

# KORIŠTENJE I ZAŠTITA VODNIH RESURSA BAJKALSKOG JEZERA

Prof. emeritus Ognjen Bonacci, dipl.ing.grad.

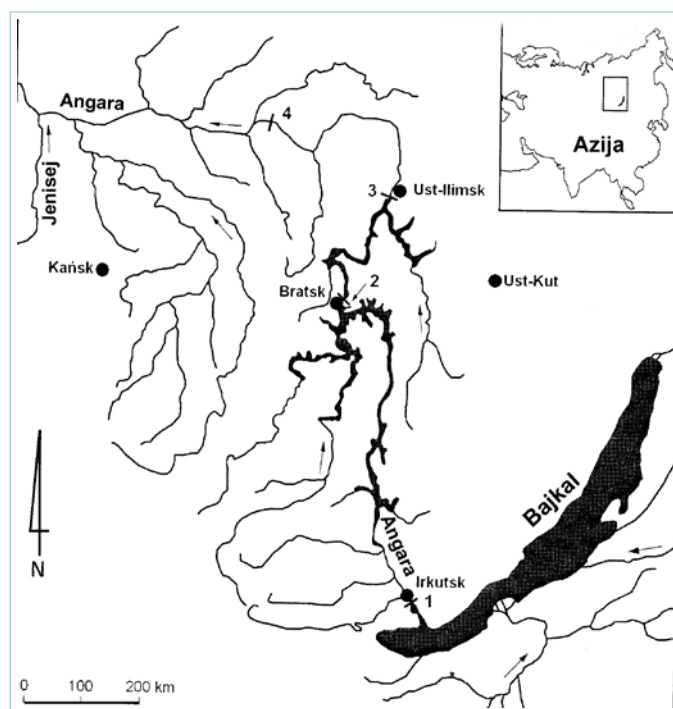
## UVOD

Bajkalsko jezero (ruski naziv glasi Озеро Байкал) predstavlja najdublje i najstarije jezero na Zemlji u kojem se nalazi oko 20 % svjetskih zalihe slatke vode površinskih voda. Ova količina vode približno odgovara vodnim resursima uskladištenim u slivu Amazone. Zanimljivo je napomenuti da se slična količina slatke vode nalazi u svim američkim jezerima zajedno. Nalazi se u azijskom dijelu Rusije u jugoistočnom dijelu Sibira, gotovo u samom središtu Azijskog kontinenta (slika 1). Pripada sljedećim upravnim jedinicama Ruske federacije: (1) Irkutskoj oblasti; i (2) oblasti Burjatija. Lokalno ga stanovništvo naziva „svetim jezerom“. Ime potječe od riječi tatarskog jezika „bai-kul“, koja znači bogato jezero. Kako je smješteno u dugo vremena izoliranom i relativno rijetko naseljenom području, a okruženo je snijegom pokrivenim planinama smatra se najčistijim i najprozirnijim jezerom na planeti u kojem vidljivost seže do dubine od 40 metara. Poznato je stoga i pod nazivom „plavo sibirsko oko“.

Po postanku predstavlja tektonsko jezero. Geolozi smatraju da je formirano na mjestu gdje su potonule dvije ploče litosfere. Starost mu je procijenjena na oko 25 milijuna godina. Bajkalsko je jezero smješteno u dubokom rasjedu, na mjestu na kojem se Azija razdvaja na dva dijela. Stoga geolozi predviđaju da će ovo jezero u geološkoj budućnosti postati dio velikog oceana.

Jezero ima oblik polumjeseca dužine 635 km i prosječne širine 48 km. Ukupna dužina obale iznosi oko 2000 km. U Bajkalsko se jezero ulijeva 336 stalnih pritoka od kojih su najvažnije rijeka Selenga (koja daje otprilike polovinu svih vodnih količina), a potom rijeke Barguzin, Gornja Angara itd. U literaturi je nađen podatak da jezero prihranjuje čak 544 rijeke. Iz njega ističe samo rijeka Angara koja koritom dugim 1779 km teče kroz istočni Sibir do ušća u rijeku Jenisej.

Najveća dubina Bajkalskog jezera procijenjena je na 1741 metara iako je u raznim literaturnim izvorima moguće naići i na nešto niže vrijednosti. Jezero je moguće podijeliti u tri dijela. Najplići je sjeverni dio



Slika 1 Karta sliva rijeke Angare s naznačenim položajima većih gradova i ucrtanim položajem Bajkalskog jezera i četiri brane i akumulacije: 1- Irkutsk; 2- Bratsk; 3- Ust-Ilimsk; 4- Boguchaya

u kojem maksimalna dubina vode doseže oko 900 m. U središnjem se javlja prethodno spomenuta najveća dubina, dok je južni nešto plići od središnjeg, a najveća dubina vode u njemu doseže nešto iznad 1400 m. Bajkalsko jezero predstavlja duboku kriptodepresiju. Kako se gibanje Zemljine kore na tom području nastavlja za razliku od mnogih drugih jezera Bajkalsko se jezero nastavlja produbljivati. Usporedbe radi navodi se da je drugo po dubini jezero na planeti jezero Tanganjika koje dijele Tanzanija, Zambija i demokratska republika Kongo, a najveća mu je dubina procijenjena na 1470 m. Po površini vodnog ogledala koja iznosi 31.500 km<sup>2</sup> Bajkalsko jezero je sedmo na planeti.

## HIDROLOŠKE I LIMNOLOŠKE KARAKTERISTIKE JEZERA

Procijenjena je da Bajkalsko jezero sadrži oko 23.000 km<sup>3</sup> visoko kvalitetne slatke vode. Afanasijev (1976.) je izradio bilancu voda jezera za razdoblje 1901.-1971. Prema toj analizi godišnje u jezero prosječno ulazi: (1) 9,29 km<sup>3</sup> oborina koje padnu na njegovu površinu; (2) 0,82 km<sup>3</sup> vodene pare se kondenzira na površini jezera; (3) pritocima u jezero uđe 58,75 km<sup>3</sup>; (4) podzemnim pute u jezero uđe 2,3 km<sup>3</sup>. Ukupno prosječno godišnje na sve opisane načine u jezero uđe 71,16 km<sup>3</sup> vode što je oko 400 puta manje od njegove ukupne zapremine. Iz jezera prosječno godišnje istječe ili ispari: (1) vodotokom Angara 60,39 km<sup>3</sup> vode; (2) evaporacijom 10,33 km<sup>3</sup> vode. Ukupno istjecanje iz jezera je za 0,44 km<sup>3</sup> manje od dotoka vode u jezero. Afanasijev (1976.) je objasnio da se radi o količini vode za koji se podigla njegova razina uslijed izgradnje brane Irkutsk. Veličinu jezera moguće je procijeniti i na osnovi činjenice da se molekula voda u Bajkalskom jezeru od ulaska do izlaska iz njega prosječno zadržava 300 godina. I o ovom podatku u literaturi postoje različiti podaci.

Opažanja razine Bajkalskog jezera započeta su 1869. godine kao posljedica poplava koje su izazvale velike kiše pale na sliv. Najviša razina jezera opažena je upravo te prve 1869. godine dok se najniža pojavila 1904. godine. Dendroklimatološkim analizama približno (koliko točnost pojedinih metoda dozvoljava) su ustanovljene najviše razine vode Bajkalskog jezera u razdoblju od oko 500 godina prije početka mjerenja.

Bajkalsko jezero dosiže najveću razinu vode u razdoblju od kraja kolovoza do početka rujna, a razina se snižava tijekom cijele zime do kraja travnja kad se javljaju minimalne vrijednosti. Tijekom zime (od siječnja do svibnja), cijela površina jezera prekrivena je ledom. Pošto je led na jezeru dubok od 30 cm, pa do nekoliko metara u tom razdoblju godine po zaleđenoj se površini jezera odvija automobilski, kamionski i drugi prijevoz.

Prosječna godišnja temperatura površine vode jezera iznosi oko 4 °C. Razlikuje se, ali ne značajno, na raznim dijelovima njegove prostrane površine. Temperature vode na dnu jezera su različita što zavisi o dubini i morfologiji dna. Na najdubljem mjestu izmjerena je temperatura vode od 3,2 °C što odgovara temperaturi vode na dnu oceana.

Analizom profila temperature vode Bajkalsko jezero moguće je principijelno podijeliti u dvije zone. Prva seže od površine vodnog lica do dubine od 250 m, dok se druga prostire ispod ove dubine do dna jezera (Shimarev, 1977.; Weis et al., 1991.). U gornjoj zoni temperatura vode dva puta tijekom godine prelazi kroz stanja maksimalne gustoće ili pritiska. Tijekom tih prijelaza temperaturna konvekcija, jaki vjetrovi i snažna podpovršinska strujanja osiguravaju temperaturnu homogenost vode unutar aktivnog sloja i homotermiju (slabu stratifikacijsku stabilnost). Unutar donjeg sloja temperatura vode je uvijek veća od temperature maksimalne gustoće ili pritiska što je tipično za topla monomiktična jezera i oceane. Radi se o sloju koji se nikada ne zaleđuje te je termalno stratificiran tijekom cijele godine. Vertikalni gradijent temperature vode u ovom je sloju malen ( $4-5 \times 10^{-4}$  °C/m u sloju dubine

300 do 500 m ispod površine;  $0,7-1,4 \times 10^{-4}$  °C/m u sloju dubine 1000 m ispod površine).

## HIDROENERGETSKO KORIŠTENJE

Golemi potencijal prirodnih resursa Bajkalskog jezera, a osobito rijeke Angare (jedinog vodotoka koji istječe iz Bajkalskog jezera) bili su poznati i u carskoj Rusiji. Tada je pažnja uglavnom bila usredotočena na istraživanje mineralnih resursa. Međutim, tek tijekom 1924. i 1925. godine započeta su istraživanja mogućnosti korištenja vodnih snaga rijeke Angare za proizvodnju električne energije. Organizirani istražni radovi započeli su 1930. godine. Sljedeće godine u okviru državne kompanije „Hidroenergoprojekt“ organiziran je „Angara biro“. Radilo se o nasušnoj potrebi razvoja tada zaostalog područja između Lene i Bajkala za što je prije svega neophodna bila električna energija. 1950. godine vlada SSSR-a donijela je odluku o izgradnji brane Irkutsk.

Sredinom pedesetih godina dvadesetog stoljeća započela je izgradnja brana i akumulacija na rijeci Angari. U prvoj verziji planiralo se izgraditi devet brana, ali se tijekom vremena odustalo od tog plana. Izgrađene su sljedeće četiri brane i akumulacije s hidroelektranama: (1) Irkutsk; (2) Bratsk; (3) Ust-Ilmsk; i (4) Boguchany (slika 1). Izgradnjom četiri brane na rijeci Angari stvoren je najveći sustav akumuliranja vode na svijetu. Glavna funkcija sve četiri akumulacije je proizvodnja električne energije i ublažavanje opasnosti od poplava.

Prva brana i akumulacije Irkutsk izgrađena je u razdoblju 1956.-1962. (slika 1). Smještena je 55 km nizvodno od izlaza rijeke iz jezera Bajkal. Akumulacija Irkutsk ima zapreminu od 2,1 km<sup>3</sup> ( $2,1 \times 10^9$  m<sup>3</sup>). Instalirani kapacitet za proizvodnju hidroenergije iznosi 662 MW. Godišnje se proizvede više od 4,1 TWh električne energije. Maksimalna razina vode u ovoj akumulaciji iznosi 457 metara nad morem (mnm) što je za oko 1,0 m više od najveće razine jezera u prirodnim uvjetima. Zanimljivo je naglasiti da je stoga njenom izgradnjom podignuta razina vode jezera, te da mu je zapremina vode time povećana. Prosječni višegodišnji protok Angare na profilu brane Irkutsk iznosi 1858 m<sup>3</sup>/s.

Idući nizvodno, 661 km od izlaza Angare iz jezera Bajkal sljedeća istoimena brana izgrađena je kod grada Bratsk. Visine je 106 m, a zapremina akumulacije iznosi 169,7 km<sup>3</sup>. O kako velikoj akumulaciji se radi moguće je uočiti iz podatka da je riječ o drugoj po veličini akumulaciji na planeti. Najveća je akumulacija u Africi, Kariba zapremine 185 km<sup>3</sup> koju dijele Zambija i Zimbabve. Primjera radi navodi se da akumulacija Tri klanca u Kini ima zapreminom od 39,3 km<sup>3</sup>. Punjenje akumulacije Bratsk započelo je 1961. te je trajalo sve do rujna 1967. godine kada je dosegnuta razina vode od 401,73 mnm (Vyruchalkina, 2004.). Razina vode u akumulaciji Bratsk varira u rasponu od 10 m između nešto niže od 392 mnm do 402 mnm. Površina vodnog ogledala ove akumulacije iznosi 5470 km<sup>2</sup>. Njenom izgradnjom poplavljen je 570 km dug odsječak doline sliva rijeke Angare (Karnaukhova, 2001.). Prosječni protok Angare na profilu brane

iznosi 2814 m<sup>3</sup>/s. Instalirani kapacitet za proizvodnju hidroenergije iznosi 4515 MW. Godišnje se proizvede više od 22,6 TWh električne energije.

Treća brana je locirana u Ust-Ilmsku, a nalazi se 959 km nizvodno od izlaza Angare iz jezera Bajkal. Prosječni protok Angare na profilu ove brane iznosi oko 3000 m<sup>3</sup>/s. Instalirani kapacitet za proizvodnju hidroenergije iznosi 3840 MW. Godišnje se proizvede više od 21,7 TWh električne energije. Maksimalna zapremina joj iznosi 62,7 km<sup>3</sup>. Ust-Ilmsk akumulacija se punila od listopada 1974. godine do svibnja 1977. godine (Sinyukovich et al., 2011.). Brana je visoka 88 m. Površina vodnog ogledala kod normalne razine jezera od 296 mnm iznosi 1922 km<sup>2</sup>, a zapremina 58,93 km<sup>3</sup>. Dakle, oko 3,8 km<sup>3</sup> akumulacije stoji na raspolaganju za prihvaćanje vala velike vode.

Četvrta i najnižvodnija brana Bonguchaya izgrađena je na rijeci Angari 1334 km nizvodno od njenog izlaza iz jezera Bajkal. Brana je duga 2960 m, maksimalne visine 96 m. Normalna razina vode u ovoj akumulaciji iznosi 208 mnm, a za potrebe zaštite od poplava na raspolaganju stoji još 1,5 m akumulacije. Na toj visini (209,5 mnm) zapremina akumulirane vode u njoj će iznositi 58,2 km<sup>3</sup>. Punjenje akumulacije započelo je tijekom 2012. godine. Prosječni protok Angare na profilu brane iznosi 3450 m<sup>3</sup>/s. Instalirani kapacitet je oko 17,6 TWh električne energije.

Kad se zbroje zapremine sve četiri akumulacije dolazi se do impresivne količine od oko 292 km<sup>3</sup>. Na taj način sustav izgrađenih brana, akumulacija i hidroelektrana na rijeci Angari predstavlja najveći sustav na Zemlji izgrađen na slivu jedne rijeke (Karnaukhova, 2007.).

## Ekološka problematika

Zbog starosti i izolacije sliva i vodne mase jezera od ostalih ekosustava, a posebno zbog činjenice što je dugo vremena (gotovo do sredine dvadesetog stoljeća) jezero bilo pošteđeno ozbiljnijih ljudskih intervencija na njegovom slivu i u njemu samom postoji izrazito bogat, dobro sačuvan i neobičan biljni i životinjski svijet. Stoga ga se naziva i ruskim Galapagosom. Sliv jezera, a osobito vode samog jezera predstavljaju ekosistem s brojnim endemskim biljnim i životinjskim vrstama. Do sada je identificirano 1700 jedinstvenih vrsta slatkovodne flore i faune (Kozyreva et al., 2004.). U neposrednoj okolici jezera staništa su smeđih medvjeda i vukova koji se nalaze na vrhu prehrambenog lanca. Osim njih tu obitavaju brojne vrste visoke divljači (jelena i srna), ptica, glodavaca i malih predatora.

U jezeru obitava bajkalski tuljan „nerpa“, rijetka endemska vrsta slatkovodnog tuljana na svijetu. Slatkovodnog tuljana moguće je još naći i u ruskom jezeru Ladoga. Brojnost mu je prema raznim literaturnim izvorima procijenjena između 60.000 i 100.000 jedinki. Nažalost, ova je vrsta zbog skupocjenog krzna ugrožena krivolovom. Od krzna se izrađuju poznate i skupe šubare i čizme dok se za prehranu i daljnju obradu koristi meso i masnoća. Tuljani su inače morske životinje. Porijeklo tuljana nerpa u Bajkalskom jezeru predstavlja za znanost još uvijek neriješenu tajnu. Znanstvenici još nisu uspjeli odgovoriti na pitanja kako je ta morska životinja došla do

ovog, dalekog od oceana, slatkovodnog kontinentalnog jezera te kako se sa slane morske vode prilagodila životu u slatkoj vodi. Njeni srodnici, arktički tuljani, udaljeni su oko 3000 km. U vrijeme kada se Bajkal počinje zamrzavati, nerpe probijaju otvore za disanje u ledu te ih tijekom cijele zime održavaju otvorenima.

Stanovnici četrdesetak gradića uz obalu nekada su izravno pili vodu iz jezera jer je bila izuzetno čista. Međutim nagli i slabo kontrolirani razvoj industrije kao i nekontrolirana sječa šume zagadili su okoliš, a osobito samu vodu jeze na nekim lokacijama. Okoliš jezera okružen je gustom šumom kvalitetne vrste drveća. Ta je činjenica utjecala na brz razvoj industrije celuloze, čiji su se pogoni locirali u mjestima na obali jezera. Kako se radi o industrijskoj grani koja izrazito zagaduje okoliš, posebno ako se ne primjenjuju skupe i složene mjere zaštite i pročišćavanja otpadnih voda, što nije bio slučaj u bivšem SSSR-u, dolazi do brze i opasne devastacije okoliša. To se upravo i desilo na obalama Bajkalskog jezera gdje je ekološka ravnoteža bila ozbiljno ugrožena. Danas je na 5-10 km od njegovih obala zabranjena sječa šuma, a industrijski pogoni morali su ugraditi uređaje za pročišćavanje, tako da se voda koja se kroz njih vraća u jezero može piti. Čini se da je velikom upornošću domaćeg stanovništva i organizacija za zaštitu okoliša, najveći i najčišći rezervoar slatke vode u svijetu za sada zaštićen.

Međutim, u Bajkalskom jezeru postoje neotkrivene još brojne tajne. Što više, čini se da još mnoge vrste, posebno one životinjske, koje žive u njegovim dubinama nisu niti otkrivene. Kao rezultat te činjenice Bajkalsko je jezero 1996. stavljeno na UNESCO-ovu listu Svjetske prirodne baštine. Međutim, UNESCO je pred par godina počeo ozbiljno razmatrati mogućnost da ovo jedinstveno jezero skine s iste liste. Razlog tome je zagađenje izazvano radom velike tvornice papire izgrađena 1966. godine uz njegovu obalu. Ekološki aktivisti smatraju da njen rad negativno utječe na više od 50 % jezerskog ekosustava. S druge strane vlasnici tvornice papira opovrgavaju tu tezu i naglašavaju da ista omogućava ekonomski prosperitet regije i zapošljavaju oko 1700 radnika. Kao posljedica prijetnje UNESCO-a 2008. godine zabranjen je rad ovoj tvornici, ali je 2010., tada premijer Putin povukao zabranu opravdavajući taj potez potrebom zapošljavanja mjesnog stanovništva i ekonomskog razvoja regije. Pritisnuti prijetnjama iz UNESCO-a u veljači 2013. godine glasnogovornik ruske vlade je objavio da je vlada ipak donijela odluku o definitivnom zatvaranju tvornice tijekom nekoliko sljedećih godina.

Posebno negativan utjecaj na ekološke procese u priobalju jezera imao je rad prve hidroelektrane Irkutsk. Razina vode u akumulaciji u razdoblju 1962.-2000. kolebala se u rasponu od 452,1 do 456,6 mnm, dakle 4,5 m. Prosječna nadmorska visina njegovog vodnog ogledala u prirodnom stanju, prije izgradnje prve akumulacije Irkutsk, u razdoblju 1898.-1958. kretala se u vrlo uskim granicama od 455,3 mnm do 456,0 mnm. Tako veliko kolebanje razine vode, a posebno neprirodni režim oscilacija jezera uvjetovan potrebama proizvodnje hidroenergije imalo je negativan utjecaj ne samo na priobalni ekosustav već i

na stabilnost obala. Kao primjer se navodi činjenica da je došlo do značajno manje produkcije ekonomski najvažnije ribe jezera zvane „omul“ (*Coregonus migratorus*). Razlog značajnog smanjivanja njene brojnosti leži u činjenici što je umjetni režim oscilacije jezera utjecao na prekid u primarnom hranidbenom lancu. Neke vrste riba, čije su larve služile ribi omul za prehranu, nestale su iz priobalja. Stoga je 2001. donesena uredba da razina vode u akumulaciji Irkutsk smije varirati samo u rasponu od 456 mm do 457 mm, sličnom onome koji je bio u prirodnom stanju. Da li je ta mjera donijela željene rezultate nismo uspjeli naći u literaturi.

Međutim, opasnosti vezane sa zaštitom voda i okoliša Bajkalskog jezera nisu time otklonjene (Trzhtinsky i Rzetala, 2004.; Shimaraev et al., 2012.). Tijekom srpnja 2008. godine organizirana je znanstvena ekspedicija u samom jezeru. Korištene su dvije mini podmornice Mir-1 i Mir-2 koje su se spustile na dubinu od 1680 m. Zadatak im je bio uzimanje bioloških i geoloških uzoraka s ciljem otkrivanja mogućih novih životinjskih vrsta. To je bio samo jedan od njihovih zadataka. Drugi i čini se mnogo važniji, ali manje u javnosti istican cilj (moglo bi se reći čak i prikriven) bila su geološka istraživanja dna jezera kako bi se potvrdila ili opovrgnula hipoteza o postojanju značajnih rezervi nafte i plina ispod dna jezera. Razumljivo je da je ova informacija uzбудila duhove organizacija i aktivista koje se bave zaštitom okoliša.

Za zaštitu jedinstvenog ekosustava Bajkalskog jezera od posebnog je značenja bila pobjeda koju su izvojevale nevladine organizacije i udruge za zaštitu okoliša Rusije pod vodstvom lokalne biologinje Marine Rihanove. Zajedničkim naporima, primjenom znanstvenih argumenata, ali i drugim metodama uspjeli su uvjeriti vlast o potrebi premještanja trase najdužeg naftovoda na svijetu nazvanog Sibirsko-Pacifički s obala Bajkalskog jezera. Kampanja je trajala pune četiri godine. Poslije brojnih uvjeravanja, objašnjavanja i protesta, sakupivši 100.000 potpisa, ali i uz podršku brojnih vodećih svjetskih ekoloških

udruga Marina Rihanova je uspjela da ruski predsjednik Putin u travnju 2006. godine potpiše dekret o promjeni trase ovog cjevovoda, tj. njegovom odmicanju od obala Bajkalskog jezera kako u slučaju ekološkog incidenta ne bi bilo ugrožen ovaj iznimno vrijedan ekosustav. Radilo se o prvom i zaista velikoj pobjedi organizacija civilnog društva i organizacija za zaštitu okoliša u Rusiji.

Problemi sa zaštitom ovog svjetski bitnog resursa ne samo slatke vode i dalje su vrlo intenzivni. Postoji još mnogo tzv. razvojnih ideja od kojih velika većina može ozbiljno ugroziti ovaj za sada dosta dobro ušćuvan okoliš. Vlada Rusije je 2006. objavila plan o izgradnji prvog u svijetu međunarodnog centra za obogaćivanje urana na terenima postojeće nuklearne elektrane u Angarsku, 95 km udaljenom od obala jezera. Centar bi trebao obogaćivati uran iz država koje ne raspolazu sa za to potrebnom tehnologijom i infrastrukturom. Obogaćeni uran bi se tada vraćao u te zemlje. Podršku ovom projektu dala je IAEA (International Atomic Energy Agency – Međunarodna agencija za atomsku energiju) i vlada SAD-a. Razlog je bio da se osigura globalna kontrola procesa obogaćivanja urana te time spriječe neke države da koriste nuklearnu energiju za proizvodnju nuklearnog naoružanja.

Ekološke su udruge shvatile taj projekt kao krajnje opasan za okoliš te su tražile da vlada opozove svoju odluku. Osnovni razlog leži u činjenici što se pošiljateljima sirovog urana vraća samo 10% obogaćenog urana dok se preostalih 90% treba uskladištiti u području sliva Bajkalskog jezera. Na taj bi način Rusija postala jedina zemlja u svijetu koja bi dobrovoljno prihvatila nuklearni otpad iz cijeloga svijeta. Ostatak urana je i radioaktivan i toksičan te stoga izuzetno opasan za ljudsko zdravlje i okoliš te može zagađivati vodu u rijekama i jezerima kao i podzemnu vodu šire regije. Priča vezana s ovim problemom se nastavlja i nije poznato kakav će biti konačni rezultat. Radi se o globalnom političkom pitanju. U takvim slučajevima ekologija i zaštita okoliša do sada su uvijek gubile bitku. ■

## LITERATURA

- Afanasijev, A. N. (1976.): Bilanca voda jezera Bajkal za razdoblje 1901.-1971.
- Karnaukhova, G. A. (2001.): Conditions of the formation of bottom sediments in the Bratsk Reservoir. *Limnology and Mineral Resources*, 36, 77-85.
- Karnaukhova, G. A. (2007.): Lithological-geochemical differentiation of bottom deposits in the Angara cascade reservoirs. *Geochemistry International*, 45, 390-398.
- Kozyreva, E., Mazaeva, O., Molenda, T., Rzetala, M. A., Rzetala, M., Trzhtinsky, Y. B. (2004.): *Geomorphological processes in conditions of human impacts - lake Baikal, southern part of the Angara valley, Silesian upland*. Faculty of Earth Sciences, University of Silesia, Poljska.
- Shimaraev, M. N. (1977.): *Elements of the heat regime of Lake Baikal*. Nauka. (na ruskom)
- Shimaraev, M. R., Domysheva, V. M. (2012.): Trends in hydrological and hydrochemical processes in lake

- Baikal under conditions of modern climate change. U: *Climatic change and global warming of inland waters: Impacts and mitigation for ecosystems and societies* (ur. C. R. Goldman, M. Kumgai, R. D. Robarts). John Wiley, Chichester, 43-66.
- Sinyukovich, V. N., Kurbatova, N. N., Chernyavskaya, I. A. (2011.): The water regime of the Ust'-Ilmsk Reservoir under normal operation conditions. *Geography and Natural Resources*, 32, 54-59.
- Trzhtinsky, Y. B., Rzetala, M. (2004.): The role of anthropogenic factors in formation of shores of lake Baikal. *Limnological Review*, 4, 255-260.
- Vyruchalkina, T. Y. (2004.): Lake Baikal and the Angara River before and after the construction of reservoirs. *Water Resources*, 31, 483-489.
- Weiss, R. E., Carmack, E. C., Koropalov, V. M. (1991.): Deep water renewal and biological production in Lake Baikal. *Nature*, 349, 665-669.