

ZNANSTVENO STRUČNI SKUP
Upravljanje jezerima i akumulacijama u Hrvatskoj
i
OKRUGLI STOL
o aktualnoj problematici Vranskog jezera kod Biograda na Moru
Biograd na Moru, 4. - 6. svibnja 2017.

**ZAPIS PALEOHIDROLOŠKIH I
PALEOKLIMATSKIH PROMJENA U JEZERIMA
ISTOČNO JADRANSKE OBALE TIJEKOM
HOLOCENA**

**PALEOHYDROLOGICAL AND PALEOCLIMATIC
CHANGES ARCHIVED IN LAKES ALONG THE
EASTERN ADRIATIC COAST DURING THE
HOLOCENE**

Nikolina Ilijanić ^a, Slobodan Miko^a, Ozren Hasan ^a

KLJUČNE RIJEČI: krška jezera, jezerski sedimenti, holocen, razine jezera, klimatske promjene

KEYWORDS: karstic lakes, lake sediments, Holocene, lake levels, climate changes

1. UVOD

Jezerski sedimenti predstavljaju terestički zapis prošlih okoliša, klime i ljudskih utjecaja. Oni su rezultat taloženja materijala iz slivnog područja i jezerske produktivnosti. Prema tome, mogu se koristiti za rekonstrukciju paleookolišnih i paleoklimatskih uvjeta kroz prošlost. Paleolimnološke metode korištene su kao

^a Hrvatski geološki institut, Ulica Milana Sachsa 2, 10000 Zagreb, Hrvatska, nikolina.ilijanic@hgi-cgs.hr, smiko@hgi-cgs.hr, ozren.hasan@hgi-cgs.hr

sedimentološki, mineraloški i geokemijski indikatori paleookolišnih promjena u jezerima i paleojezerima duž istočno jadranske obale, u području dinarskog krša gdje je kontinuirana sedimentacija rijetka. Jezera su vrijedan medij u paleookolišnim istraživanjima koristeći neporemećene jezgre sedimenata. Pomoću paleolimnologije mogu se istraživati razni aspekti, uključujući promjene u slivnom području, klimatske promjene, evolucija terestičkih bazena, dinamika izvora sedimenata i ljudski utjecaj. Paleolimnologija pruža dugoročne podatke, ako je zapis sedimenata kontinuiran i sadrži informacije koje se mogu interpretirati u odgovarajućoj vremenskoj skali. Brzine sedimentacije i geokronologija jezgri varira kroz vrijeme i stoga su osnova za razumijevanje promjena u fizičkim i geokemijskim svojstvima sedimenta. Promjene u sedimentaciji mogu biti uzrokovane naglim klimatskim promjenama, kao i ljudskom aktivnošću te je vrlo važno razdvojiti prirodne od antropogenih utjecaja. Istraživana jezera (Vransko jezero na Cresu, Bokanjačko blato, Vransko jezero kod Biograda, Baćinska jezera-Crniševo, Modro jezero) nalaze se u području krša. Ona su krška polja ispunjena vodom. Bokanjačko blato je krško polje koje je isušeno 1963. godine, čije je dno na visini između 17 i 20 m n.m. Vransko jezero na Cresu, Vransko jezero kod Biograda i Baćinska jezera su kriptodepresije. Duboka jezera su Vransko jezero na Cresu, prosječne dubine 50 m, s razinama jezera između +9 do +12 m n.m. te Baćinska jezera-Crniševo, koje je prosječno duboko 25 m i nalazi se u razini s morem. Vransko jezero kod Biograda je plitko jezero, prosječne dubine 2 m, dok je prije izgradnje kanala Prosike (1770. godine), čime je površinski povezano s morem, bilo dublje za oko 3 m (Javna ustanova Park Prirode Vransko jezero, 2010). Modro jezero je krško jezero formirano kao urušna ponikva, vrlo promjenjive razine vode, koja varira od 242 do 345 m n.m te često presušuje.

2. REZULTATI

Uzorkovanje jezerskih sedimenata provedeno je u Vranskom jezeru na otoku Cresu, Vranskom jezeru kod Biograda i u Baćinskim jezerima u blizini Ploča, pomoću klipnog korera (piston korera) dužine 3 m unutrašnjeg promjera 60 mm, koji se nalazi na pontonskoj platformi dimenzija 3x4) s tripodnim tornjem. Uzorkovanje jezerskih sedimenata u Bokanjačkom blatu i Modrom jezeru (dok je bilo isušeno) učinjeno je pomoću Eijkelkamp bušilice (Cobra), u dužini od 7,8 m i 8,2 m, uzorkovano je na terenu u 10-cm intervalima te detaljno uzorkovani po 1 cm u laboratoriju. Jezgre sedimenata uzorkovane pomoću klipnog jezgrila i platforme pohranjene su u prozirnim PVC cijevima dužine pojedinih sekcija do 3 m u laboratoriju Hrvatskog geološkog instituta, gdje su i pripremljene za daljnje analize. Ukupna dužina jezgri sedimenata je od 5 do 11 m. Jezgre sedimenata se pile na 2 polovice, od kojih se jedna arhivira, a druga fotodokumentira i opisuje, te se potom mjeri magnetski susceptibilitet i boja pomoću spektrofotometra. Nakon toga se uzrokuje svaki centimetar jezgre i odabire materijal za datiranje radioaktivnim ugljikom ^{14}C (ugljen, biljka ili ljuštura). Potom se uzroci suše i odabrani intervali usitnjavaju u ahatnom tarioniku te koriste za

granulometrijske analize na laserskom difraktometru, mineraloške analize ukupnog uzorka i minerala glina na XRD-u, analize ugljika i dušika na CN analizatoru te geokemijske analize u ACME laboratoriju u Kanadi.

Istraživanja jezera pokrivaju vremensko razdoblje od kraja pleistocena/početka holocena i pokazuju evoluciju jezera i promjene u okolišu tijekom holocena. Zbog blizine mora, jezera se nalaze pod njegovim utjecajem, te se dizanje razine mora tijekom kasnog pleistocena i holocena uočava u povećanju dubine u svim jezerima. Paleolimnološka istraživanja navedenih jezera pokazala su dokaze o holocenskim klimatskim promjenama povezanih s promjenom klime na Mediteranu i izdizanja razine mora (Ilijanić, 2014). Početkom holocena je u sedimentima Vranskog jezera na Cresu, Bokanjačkog blata, Vranskog jezera kod Biograda i Baćinskih jezera (Crniševo) povišen udio litogenih elemenata što ukazuje na povećanu eroziju i donos materijala iz sliva. U Vranskom jezeru kod Biograda taloženje siliciklastičnog materijala trajalo je do 9,1 cal ka BP, s tim da je oko tog perioda taložen tamni organski sediment (sapropel). U Baćinskim jezerima taloženje siliciklastičnog materijala bilo je vrlo intenzivno od 11,7 do 10 cal ka BP, te se postepeno smanjivalo do 7,5 cal ka BP. U Bokanjačkom blatu je vidljivo taloženje siliciklastičnog materijala od 10,3 do 6 cal ka BP, te se postepeno smanjuje do 5,2 cal ka BP i od tada započinje dominantno taloženje karbonata. Karbonatna sedimentacija je u Vranskom jezeru kod Biograda započela prije 9,1 cal ka BP, kada se i formiralo jezero, na što je utjecalo dizanje morske razine. U Baćinskim jezerima taloženje karbonata dominantno je od 7,5 do 4,5 cal ka BP. U Vranskom jezeru na Cresu početak holocena karakteriziran je taloženjem siliciklastičnog materijala, ali koje se nastavlja i u srednji holocen, do 4,5 cal ka BP, te se tek tada smanjuje udio siliciklastične komponente i započinje taloženje karbonata. Uočen je povišen magnetski susceptibilitet u periodu oko 8 do 7,5 cal ka BP i 7,2 do 6,6 cal ka BP, koji ukazuje na donos erodiranog materijala iz sliva, a koji se podudaraju s periodima pojačane brzine sedimentacije u jezgrama uz rub jezera. U Vranskom jezeru kod Biograda taloženje karbonata dominantno je od 9,1 cal ka BP do danas, no u sedimentima od 6,1 cal ka BP vidljivo je postepeno povećanje udjela siliciklastične komponente, zbog naseljavanja ljudi kao posljedica krčenja šuma, što je omogućilo povećanu eroziju tla i donos siliciklastičnog materijala u jezero. Vransko jezero kod Biograda formirano je prije 9,1 cal ka, kada se razina mora povećala i voda iz jezera više nije mogla istjecati kroz okršeni karbonatni greben u području oko Prosike. Utjecaj mora na sedimente Vranskog jezera kod Biograda vidljiv je nakon 6,1 cal ka BP, povećanim udjelima Mg i Sr u sedimentima. Prije 3 cal ka BP započelo je taloženje homogenog sedimenta s visokim udjelom glinovite frakcije, koju čini karbonatni mulj. U Baćinskim jezerima je prije 4,5 cal ka BP došlo do intenzivnijih promjena, u sedimentu se uočava visok udio pjeskovite frakcije do 2,5 cal ka BP i izmjenjuju se intervali s kalcitom i kvarcom i onih u kojima je prisutan samo kalcit. Nastavljen je povećan udio siliciklastičnog materijala do danas, što ukazuje na sve veći ljudski utjecaj i deforestaciju slivnog područja. Modro jezero predstavlja zapis sedimenata

visoke rezolucije za posljednjih 2,5 cal ka BP i zajedno sa sedimentima iz Baćinskih jezera (jezera Podgora i Sladinac) pokazuje dokaz ljudski induciranih promjena u posljednjih oko 500 godina. Naknadni utjecaj mora uočen je na sedimentima Baćinskih jezera, povišenim udjelom natrija od 0 do 200 cm jezgre, kao posljedica donosa bočate vode iz izvora Mindel na rubu jezera Crniševo.

3. ZAKLJUČAK

Glavni aspekti uzeti u obzir u ovom radu su: evolucija jezera pod svjetlom sedimentoloških, geokemijskih i mineraloških procesa; formiranje i taloženje endogenog karbonata; i povezanost između limnološke evolucije i klimatskih promjena. Istraživana jezera predstavljaju tipična krška jezera u kojima dominira karbonatna sedimentacija, s povremenim siliciklastičnim donosom. Niže razine jezera ustanovljene su tijekom ranog holocena, iako je evidentiran visok donos materijala i intenzivni erozijski procesi koji indiciraju vlažnije klimatske uvjete. Takvu kontradiktornost moguće je objasniti geomorfološkim i hidrogeološkim karakteristikama slivnih područja jezera i nižom morskom razinom. U jezerima istočno jadranske obale, više razine jezera formirale su se tijekom srednjeg holocena uslijed izdizanja morske razine. Na povećanu vlažnost u kasnom holocenu upućuje erozijski procesi i veći donos siliciklastičnog detritičnog materijala.

LITERATURA

- [1] Javna Ustanova (JU) Park Prirode Vransko jezero (2010): *Plan upravljanja Parkom prirode Vransko jezero* (Suske, W.), Zagreb, 163.
- [2] Ilijanić, N. (2014): *Minerali glina u jezerskim sedimentima istočno jadranske obale kao pokazatelji promjena okoliša tijekom kasnog pleistocena i holocena*, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 382.