ušća Sitnice a u međuslivu Morače, njom su obuhvaćene vode Ribnice i Lješkopoljskog kanala, kao prelivnih voda izvorišta Mareze /4/.

Ukupno je deset značajnih manjih pritoka Skadarskog jezera na crnogorskoj strani za koje mjerenih podataka nema: /1/

1) Rijeka Crmnica koja izvire u ataru Gluhog dola, jugozapadno od Virpazara, na koti 11 mnm.

2) Rijeka Seljanštica južno od Komarna koja počinje izvorom iz dolomita zvanih „Zaljčina”.

3) Rijeka Šegrtnica koja nastaje od izvora iz kvartarnih sedimenata atara sela Ponari, koja u nastavku sa Biševinom čini Karatunu.

4) Rijeka Plavnica koja dobija vode iz kvartarnih sedimenata na koti 10 mnm na južnom obodu dijela Donje Zete zvanom Vinogradina.

5) Gostiljska rijeka koja dobija vode iz izvora kvartarnih sedimenata zvanih Žgurlić na koti 7,5 mnm a povremeno još sjevernije iz dijela Donje Zete zvanog Lisovci na koti 8,4 mnm.

6) Rijeka Pjavnik koja dobija vode iz kvartarnih sedimenata dijela Donje Zete zvanog Dijanice ispod kote 10 mnm.

7) Rijeke Mala i Velika Mrka koje dobijaju vode iz kvartarnih sedimenata dijela Donje Zete zvanih Balince, Čurići i Siekave ispod kote 10 mnm.

8) Rijeka Mašove Žalice, zvane Raičevića i Nikalovića Žalice, koje dobijaju vode iz kvartarnih sedimenata dijela Donje Zete zvanog Ađzinice, istočnog dijela Mataguškog polja i Lokava na kotama ispod 8 mnm.

9) Rijeka Zbelj koja se nizvodno naziva Grabovica, koja dobija vode iz kvartarnih sedimenata iz više izvora (njih pet) iz dijela Donje Zete koji pripada južnom dijelu Kadrabutanskog polja.

10) Povremena rijeka zvana Rujela koja počinje povremenim karstnim vrelima u ataru sela Milješ i dalje nizvodno od povremenog karstnog vrela iz jame sa vodom zvane Krvenica u ataru sela Vuksanlekića /1/.

Slivovi svih ovih rijeka su sa teritorije Crne Gore, sem gornjeg izvorišnog dijela sliva Cijevne koji je na teritoriji Albanije. Procjena srednjeg višegodišnjeg protoka za ove vodotoke kretala bi se do nekih $10 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Sa teritorije Albanije Jezero dobija vode od nekoliko rijeka i potoka, među kojima su najpoznatije Vraka i Reliska. Sa bilansom ovih pritoka se ne raspolaže, a za neku grubu ocjenu može se usvojiti da i on iznosi oko $10 \text{ m}^3/\text{sec}$.

BILANSI JEZERA – PRORAČUN KOMPONENTI DOTICAJ I OTICAJA

Za Moraču – Botun, Sitnicu, Cijevnu, Rijeku Crnojevića i Orahovšticu ukupni srednji višegodišnji protoci iznose $170 + 7 + 25 + 6 + 3 = 211 \text{ m}^3/\text{sec}$. Ako prethodno pobrojanim manjim vodotocima ¹⁰ za grubu ocjenu dodijelimo $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ srednjeg višegodišnjeg protoka, imali bismo ¹ $221 \text{ m}^3/\text{sec}$ na crnogorskoj strani, odnosno sa procijenjenih $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ za Vraku i Relisku na albanskoj strani $231 \text{ m}^3/\text{sec}$. Dodamo li tome neto doprinos od padavina na samo Jezero, imali bismo sumu površinskog dotoka sa doprinosom padavina od $231 + 20 = 251 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Odnos vodnosti ukupnog perioda 1948–2002. god. prema periodu 1949–1967. god. za Moraču u Podgorici bio bi $160:167 = 0,96$. Tako bi grubom analogijom prema Morači višegodišnji protok perioda 1948–2002. za Bojanu u Skadru bio $317 \times 0,96 = 304 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Na osnovu prethodnog proizilazi da doprinos od vrulja i podaviranja iznosi $304 - 251 = 53 \text{ m}^3/\text{sec}$. V. Radulović /1/ ovaj doprinos procjenjuje na $60 \text{ m}^3/\text{sec}$, što nije u nesaglasnosti sa ovdje dobijenim.

Prihranjivanje podzemnim vodama Skadarskog jezera, vruljama (okama) i podaviranjima voda po njegovom dnu i obodu je izuzetno složen i nedovoljno izučeni kompleks iz kojeg se o genezi, morfologiji, veličini, obliku, izdašnosti, režimu pro-



Sl. 2. Šematska karta hidrografije Skadarskog jezera

cesa, fizičko hemijskim odlikama voda itd, dosadašnjim istraživanjima malo zna, ili skoro ništa ne zna. /1/

O prihranjivanju jezera podaviranjem po stranama i dnu njegovog oboda ne samo da podataka nema već se taj vid prihranjivanja vodama ne spominje i najčešće se zanemaruje, što nije mala greška. Izbijanje voda preko vrulja, u nekim dijelovima terena, je teško odvojiti od podaviranja i obrnuto. To je posljedica oblika, izdašnosti i geneze vrulje i veličine površine dna koje se posmatra. Do sada nijesu vršena namjenska i sistematska istraživanja i ispitivanja dna Jezera, njegovih vrulja i površina dna gdje se javljaju podaviranja. Koliko je iz literature poznato, na albanskoj strani Jezera mnogo manje je identifikovano vrulja, pa i površina sa podaviranjima.

Pretpostavljamo da je pojam „podaviranje” u našu praksu prvi uveo dr V. Radulović i to nedavno. U tom smislu spremni smo povjerovati da je vrulja koncentrisani podvodni izvor a podaviranje podvodno isticanje iz akvifera sa intragranularnom poroznošću.

Vrulje po dnu Skadarskog jezera pojavlju se u tri zone:

– Duž jugozapadnog ruba Jezera, gledano od ušća rijeke Crmnice, na jugoistok do rijeke Bojane. U ovom području poznato je oko 15 vrulja. Posebno se izdvaja vrulja „Raduško oko” čija je izmjerena dubina preko 80 m, a procjenjuje se i na 100 m. Dubina ostalih vrulja na ovom području kreće se od 12 do 25 m.

– Duž sjeverozapadnog ruba Jezera, počev od ušća rijeke Crmnice, zahvatajući prostor preko Rijeke Crnojevića, Bazagurske matice i Malog blata, do ušća Morače u Jezero. Računa se da na ovom potezu postoji oko 48 vrulja različite dubine i izdašnosti. Dubina izbijanja se kreće od 4 do 28 m, dok je za mnoge od njih nepoznata jer su nedovoljno istražene. Ovdje izdvajamo vrulju „Karučko oko” čija je dubina 28 m ispod nivoa Jezera.

– Duž sjevernog oboda Jezera u prostoru Humsko blato-Hotski zaliv. U ovom dijelu Jezera poznato je oko 11 vrulja dubine od 6 do 20 m. Najpoznatija u ovom dijelu je vrulja Ploče čija je dubina 20 m.

Kao što se vidi, vrulje jugozapadnog ruba Jezera su najdublje, preko 80 m ispod nivoa mora. Izdašnost svih ovih vrulja i podaviranja sumarno, kako je već rečeno, indirektno se može procijeniti na oko 53 m³/sec.

Iako je zamišljeno da se rad zasniva samo na bilansu voda Skadarskog jezera sa crnogorske teritorije, čini se izuzetno korisnim da u najkraćem pomenemo nekoliko podataka sa Drine i Bojane koji se registruju na albanskoj strani, što smo u postojećoj dokumentaciji uspjeli pronaći. U literaturi /5/ srednji protok Drima u profilu „Bahčelek” za period 1949–1967. našli smo 282 m³/sec, što se čini potcijenjenim, s obzirom na podatak srednjeg protoka Bojane sa Drimom (po D. Dragoviću) od 630–670 m³/sec. Time bi Bojana, uzvodno od ušća Drima, bila osjetno veća, što se čini irelevantnim. Pravi odgovor, po našem mišljenju, treba da razriješé podaci sa Bojane u profilu „Dajči”.

Ovako impozantan bilans Bojanu svrstava na četvrto mjesto među najvećim vodotocima bivše Jugoslavije. Odmah poslije Dunava, Save i Tise, te ispred Drave, Drine i Neretve /3/.

Ako bismo sveli prethodne podatke na čitavi zajednički period 1948–2002, onda bi globalna slika bilansa izgledala kao u Tabeli 1:

Tabela 1. Vrijednosti doticaja i oticaja u Skadarskom jezeru

Na crnogorskoj strani	
Morača – Podgorica	160 m ³ /sec
– Morača – Botun	170 m ³ /sec
– Cijevna – Trgaj	25 m ³ /sec
– Rijeka Crnojev. – Brodska Njiva	6 m ³ /sec
– Orahovštica – Orahovo	3 m ³ /sec
– Sitnica – Podgorica	7 m ³ /sec
– Povr. nekontr. ulaz Σ (1–10)	10 m ³ /sec
– Padavine direktno na jezero	20 m ³ /sec
Sumarni površinski ulaz	241 m ³ /sec

Globalno na albanskoj strani	
- <i>Vraka i Reliska</i>	15 m ³ /sec
- <i>Bojana Skadar</i>	304 m ³ /sec
- <i>Drim Bahčelek</i>	311 m ³ /sec
- Σ <i>Bojana sa Drimom</i>	630 m ³ /sec

VODOSTAJI JEZERA

Analiza vodostaja Skadarskog jezera zasniva se 55-godišnjoj dužini osmatranja vodostaja na hidrološkoj stanici Plavnica, 1948–2002. god. Od karakterističnih vodostaja bitnih za dalje analize idvajaju se:

- Najniži vodostaj registrovan na HS Donja Plavnica bio je. 4,54 mm
- Srednji nivo niskih voda je 5,15 mm
- Srednji nivo jezerske vode. 6,45 mm
- Srednji nivo visokih voda 8,47 mm
- Najviši vodostaj u analiziranom periodu 9,86 mm
- Maximalna amplituda varijacije vodostaja 5,32 m
- Srednja amplituda varijacije vodostaja 3,32 m

Ove podatke treba uporediti sa podacima o osmatranju Jezera, registrovanim na albanskoj strani. Odranije je poznato da postoji izvjesna ranije utvrđena razlika u nivelmanu država, prema nekim podacima negdje oko 9 cm.

Korisna amplituda jezera između srednjih kota maksimalnih i minimalnih voda je 3,32 m, a maksimalna amplituda izmjene jezerske vode između ekstremnih kota je 5,32 m.

Ovim kotama pripadaju odgovarajuće površine i zapremine jezerske vode:

	Površina	Zapremina
- Srednjem nivou max vodostaja	514 x 10 ⁶ m ²	3,57 x 10 ⁹ m ³
- Srednjem nivou jezerske vode	472 x 10 ⁶ m ²	2,57 x 10 ⁹ m ³
- Srednjem nivou min vodostaja	421 x 10 ⁶ m ²	2,00 x 10 ⁹ m ³

Interesantna je uporedna analiza izmjene niskih, srednjih i visokih vodostaja Jezera, nakon aktiviranja akumulacije „Fjerza” u Albaniji, data u Tabeli 2.

Tabela 2. Promjena vodostaja Skadarskog jezera nakon aktiviranja akumulacije „Fjerza”

mm	Period 1948–1980.	Period 1981–2002.	Period 1948–2002.	ΔH (m)	Odstupanje (%)
Niski vodostaji	5,20	5,06	5,15	0,14	2,72%
Srednji vodostaji	6,63	6,20	6,46	0,43	6,66%
Visoki vodostaji	8,68	8,14	8,47	0,54	6,38%

Na osnovu podataka prikazanih u prethodnoj tabeli, može se zaključiti sljedeće:

a) Očekivanja da će nakon izgradnje niza akumulacija na Drimu, pod uticajem njegovih voda sada oslobođenih od nanosa, doći do produbljenja korita Bojane, a time i do smanjenja njenih niskih vodostaja, nijesu se ostvarila, što će reći da je postojeće stanje ostalo neizmijenjeno.

b) Što se tiče srednjih i visokih vodostaja Jezera, i oni su se zadržali bez bitnijih izmjena, a konstatovane razlike mogu se tumačiti kao izmjene vodnosti perioda, jer je poznato da su posljednjih 20 godina generalno sušne.

c) Očekivanja da će do bitnijih promjena režima Bojane i Jezera ipak doći usljed adekvatnijeg upravljanja vodama u akumulacijama na Drimu takođe se nijesu ostvarila. Uostalom, zar posljednje poplave na Skadarskom jezeru u januaru 2010 godine, to i ne potvrđuju. Ekstremi velikih voda na Jezeru i Bojani tek što nijesu dostigli maksimume iz januara 1963. godine. Razlika je samo 2–3 cm, a Morača je bila daleko ispod maksimalnih voda. Boljem upravljanju akumulacijama na Drimu mora se dati daleko veći značaj.

PREDLOG METODOLOGIJE UPRAVLJANJA BILANSIMA I NIVOOM JEZERA

Prvi zadatak svih aktivnosti u planovima upravljanja Jezerom bio bi da se ispita mogućnost održavanja kontrolisanog, odnosno planiranog nivoa vode Skadarskog jezera, jer nivo vode Jezera do današnjih dana zavisi isključivo od stihije, što je bio uzrok čestih poplava i nedovoljne iskorišćenosti jezera sa raznih aspekata, turizma, korišćenja vodnih resursa i potencijala, biodiverziteta i ekologije i još mnogih drugih pozitivnih efekata koje kontrolisani nivo jezera donosi ne samo u njegovom basenu već i u prostoru čitavog toka rijeke Bojane, koja je, dijelom zbog istog razloga, takođe izazivala poplave i druge nevolje stanovnicima na obje obale.

Kontrolisani, odnosno planirani nivo Jezera, može se postići jedino ako je u svakom trenutku poznata količina vode u Jezeru i ako rijeka Bojana ima tako uređeno korito, da u svakom zadatom periodu vremena može evakuisati onu količinu vode koja nivo jezera drži na planiranoj koti, koja se danas, kako je već istaknuto, određuje na nekoliko hidrometrijskih stanica postavljenih na obali jezera, sa obje strane državne granice. Predmetni zahtjevi mogu se obezbijediti primjenom sljedeće metodologije, u nekoliko koraka.

Prvi dio trebalo bi da bude analiza režima rijeke Morače i Bojane i nivoa Skadarskog jezera na osnovu raspoloživih hidroloških nizova i to:

- režimi proticaja rijeke Morače na njenom ulivu u Skadarsko jezero (srednje vode, unutar godišnji režim, statistička analiza velikih i malih voda);
- režimi proticaja rijeke Bojane na njenom izlivu iz Skadarskog jezera (srednje vode, unutar godišnji režim, statistička analiza velikih i malih voda);
- režim nivoa u Skadarskom jezeru i statistička analiza maksimalnih nivoa;
- analiza koincidencije pojave velikih voda u hidrološkom sistemu Skadarsko jezero – rijeka Bojana – rijeka Drim za raspoložive nizove;

– analiza malih voda u hidrološkom sistemu Skadarsko jezero – rijeka Bojana – rijeka Drim za raspoložive nizove (analiza minimalnih nivoa i trajanja malovodnih perioda).

Ovaj dio bi obuhvatio analizu raspoloživih podataka i njihovu obradu, uključujući i statističku analizu velikih i malih voda na karakterističnim profilima.

Drugi dio aktivnosti trebalo bi da obuhvati modeliranje ciklusa oticaja velikih voda u hidrološkom sistemu Skadarsko jezero – rijeka Bojana – rijeka Drim. Hidrološki model sistema Skadarsko jezero – rijeka Bojana – rijeka Drim morao bi se formirati od nekoliko podmodela. Osnovni podmodel je samo Skadarsko jezero, dok slivovi rijeka koje se ulivaju u jezero čine preostale podmodele. Rijeka Bojana koja ističe iz jezera (i druge eventualne otoke) je poseban podsistem u kome bi se rezultati hidrološkog modela verificovali sa osmotrenim hidrološkim podacima u ovom podsistemu.

Ova prva dva koraka podrazumijevala bi svakako potrebu matematičkog modeliranja procesa na pomenutim hidrološkim sistemima. Izbor tipa modela, pojednostavljeni (black box) modeli ili fizički utemeljeni modeli je problematika koja zaslužuje posebnu pažnju kada na to dođe red. Ipak, već sada se može zaključiti da bi primjena fizički zasnovanih modela značila veću pouzdanost u prognozama stanja, u uslovima kada bi se na hidrosistemu jezera mijenjali uslovi usljed izgradnje različitih regulacionih objekata. Svaki model bi obuhvatao modeliranje vertikalnog vodnog bilansa (padavine, isparavanje sa vodene površine, isparavanje sa površine zemljišta i infiltracija i formiranje površinskog oticaja) i modeliranje horizontalnog kretanja vode (tečenje u otvorenim tokovima i eventualna simulacija tečenja kroz karstnu sredinu).

Treći korak bi predstavljala analiza hidrauličkog stanja strujanja vode u prirodnim uslovima za otvorene vodotoke sistema Skadarsko jezero – rijeka Bojana – rijeka Drim u funkciji prethodno definisanih karakterističnih veličina vodnog režima (male, srednje i velike vode). Poseban akcenat na procjeni hidrauličkog stanja sistema trebalo bi dati pri režimu velikih voda. Posebnu pažnju u ovoj analizi zaslužuje analiza hidrauličkog stanja Skadarskog jezera pri maksimalnom korišćenju prirodne zapremine jezera u uslovima regulacije rijeke Bojane. Regulacija Bojane, u postojećim uslovima, je dosta složen problem, jer veliku količinu vode od preko 3500 m³/sec treba odvesti u more, uz relativno malu denivelaciju od svega 6,5 m i izuzetno mali pad kanala od samo 0,1 ä. Širine proticajnih profila na dnu bi se kretale 150–200 m, uz nagib kosina 1: 2 i relativno velike dubine vode, 8 do 10 m. Ova alternativa uključuje i izgradnju brane koja se predviđa na donjem toku Bojane, negdje u profilu „Sveti Nikola – Puljaj” jer bi inače minimalni vodostaji pali isuviše nisko, a tu je i problem zaslanjivanja morskim vodama.

Zahvaljujući aktivnosti dviju nacionalnih akademija nauka, Crne Gore i Albanije, polako se stvaraju realne pretpostavke za realizaciju opisane metodologije. Tokom 2005 godine, uz prethodno izvršene međusobne kontakte stručnjaka dvije akademije, zajedničkim angažovanjem i spoljnih saradnika iz odgovarajućih stručnih institucija (Građevinski fakulteti u Tirani i Podgorici, HMZCG, HMI Albanije, i dr.) dvije akademije su usaglasile i potpisale dokumenat pod nazivom: *Zajednički program aktivnosti Akademije nauka Albanije i Akademije nauka i umjetnosti Crne Gore*

na projektu „Uređenje vodnog režima Skadarskog jezera i rijeke Bojane”. Ovaj je dokument predviđao širok spektar aktivnosti koje bi se uopšteno mogle svesti na sljedeće:

1. sakupljanje postojećih podataka ranije korišćenih u implementaciji projekata u vezi sa Skadarskim jezerom;

2. geodetska snimanja rijeke Bojane od izlaza iz Skadarskog jezera do ušća u Jadransko more kao i batimetrijski i geodetski premjer Skadarskog jezera;

3. izrada hidrološke i hidrauličke studije uređenja vodnog režima Skadarskog jezera i rijeke Bojane;

4. izrada podstudija za procjenu postojećih tehničkih rješenja i planiranih aktivnosti uređenja voda Skadarskog jezera i rijeke Bojane na životnu sredinu (5 podstudija);

5. aktivnosti na izradi nove tehničke dokumentacije (usaglašavanje dogovora između dvije akademije o fazi-nivou izrade tehničke investicione dokumentacije i izrada projektnog zadatka za dogovoreni nivo izrade tehn. invest. dok.);

6. prezentacija projektnog rješenja javnosti obiju zemalja;

7. prezentacija projektnog rješenja relevantnim institucijama (za odobrenje sredstava).

Do sada su kompletno realizovane prve dvije stavke gorepomenutog dokumenta. Poseban značaj ima realizacija druge stavke – batimetrijskih i geodetskih snimanja rijeke Bojane i samog jezera. Zahvaljujući njima sada je precizno moguće odrediti zapreminu Jezera, što je osnovni ulazni podatak da se prethodno predložena metodologija sprovede. Tako bi, na primjer, problem evakuacije vode kroz korito rijeke Bojane mogao da se detaljno izuči i na osnovu tih dobijenih rezultata odredi optimalni nivo Jezera koji bi odgovarao mnogim potencijalnim korisnicima.

Ono što se očekuje kao krajnji rezultat svih studija ogleda se prije svega u mogućnostima predviđanja i prognoza stanja sistema jezera i njegovih rijeka. To će biti direktna i ključna pomoć u odabiru strategije upravljanja ovim ključnim prirodnim resursom Crne Gore, kojom će se zadovoljiti i svi privredni i ekološki uslovi njegove održivog razvoja.

LITERATURA

- [1] V. Radulović, *Vode Skadarskog jezera i okolnih izdani kao izvorišta za vodosnabdijevanje; Geogeneza basena Skadarskog jezera; Prilog poznavanju prihranjivanja vodama Skadarskog jezera; Prirodne vrijednosti i zaštita Skadarskog jezera* – Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, Podgorica, 1997.
- [2] D. Dragović, *Neki prirodni potencijali područja Skadarskog jezera i mogućnosti njihovog korišćenja u skladu sa ekološkim zahtjevima; Prirodne vrijednosti i zaštita Skadarskog jezera* – Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, Podgorica, 1997.
- [3] D. Dragović, *Vodoprivredna osnova Crne Gore Sliv Jadranskog mora*, „Zeta” preduzeće za uređenje i iskorišćavanje voda Crne Gore, Titograd, 1976.
- [4] Arhivska dokumentacija Hidrometeorološkog zavoda Crne Gore, Podgorica.
- [5] *Pretprojekat zaštite od poplava i melioracije priobalne zone Skadarskog jezera*, tom VI, Hidrologija i klima, „13 jul”, Agroekonomski institut, Titograd, 1971.
- [6] G. Sekulić, *Regulisanje nivoa vode najvažnijeg akvatorija Crne Gore*, Časopis „Nacionalni parkovi”, broj 7, str. 13–19, Podgorica 2010.

