

Financed by European Union from IPA 2016,
Financing agreement IPA II

Support to Project Preparation for Environment and Climate Change Sector, Montenegro

EUROPEAID/139893/IH/SER/ME

STUDIJA O POSTOJEĆEM STANJU BIOGRADSKOG JEZERA I PROCESIMA KOJI MOGU DOVESTI DO NJEGOVE TRAJNE DEVASTACIJE

[Januar/2022]



Funded by
the European Union

COWI

CeS.TRA

PROJECT PREPARATION FACILITY

FOR ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE SECTOR (PPF)

Financed by European Union from IPA 2016,
Financing agreement IPA II

Support to Project Preparation for Environment and Climate Change Sector, Montenegro

EUROPEAID/139893/IH/SER/ME

STUDIJA O POSTOJEĆEM STANJU BIOGRADSKOG JEZERA I PROCESIMA KOJI MOGU DOVESTI DO NJEGOVE TRAJNE DEVASTACIJE

[Mart2022]

LEGAL NOTICE

"This publication was produced with the financial support of the European Union. Its contents are the sole responsibility of COWI – CESTRA Consortium and do not necessarily reflect the views of the European Union."

PROJECT NO.	DOCUMENT NO.				
SPASS04	ENG_PPF_Biogradsko lake Draft Final Report				
VERSION	DATE OF ISSUE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
1.0	01/03/22	Draft Final for comments	VD, PT	RMFRX	CHJ
	29/03/22	Final for approval			

CONTENTS

1. UVOD **Error! Bookmark not defined.**
2. PREGLED I ANALIZA POSTOJEĆE DOKUMENTACIJE
3. OSNOVNE PRIRODNE KARAKTERISTIKE SLIVA BIOGRADSKOG JEZERA
 - 3.1. Geografski položaj
 - 3.2. Klimatske karakteristike
 - 3.3. Geološke karakteristike
 - 3.4. Inženjersko-geološke karakteristike
 - 3.5. Geomorfološke karakteristike
 - 3.6. Pedološki uslovi i vegetacioni pokrivač
4. HIDROGEOLOŠKE I HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE
 - 4.1. Biogradsko jezero
 - 4.2. Biogradska rijeka
 - 4.3. Lalev potok
 - 4.4. Jezerštica
5. PROBLEM ZASIPANJA JEZERA NANOSOM
6. PROBLEM PONIRANJA VODE U JEZERU
7. PROBLEM ERODIRANE PADINE U KANJONU JEZERŠTICE
8. PREDLOG DODATNIH ISTRAŽIVANJA
 - 8.1. Hidrološka mjerenja i osmatranja
 - 8.2. Hidrogeološka istraživanja
 - 8.3. Detaljno geološko, hidrogeološko, inženjersko-geološko kartiranje
 - 8.4. Istražno bušenje

8.5. Geofizičko istraživanje

8.6. Geodetsko i batimetrijsko snimanje

9. PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA

10. ZAKLJUČAK I ZAVRŠNE NAPOMENE

List of tables

Tabela

- > Tabela 1. Karakteristične vrijednosti sliva Biogradskog jezera – str. 6.
- > Tabela 2. Hemijski sastav uzoraka kvarckeratofira Bjelasice – str. 38
- > Tabela 3. Karakteristične vrijednosti – str. 68
- > Tabela 4. Izmjerene vrijednosti proticaja na Biogradskoj rijeci – str. 72

Slika

- > Slika 1. Novinski članci – str. 1
- > Slika 2. Poprečni presjek regulacija korita Jezerštice – str. 7
- > Slika 3. Projektovani hidrogeološki profil CD – str. 13
- > Slika 4. Hidrogeološki profil iz Elaborata – str. 13
- > Tabela 2. Apsolutni klimatogram za Biogradsku goru – str. 30
- > Slika 5. Karte izoterma i izohijeta istraživanog područja – str. 31
- > Slika 6. Permski sedimentni –str. 33
- > Slika 7. Trijaski krečnjaci ladinskog kata – str. 35
- > Slika 8. Vulkanogeono sedimentna serija tufovi sa laporcem – str. 36
- > Slika 9. Magmatske stijene – str. 37
- > Slika 10. Krečnjački blokovi u bočnoj moreni – str. 39
- > Slika 11. Fini jezerski sedimentni koji prekrivaju aluvijalni nanos – str. 40
- > Slika 12. Krupnozrni aluvijalni sedimenti u koritu Biogradske rijeke – str. 41
- > Slika 13. Korito Jezerštice na mjestu stalnog izviranja vode – str. 41
- > Slika 14. Deluvijalni nanos – str. 42
- > Slika 15. Izvod iz Osnovne geološke karte 1:100.000 – str. 43
- > Slika 16. Raspored ledenih doba po M. Milankoviću – str. 48
- > Slika 17. Rekonstrukcija kretanja glečera – str. 49
- > Slika 18. Geološki profili bušotina na jugozapadnoj strani jezera – str. 50

- > Slika 19. Erozioni ožiljak na desnoj obali Jezerštice – str. 51
- > Slika 20. Pedološka karta istraživanog prostora – str. 54
- > Slika 21. Šumske sastojine na osnovu Inventure šuma – str. 60
- > Slika 22. Batimetrija Biogradsko jezera – str. 64
- > Slika 23. Slivno područje Biogradskoj jezera – str. 66
- > Slika 24. Vrijednosti proticaja na Biogradskoj rijeci – str. 68
- > Slika 25. Lokacije mjernih profila – str. 69
- > Slika 26. Hidrometrijski profili na Biogradskoj rijeci – str. 70
- > Slika 27. Drvenasta i žbunasta vegetacija – str. 78
- > Slika 28. Karta položaja registrovanih ponora i izvora – str. 79
- > Slika 29. Hipotetički hidrogeološki profil Biogradsko – Jezerštica – str. 83
- > Slika 30. Poprečni presjek regulacija korita Jezerštice – str. 85
- > Slika 31. Pozicije hidrometrijskih profila i predloženih bušotina – str. 95
- > Slika 32. Ponori u koje bi bilo moguće naliti traser – str. 96
- > Slika 33. Položaj ponora i objekata osmatračke mreže – str. 98

1. UVOD

Projekat Rehabilitacija Biogradskog jezera je već godinama jedan od prioriteta u sektoru zaštite životne sredine, te je kao takav bio i jedan od prioriteta na Jedinственој listi infrastrukturnih projekata.

Problem erozije u kanjonu Jezerštice, poniranje i gubljenje iz jezera kao i zasipanje jezera sedimentima riječnog nanosa, prepoznati su još prije više od pola vijeka, i uvijek su dovođeni u vezu sa mogućnošću trajnog nestajanja Biogradskoj jezera. Mogućnost nestanka jezera je, s vremena na vrijeme, doživljavala veću ili manju aktuelizaciju ali nikada briga o tom problemu nije prestajala.

Briga o jezeru i njegovoj sudbini okupira pažnju novinskih članaka i javnosti još od devedesetih godina i traje sve do danas (slika 1). Zahvaljujući povećanju društvene odgovornosti prema životnoj sredini, i lakoći skladištenja digitalnih informacija, danas nije teško biti informisan o problemima sa kojima se susreće Nacionalni park "Biogradska gora".



Slika 1. Novinski članci

Takođe o ovoj problematici se mogu nać ičlanci i prilozi na sledećim linkovima:

- <https://youtu.be/gCrqJuA9wiE>
- <https://www.vijesti.me/vijesti/drustvo/573509/rnkovi-c-biogradsko-jezero-nije-presusilo-zbog-visednevne-suse-je-smanjen-vodostaj>
- <https://beraneonline.me/nevjerovatan-prizor-biogradsko-jezero-presusilo>
- <https://www.ucg.ac.me/objava/blog/1275/objava/127023-problemi-u-zivotnoj-sredini-biogradsko-jezero-nije-presusilo-ali-destaje>

U prethodnom periodu, više domaćih autora, više institucija (Geološki zavod iz Podgorice, Šumarski fakultet iz Beograda), kao i udruženja (Zeleni Crne Gore), bavili su se fenomenom Biogradskog jezera. Iako, neki od tih radova, imaju svoj nesporni, naučni i inženjerski kredibilitet, ipak se može primijetiti odsustvo sistematizovanog i analitičnog izvođenja namjenskih istraživanja i mjerenja. Bez podataka koji bi bili dobijeni na ovakav način, nije bilo moguće pristupiti integralnom rješavanju svih problema na Biogradskom jezeru, koji svaki ponaosob, u krajnjem, može dovesti do njegove trajne devastacije.

U tom cilju, Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma je kroz tekući IPA projekat Podrška u pripremi projekata u sektoru životna sredina i klimatske akcije (IPA 2016. - vrijednost projekta 3,234 miliona eura) odlučila da završi prvu fazu, odnosno analizu postojećeg stanja kako bi sveobuhvatnim pristupom bila prikupljena sva postojeća dokumentacija o Biogradskom jezeru, urađena njena analiza, napravljen presjek postojećeg stanja i definisani problemi koje je neophodno riješiti, te načiniti predlog i plan daljih aktivnosti, koji bi trebalo da dovedu do trajne sanacije i revitalizacije Biogradskog jezera.

Za potrebe realizacije Projekta angažovan je ekspertski tim koga čine četiri lokalna eksperta iz oblasti geologije, hidrogeologije, hidrologije i šumarstva. Zadatak ekspertskeg tima je bio da se izvrši prikupljanje i analizu postojeće

dokumentacije, definišu problemi koji mogu uzrokovati gubitak Biogradskog jezera i napravi plan budućih aktivnosti, koje bi mogle dovesti do trajne zaštite ovog bisera prirode.

Za razliku od mnogih devastiranih prirodnih i ambijentalnih prirodnih cjelina u Crnoj Gori, čija je devastacija posledica antropogenog faktora, mogućnost trajnog gubitka Biogradskog jezera je posledica, prirodnih, evolutivnih, promjena reljefa, prouzrokovanih raznim erozionim procesima. Buduća sanaciona rješenja, moraju biti usmjerena na promjenu prirodnih procesa koji vladaju u Biogradskoj gori, a pri tome rješenja moraju biti u punoj harmoniji i skladu sa prirodom, kako se ne bi narušila neponovljivost Biogradskog jezera. Ekspertski tim je za vrijeme rada na Projektu uvijek vodio računa tome.

Aktivnosti s ciljem pregleda i analize svih relevantnih podataka, studija, dokumenata i karata te planiranja daljih istražnih radova i studijas provodile su se od oktobra 2021. do januara 2022. godine, u skladu sa Projektnom zadatku. Rad se odvijao i u kabinetu i na terenu.

Rezultat rada je sintetizovan u ovoj Studiji.

2. PREGLED I ANALIZA POSTOJEĆE DOKUMENTACIJE

SUMMARIES:

❖ **1976 JEZERŠTICA – GLAVNI PROJEKAT ZA UREĐENJE ERODIRANIH PADINA U KANJONU JEZERŠTICE; (Institut za vodoprivredu erozionih područja – Šumarski fakultet) Dr. Ing. Ljubiša Jevtić**

Razlozi izrade Glavnog projekta određeni su projektnim zadatkom „Glavni projekat za uređenje erodiranih padina u kanjonu Jezerštice, radi sprečavanja procesa podlokavanja nožice visokih obala od strane periodično snažne rječne vode, kao i uslove dalje zaštite ovih erozionih strana.“

U dijelu teksta koji se odnosi na Opis i problematiku sliva, navodi se sledeće: „Bazen jezera izgrađen je tako od zelenih porfirita škriljavih i polomljenih uz obilje morenskog materija. U stvari, u procesu spuštanja glečera u dolinu, zaostajao je morenski materijal različitog sastava i krupnoće, koji je pritiskivao sve pred sobom, formirajući jezersku školjku postupno. Morene su uglavnom od krečnjačkog materijala, koji dospio sa tzv. kape krečnjaka zastupljene u vrhovima sliva. Ovaj materijal nije jedar i zdrav, već sadrži glinu i silicijum, pri čemu je i laporovit.“

Takođe je navedeno da se „Jezerštica se prema tome formira na osnovu bočnog prelivanja vode iz jezera ali i na osnovu izviranja vode iz rastresitog materijala.“

Dalje se navodi: „U toku oseke jezera, vide se mnoge prsline u eruptivu, odnosno po dnu jezera, kroz koje intenzivno nestaju vode. U stanju minimuma, utvrđeno je da su gubici jezera mnogo veći nego što su doturi Biogradske rijeke sa pritokama.“ Procjena je da je gubljenje voda kroz ponore oko 25% od mogućeg proticaja voda preko praga preliva koji iznosi 23,79 m³/s. ***U reljefnom smislu, slivno područje Biogradske rijeke posmatrano u cjelini, odlikuje se vrlo izraženim, strmim terenima. Sa prosječnim nagibom***

bočnih strana do 50% i relativnim padom korita u smislu toka od:

$$J_t = 6,94 \%$$

On spada u kategoriju terena, koji se odlikuju visokim energetske potencijalom slivova i mogućom razornošću toka, koja može da dođe do izražaja u slučaju naglih i čestih atmosferskih padavina."

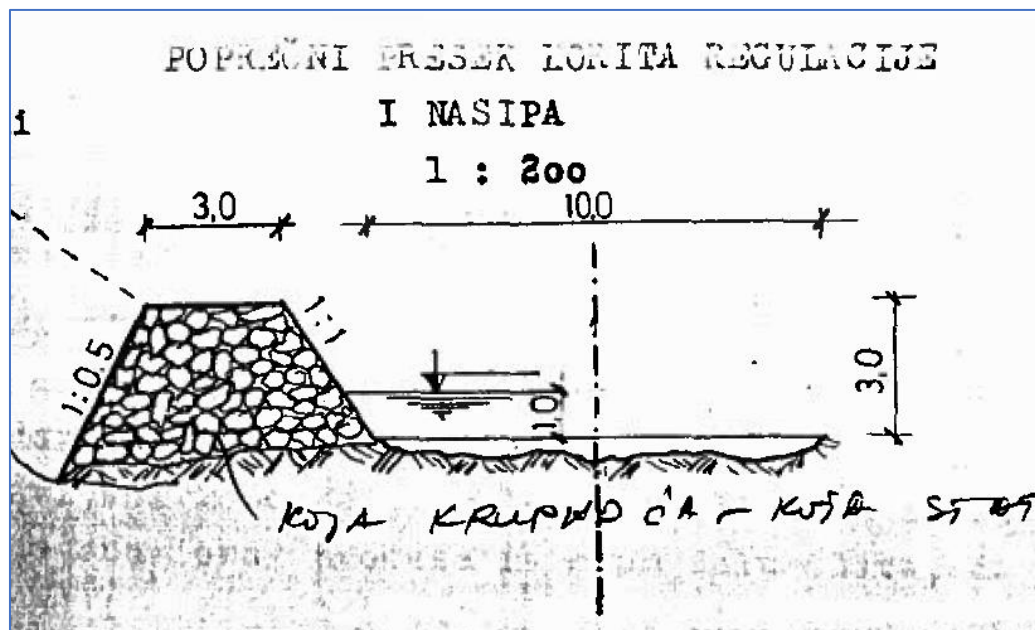
Na osnovu postojećih topografskih karata u Glavnom projektu izračunati su sledeći parametri, koji su dati u tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristične vrijednosti sliva Biogradskog jezera

	<i>Jezerštica</i>	<i>Biogradska river</i>	<i>Lalev potok</i>
Površina sliva	44 km ²	29 km ²	3,5 km ²
Dužina sliva	12 km	8,5 km	4 km
Visinska razlika	1286 m	1022 m	911 m
Površina šuma	27,7 km ²	16,9 km ²	1,1 km ²
Površina livada	16,3 km ²	12,1 km ²	2,4 km ²

Cilj konceptualnog rješenja sanacije odnosi se na stvaranje stabilne kosine sa prirodnim padom na kojoj bi se stvorili uslovi za vezivanje vegetacijom ili nekom drugom od raspoloživih mjera. Da bi se zaustavilo erodovanje i spiranje denudacionog materijala predloženo je da se na dnu padinske strane izradi vještačka „nožica“, u vidu gabiona.

Slika predloga načina sanacije nalazi se u nastavku.



Slika 2. Poprečni presjek regulacija korita Jezerštica sa zaštitnim nasipom.

❖ **1976 BIOGRADSKA REKA I LALEV POTOK – GLAVNI PROJEKAT UREĐENJA KORITA BIOGRADSKE RIJEKE I LALEVOG POTOKA; (Institut za vodoprivredu erozionih područja – Šumarski fakultet) Dr. Ing. Ljubiša Jevtić**

Biogradska rijeka, sa Lalevim potokom, kao samostalne pritoke Biogradskog jezera, u određenom periodu godine, zasipaju obilato nanosom istoimeno jezero. Procesu erozije rječnog korita, ili procesi fluvijalne erozije su izraženi u donjim partijama rječnih tokova, neposredno pred ušćem u jezero, tj. na oko 850 m dužine rječnog korita u prvom, odnosno 130 m. dužine u drugom slučaju.

Cilj projekta je definisan u Projektnom zadatku, a on se odnosi na uređenje korita Biogradske rijeke i Lalevog potoka, radi sprečavanja rečne erozije, na osnovu primjene objekata koji će garantovati punu zaštitu korita jezera.

U tekstu se navodi: „**Usled česte i nagle promjenjivosti snage toka, kao i usled određenih terenskih, geoloških i drugih povoljnih uslova prisutna je u adekvatnom obliku i neravnoteža između agresivnih sila i sila otpora u rečnom koritu, koja je kao takva došla do izražaja u**

donjem dijelu toka Biogradske rijeke. U stvari, na dužini od oko 900 m uzvodno od ušća u jezero, zapažaju se snažni procesi rječne erozije, izraženi uglavnom kao procesi korozije rječnog korita. To su u stvari procesi intenzivnog podlokavanja i oburvavanja trošnih i nevezanih obala, sačinjenih od morenskog materijala koji se obavljaju na visini od 1,5 do 2,0 m iznad dna korita. Kao rezultat dugotrajnog destruktivnog rada rečne vode, kao i usled velike pronosne moći uzvodnog profila korita, donji dio rečnog toka, kao i rečna dolina, su u velikoj mjeri zasuti nanosom, kao posledica nagle promjene podužnog pada korita, odnosno pojeve tzv. pada razlivanja. Erozioni nanos koji je istaložavan decenijama zasuo je praktično čitavu rečnu dolinu, dajući joj ispupčenu formu usled čega se vodotok cepa na bezbroj rukavaca ili je pak u fazi krupnog meandriranja od jedne ka drugoj obali."

Na osnovu procjene koja je tada napravljena, smatralo se da je rječnim nanosom zasuto oko 3,5 – 4 ha aktivne površine jezera. Takođe je utvrđeno da stalna destrukcija korita narušava režim toka Biogradske rijeke. Slični procesi kao kod Biogradske rijeke prisutni su i u toku Lalevog potoka, kao samostalnoj pritoci jezera, s tim što je taj proces u slučaju Lalevog potoka ograničen na dužinu od oko 100 m uzvodno od jezera.

U Glavnom projektu je izračunat maksimalni proticaj velike vode za slivove Biogradske rijeke i Lalevog potoka:

- Maksimalni proticaj velike vode za sliv Biogradske rijeke, pojave $p = 1\%$ (stogodišnje vode), iznosi **$Q_{\max} = 123,70 \text{ m}^3/\text{sec}$** .
- Maksimalni proticaj velike vode za sliv Lalevog potoka, pojave $p = 1\%$ (stogodišnje vode), iznosi **$Q_{\max} = 29,60 \text{ m}^3/\text{sec}$** .

Proračuni su dobijeni računskim putem, primjenom tri različite vrste proračuna i kao takve ih je moguće smatrati mjerodavnim veličinama za hidrogramske proračune.

Takođe, u okviru Glavnog projekta, u poglavlju koje se bavi hidrologijom nanosa, napravljen je proračun vjerovatne prosječne godišnje zapremine nanosa koja utiče u jezero.

→ Prosječna godišnja zapremina vučenih i suspendovanih nanosa, koja dopijeva u jezero iznosi **$W = 26\ 349\ m^3/god.$**

Iz ove zapremine nanosa otpada na:

→ Suspendovani nanos $W_S = 19\ 590,41\ m^3/god.$
→ Vučeni nanos $W_V = 6\ 758,69\ m^3/god.$

Koncepcija uređenja. U cilju zaštite Biogradskog jezera od nanosa Glavnim projektom je bila predviđena regulacija Biogradske rijeke u dužini od 855 m. Regulacija je planirana kroz uređenje profila korita i njegovim oblaganjem kamenom u cementnom malteru. Kako u srednjem i gornjem toku Biogradske rijeke nijesu konstatovani jači erozioni procesi, i pošto sav donešeni materijal potiče iz donjeg toka rijeke, smatralo se neophodnim izvršiti njegovu regulaciju samo tamo gdje se on, usled malog pada, i neizraženog korita, razliva i meandrira po svojoj plavini, a to je na poslednjih 855 m prije ušća Biogradske rijeke u jezero.

Isti način regulacije je predviđen i za Lalev potok, sa tom razlikom, što je dužina regulacije 132 m., od ušća Lalevog potoka u jezero.

U cilju da se izbjegne zamuljavanje regulacije u donjem dijelu na izlivu, do kojeg dolazi zbog izdizanja nivoa vode u jezeru, u Glavnom projektu je predloženo da se poruši prag preliva koji je izgrađen na prirodnom bočnom prelivu jezera u Jezerštici, jer se smatra da je izgradnjom tog praga došlo do narušavanja ravnoteže između jezera i okoline.

U okviru Glavnog projekta nalaze se, između ostalih, i sledeći korisni prilozi:

1. Situacija Biogradske rijeke i Lalevog potoka
2. Uzdužni profil biogradske rijeke

3. Uzdužni profil Lalevog potoka
4. Poprečni profil Biogradske rijeke
5. Poprečni profil Lalevog potoka.

❖ **Dec/1987 PROJEKTNI ZADATAK ZA IZRADU PROJEKTA HIDROGEOLOŠKIH I INŽENJERSKO-GEOLOŠKIH ISTRAŽNIH RADOVA ZA POTREBE OBEZBJEĐENJA ODGOVORAJUĆIH PODLOGA NAPOHODNIH ZA SANACIJU PONORA BIOGRADSKOG JEZERA koji treba da posluži za:**

Sagledavanje hidrogeoloških odlika terena, tj. hidrogeoloških osobina i funkcija stijenskih masa, odnosa podzemnih i površinskih voda prema geološkom sastavu i strukturnom sklopu terena.

- Definisaju granica hidrogeološkog sliva Biogradskog jezera, pravaca i smjerova cirkulacije podzemnih voda.
 - Utvrđivanje bilansa podzemnih i površinskih voda.
 - Uspostavljanje zavisnosti između padavina površinskih i podzemnih voda, režima preraspodjele voda u toku godine.
 - Utvrđivanje morfologije dna jezera.
 - Definisanje inženjersko – geoloških karakteristika terena s posebnim osvrtom na ispucalost stijenskih masa sa aspekta vododrživosti basena.
 - Definisanje rasprostranjenosti i fizičko mehaničkih karakteristika kvartarnih sedimenata, njihovog položaja prema stijenama paleoreljefa.
 - Definisanje mikrolokacije ponora (prostornog položaja, dimenzija, kapaciteta gutanja) predisponiranih pravaca i smjerova gubljenja izdanskih voda
- Prikaz radova izvedenih u periodu od 11/08/1988 i 29/09/1988
- Hidrogeološko kartiranje na podlogama 1:25 000.
 - **Hidrogeološko kartiranje sa izradom odgovarajuće karte razmjere 1: 5 000.**
 - **Inženjersko – geološko kartiranje sa izradom odgovarajuće karte razmjere 1: 5000.**

- Završene istražne bušotine B1-10 m; B2-30 m; i započeto bušenje bušotine B3.
- **Izvršeno bojenje ponirućih voda na obodu jezera i bojenje voda u pijezometrima.**
- Urađeni vodomjerni profili na Biogradskoj rijeci, Lalevića potoku i dva na Jezerštici.
- Ugrađene 4 vodomjerne letve na vodomjernim profilima na Biogradskom jezeru.

❖ Dec/1987 Zapisnik „KOMISIJE ZA KOMPLEKSNO SAGLEDAVANJE PROBLEMA GUBLJENJA VODA IZ BASENA BIOGRADSKOG JEZERA“, konstatuje se sledeće „ **Duž sjeveroistočnog i jugozapadnog oboda Jezera vidni su brojni ponori. Ovi ponori su poznati već više od 20 godina, a neki od njih su površinski plombirani betonom. Ovakva mjera sanacije nije dala željene i očekivane rezultate.**“

Dana 03.11.1987. godine nivo vode u jezeru je bio nezapamćeno nizak. Navedeno je da se u literaturi navode podaci o kolebanju jezera i do 9 m.

Konstatuje se da je bazen Biogradskog jezera ugrožen i to od:

- Poniranja voda u samom bazenu, koje vremenom postaje sve veće
- Zasipanjem bazena nanosom Biogradske rijeke i Lalevog potoka
- Ispiranje tj. povećanje propusnosti morenskih masa između bazena Jezera i izvorišne čelenke Jezerštice i
- Regresivne erozije Jezerštice, baš ka prelivu Biogradskog jezera

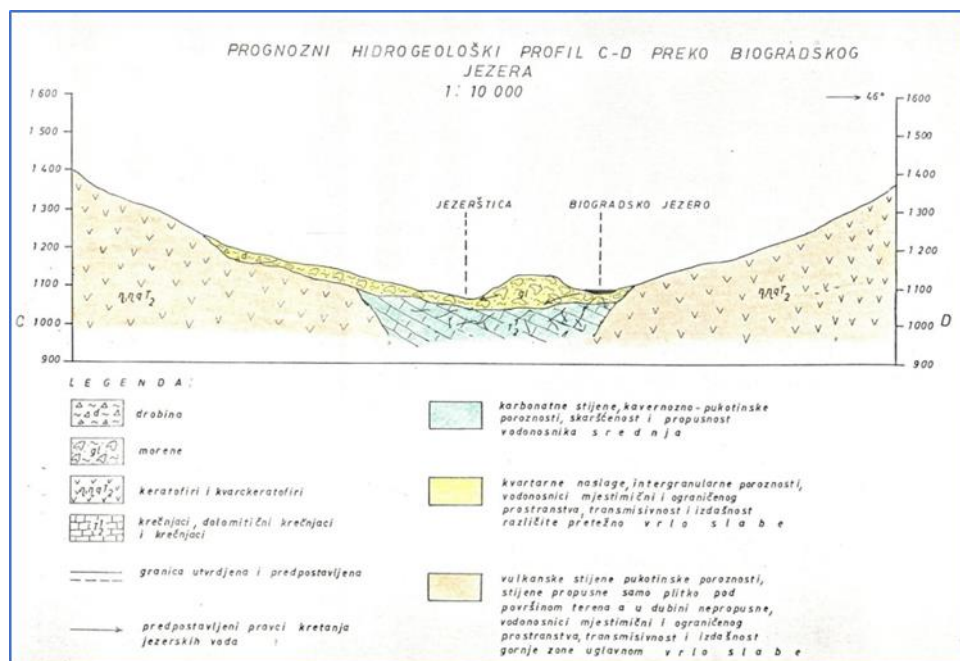
Komisija konstatuje da je „**poniranje voda Jezera najjači destruktivni uzrok, to, u prvom redu, treba njega upoznati i adekvatnim mjerama zaustaviti, odnosno svesti ga na tolerantni nivo.**“

❖ **April/1988 ANEKS PROJEKTA HIDROGEOLOŠKIH I INŽENJERSKO – GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE SANACIJE BIOGRADSKOG JEZERA (JU**

Republički zavod za geološka istraživanja), Z. Popović sa saradnicima

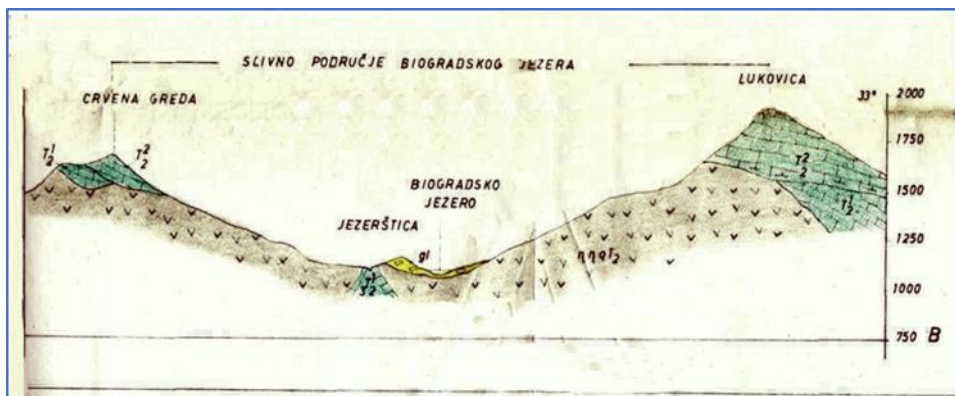
U okviru Aneksa projekta nalazi se Revizioni izvještaj Projekta hidrogeoloških i inženjersko-geoloških istraživanja za potrebe sanacije Biogradskog jezera. Revidenti su u primjedbama i sugestijama pod rednim brojem 2 naveli sledeće:

→ Odnos anizijskih krečnjaka (T_2^1) i srednjetrijskih keratofira i kvarckeratofira (T_2) na Prognoznom hidrogeološkom profilu CD preko Biogradskog jezera 1:10 000 nije logičan. Ovo iz razloga što je taj odnos na drugim profilima prikazan kao proboj. Primjedba ukazuje da su i tada postojale dileme oko geologije na velikom odronu u koritu rijeke Jezerštice. Naime, na geološkim kartama 1:5 000 koje je radio Geološki zavod, u osnovi kosine na kojoj je formiran odron, izdvojeni su anizijski krečnjaci T_2^1 . Na profilu prikazanom na slici 3, korito rijeke Jezerštice je usječeno u morenskom materijalu. Odatle i primjedba revidenta da se anizijski krečnjaci T_2^1 , pojavljuju na površini u vidu proboja.



Slika 3. Projektovani hidrogeološki profil CD

Na drugom profilu, koji se nalazi u završnom Elaboratu, (slika 4), anizijski krečnjaci su predstavljeni u vidu proboja.



Slika 4. Hidrogeološki profil iz Elaborata

Prilikom obilaska terena kanjona Jezerštica, i uvidom u geologiju otvorenog profila na velikom odronu, otvorila se dilema, da li se podini morenskog materijala nalaze anizijski krečnjaci T_2^1 , ili su to kvarcekartofiri i keratofiri T_2 . Naš utisak je bio da se radi o vulkanskim stijenama. U svakom slučaju ova dilema mora biti riješena, jer u bitnom može uticati na Idejno rješenje sanacije padine na kojoj se nalazi odron.

❖ **Mart/1989. ANEKS PROJEKTA HIDROGEOLOŠKIH I INŽENJERSKO – GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE SANACIJE BIOGRADSKOG JEZERA -II FAZA . (Zorica Popović) Geološki Zavod**

Izvedeni radovi u I fazi, po obimu i vrsti, dati su u gore navedenom Izvještaju, dok radovi predviđeni ovim Aneksom, predstavljaju nastavak radova. Aneksom su predviđene sledeće vrste radova:

→ Obelježavanje podzemnih voda

„Izvodice se na ponorima dna Biogradskog jezera ili izvedenih istražnih piježometarskih bušotina. Obeležavanje ponora dna jezera, ukoliko isti postoje jer dosadašnjim istraživanjima nije konstatovano ni prisustvo krečnjaka ili ponora,

izvršiće se u hidrološkom minimumu kada budu jezerske vode maksimalno pale."

→ Hidrološki radovi

„Od hidrogeoloških radova preostala su mjerenja protoka na već uspostavljenim vodomjernim profilima na Biogradskoj rijeci, Lalevom potoku, na dva mjesta na Jezerštici i na ponoru. Takođe će se uporedo mjeriti oscilovanje jezera sa ciljem utvrđivanja amplitude oscilovanja jezera i utvrđivanje zavisnosti oscilovanja nivoa jezerskih voda i vode što podzemno otiče van basena prema Jezerštici.

→ Meteorološki radovi

→ Geodetski radovi

→ Dugoročna hidrogeološka osmatranja

❖ Mart/1989. IZVJEŠTAJ O DO SADA IZVEDENIM HIDROGEOLOŠKIM I INŽENJERSKO – GEOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA, ZA POTREBE SANACIJE BIOGRADSKO JEZERA. (Zorica Popović) Geološki Zavod

Izveštaj je obuhvatio kratak prikaz o, do tada, izvedenim hidrogeološkim i inženjersko – geološkim istraživanjima za potrebe sanacije Biogradskog jezera (prva faza). **„Cilj istraživanja je bio utvrđivanja hidrogeoloških uslova terena basena Biogradskog jezera, odnosa površinskih i podzemnih voda u zavisnosti od hidrogeoloških uslova terena i strukturnog sklopa terena te utvrđivanje, lociranje mjesta granica pomeranja voda u jezeru i pravaca i smjerova te podzemne cirkulacije kao i mjesta njihovog posebnog pojavljivanja.“**

Svrha izrade odgovarajućih geoloških i hidrogeoloških podataka i podloge je da se iste pripreme za izradu projektne dokumentacije za sanaciju Biogradskog jezera, sa aspekta poniranja voda u njegovom basenu.

U izvještaju se navodi sledeće „ **Dosadašnjim rezultatima izvedenog istražnog bušenja, utvrđeno je prisustvo žlijeba u paleoreljefu koji je zasut debelim morenskom materijalom veoma heterogenog sastava i čiji je dio žlijeba daleko ispod dna jezera što omogućava cirkulaciju jezerskih voda kroz morenski materijal izvan basena.**“

❖ **1989/STUDIJA MORFOLOGIJE DNA BIOGRADSKOG JEZERA. Društvo mladih istraživača šumarskog fakulteta u Beogradu. (Dr. Stevan Dožić sa saradnicima)**

Cilj istraživanja koja na terenu izvedena u tokom avgusta 1986 godine, bio je da se uradi detaljan premjer jezerskog dna i neposredan perimetar i to na način da se dobije karta razmjere 1:500 i sa ekvidistancom od 1 m.

Pošto se jezero sastoji od dva dijela koja se mogu posebno prikazati, užeg i dužeg dijela koji se proteže od sjeverozapada prema jugoistoku i šireg i kraćeg dijela koji se pruža približno pravcem istok – zapad, mjerenja su bazirana na dvije međusobno povezane mreže. Na užem dijelu postavljena su 34 profila, a na širem dijelu jezera postavljena su 23 profila.

U okolini jezera postavljen je poligoni vlak od ukupno 22 tačke koje se pružaju duž južnije strane jezera. Povezivanje vlaka za poznati reper je obavljeno takodje niveletom i korišćen j otkriven reper na trigonometru koji se nalazi na razvođu prema Jezerštici.

Prilikom mjerenja dubina korišćen je metod mjerenja sondom na pantljici pri čemu je tačnost očitavanja bila 1 cm.

Nakon izvršenih terenskih mjerenja i obrade podataka, izrađena je karta morfologije Biogradskog jezera, u razmjeri 1:500 kao i karta sa ucrtanim položajem profila. Takođe je prikazan svaki profil pojedinačno u razmjeri 1:500/1:100, na osnovu kojih je obavljen proračun zapremine Biogradskog jezera na koti prelivanja u Jezeršticu.

Ovi podaci su veoma zanimljivi jer pružaju realnu sliku o stanju dna jezera u vrijeme snimanja. Na osnovu ovih podataka moguće su višestruka dalja istraživanja od kojih se posebno nameće mogućnost računanja količine sedimenata Biogradske rijeke, kojim je jezero zasuto u prethodnom periodu. Upotrebljivost podataka je posebno neupitna kada se bude radio predlog čišćenja šireg dijela jezera na mjestu uliva Biogradske rijeke i Lalevog potoka, odnosno sanacije stanja na jezeru.

Na osnovu prikazanih podataka o položaju profila i njihovim poprečnim procesima moguća su kontrolisanja nanosa u pogledu zasipanja. Ukupna zapremina vode u Biogradskom jezeru do kote prilivanja (1 099,08 mnm), iznosi 655 967, 30 m³ od čega na užu dio jezera pripada 490 353,95 m³, što čini 25,21%. Najveća zabilježena dubina u jezeru za vrijeme vodostaja na koti preliivanja 1 099,08, mnm iznosila je 11,30 m.

❖ **22/06/1995 KONAČAN IZVJEŠTAJ O DO SADA IZVEDENIM RADOVIMA NA OBJEKTU „HIDROGEOLOŠKA I INŽENJERSKO-GEOOŠKA ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE SANACIJE BIOGRADSKOG JEZERA“ (V. Radulović sa saradnicima)**

Izvještaj predstavlja sintezu istražnih radova koji su rađeni u više (četiri) faze. Sa radovima se započelo 1988 godine, nije poznato kada su završeni, ali se u svakom slučaju zna da su rađeni sa prekidima. Kako svi projektovani radovi nijesu izvedeni, to se ni Izvještaj ne može smatrati potpunim.

- **Hidrogeološko kartiranje:** Izvedeno je rekognosciranje terena ukupne površine 40 km². Rezultat je prikazan na Hidrogeološkoj karti 1:25 000.
- **Detaljna inženjersko – geološko kartiranje:** Preliminarna inženjersko – geološko kartiranja urađeno je na osnovi R 1:100 000 i to 1988 godine, a dopuna je izvršena 1995 godine nakon dobijanja topografske osnove R 1:5 000. Detaljno inženjersko – geološko kartiranje izvedeno je ukupno na površini od 4 km².

- **Istražno bušenje:** U cilju određivanja litološkog sastava i debljine morenskog nanosa, odnosno utvrđivanja dubine do paleoreljefa i stijenskih masa u paleoreljefu, granulometrijskog sastava i propusnosti morenskog materijala, utvrđivanja prisustva podzemnih voda, zona poniranja, pravaca i smjerova cirkulacije jezerskih voda van bazena izvršeno je istražno bušenje ukupne dužine 106 m, a izvedeno je ukupno 7 bušotina. Na svim bušotinama nabušena su vulkanske stijene (keratofiri, kvarckeratofiri) u paleoreljefu. Na osnovu podatak dobijenih bušenjem obrađivači su utvrdili „**prisustvo žljeba u paleoreljefu koji je zasut debelim naslagama morenskog materijala veoma heterogenog sastava i čiji je dio žljeba daleko ispod dna jezera što omogućava cirkulaciju jezerskih voda**“.
- **Uzimanje uzoraka iz bušotina i laboratorijska ispitivanja:** Uzeti su uzorci radi laboratorijskog određivanja propusnosti izdvojenih litoloških članova. Ispitivanja nijesu izvedena.
- **Geoteski radovi:** Geodetskim radovima obuhvaćeno je instrumentalno snimanje kota i koordinata istražno - piježometarskih bušotina i vodomjernih profila.
- **Bojenje podzemnih voda i osmatranje:** Obelježavanje podzemnih voda izvršeno je na dvije istražno - piježometarske bušotine B-2 i B-3. Obelježavanje podzemnog toka izvršeno je sa natrijum - floresceinom i to B-2 sa 2 kg boje i B-3 sa 3 kg. Osmatranje je obavljeno na izvorima u koritu rijeke Jezerštice. Osmatranje je vršeno 7 dana ali pojave vode nije bilo. Prilikom kontrole vode u bušotini B-3, nakon tri dana od izvršenog bojenja, u bušotini je utvrđeno prisustvo obelježivača u visokoj koncentraciji.
- **Hidrološki radovi:** Ukupno su ugrađena 4 vodomjerna profila za potrebe mjerenja protoka i to: dva na Jezerštici (jedan odmah na isteku iz jezera i drugi na Jezerštici prije uliva u Taru); jedna na Lalevom potoku i jedan na ponoru sjeverno od jezera. Ukupno je postavljeno 5 letvi na vodomjernim profilima (2 na Jezerštici, jedna na Lalevom potoku, jedna na ponoru).

Od hidroloških radova izvedena su mjerenja protoka na već postojećim uspostavljenim vodomjernim profilima i to na: Biogradskoj rijeci, Lalevom potoku, dva profila na Jezerštici i na ponoru.

U sklopu ovih radova vršena su mjerenja oscilovanja nivoa jezera sa ciljem određivanja podzemnog oticaja. Mjerenja su vršena hidrometrijskim krilom na 5 proticajnih profila u 3 navrata. **Obrada podataka nije urađena do kraja, zbog nedostajućih podataka o zapremini jezera koji se dobijaju preko podataka o nivou jezera i morfometrijske karte jezera.**

→ **Meteorološki radovi:** Meteorološki radovi su se odnosili samo na obradu postojećih raspoloživih podataka o padavinama i evapotranspiraciji, prije svega u basenu Biogradskog jezera.

U dijelu izvještaja koji govori o Hidrografiji i hidrološkim podacima, navedeno je sledeće: ***„Kartiranjem korita rijeke Jezerštice, utvrđena su mjesta isticanja podzemnih voda na više mjesta koja su tačno locirana geodetskim radovima. Pretpostavka je da na tim mestima ističu vode ispod strmih odsjeka u koritu Jezerštice i crvenih jako polomljenih krečnjaka preko kojih leži morenski materijal.“***

U poglavlju koje se odnosi na Hidrogeološka svojstva stijenskih masa u dijelu teksta koji se odnosi na Nepropusne stijene navodi se sledeće: ***„Laboratorijskim istraživanjem uzoraka jezgra uzetih iz istražnih bušotina utvrđeno je da morenski materijal ima koeficijent filtracije između $1,9 \times 10^{-5}$ cm/s do $6,0 \times 10^0$ cm/s. Ukupno, s obzirom na veliku izmjenu sedimenata po vertikalnom profilu, može se reći da filtracione karakteristike morenskih sedimenata ne omogućavaju brzu cirkulaciju vode.... Kartiranjem terena utvrđeno je da nema pojave izvora u strmom odsjeku na jugozapadnoj strani Biogradskog jezera već da se veći izvori javljaju u koritu rijeke Jezerštice. Vode Biogradskog jezera se gube duž sjeverozapadnog oboda jezera kroz otkrivene izdanke ispucalih vulkanskih stijena ili krečnjaka.“***

U Zaključku Elaborata je navedeno da se izvedenim istražnim radovima uradilo sledeće:

- Riješena je geološka građa bliže okoline jezera, bušenjem je utvrđena debljina morenskog materijala, a geomehaničkim ispitivanjem dobijen je koeficijent propusnosti istih.
- Dobijeni su rezultati o hidrogeološkim odlikama terena i stijenskih masa bliže okoline Biogradskog jezera.
- Postavljena su osmatračka mjesta (pijezometri, prelive i dr.) za dalja osmatranja.

Zatim se navode radovi koje treba uraditi, a koji ne dostaju, a da bi se dobile podloge za izradu Projekta sanacije:

- Dodatno istražno bušenje
- **Dopunska hidrološka mjerenja sa ciljem određivanja podzemnog oticaja i bilansa voda.**
- Pošto bojenjem nije utvrđeno mjesto isticanja vode, predlaže se izvođenje geofizičke metode (MISSE A LA MASE), radi utvrđivanja pravca oticanja vode.

❖ **1991 MOGUĆNOST OČUVANJA BIOGRADSKOG JEZERA KAO PRIRODNOG I PRIVREDNOG DRAGULJA. Vladislav Vlahović (Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka Biogradska gora) CANU knjiga 23**

Rad govori o mogućnosti pretvaranja prelivnih i ponirućih voda Biogradskog jezera u korisnu energiju i mogućnosti ostvarivanja ideje da jezero bude prirodni i privredni dragulj.

U radu je određena veličina sliva Biograskog jezera i po Vlahoviću ona iznosi 33 km². Takođe, istaknuto je da na ukupnu površinu sliva godišnje padne oko 72 (71,082) miliona kubnih metara vode. S obzirom na vodonepropusnost sliva, sve te vode, osim oni koje biljke zadržavaju, kao i one koje putem evapotranspiracije odlaze u atmosferu, slivaju se u Biogradsko jezero i Jezeršticu. Ta količina vode predstavlja 62,22% od navedenih padavina.

U toku velikih voda nivo jezera dostiže visinu od 1096 mnm i hvata deltu Biogradske rijeke, a površina mu tada iznosi 273

333 m². Oscilacije jezera su u prosjeku 6 m, a u vrijeme najsušnijih godina oscilacije vode u jezeru dostižu vrijednosti od 9 m.

Kako bi se sanirali gubici voda iz jezera i eliminisao negativan uticaj zapunjavanja jezera materijalom koji je posledica erozionih procesa, autor razmatra „ ***mogućnost da se izgrade objekti koji bi povećali dotok vode u jezero, eliminisali poniruće i održavali stalni nivo jezerske vode. Objekti bi bili u funkciji hidroelektrana Biogradska rijeka i Jezerštica.***”

HE Biogradska rijeka bi se nalazila na ušću Biogradske rijeke u jezero na koti 1096 mnm. Jezero bi bilo na koti 1240 mnm., i ukupna zapremina bi mu bila $0,4 \times 10^6$ m³. Planirana proizvodnja iz ovog energetskog objekta bi bila 12×10^6 kwh. Proizvodnja HE Jezerštica bi bila $56,67 \times 10^6$ kwh.

Autor navodi u radu navodi sledeće, „***Ako ostavimo da voda Biogradskog jezera nesmetano odlazi kroz ponore i vodopropusni morenski bedem, ono će u bliskoj budućnosti da iščezne kao što su iščezla brojna lednička jezera na planinama Crne Gore.***”

Sa aspekata zaštite jezera od ponirućih voda autor navodi: „***Biogradsko jezero bi se osiguralo od ponirućih voda pomoću injezione zavjese, kako bi presjekla morenski nanos i vezala se bočno i u dubinu za stijene morenske podloge, ali one koje su praktično vodonepropusne.***”

Takođe u radu se nalazi podatak de se 1950 godine učinio pokušaj da se jezerske poniruće vode eliminišu pomoću betonskog tepiha po dnu jezera. Taj pokušaj nije dao pozitivne rezultate.

❖ **Januar/2005 BIOGRADSKO JEZERO IDEJNO RJEŠENJE ANTI – EROZIONE ZAŠTITE. Radosav Nikčević, Prof. dr. Ratko Ristić. (Zeleni Crne Gore)**

Namjere autora ovog dokumenta je da uradi Idejno rješenje sanacije padine u koritu rijeke Jezerštica koja je izložena progresivnoj eroziji i koja može dovesti do nestanka Biogradskog jezera. Projektom bi se, po riječima autora, riješila erozija ugrožene čeone morene koja čini prirodnu

branu Biogradskog jezera sa njegove sjeverozapadne strane. Rješenje koje je prezentirano je tehničko – biološko.

U okviru studije rađeno je:

- Analiza erozionih procesa (obim, vrsta i intenzitet)
- Analiza načina korišćenja zemljišta u slivu
- Pedološki uslovi u slivu
- Meteorološko – klimatski uslovi u slivu
- Proračun erozije produkcije
- Konceptija zaštite Biogradskog jezera.

U dijelu teksta koji se bavi Osnovnim prirodnim karakteristikama Biogradskog jezera navodi se **„Pri visokom vodostaju, usled dejstva hidrostatičkog pritiska, javlja se intenzivno proviranje vode, pri čemu se pokreću najsitnije čestice. Na taj način kohezija između gradivnog materijala čeone morene biva sve manja, kao i stabilnost.“**

Procjena autora je da se procjeđivanjem voda kroz morenski materijal voda gubi u količini od 30 do 50 l/s a koja završava u koritu Jezerštica.

U poglavlju koji se odnosi na Erozione procese u slivu Biogradske rijeke, autori navode: **„Priliv erozionog materijala uzrokovao je stvaranje prostrane površi u zoni uliva Biogradske rijeke u jezero. Velika količina materijala zatrpava riječnu dolinu, tok gubi transportnu moć, tako da često mijenja korito, cijepa se u rukavce i stvara meandre. U zonama bliže jezeru istaložen je glinovito-pjeskoviti materijal sa visokim sadržajem humusa usled čega se razvija bujna vegetacija, što ovaj dio čini teško pristupačnim. Procesima depozicije nanosa površina jezera je redukovana za 4-5 hektara. Najfinije čestice tok unosi u jezero usled čega se u pojedinim depresijama stvara mulj debljine 2-3 metra“.** Koeficijent erozije je određen po Gavriloviću i iznosi $Z=0,3$.

Takođe je izvršen hidrološki proračun. Vrijednost velike vode Jezerštica je dobijena na osnovu maksimalno zabilježene visine prelivnog mlaza na nepotopljenom pravougaonom

prelivu iznosi 23,8 m³/s. Za potrebe proračuna stabilnosti padine uzeta je vrijednost maksimalnih voda od 40 m³/s.

Urađen je i proračun erozije produkcije i prinosa nanosa za sliv Biogradske rijeke:

- Ukupna godišnja produkcija erozionog materijala iznosi $W_{god}=25671,35 \text{ m}^3$. Do hidrografske mreže dopijeva $W_p=21897,7 \text{ m}^3$ a izraženo kao specifičan prinos nanosa (vučenog i suspendovanog) iznosi $W_{psp}=762,99 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{godišnje}$.

Za Lalev potok:

- Ukupna godišnja produkcija erozionog materijala iznosi $W_{god}=3130,6 \text{ m}^3$. Do hidrografske mreže dopijeva $W_p=1922,2 \text{ m}^3$, a izraženo kao specifičan prinos nanosa (vučenog i suspendovanog) iznosi $W_{psp}=549,21 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{godišnje}$.

Zaštita Biogradskog jezera, po autorima, obuhvata:

- **Zaštitu desne obale Jezeršitce od podriivanja.** Za ovu aktivnost predložene su tri varijante:
 - a) Potporni zid od krupnih komada kamena i izmještanje korita Jezeršitice.
 - b) Izrada potpornog zida od kamenog složaja.
 - c) Izrada poprečnog objekta (pregrade) na 20-30 m od najniže tačke ugrožene obale.
- **Sanaciju sipara i jaruga na morenskom bedemu,** za koju su planirani zidovi za stabilizaciju kao i pleteri za sanaciju jaruga.
- **Zaštitu jezera od zasipanja erozionim materijalom,** autori planiraju primjenom:
 - a) Tehničkih mjera na nagibima
 - b) Tehničkih mjera u rečnim koritima

❖ **1991 ISTRORIJAT NACIONALNOG PARKA BIOGRADSKA GORA (Prirodne i društvene**

vrijednosti nacionalnog parka Biogradska gora) Dragiša Dožić; CANU, knjiga 23.

Nacionalni park Biogradska gora ima svoju istoriju i burnu prošlost. U članku su izdvojeni karakteristični periodi u dosadašnje trajanju Biogradske gore. Periodi su povezani sa političkim prilikama u Crnoj Gori, koje su opet diktirale i odnos društvene zajednice prema ovom prirodnom rarijetetu.

U postojanju Biogradske gore, napravljen je osvrt na sledeće periode njenog postojanja:

- Period turske vladavine, do 1978. godine,
- Period vladavine dinastije Petrovića, do 1918. godine,
- Period između dva svjetska rata,
- Period za vrijeme drugog svjetskog rata,
- Period poslije oslobođenja 1945 do 1952. godine,
- Period od 1952. godine, kada je Biogradska gora proglašena Nacionalnim parkom, do 1965. godine.
- Period rada Uprave za zaštitu Nacionalnog parka Biogradska gora od 1965. do 1968. godine,
- Nacionalni park u sastavu TUP Bjelasica od 1969. do 1978. godine
- Period od 1978. godine kada je po Zakonu o nacionalnim parkovima, Biogradska gora osnovana kao posebna interesna zajednica (preduzeće).

Svaki od navedenih perioda imao je svoje osobenosti, a neke od njih su bile od presudnog uticaja na dalji opstanak i status Biogradske gore.

U članu je, u dijelu koji se odnosi na period od 1965. do 1968. godine, napisano sledeće **„Urađen je projekat injektiranja ponora u Biogradskom jezeru koji nije realizovan zbog nedostatka finansijskih sredstava, a koji je izgorio u požaru sa ostalom dokumentacijom Uprave u zgradi Skupštine opštine 1975. godine.“**

Takođe je, rad je pisan 1991 godine, navedeno **„Poslednjih nekoliko godina zapažena je pojava sušenja stabala u Biogradskoj gori kao i povećan broj ponora u Biogradskom jezeru koji su posebno vidljivi za vrijeme sušnog ljeta od kraja avgusta do konca oktobra.“**

❖ **1991 GEOLOGIJA PLANINE BJELASICE (Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka Biogradska gora) R. Mihajlović; V. Radulović; CANU, knjiga 23.**

U radu je dat prikaz geološke građe (stratigrafsko – litološko – facijalni sastava i tektonskog sklopa), geomorfoloških, hidrogeoloških i inženjersko – geoloških odlika dijela terena planine Bjelasice koji čini Nacionalni park Biogradska gora.

Sam prikaz je na nivou potrebnom za izradu prostorno – planske dokumentacije koji bi trebali da obezbijede racionalno korišćenje prirodnih dobara iz nacionalnog parka, uz adekvatnu zaštitu i optimalnu valorizaciju.

U radu je načinjen prikaz geološke građe terana od mlađeg paleozoika do kvartara, a nakon toga je obrađen tektonski sklop terana.

U poglavlju o Geomorfološkim odlikama terana izvršeno je reoniranje terena u odnosu na njihove morfometrijske odlike i dominantnim geomorfoloških procesima, i kao takvi su izvdodjeni na:

- Terane podložne spiranju, jaružanju, kidanju i klizanju,
- Terene podložne karstifikaciji,
- Terene postojane na procese denudacije i kartstifikacije

Posebna pažnja posvećena je Hidrogeološkim odlikama terana. Gledano sa hidrogeološkog aspekta, a uzimajući u obzir ponašanje stijena koje izgrađuju prostor Bjelasice prema površinskim i podzemnim vodama, odnosno njihov dominantan tip poroznosti, isti su podijeljeni na:

- Hidrogeološke izolatore
- Hidrogeološke komplekse
- Hidrogeološke kolektore

Kao hidrogeološka pojava Biograsko jezero je opisano kao jezero koje se nalazi na 1094 mn, prosječne površine oko 228 500 m²., maksimalne dubine 12,1 m i zapremine oko 1052760 m³. Za sliv rijeke Jezerštica, sa Biogradskim

jezerom i Biogradskom rijekom, se kaže da je površine oko 38 km².

U radu je napisano sledeće: **„U prostoru planine Bjelasice ima ponora sa povremenim i stalnim gutanjem vode. Jasno je da se ove vode javljaju u terenima izgrađenim od stijena iz grupe hidrogeloških kolektora i hidrogeoloških kompleksa. Među ovim pojavama od posebnog značaja su oni po obodu i dnu Biogradskog jezera. Ponori se javljaju po sjevernom i sjeverozapadnom rubu jezera, u morenskim drobinskim masama, koje, izgleda leže, na vodopropusnim srednjetrijaskim krečnjacima. Vode Biogradskog jezera koje poniru pojavljuju se zapadno od jezera na stalnom karstnom vrelu u koritu rijeke Jererštice.“**

Osim ovdje prikazanih literaturnih izvora, izvršen je pregled i novije dokumentacije, kao npr.:

- Radulović M., Pejović R., Tomanović Z. Sekulić G (2007) Izveštaj o obilasku erozijom ugrožene padine u kanjonu Jezerštice u zoni Nacionalnog parka Biogradska gora. Građevinski fakultet (UCG), Podgorica;
- Čađenović N., Blečić V., Radulović M.M. (2012) Mogućnost sanacije Biogradskog jezera izvođenjem antifiltracionih radova. Zbornik radova XIV simpozijuma inženjerske geologije i geotehnike sa internacionalnim učešćem, 27-28. septembar 2012, Beograd, str. 519-528; ISBN 987-86-89337-01-3.

3. OSNOVNE PRIRODNE KARAKTERISTIKE SLIVA BIOGRADSKOG JEZERA

Nacionalni park Biogradska gora pripada prostoru sjeveroistočne Crne Gore, smješten je između rijeka Tare i Lima, u središnjem dijelu planine Bjelasice. Nalazi se između 42°50'5" i 42°56'7" sgš i 19°34'7" i 19°42'3" igd. Djelovi NP Biogradska gora se nalaze u kolašinskoj, mojkovačkoj i beranskoj opštini. NP Biogradska Gora se nalazi u najljepšem dijelu Bjelasice i u odnosu na pravce razvoja turizma, ima veoma povoljan geografski položaj.

Granica parka počinje rijekom Tarom, ide preko Jarčevih strana i postepeno se uzdiže do vrha Crna glava (2.137 m), a potom se spušta prema Lumerskom potoku i rijeci Tari (Radojičić, 2002).

Središnji dio parka čine: Biogradska rijeka, Biogradsko jezero u koje se Biogradska rijeka uliva i Jezerštica, otoka Biogradskog jezera i pritoka Tare. Prostor Biogradskog jezera sa Biogradskom gorom i dolinom Jezerštice zauzima oko 1.600 ha od čega je pod gustom šumom tipa prašume oko 85 % površine (Radojičić, 2002). Osim Biogradske gore u sastavu nacionalnog parka su planinski vrhovi Jarčeva strana, Crna Glava (2.139 m), Zekova Glava (2117 m), Troglava (2072 m), Ogorela Glava i Donji Lumer. Ukupna površina parka iznosi 5.650 ha. Zaštitni pojas, odnosno kontaktna zona parka je skoro tri puta veća.

3.1. Geografski položaj

Biogradsko jezero se nalazi na jugozapadnoj strani Bjelasice, na visini od 1.094 metra. Nastalo je u terminalnom basenu lednika iza čeone morene kojom je pregrađen nekadašnji valov. Jezero ima nepravilan oblik a dužina obalske linije je oko 3,3 km. Na sjevernom dijelu obale se nalazi strma šumovita padina Jarčeve strane. Istočni priobalni pojas u dužini od oko 500 metara čini ravnicu stvorenu od pijeska i šljunka. Na tom dijelu obalska linija se pomjera u zavisnosti od vodostaja. Pri vodostaju od 650 cm dostiže dužinu 857 metara i širinu 410 metara. Prosječna širina jezera je 261 metar, a najveća površina 228.500 m². Maksimalna dubina pri ovom vodostaju iznosi 12,1, a prosječna 4,5 metara (Stanković, 1975).

Biogradsko jezero ima povoljan položaj pošto se nalazi u najnižem dijelu Bjelasice a u njegovoj neposrednoj blizini prolazi magistralni put koji povezuje sjever i jug Crne Gore. Od Kolašina je udaljeno 16, a od Mojkovca 12 km. Od magistralnog puta do jezera vodi asfaltni put dug oko 3 km. Temperature vode jezera u toku ljeta prelaze 18°C, te pored uslova za ostale vidove rekreacije jezero u ovom periodu nudi i mogućnost kupanja.

Biogradska gora je prašumsko područje koje okružuje basen Biogradskog jezera. Karakteriše je veoma raznovrstan živi svijet, veliko bogatstvo flore i faune i prisustvo biljnih zajednica koje su veoma rijetke. zahvaljujući pristupačnosti i prohodnosti prašume ona predstavlja istinsku laboratoriju na otvorenom za biologe, ekologe, geografe i sve ljubitelje prirode.

3.2. Klimatske karakteristike

Geoprostorna specifičnost teritorije Crne Gore iskazuje se i njenim položajem, koji prouzrokuje izraženu termičku asimetriju između hladne sjeverne Evrope i izrazito tople sjeverne Afrike. Veoma često na prostoru Crne Gore dolazi do sudaranja i miješanja (okluzije) tih vazdušnih masa, koje su praćene ekstremno različitim fizičko-meteorološkim osobinama. Ovi sistemi snažno utiču na vremenske prilike i definišu tipove klimata, od surovih do veoma povoljnih (u svim godišnjim dobima).

Direktne i posredne veze između klime i reljefa su jako prisutne na istraživanom području, pa tako klimatske karakteristike slivnog područja Biogradskog jezera, imaju odlike planinske klime, ali je evidentan i uticaj Sredozemnog mora, što se ogleda kroz režim padavina i nešto višoj srednjoj temperaturi najhladnijeg mjeseca.

Prostor predmetne lokacije, kao i njeno komplementarno zaleđe, prema Köppen-ovoj klasifikaciji (Burić i sar., Atlas klime Crne Gore, 2012), pripada sledećim tipovima klimata:

- Cfw**s**''**bx**'' (umjereno topla klima bez izraženog sušnog perioda tokom godine sa manjom količinom padavina u zimskom dijelu godine. Ljeta su relativno topla. Maksimalne količine padavina su u rano ljeto i kasnu jesen) i
- Dfb**x**'' (sniježno-šumska (borealna) klima bez izraženog sušnog perioda tokom godine. Prosječna temperatura najhladnijeg mjeseca je manja od -3 °C. Količina padavina ima naglašeni maksimum krajem jeseni).

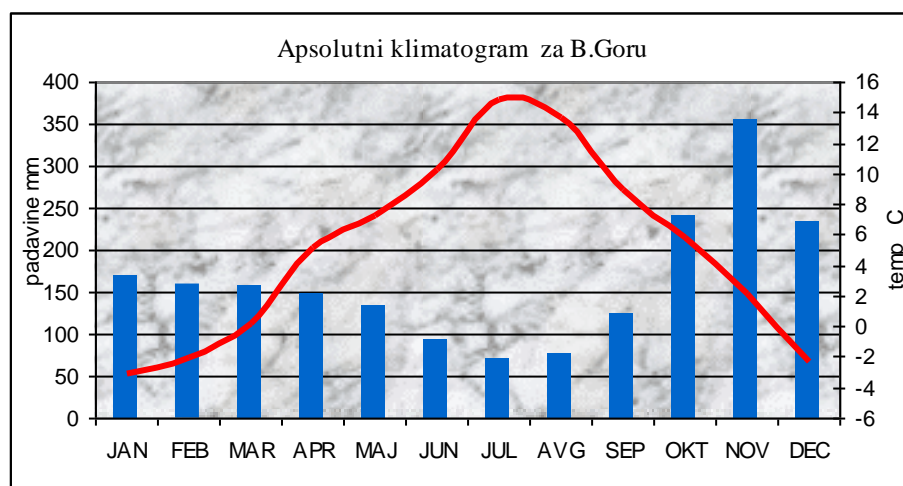
Srednja godišnja temperatura iznosi oko 2°C, u najvišim predjelima 0°C, oko 2°C u planinskim predjelima i oko 4°C u nižim predjelima. Izoterme srednjih godišnjih temperatura pružaju se u pravcu sjever-jug, što ukazuje na činjenicu da postoji smanjenje temperature, idući sa zapada ka istoku, uz koncentraciju niskih temperatura na samim vrhovima

planinskih masiva. Srednja temperatura vazduha za vegetacioni period je oko 6°C (planinski predjeli) do 12°C (niži predjeli-dolina Tare). Decembar ima prosječnu temperaturu oko -4°C (najviši planinski predjeli) do oko -1°C niži predjeli. Jul ima srednju maksimalnu temperaturu od oko 16°C (viši predjeli) do oko 22°C (niži predjeli). Broj ledenih dana iznosi oko 40-50 tj. toliko dana bude godišnje u kojima temperatura tokom čitavog dana ostane ispod nule.

Trajanje perioda sa pozitivnim temperaturama je oko 220 (planinski predjeli) do 280 dana (najniži predjeli u dolini Tare).

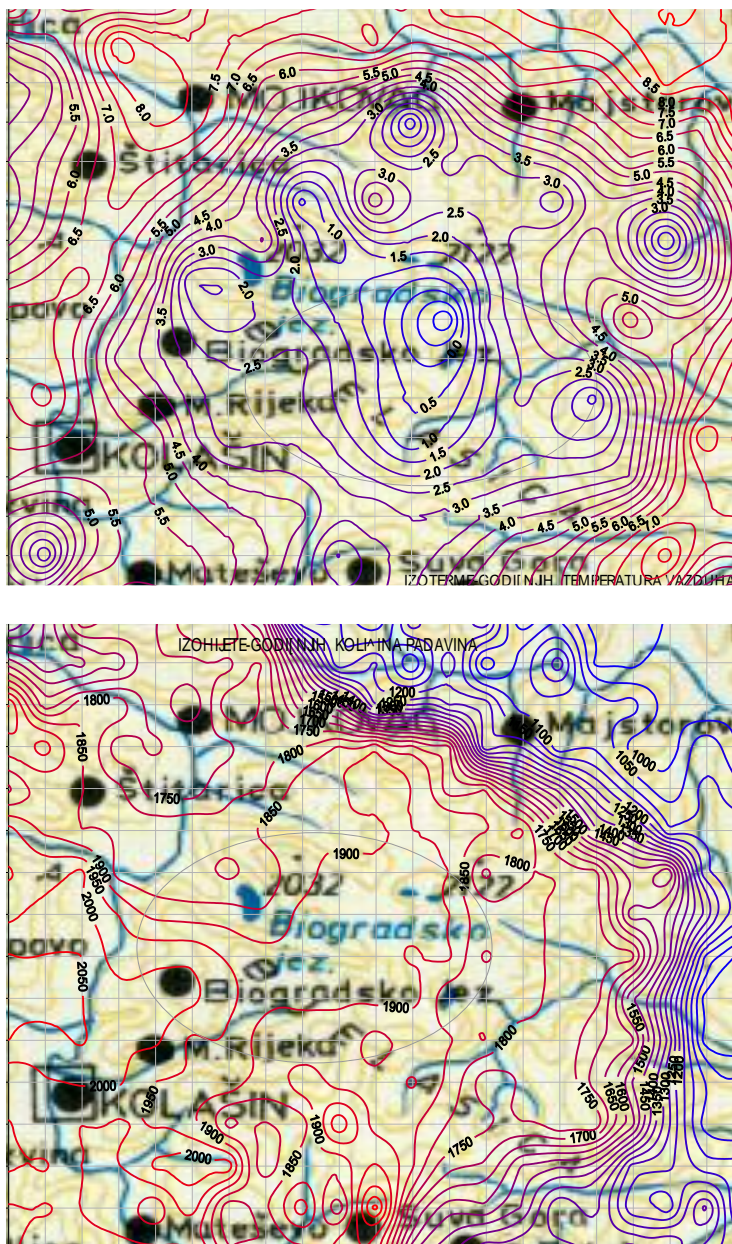
Tabela 2. Apsolutni klimatogram za Biogradsku goru

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	G
T (mm)	-3.1	-2.1	0.2	5.1	7.2	10.3	14.8	13.7	8.9	5.8	2.1	-2.3	5.05
RR (°C)	170	160	158	148	134	92	71	77	124	240	354	234	1962



Izvor: Čurović M, Doktorski rad

Prosječna godišnja količina padavina proučavanog područja kreće se oko 1750 mm (niži predjeli) do oko 2000 mm (viši i istočni predjeli). Za vegetacioni period količina padavina iznosi oko 500 mm do oko 700 mm. Tokom januara prosječno padne oko 150 do 200 mm dok u avgustu prosječno padne oko 70 do 80 mm. Broj dana sa padavinama većim od 10 mm iznosi oko 55 do 70 dana godišnje.



Slika 5. Karte izoterme i izohijeta istraživanog područja
(Izvor: Čurović M, Doktorski rad)

Na slici 5, prikazan je raspored izoterme za temperaturu vazduha i raspored izohijeta godišnjih količina padavina za prostor Biogradske gore. Izolinije temperature vazduha su izvlačene korakom na pola stepena dok izohijete padavina korakom na 50 mm. Najveći gradijenti-koncentracija izoterme je u zonama gdje dolazi do nagle promjene nadmorske visine. Na području Bjelasice postoje dva centra sa temperaturom ispod 2°C, od kojih jedan pokriva znatno

veću teritoriju. Izoterme imaju veoma izraženu koncentraciju idući zapadno ili istočno od ovih centara.

Srednja maksimalna visina sniježnog pokrivača iznosi oko 110 cm do 200 cm. Zapadni predjeli imaju najmanju visinu sniježnog pokrivača oko 110 cm, dok istočni-planinski i južni imaju prosječnu maksimalnu visinu od oko 200 cm. Broj dana sa sniježnim pokrivačem preko 50 cm iznosi oko 20 u zapadnim predjelima do 100 dana u istočnim i južnim predjelima-planinskim vrhovima.

Pružanje izoterme u pravcu jug-sjever ukazuje na činjenicu da se temperatura veoma brzo-intenzivno mijenja u pravcu zapad-istok i veoma sporo u pravcu jug-sjever. Tako da u proučavanom području monodominantnih bukovih šuma, prosječna srednja godišnja temperatura vazduha je 3.5-4°C, kod sastojina sa plemenitim lišćarima iznosi 3-3.5°C, na području pod bukovo jelovim šumama je 2-2.5°C, koliko iznosi i za lokalitete pod trodominantnim zajednicama bukve jele i smrče.

Na području Biogradske gore, izohijete (slika 5) imaju veoma slabu prostornu promjenu na čitavom području. Iako je u pitanju visoka planinska zona, postoji smanjena količina padavina u odnosu na niže predjele koji su južnije iz razloga generisanja procesa padavina na planinskim zonama koje prethode Bjelasici. Obzirom da istočni djelovi od Bjelasice imaju znatno manje količine padavina tu postoji veoma jaka koncentracija izohijeta sa ekstremnim gradijentima. Ova zona zahvata čitavu istočnu stranu sa dužinskim lukom od 180 stepeni oko same Bjelasice u kojoj su padavine manje za čitavih 1000 mm godišnje i iznosi oko 1850 mm godišnje.

3.3. Geološke karakteristike

U geološkoj građi ispitivanog terena, koji je bio predmet ove Studije, a odnosi se na širi obuhvat sliva Biogradskog jezera, ulaze sedimentne tvorevine koje pripadaju permu, trijesu i kvartaru, posebnu važnost i značaj imaju vulkanske stijene, nastale kao posledice snažne vulkanske aktivnosti, koja se desila za vrijeme donjeg i srednjeg trijasa, paralelno sa sedimentacijom karbonatnih sedimenata dogera i malma, kao i kvartatni sedimenti koji uramljuju Biogradsko jezero kroz prisustvo naglašene čeone i bočnih morena, i aluvijalnog nanosa.

Sedimenti **perma** iako imaju relativno veliko rasprostranjenje na Bjelasici, u slivu Biogradskog jezera nijesu značajnije zastupljeni. Starost pješčarsko-škriljave serije, koja ima dominantan udio u litološkom sastavu perma određena je posredno preko fosilonosnih krečnjačkih sočiva koja se nalaze mjestimično u toj seriji. U litološkom pogledu permski sedimenti, na naznačenom dijelu terena, predstavljeni su pješčarima, škriljcima, alevrolitima, laporcima, konglomeratima, kvarcitima, krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima.



Slika 6. Permski sedimentni
(Foto: Dubljevic V., 2021)

Najveći dio permskog terena je izgrađen od pješčara i škriljaca. Od navedenih litoloških članova najviše su zastupljeni liskunoviti, kvarcni i konglomeratični pješčari.

Liskunoviti pješčari se javljaju uglavnom u vidu slojeva ili kao proslojci u laporovito - glinovitim sedimentima. Boja im je svijetlosiva, do mrkosiva. Izgrađeni su od zrna kvarca (40-60%), plagioklasa, muskovita, sericita i hlorita (15-20%). Cement je silicijski ili silicijsko-gvožđeviti. Čvrsti su i kompaktni. Kvarcni pješčari se javljaju isto tako u vidu slojeva i banaka. Vrlo su čvrsti i kompaktni. Boja im je siva i mrkosiva. Kvarc je dominantan sastojak (do 95%) i javlja se u vidu zrna. Pored kvarca, javljaju se, u manjem procentu, plagioklas i muskovit. Cement je silicijskog tipa.

Iz vrlo složenog sastava permskih sedimenata, uzimajući u vidu i njihovu starost, jasno je da se radi o veoma homogenizovanim kompaktnim stijenskim masama, koje se odlikuju vodonepropusnošću, i u hidrogeološkim kartama i profilima se moraju izdvojiti kao stijene izolatori.

Slivno područje izvorišta Biogradskog jezera izgrađeno je od različitih stijena srednjeg **trijasa**. Na prvom mjestu, zbog svoje rasprostranjenosti u slivnom području treba opisati vulkanogenosedimentnu formaciju T₂².

Kračnjaci T₂². Ladinski kat predstavljen je ubranim stratifikovanim krečnjacima sa proslojcima i kvrgama rožnaca. Na osnovu sedimentoloških ispitivanja, u ovoj krečnjačkoj seriji, konstatovani su: oospariti, biospariti, mikriti, pelmikriti, intrabiomikriti, intrabiospariti, mikrospariti, pjeskoviti oospariti i pjeskoviti kalkareniti.

Smatramo da nije neophodno ulaziti u opise pojedinih tipova sedimentoloških komponenti ladinskih krečnjaka. Bitinije je naglasiti da ladinski krečnjaci nijesu puno karstifikovani i na površini se ne primjećuju tipične karstne forme. To ukazuje da se cirkulacija podzemnih voda kroz ovaj tip stijena primarno ne odvija kroz šupljine koje su posledica karstifikacije, već ona svoj put nalazi kroz sitne i

mnogobrojne pukotine, koje su nastale usled snažnih, dinamičkih i kontinuiranih tektonski procesa, koji su i prouzrokovali vrlo složenu geološku građu terena.



Slika 7. Trijaski krečnjaci ladinskog kata
(Foto: Dubljevic V., 2021)

Ladinski krečnjaci Bjelasice, a što je vrlo važno za hidrogeologiju, i cirkulaciju podzemnih voda, u podini imaju magmatske stijene, a preko njih su navučeni i permski sedimenti, što se posebno vidi na južnoj strani masiva Ključ. Debljina ladinskih krečnjaka je oko 450 m, po procjenama autora Osnovne geološke karte 1:100 000 list Ivanograd.

Vulkanogena - sedimentna formacija T₂². Ova formacija se javlja u zonama pored velikih eruptivnih izliva, kao što je to i slučaj sa lokacijama u široj okolini Biogradskog jezera.

U sastav ove formacije pored vulkanita ulaze: tufovi, tufiti, laporci, rožnaci i krčanjaci. Tufovi i tufiti koji se javljaju u ovoj seriji liče na pretaložene stijene, koje su postale od vulkanskog i vulkanoklastičnog materijala. To su obično, zelene, smeđe, sivo zelene, a nakada potpuno izmijenjene stijene. Obično su masivne a ređe škrljave i trakaste teksture.



Slika 8. Vulkanogeono sedimentna serija tufovi sa laporcem
(Foto: Dubljevic V., 2021)

Oni najčešće pripadaju kristaloklastičnim tufovima i tufitima. Karakteristično za njih je da su zrnca plagioklasa u fragmentima potpuno kaolinisani. Vezivo kod ovih serija je najčešće izrađeno od sericita, hlorita i slicijske materije. Laporci su prilično česti u ovoj formaciji. Boje su sive, smeđe ili zelene, masivne ali trakaste teksture. Sastav im jako varira.

Povećanjem karbonetne komponente (kalcita) oni prelaze u pjeskovite i laporovite kračnjake, a povećanjem klastične frakcije (kvarc, feldspad, hlorit) oni prelaze u pješčare ili tufozne pješčare.

Rožnaci su uglavnom mikrocrvene, sive, svjetlosive i tamno sive boje. Javljaju se u vidu proslojaka, grupe slojeva i ređe kao sočiva. Obično prate silicijsko – sericitske škriljce argilofilite i sa njima se naizmjenično smjenjuju. Sa njima se takođe javljaju tufiti, krečnjaci i drugi članovi. Debljina tvorevina ove formacije je promjenjiva, od par desetina metara do 250 m.

Magmatske stijene pripadaju trijaskom vulkanizmu i predstavljaju tipične submarinske izlive. One se naizmjenično smjenjuju sa raznim sedimentima (krečnjacima, rožnacima, laporcima, glinenim škriljcima i dr.) koji su stvarani u vrijeme mirovanja podvodnih vulkana.

Ciklus stvaranja ovih stijena počinje u aniziku. U početku su to bili mirni pločasti izlivi lave, koji su prekidani eksplozivnim fazama, kada su stvarane vulkanske breče, a kasnije i tufovi. Vulkanizam se na ovom terenu završava u ladiniku sa tipičnim

lavičnim slivovima, koji se naizmjenično smjenjuju sa tufovima i vulkanskim brečama. Istovremeno je kraj trijaskog vulkanizma, obilježen pomenutom vulkanogeno-sedimentnom serijom, u kojoj se tufovi, tufiti i vulkanske breče smjenjuju sa kračnjacima, laporcima, pjeskovitim laporcima, glinenim škriljcima i rožnacima. Naročito na Bjelasici vulkanoklastični materijal dominira nad vulkanskim što ukazuje da je vulkanizam u pojedinim fazama bio jako eksplozivan.



Slika 9. Magmatske stijene
(Foto: Dubljevic V., 2021)

Ispitivane stijene, na prostoru bitnom za izradu ove Studije, pripadaju keratofirima i kvarckeratofirima, kao i njihovim tufovima, dok se andeziti javljaju vrlo rijetko.

Keratofiri i kvarckeratofiri su stijene skoro potpuno masivnog izgleda, samo se mjestimično zapaža slabija ili bolje izražena škriljavost. Boje su svijetlozelene do tamnozeleno, ređe sive i mrkosive.

U mineralnom sastavu nema bitnih kolebanja osim variranja sadržaja kvarca. Osim kvarca, u ovim stijenama, kao fenokristali, još se javljaju plagioklasi, zatim kalijski feldspati u alkaliziranim keratofirima, nekada mikropertiti i potpuno izmijenjeni bojeni sastojci. Sporedni sastojci u ovim stijenama su apatit, cirkon i metalni minerali.

Pri razmatranju hemizma stijena, mora se imati u vidu da su alteracioni procesi, koji su zahvatili ove stijene, u manjoj ili većoj mjeri, doveli do izmjene primarnog hemijskog sastava stijena.

Na osnovu velikog broja hemijskih analiza ovih stijena može se zaključiti da kod najvećeg broja keratofira sadržaj SiO₂, koleba od 57-62%, dok neki varijeteti sadrže svega 52-54%. Sadržaj SiO₂ kod kvarcekeratofira se kreće od 65-72%. Količina ukupnog gvožđa varira najčešće od 4-5% a MgO od 0,30 do 2%. Sadržaj CaO je redovno nizak i iznosi od 1-3%. Naročito je karakterističan visok sadržaj Na₂O, i nizak sadržaj K₂O. Povećan sadržaj kalijuma zapaža se kod kvarckeratofira.

U tabeli 2 je dat prikaz hemijskog sastava kvarckeratofira Bjelasice.

Tabela 2. Hemijski sastav uzoraka kvarckeratofira Bjelasice

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
71.81	0.33	13.41	2.60	1.97	0.06	0.30	1.12

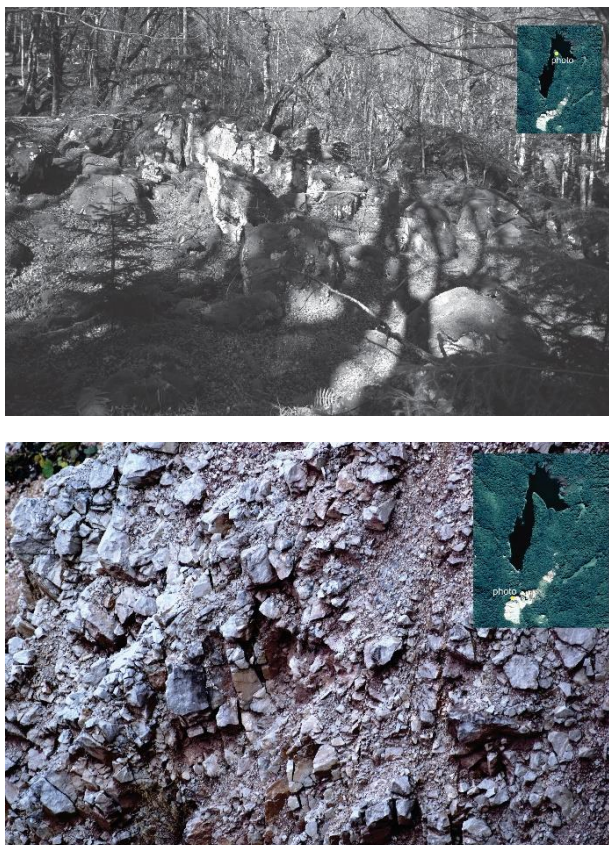
Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	S	H ₂ O	%
6.75	0.44	0,01	0,32	0.03	0.73	100

Važnost naglašavanja hemizma vulkanskih stijena Bjelasice, ogleda se u njihovom učešću u građi slivnog područja Biogradskog jezera, tako što predstavljaju bočnu i podinsku barijeru za cirkulaciju podzemnih voda.

Kvartarni sedimenti na prostoru kome gravitira Biograsko jezero, zastupljeni su u vidu morenskog materijala, koji je nastao kao posledica glacijalne erozije, aluvijalnim sedimentima kao produktima fluvijalne erozije Biogradske rijeke, Lalevog potoka i rijeke Jezerštice, i deluvijalnim sedimentima, usled raspadanja površinskog stijenskog materijala i njegovim gravitacionim spuštanjem, spiranjem i akumuliranjem u dnu padinskih strana.

Morene se javljaju kao posledica glacijane erozije, odnosno kretanja glečera za vrijeme poslednjeg ledenog doba (pleistocen). Morenski materijal predstavljen je stijenskim

blokovima, šljunkom, pjeskovitim glinama i valucima, različitog mineraloškog i petrografskog sastava, koji je nastao kao posledica različitog geološkog sastava podloge po kojoj se kretao glečer, erodujući pri tome stijensku masu na svom putu i akumulirajući je na prostorima smanjene energije u vidu čeone, kojom je pregrađen valov, i bočnih morena. U sastavu morenskog materijala, moguće je naći stijene koje pripadaju vulkanitima, vulkonogeno-sedimentnoj formaciji T₂², krečnjacima T₂², a moguće je manjoj mjeri u materijalu naići i na permske sedimente. Debljina morenskog materijala može da bude od nekoliko pa do 50 m.



Slika 10. Krečnjački blokovi u bočnoj moreni (a) i morenski material (b).
(Foto: Dubljevic V., 2021)

Aluvijalni sedimenti su nataloženi u koritima Biogradske rijeke, Lalevog potoka i rijeke Jezreštice. Nanosi sadrže šljunkove, pjeskove i pjeskovite gline. Debljina aluvijalnih sedimenata kreće se do 10 m. (Geološki zavod, 1995). Materijal je dobro zaobljen i heterogenog je sastava i u mineraloškom i petrografskom smislu.

U delti Biogradske rijeke aluvijalni sedimenti su u najvećem dijelu godine poplavljeni vodama Biogradskog jezera, pa se tu javlja ukrštena sedimentacija, usled taloženja finijih čestica u jezerskim uslovima i krupnozrnijih čestica koje donosi Biogradska rijeka.



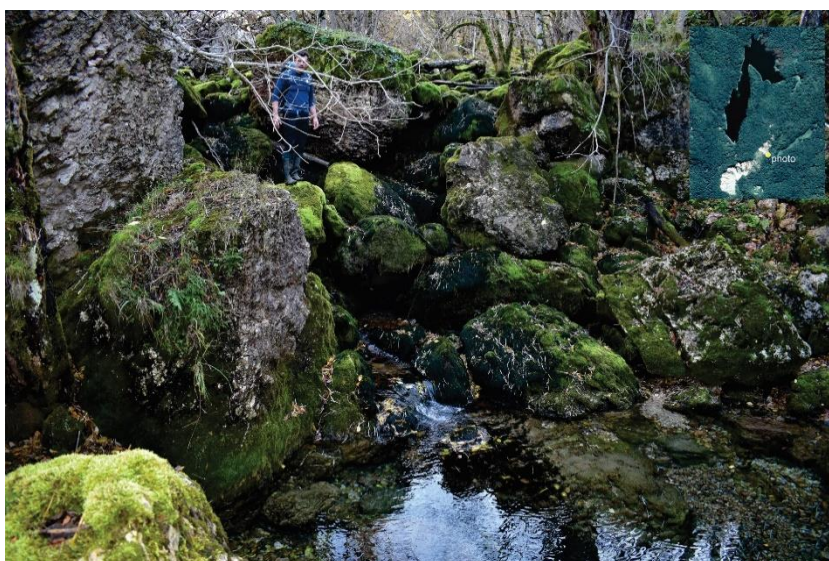
Slika 11. Fini jezerski sedimenti koji prekrivaju aluvijalni nanos
(Foto: Dubljevic V., 2021)

Idući uzvodno koritom Biogradske rijeke, nailazi se na sve krupniji i krupniji materijal u aluvijalnom nanosu, što je posledica povećanja erozije energije toka rijeke. Imajući u vidu podatak da je procijenjeni maksimalni, stogodišnji, proticaj Biogradske rijeke $127,70 \text{ m}^3/\text{s}$ a Lalevog potoka $29,60 \text{ m}^3/\text{s}$, to je logično da se u koritu rijeka nađu i oblutci koji mogu imati i metarske dimenzije. Usled dugotrajnog destruktivnog rada riječne vode, donji dio riječnog korita, kompletno je u dužini od oko 900 m, od ušća Biogradske rijeke u jezero, zasut nanosom, kao posledicom nagle promjene podužog pada korita.



Slika 12. Krupnozrni aluvijalni sedimenti u koritu Biogradske rijeke
(Foto: Dubljevic V., 2021)

Rijeka Jezerštica se formira zahvaljujući bočnom prelivanju vode iz jezera i na osnovu izviranja voda kroz izvorište razbijenog tipa, u podnožju velike erozije školjke. Vrijednost velike vode Jezerštce, na osnovu proračuna (Nikčević, Ristić 2005) iznosi, na prelivu 23,8 m³/s. Veliki nagib rječnog toka, uslovio je da se Jezerštica odlikuje velikim energetske potencijalom, tako da su u njenom toku, akumulirani aluvijalni sedimentni od sitnijih do višemetarskih krupnih blokova.

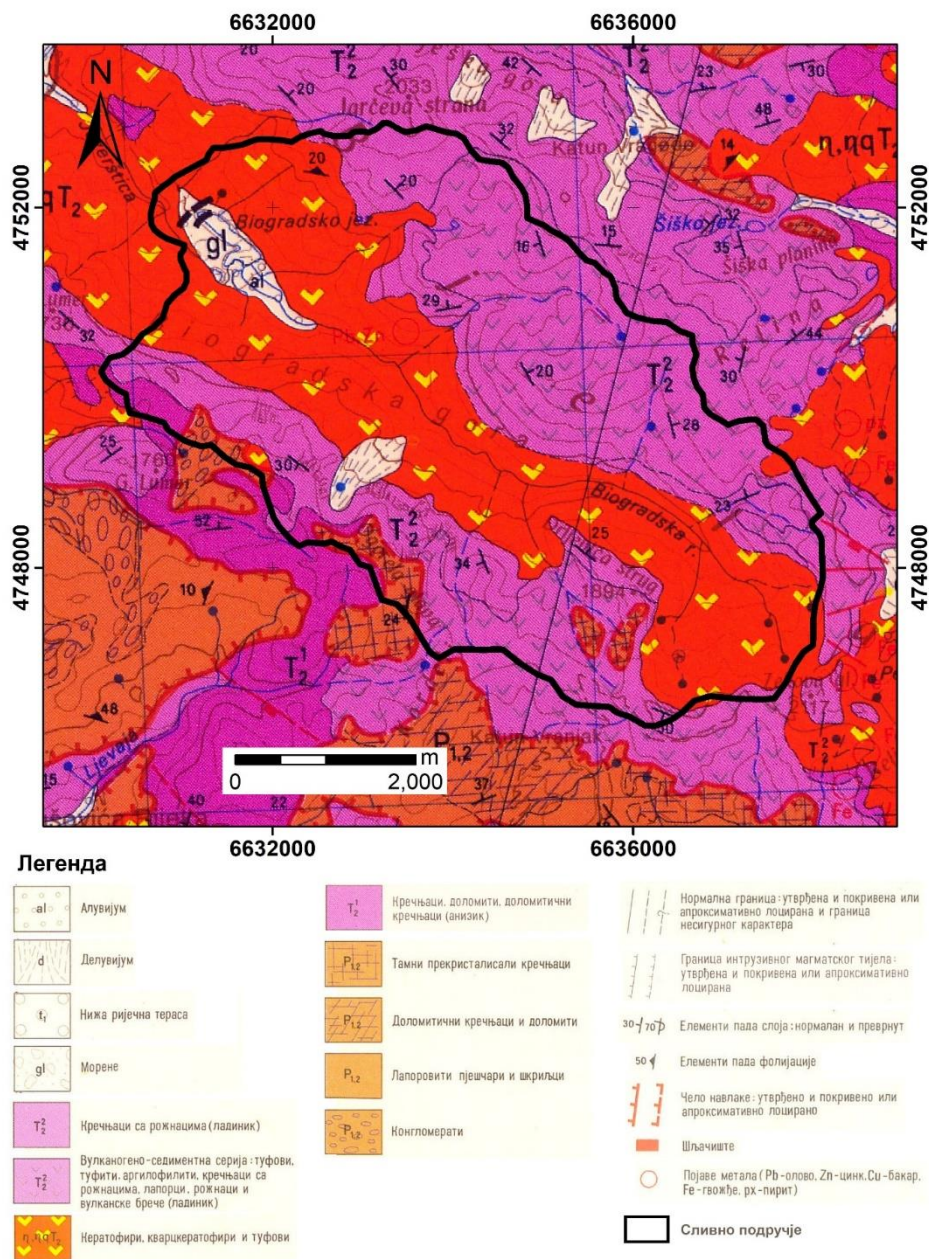


Slika 13. Korito Jezerštice na mjestu stalnog izviranja vode
(Foto: Dubljevic V., 2021)

Deluvijalni sediment se javljaju na padinama kao posledica površinskog raspadanja stijenske podloge i transportovanja raspadnutog materijala spiranjem i gravitacijom u dno padine. S toga su, na prostoru Biogradskog jezera, stijene promljenjivog petrografskog i granulometrijskog sastava i pretežno su eruptivnog i karbonatnog porijekla. Zrna su poluzaobljena i na terenu ih nije lako razdvojiti od glacijalnog nanosa. Vrlo često je nejasna njihova međusobna granica. Posebno je ta nemogućnost raščlanjivanja prisutna kod bočnih morena oko Biogradskog jezera. Na pojedinim mjestima, uz obalu jezera, materijal koji pripada glacijalnom nanosu, maskiran je (prekriven) deluvijalnim nanosom male debljine, koji je erodovan i tu akumuliran, u periodu nakon završetka kretanja i topljenja glečera.



Slika 14. Deluvijalni nanos
(Foto: Dubljevic V., 2021)



Slika 15. Izvod iz Osnovne geološke karte 1:100.000, lista „Ivangrad“ (Izvor: Živaljević i dr. 1978)

Tektonika

Za prostor Bjelasice postoji nekoliko, međusobno različitih mišljenja u pogledu njenog tektonskog sklopa. Za potrebe ovog rada (istraživanja), prihvaćeno je mišljenje koje su iznijeli M. Živaljević 1970, i V. Đokić i M. Živaljević (1970).

Kasnija istraživanja su potvrdila mišljenje iznešeno od strane ovih autora. Naime paleozoik ovog područja je u tektonskom odnosu sa trijaskim sedimentima i magmatskim stijenama područja Bjelasice. Prema tome, u odnosu na paleozojske sedimente, trijas područja Bjelasice se javlja u položaju relativno velikog tektonskog prozora, sa dosta komplikovanim unutrašnjim tektonskim sklopom.

U geološkoj građi tektonskog prozora Bjelasice, učestvuju magmatske i sedimentne stijene trijasa. Najveći dio u njihovoj građi imaju magmatske stijene i tvorevine vulkanogeno – sedimentne formacije. Ovi tereni su potpuno pokriveni vegetacijom, u što smo se uvjerali i prilikom obilaska terena za potrebe izrade ove Studije, pa je otežano proučavanje i rekonstrukcija većih i manjih disjunktivnih i plikativnih tektonskih oblika.

Prema podacima Osnovne geološke karte lista "Ivangrad" 1:100.000 izučavano područje pripada *Durmitorskoj tektonskoj jedinici i trijaskim prozorima Bjelasice* (Živaljević i dr. 1978). U geološkoj građi tektonskog prozora Bjelasice, učestvuju magmatske i sedimentne stijene trijasa. Najveći dio u njegovoj građi imaju magmatske stijene i tvorevine vulkanogeno-sedimentne formacije. Slojevitost je najbolje izražena u ladinskim krečnjacima, koji su mjestimično intenzivno ubrani.

Durmitorska tektonska jedinica, sa permskim sedimentima navučena je preko trijaskog kompleksa Bjelasice.

3.4. Inženjersko-geološke karakteristike

Stijene koje učestvuju u građi terena slivnog područja Biogradskog jezera i gornjeg toka Jezerštica mogu se, sa inženjersko-geološkog aspekta, podijeliti u tri grupe:

- Nevezane stijene;
- Nevezane i poluvezane stijene; i
- Vezane stijene.

U nevezane stijene mogu se uvrstiti aluvijalni i glacijalni sedimenti zastupljeni u basenu Biogradskog jezera i njegovoj neposrednoj okolini. Aluvijalni sediment su uglavnom predstavljeni zaglinjenim pjeskovito-šljunkovitim naslagama i većim poluzaobljenim valucima, dok su glacijalni sedimenti uglavnom sastavljeni od pijeska, drobine, gline i blokova stijena različitog sastava.

Procijenjena fizičko-mehanička svojstva pomenutih nevezanih sedimenata su:

- zapreminska težina $\gamma = 18 - 20 \text{ kN/m}^3$
- specifična težina $\gamma_s = 26 - 27 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 30 - 32^\circ$
- koeficijent filtracije $K_f = 1,0 \times 10^0 - 1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$
- brzina prostiranja uzdužnih talasa $V_p = 300 - 500 \text{ m/s}$
- brzina prostiranja poprečnih talasa $V_s = 150 - 200 \text{ m/s}$
- prema GN-200 pripadaju I i II kategoriji

U nevezane i poluvezane stijene mogu se uvrstiti glinovite drobine deluvijalnog porijekla i prašinasto-glinoviti jezerski sedimenti. Procijenjene vrijednosti parametara fizičko-mehaničkih svojstava deluvijalnih sedimenata su:

- zapreminska težina $\gamma = 19 - 21 \text{ kN/m}^3$
- kohezija $c = 10 - 50 \text{ kN/m}^2$
- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 20 - 32^\circ$

U grupu vezanih dobro okamenjenih stijena mogu se uvrstiti krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti, krečnjaci sa rožnacima, kao i vulkanske stijene keratofiri i kvarckeratofiri. Procijenjene vrijednosti parametara fizičko-mehaničkih svojstava za ispucale slojevite krečnjake su u sljedećim granicama:

- zapreminska težina $\gamma = 24 - 25 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 35 - 38^\circ$
- kohezija $c = 0,20 - 0,30 \text{ Mpa}$
- modul deformacije $D = 1500 - 2000 \text{ Mpa}$
- modul elastičnosti $E_{\text{dyn}} = 3000 - 4000 \text{ Mpa}$
- Poasonov koeficijent $\eta = 0,26$
- prema GN-200 pripadaju V i VI kategoriji iskopa

Procijenjene vrijednosti parametara fizičko-mehaničkih svojstava za vulkanske stijene keratofire i kvarckeratofire su:

- zapreminska težina $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 35^\circ$
- kohezija $c = 0,30 \text{ Mpa}$
- jedonaksijalna čvrstoća na pritisak $\sigma = 90 \text{ MPa}$

U vezane slabo do dobro okamenjene stijene može se uvrstiti vulkanogeno-sedimentna formacija srednjotrijaske starosti (T_2^2).

Procijenjene vrijednosti parametara za vulkanogeno-sedimentnu formaciju su:

- zapreminska težina $\gamma = 20 - 23 \text{ kN/m}^3$
- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 25-28^\circ$
- kohezija $c = 0,10 - 0,15 \text{ Mpa}$
- modul deformacija $D = 500 - 1500 \text{ Mpa}$
- modul elastičnosti $E = 1000 - 3000 \text{ Mpa}$
- jednoaksijalna čvrstoća na pritisak $\sigma = 4 - 30 \text{ MPa}$

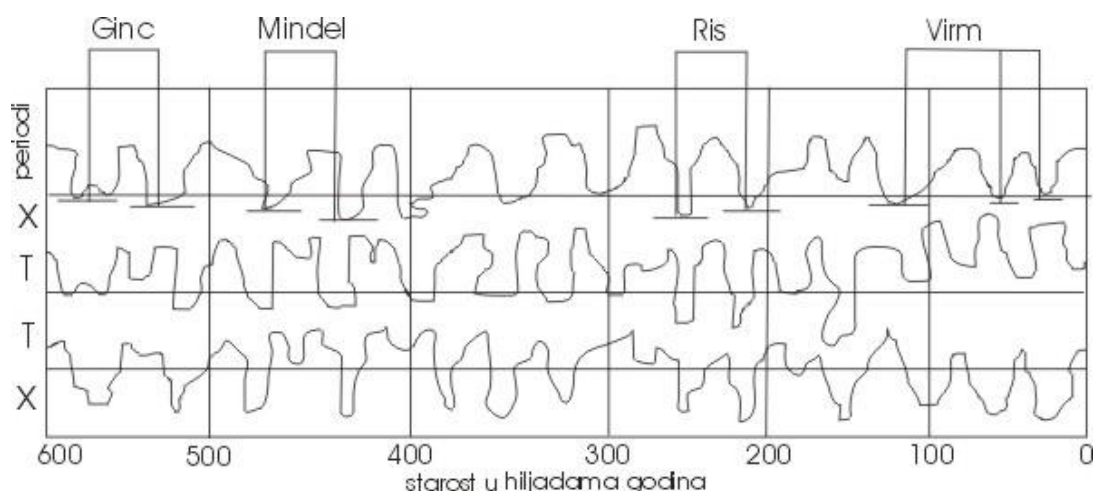
3.5. Geomorfološke karakteristike

Geomorfološke karakteristike terena sliva područja Biogradske rijeke i Jezerštice, direktno su uslovljene litološkim sastavom terena i veoma složenim klimatskim uslovima, koju su na ovom području vladali u prošlosti. Visinske razlike unutar posmatranog područja iznose preko 1200 mnm i ukazuju na veliku vertikalnu raščlanjenost reljefa.

Najviše djelove terena čine vrhovi grebena koji se izdižu preko 2 000 mnm (Troglava, Zekova Glava, Crna Lokva), dok je dio doline, Biogradske rijeke na oko 1 000 mnm, rijeke Tare na sastavu sa Jezeršticom na oko 850 mnm. Duboko usječene doline i visoki grebeni čine bitnu geomorfološku odliku istraženog terena.

Dominanti procesi koji su učestvovali u oblikovanju terena i stvaranje reljefa današnjeg izgleda su: glacijalni, fluvijalni, deluvijalni, kolvijalni i proluvijalni proces, dok se u pojedinim djelovima koji su izgrađeni od karbonatnih stijena, javlja se blaga do umjerena karstifikacija.

Geneza nastanka Biogradskog jezera dominantno je vezana je za glacijalnu eroziju. U skladu sa Milankovićevim kanonom osunčanja, i rezultatima istraživanja ostataka glacijalnih procesa na terenu, na prostoru Crne Gore, uključujući i prostor Bjelasice, u poslednjih 600 000 godina, desile su se četiri velike glacijacije. Između njih, periodično su se javljale i manja zahlađenja koja se smatraju manjim ledenim dobima.



Slika 16. Raspored ledenih doba po M. Milankoviću

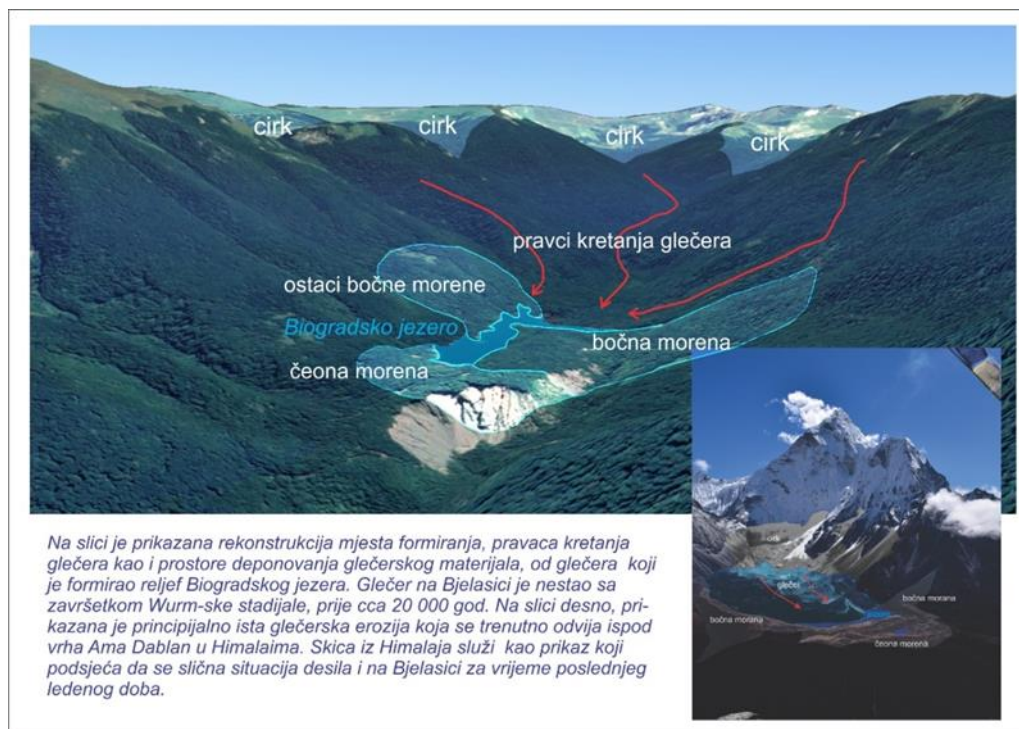
Svako od velikih zahlađenja na Sjevernoj hemisferi, ostavilo je svoj uticaj na formiranje reljefa Biogradske gore i Biogradskog jezera. Za postanak jezerskog basena, od najvećeg je značaja intenzivna glacijacija najviših djelova Bjelasice. Uslovi reljefa za vrijeme ledenih doba, u prepleistocenskom i pleistocenskom periodu, nijesu omogućili stvaranje jedinstvenog lednika na Bjelasici, već su se oni formirali u izvorišnim djelovima prepleistocenskih riječnih tokova i uvala.

Zapadne strane Zekove i Crne glave, bile su centri glacijacije. Centar Biogradskog lednika bile su sjeverne padine Zekove glave, Troglave i izvorišna čelenka Biogradske rijeke. Odatle se glečer kratao ka dolinskom dnu, pretvorivši preglacijalnu riječnu dolinu u valov, prešavši pri tome put od oko 8 km.

Biogradski glečer primao je manje lednike sa strana. Oni su se formirali u najvišim djelovima dolinskih strana, u manjim i većim udubljenjima – cirkovima (slika 17).

Potvrda postojanja intenzivne i dugotrajne glacijalne erozije ogleda su u postojanju duboko usječenog korita Biogradske rijeke i akumuliranog morenskog materijala, u vidu čeone i bočnih morena, oko Biogradskog jezera. Glečer se spuštao do visine oko ko cca 1000 m gdje je i nataložio morenski materijal. Morenski materijal je pregradio glečersku dolinu i stvorio uslove za zadržavanje lednika i njegovo topljenje,

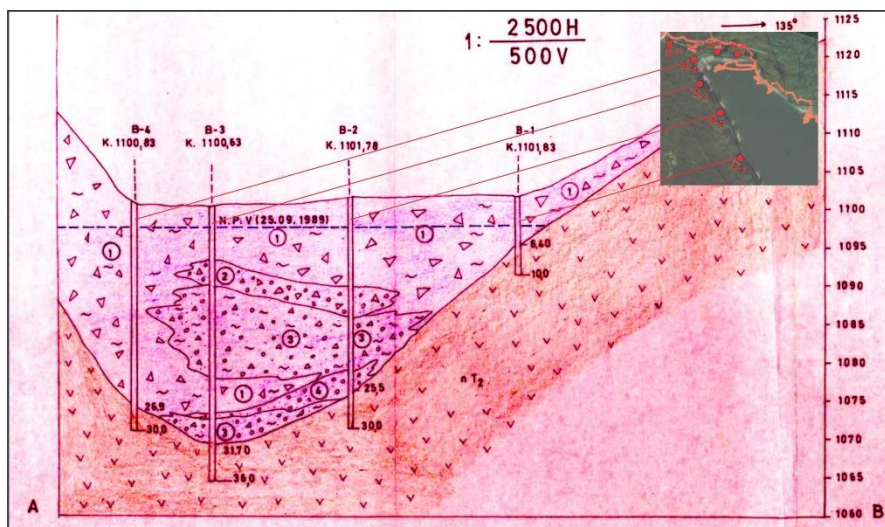
stvarajući tako Biogradsko jezero, onakvo kakvim ga danas poznajemo. 4



Slika 17. Rekonstrukcija kretanja glečera
(Izvor: Dubljević V., 2021)

Na osnovu izvedenih detaljnih geoloških istraživanja, od strane Geološkog zavoda, utvrđeno je da je debljina morenskog materijala uz jugozapadnu obalu jezera 30 m. i da je na tom mjestu **utvrđeno prisustvo žlijeba u paleoreljefu, koji je zasut debelim morenskim materijalom veoma heterogenog sastava i čiji je žlijeb daleko ispod dna jezera, što omogućava cirkulaciju jezerskih voda kroz morenski materijal izvan basena.** Geološki profil preko bušotina dat je na slici 18.

Morenski materijal je na tom mjestu akumuliran je u vidu bedema. Fluvijalna erozija rijeke Jezerštice prosjekla je ovaj moćni morenski bedem, koji se iznad površine jezera uzdiže i do 30 m, i u njega usjekla svoje korito.



Slika 18. Geološki profili bušotina na jugozapadnoj strani jezera

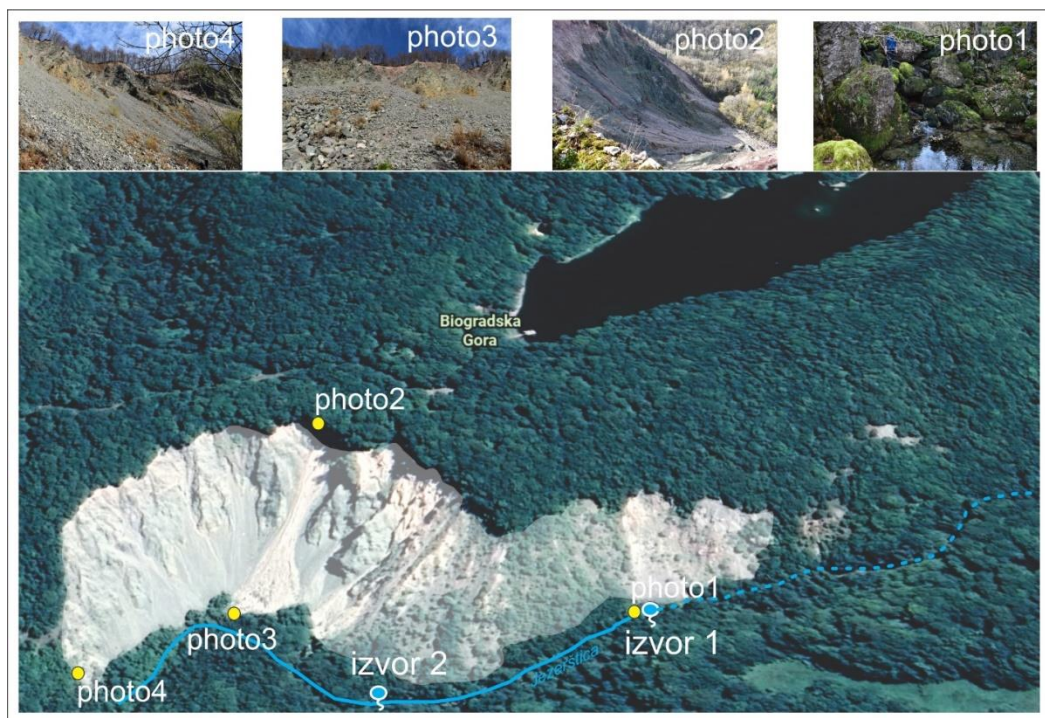
Litostratigrafski i petrološki opis morenskog materijala, dat je u poglavlju 3.3. Geološke karakteristike.

Pored glacijanog procesa i fluvijalna erozija je imala veliki uticaj na formiranje reljefa. Najvidljiviji tragovi fluvijalnog procesa su duboke riječne doline stalnih i povremenih vodotokova. Litološki sastav je takav da je uslovio razviće razgranate i guste hidrografske mreže, a odlaganjem produkata riječne erozije, nastali su aluvijalni nanosi uz riječne tokove Biogradske rijeke, Lalevog potoka, Jezerštica i Tare, kao glavnog drenažnog toka, koji služi kao erozioni bazis za sve podzemne vode Bjelasice.

U koritu rijeke Jezerštica nalazi se ogroman erozioni ožiljak, školjkastog oblika, visine preko 120 m, i širine oko 650 m., (slika 19). Nastanak ovog erozionog ožiljka, posledica je intenzivnih geomorfoloških procesa. Međutim njegova geneza nije vezana niti za jedan izdvojen, poseban, geomorfološki proces. U stvaranju velikog erozionog ožiljka učestvovalo je i permanentno se smjenjuju, više geomorfoloških procesa odnosno tipova erozije, i to:

- Fluvijalna erozija,
- Deluvijalna erozija,
- Proluvijalna erozija, i
- Koluvijalna erozija

Definitivno je da je inicijalni proces, koji je narušio prirodne uslove i stabilnost padine svakako bio i fluvijalni proces, izazvan vodama rijeke Jezerštica.



Slika 19. Erozioni ožiljak na desnoj obali Jezerštica kao posledica fluvijalne, deluvijalne, proluvijalne i koluvijalne erozije.
(Izvor: Dubljević V., 2021)

Vode rijeke Jezerštica, koje u svom maksimumu mogu da budu preko 20 m³/s, odlikuju se ogromnom energijom sposobnom da sa sobom nosi blokove veličine više metara. Na desnoj obali Jezerštica, na mjestu gdje rijeka naglo mijenja pravac svog toka, došlo je do podlokavanja podinskih stijena i narušavanja stabilnosti padine i promjene primarnog prirodnog naponskog stanja. (U njegovom podinskom dijelu, na osnovu dostupnih podataka trebalo bi da budu magmatske stijene ladinika T_2^2 . Međutim, zbog nepristupačnosti terena, ovaj podatak nije potvrđen prilikom terenskih ispitivanja. Ovu dilemu pojačava i činjenica da je lijeva strana Jezerštica, na osnovu dostupnih geoloških karata 1:5000, izgrađena od trijaskih krečnjaka.)

Narušena stabilnost padine, dovela je do početka koluvijalnog procesa, odnosno odronjavanja padine kao posledice uticaja sile gravitacije. Progressivni i zajednički uticaj fluvijalne i

koluvijalne erozije, stvorio je inicijalni ožiljak na desnoj kanjonskoj strani, uklonio vegetacioni pokrivač i tako otvorenu padinu, bez zaštite, izložio uticaju deluvijalne erozije. Pod dejstvom atmosferilija, posebno topljenja i mržnjenja tokom zimskih i proljećnih mjeseci, te intenzivnog zagrijavanja tokom ljetnjih mjeseci, došlo je do intenzivnog raspadanja površinskih stijena i transportovanja erodovanog materijala u samo korito rijeke Jezerštice, koja ga je dalje nosila ka svom erozionom bazu, rijeci Tari. Širenje erozionog ožiljka nastavljalo se kroz vrijeme.

Singenetskim uticajem fluvijalne, koluvijalne erozije, otvorenost padine je vremenom postajala sve veća i veća, tako da je kumulativna deluvijalna i koluvijalna erozija, podstakunuta fluvijalnim procesom, došla do dijela padine, koja je izgrađena od morenskog materijala. Povlatni sloj erozionog ožiljka, uglavnom čini nevezani morenski materijal, različitog granulometrijskog sastava i različitog litostratigrafskog i petrološkog porijekla.

Morenski materijal, nevezan ili slabo vezan i heterogen, predstavljao je idealne uslove za pojavu proluvijalnih procesa, koji se ogledaju u formiranju linijskih tokova u padini. U tim reljefnim formama se skuplja veća količina vode a samim tim dolazi i do povećanje njene kinetičke energije, što ima za posledicu produbljivanja tih udubljenja. Linijski tokovi, kao posledica proluvijalne erozije vidljivi su na slici 19.

3.6. Pedološki uslovi i vegetacioni pokrivač

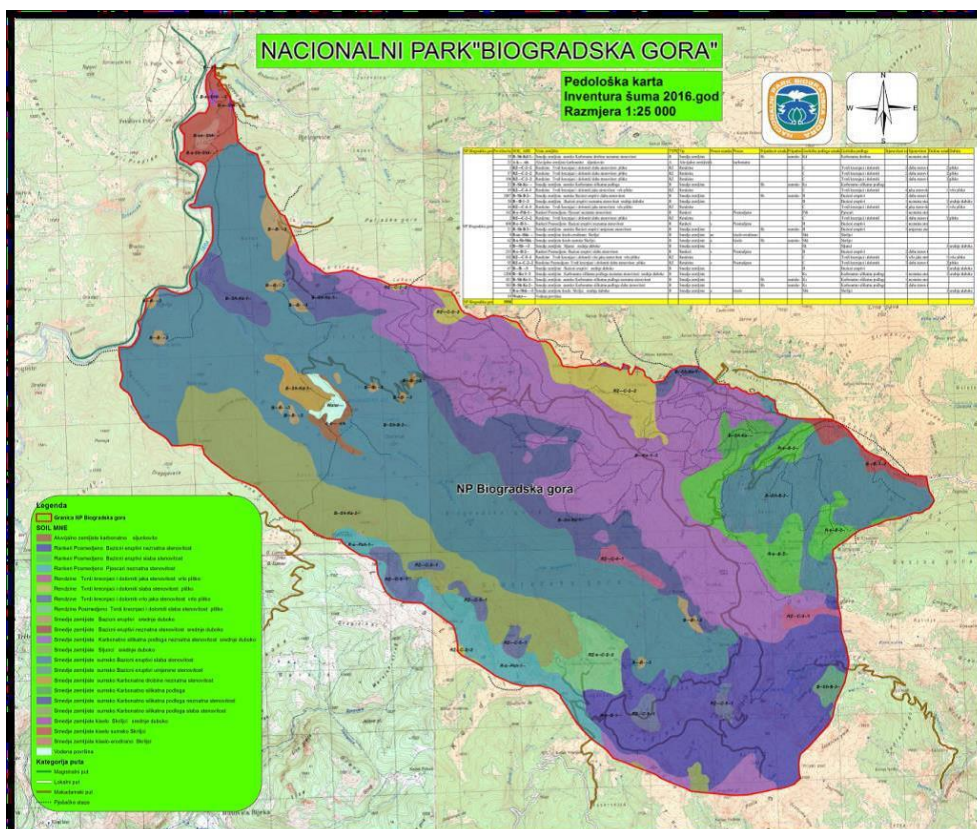
Prema Fuštiću i Đuretiću (2000) na širem području Biogradske gore preovlađuju:

- Smeđe zemljište na bazičnim eruptivima – šumsko (Brown forest soil on basic igneous rocks), neposredno uz obale Biogradske rijeke – od Biogradskog jezera pa uzvodno skoro do same Zekove Glave (2116 mnm);
- Smeđe zemljište na karbonatno silikatnoj podlozi – šumsko (Brown forest soil on calcereous-silicate material), na lamelama 1400-1600 m n.v. – potez od Katuna Goleš do Katuna Rupe na lijevoj obali i od Bendovca do Katuna Riva na desnoj obali;
- Smeđe zemljište na karbonatno silikatnoj podlozi (Brown soil on calcereous-silicate material), na desnoj obali Biogradske rijeke, obroncima Bjelasice iznad šumskog pojasa prethodno pomenute kartirane jedinice do razvođa sa Beranskom kotlinom – slivom Bistrice;
- Aluvijum karbonatni šljunkoviti (Alluvial calcareous gravely soil), na samom ušću Biogradske rijeke u Biogradsko jezero.

Na širem području Biogradske gore mozaično susrećemo na malim i neznatnim površinama, na višim kotama terena iznad 1800 do 2000 m nadmorske visine i:

- Rendzinu na jedrim krečnjacima (buavicu) vrlo plitku (Rendzine on hard limestone (Buavitza) very shallow);
- Rendzinu na jedrim krečnjacima (buavicu) plitku (Rendzine on hard limestone (Buavitza) shallow) od Jarčevih strana razvođem do Šiške planine;
- Rendzinu posmeđenu na jedrim krečnjacima (buavicu) plitku (Rendzine brownized on hard limestones (Buavitza) shallow) na području Kriještolske rupe.

Dominantan tip zemljišta na proučavanom području predstavlja smeđe kiselo zemljište - distrični kambisol na eruptivima.



Slika 20. Pedološka karta istraživanog prostora (Bazna studija o šumama u NP Biogradska gora, 2017)

Pojava pojedinih tipova zemljišta uslovljena je prvenstveno osobinama matičnog supstrata, klime i reljefa, a manje uticajem vegetacionog pokrivača (Fušić 1991). Zemljište na eruptivnim stijenama formirano je na terenu sa jako izraženom i dinamičnom konfiguracijom. Rijetko kada se ono nalazi na mirnijim oblicima reljefa, a pogotovu je malo zaravni. Stoga je ovo zemljište na raznim položajima dosta neujednačeno u morfološkom pogledu. Uopšte uzevši, ono je plitko, pošto se, uglavnom, nalazi na grebenima i strmim padinama.

Sa ovih reljefskih oblika dolazi do spiranja i odnošenja zemljišta, pa ono postaje plitko. Kad se reljefu pridruži otpornost kompaktnih eruptiva i njihovo slabije raspadanje, koje je, po pravilu, izraženije na ovakvim elementima reljefa,

jasno je što se zemljište dugo održava u početnom stadijumu razvoja. Nekada se uočavaju eruptivne stijene i po površini zemljišta na ovakvom reljefu. Tada je u zemljištu povećan sadržaj krupnijih odlomaka stijena, pa je ovo većinom skeletoidno.

Kako se vidi reljef i podloga su značajni činioci od kojih zavisi dubina zemljišta, pa i debljina pojedinih horizonata. Izvjestan uticaj ima i vegetacija. Vegetacija je dobrog sklopa jer imamo brdsko-planinsko područje sa nešto vlažnijom klimom.

Radi dobijanja preciznijih podataka o zemljištima, otvoreno je 19 pedoloških profila i obrađeno 39 uzoraka zemljišta (Čurović M. 2011). Na osnovu analiza urađenih u laboratoriji Centra za proučavanje zemljišta, Biotehničkog fakulteta u Podgorici, dobijeni su podaci fizičkih i hemijskih karakteristika zemljišta.

Zemljište na eruptivima najčešće karakteriše A-(B)-C građa profila, mada se i kod njega mogu pojaviti prelazni A(B) i (B)C horizonti. U šumi se redovno pojavljuje i organski (O) horizont. Ono što se zapaža u morfološkom pogledu je nešto slabije izražena diferencijacija na horizonte A i B, kako bojom, tako i mehaničkim sastavom, pa i drugim osobinama i svojstvima. Boja zemljišta je najčešće tamno smeđa, ali u nekim profilima viših područja može biti mrka u A, a tamno smeđa u (B) horizontu. Pojava ovakve boje je posledica hidrotermičkih uslova u kojima zemljište nastaje. Naime, veća nadmorska visina, praćena relativnom suvošću tokom ljeta, a niskim temperaturama i humidnošću u ostalom dijelu godine, onemogućavaju dobru mineralizaciju humusa, pa se on nagomilava u zemljištu dajući mu tamniju ili mrku nijansu u A, odnosno tamno smeđu u (B) horizontu.

Zemljište na eruptivima većinom je lakog i pjeskovitog sastava, a uz to je i skeletoidno. Frakciju skeleta čine sitniji ili krupniji odlomci ili komadi stijena različitih oblika i grus nastao pri raspadanju. Odlomci i komadi stijena imaju često oštrobridne ivice, dosta su tvrdi i otporni prema raspadanju, stoga se dugo održavaju kao skelet u zemljištu.

Šumski ekosistemi Biogradske gore bez sumnje spadaju među najznačajnije šumske objekte, zbog izuzetne raznolikosti i visokog stepena očuvanosti. Prašume Evrope, zbog većinom potpune izmijenjenosti primarnih šumskih ekosistema, dobijaju sve veći značaj i kao najsigurniji pokazatelj proizvodnog potencijala pojedinih vrsta drveća (dostižne dimenzije i zapremine), ali i najznačajniji dio genetskog nasleđa planete (Tomanić, L. 1991). Ovi ekosistemi su usled izostanka uticaja ljudskog faktora, stručno i naučno posebno interesantni i zahvalni istraživački objekti, jer da bi se gazdovanje sprovodilo na dovoljno visokom biodiverzitetnom nivou u okviru šumskih ekosistema potrebno je upoznati se sa razvojnim procesom u netaknutim šumama (Medarevic et al. 2004).

Na bogatsvo biodiverziteta ukazuje i ukupan broj determinisanih drvenastih vrsta na području NP „Biogradska gora“ koji iznosi 86, uz najveću participaciju bukve i jele (Stešević et al 2004). Ekosisteme rezervata NP „Biogradska gora“ dominantno karakterišu strukturno raznodobne šume prašumskog karaktera. Osim bukve, jele i smrče, koje predstavljaju osnovne edifikatore polidominantnih zajednica, često se sreću i vrlo vrijedna stabla plemenitih lišćara (gorskog i planinskog javora, bijelog jasena i planinskog brijesta). Takođe, i vrijednosti osnovnih proizvodnih pokazatelja su izuzetno visoke u ovim zajednicama. Sve ovo ukazuje na izuzetnu ekološku (biodiverzitet) i ekonomsku vrijednost šuma NP „Biogradska gora“.

Na osnovu intenzivnih višegodišnjih studija fitocenoza, odnosno ekosistema planine Bjelasice (Blečić, V. 1960; Blečić, V., Lakušić, R. 1970 i dr.) stvoreni su preduslovi za izgradnju modela ekosistema ove izuzetno složene planine, čiju gornju granicu šume izgrađuju šest različitih pojasnih ekosistema, što je neuporedivo više nego na bilo kojoj planini Balkanskog poluostrva, odnosno Evrope (Lakušić, R. et al 1991).

Na širem području NP „Biogradska gora“ ustanovljeno je 26 biljnih zajednica:

- tipična brdska bukova šuma *Fagetum montanum typicum*;
- brdska bukova šuma sa cešljicom *Fagetum montanum seslerietosum*;
- bukovo- jelova šuma *Fageto - Abietetosum*;
- subalpska jelova šuma *Abietum subalpinum*;
- šuma crnograbica sa cešljicom *Seslerio - Ostryetum*;
- šuma javora i jasena *Acer fraxinetum*;
- šuma hrasta i graba *Quercus - Carpinetum montenegrinum*;
- šuma crne jove sa kiselicom *Oxali - Alnetum*;
- smrčeva šuma sa busikom *Deschampsia - Piceetum excelsae*;
- tipična subalpska bukova šuma *Fagetum subalpinum typicum*;
- subalpska bukova šuma sa mislinicom *Fagetum subalpinum lusulosum*;
- subalpska bukova šuma sa javorom *Fagetum subalpinum acerosum*;
- subalpska smrčeva šuma *Picetum subalpinum*;
- šuma krupnolisne planinske vrbe *Salicetum grandifoliae*;
- vrbova šuma *Salicetum*;
- zajednica tipca *Nardetum montenegrinum*;
- zajednica udovicice i kreslice Knautio - *Cynosuretum cristati*;
- zajednica vijuka *Festucetum variae montenegrinum*;
- zajednica planinske ruže i klecice Roso - *Juniperetum nanae*;
- zajednica velike cešljice *Seslerietum giganteae*;
- zajednica zvoncice i devaternika *Edraianthemetum montenegrinum*;
- zajednica Vilarsijeve paprati *Dryopyridetum Villarsii*;
- zajednica uskoliste cešljice *Seslerietum tenuifoliaemontenegrinum*;
- zajednica planinskog ljutica *Ranunculetum crenati*;
- zajednica zanovijeti i vijuka *Genisto - Festucetum*;
- zajednica bora krivulja *Pinetum mughi montenegrinum*.

Ukupan broj determinisanih drvenastih vrsta iznosi 86 i preko 220 biljaka koje nastanjuju šumske zajednice ovog parka.

Veliki broj endemičnih oblika u visokoplaninskoj flori Bjelasice može se objasniti vezom Bjelasice sa Prokletijama i drugim planinama jugoistočnih Dinarida. S druge strane, snažan uticaj mediteranske klime na Bjelasicu, koji sa jugozapada dolazi dolinom Morače, omogućio je da i visokoplaninski regioni Bjelasice budu značajan refugijalni prostor drevnoj oromediteranskoj flori.

Analizom i upoređenjem visokoplaninske endemične flore Kopaonika u Srbiji i planine Bjelasice Lakušić, D. i sar.(1991) navode prisustvo 67 zajedničkih endemičnih vrsta i čak 86 specifičnih endemičnih taksona planine Bjelasice.

Ekosisteme rezervata NP „Biogradska gora“ dominantno karakterišu strukturno raznodobne šume prašumskog karaktera. Osim bukve, jele i smrče, koje predstavljaju osnovne edifikatore ranijih polidominantnih zajednica, često se sreću i vrlo vrijedna stabla plemenitih lišćara (gorskog i planinskog javora, bijelog jasena i planinskog brijesta).

Visokim šumama na širem području Biogradske gore po Vučkoviću (1989) pripadaju:

- mješovite šume kitnjaka i bijelog graba (*Quercus-Carpinetum montenegrinum*);
- mješovite šume jele i bukve (*Abieti -Fagetum moesiaca*);
- brdska bukova šuma (*Fagetum montanum*);
- djelovi montane smrčeve šume sa bekicom (*Luzulo-Piceetum abietis*);
- smrčeva šuma sa rebračom (*Blechno-Piceetum abietis*);
- donji pojas subalpske bukove šume sa javorom (*Aceri-Fagetum subalpinum*);
- zajednica gorskog javora i bijelog jasena (*Aceri-Fraxinetum montenegrinum*).

Područje Biogradske gore, njegov genetski, ekosistemski diverzitet svrstava u jedan od centara biološke raznovrsnosti evropskog kontinenta. Veliki broj raznovrsnih, dinamičnih i složenih ekosistema, bogatstvo vrsta flore i faune različitog nastanka i starosti kao i značajan broj endemičnih i reliktnih

biljnih vrsta su rezultat biogeografskog položaja planine Bjelasice, složene geomorfološke, hidrološke, orografske strukture, različitih klimatskih uticaja, kao i svih istorijskih specifikuma od tercijera, preko ledenog doba, do današnjih dana.

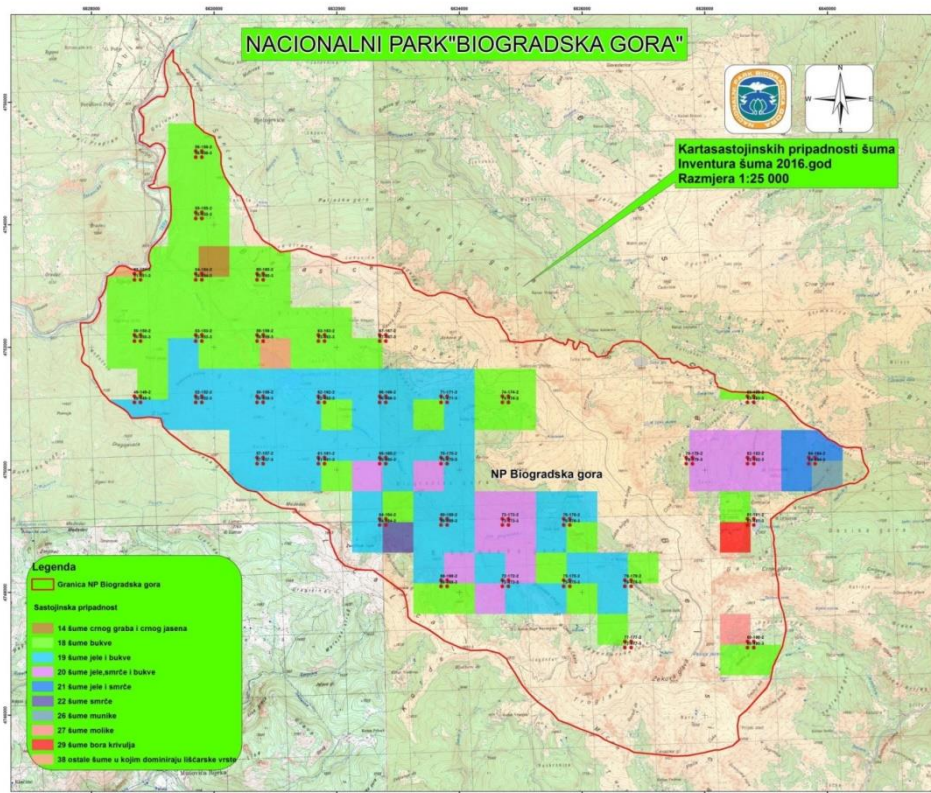
Osim već pomenutog broja definisanih fitocenoza (26) i preko 220 vrsta biljaka koje nastanjuju šumske zajednice, u okviru kojih se nalazi niz endemičnih, reliktnih i zaštićenih biljnih vrsta, treba pomenuti i floru vodenih sistema i do sada registrovanih 514 vrsta algoflore. Flora mahovina i lišajeva na ovom području je veoma malo proučavana. Registrovano je svega desetak vrsta.

Dosadašnja istraživanja makromiceta Parka nisu bila sistematična i intenzivna. Međutim, nesumnjivo je da je njihovo bogatstvo veliko, raznovrsno i specifično.

Prema podacima Prve inventure šuma NP Biogradska gora (2017) na području prašumskog rezervata su evidentirane sledeće vrste šumskih zajednica:

Šume bukve koje obuhvataju:

- zajednica bukve i planinskog javora (*Fageto-Aceretum visianii*),
- zajednica bukve i kosice (*Asyneumo-Fagetum moesiaceae*),
- zajednica bukve i češljike (*Seslerio-Fagetum moesiaceae*),
- zajednica bukve i maljenice koja povezuje bukove sa jelovim šumama (*Elimo-Fagetum moesiaceae*)



Slika 21. Šumske sastojine na osnovu Inventure šuma NP Biogradska gora

Šume bukve i jele koje obuhvataju:

- zajednica jele i bukve (*Abieto-Fagetum moesiaceae*)

Šume jele smrče i bukve koje obuhvataju:

- *Luzulo-Piceetum montanum*,
- *Blechno-Piceetum abietis*

Ostale šume gdje dominiraju lišćarske vrste drveća:

- zajednica javora i jasena (*Aceri-Fraxinetum montenegrinum*),
- zajednice plavnih šuma jove i vrbe (*Oxali-Alnetum incanae*).

Šume bora krivulja (*Pinetum mughi*).

Na samoj granici rezervata pored stabala jele i planinskog javora u prizemnom sloju je prisutna klečica (*Juniperus nana*).

4. HIDROGEOLOŠKE I HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE

Na osnovu hidrogeoloških svojstava i funkcija stijenskih masa, strukturnog tipa poroznosti i prostornog položaja hidrogeoloških pojava, na izučavanom slivnom području mogu se izdvojiti:

- ❖ Dobro vodopropusne stijene kavernožno-pukotinske poroznosti, predstavljene krečnjacima i dolomitima srednjotrijaske starosti (T^2_2 , T^1_2 , $3T^1_2$);
- ❖ Slabo vodopropusne do nepropusne stijene predstavljene keratofirima i kvarckeratofirima ($\eta, \eta q, T_2$) i vulkanogeno-sedimentnom formacijom srednjotrijaske starosti (T^2_2); i
- ❖ Kompleks slabo vodopropusnih do dobro vodopropusnih stijena intergranularne poroznosti, predstavljen glacijalnim, aluvijalnim i deluvijalnim sedimentima.

Najveće rasprostranjenje na slivnom području Biogradskog jezera i Jezerštice imaju slabo vodopropusne do nepropusne stijene preko kojih je formirana prilično gusta rječna mreža sastavljena od Biogradske rijeke, Lalevog potoka, rijeke Jezerštice i njihovih pritoka.

U okviru glacijalnih, aluvijalnih i deluvijalnih sedimenata intergranularne poroznosti zastupljen je zbijeni tip izdani heterogenih filtracionih karakterisika.

Najznačajnije hidrogeološke pojave na ovom području su ponori po dnu Biogradskog jezera i izvori duž toka Jezerštice o kojima će biti više riječi u poglavlju 5.

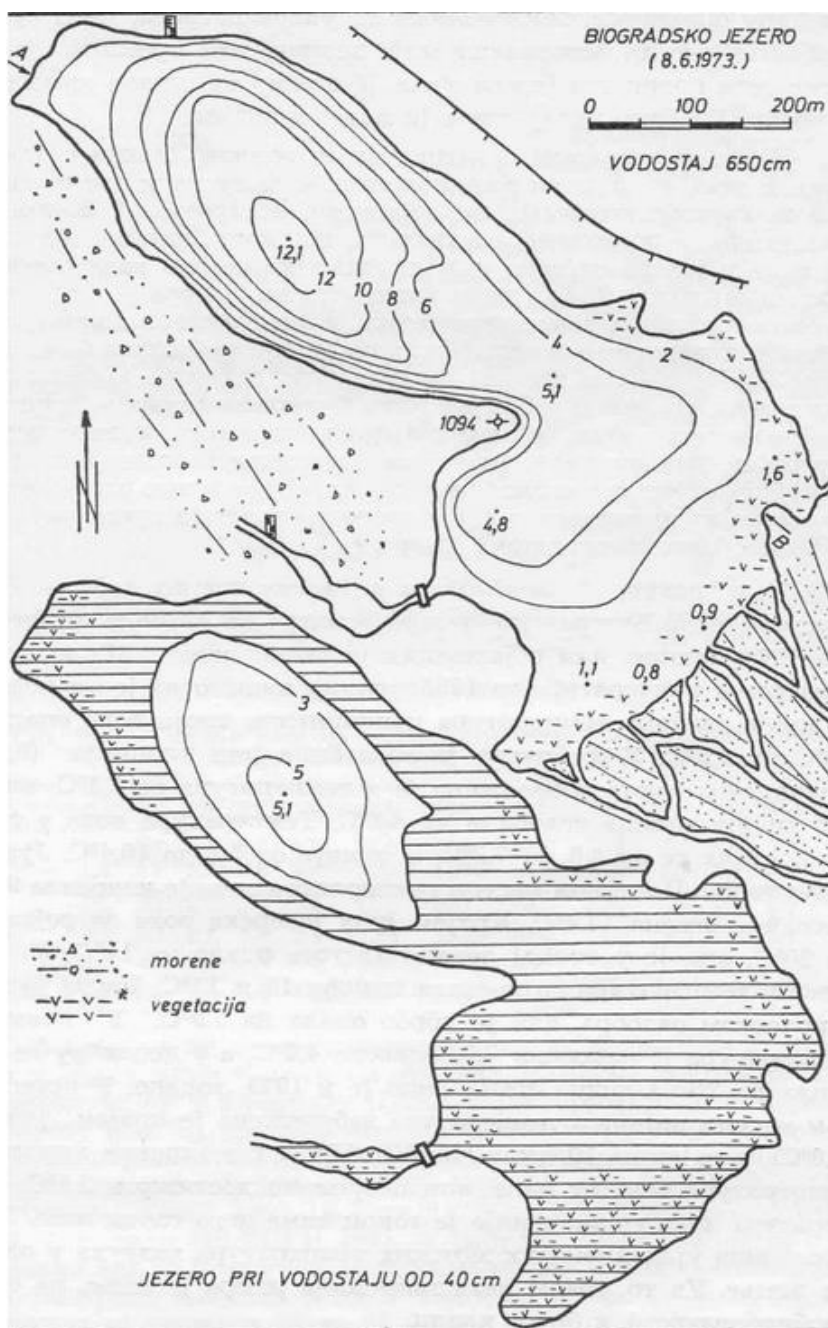
U visočijim djelovima sliva Biogradskog jezera, česti su manji izvori od kojih nastaju Biogradska rijeka, Lalev potok i drugi kraći vodotoci (povremeni).

4.1. Biogradsko jezero

Po svojim dimenzijama (tokom proljeća) Biogradsko jezero spada u veća planinska jezera u Crnoj Gori. Nastalo akumulacijom vode u terminalnom basenu najnižeg dijela lednika Biogradske rijeke. Biogradsko jezero ima složenu evoluciju i niz specifičnosti režima vodnog bilansa, i po svojoj funkciji pripada grupi protočnih jezera. Jezero u današnjoj formi, predstavlja geolimnološki rudiment ledničkog jezera, koje se nekada pružalo pravcem sjeverozapad-jugoistok.

Jezero je izduženo pravcem jugoistok-sjeverozapada i ima nepravilan oblik. Sastoji se iz proširenog jugoistočnog i izduženog sjeverozapadnog, koji jedan prema drugom leže pod pravim uglom. Dužina jezera, pri vodostaju od 650 cm je 875 m. Maksimalna širina je 410 m, a prosječna 261 m. Površina sliva jezera je 31,25 km². Od površine jezera površina sliva je veća 136,7 puta (po podacima iz 1975. godine). Od ukupne površine sliva, 18,55 km² je pod šumskom vegetacijom, a 12,70 km² pod livadama, pašnjacima i goletima. Koeficijent pošumljenosti sliva je 0,59. Obalska linija je sitno razučena i u zavisnosti od promjena vodostaja, podložna je oscilacijama. Kolebanja vodostaja su veoma česta pojava, koja je u direktnoj vezi sa doticajem (površinskim i podpovršinskim putem), isparavanjem sa vodene površine i gubljenjem vode poniranjem.

Sjeverni dio obale jezera, karakterišu strme i dobro pošumljene padine Brežjea i Jarčevih strana, koja su izgrađene od krečnjaka. Nagib padine je ispresijecan sa nekoliko povremenih tokova, koji se duboko uvlače u masiv Bjelasice. Istočni dio priobalnog pojasa je najniži i najnepristupačniji. Predstavljen je deltom Biogradske rijeke, koja se pred ušćem račva u više rukavaca (u ranu jesen). Istočni priobalni pojas na dužini od 400–500 m i širini od 100–200 m, predstavljen je nanosnom ravnicom izgrađenom od pijeska i šljunka različitog granulometrijskog sastava.



Slika 22. Batimetrija Biogradskog jezera
(Izvor: Stanković S., 1975)

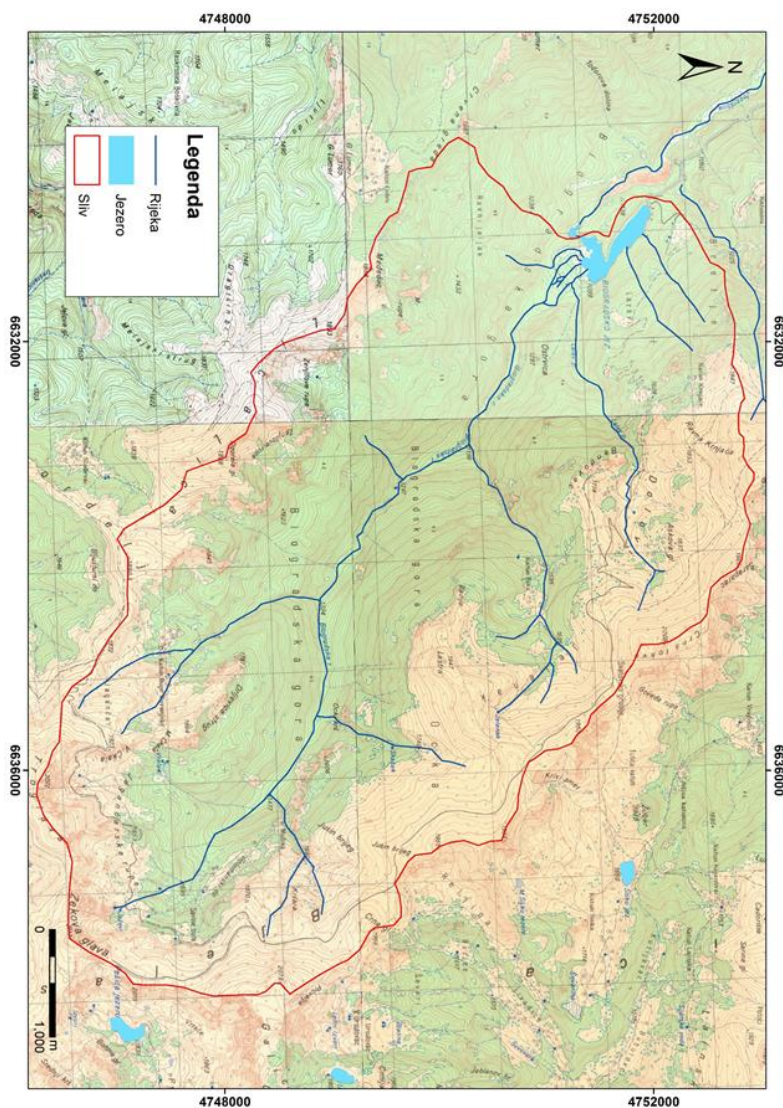
Vodeni rukavci, napuštena korita, bujna vegetacija i velika vlažnost tla čine ovaj dio priobalnog pojasa nepristupačnim. Neprohodnost je utoliko veća ukoliko se više približava jezeru. Ovaj dio terena plavljen je za vrijeme srednjih i visokih voda, te sama obalska linija nije stabilna.

Jugozapadna dio obale, podnožjem strmog odsjeka, je na više mjesta zasut morenskim materijalom. Horizontalna i vertikalna disekcija obale na ovom sektoru je najveća, jer je tu duboko usječena Jezerštica. U pravcu sjeverozapada, obala je manje razučena, a na nekim djelovima ima čak i pravolinijski pravac. Smješteno u terminalnom basenu, Biogradsko jezero se ne odlikuje samo neobičnim izgledom, već i složenom konfiguracijom dna. To se najbolje vidi iz rasporeda dubina, odnosno, položaja izobata, odnosa maksimalne prema prosečnoj dubini i dubina u sjeverozapadnom i jugoistočnom dijelu basena.

Prema podacima S. Stankovića (1975), pri vodostaju od 650 cm maksimalna dubina jezera je 12,1 m. Zona najvećih dubina nalazi se u izduženom sjeverozapadnom dijelu, bliže jugozapadnoj nego sjeveroistočnoj obali. Za razliku od izobate od 10 m, koja ima nešto veću površinu, izobata od 12 m zahvata samo neznatan dio jezera. Dubine se najbrže povećavaju od jugozapadne i sjeveroistočne obale ka centralnom dijelu basena. Već na 5 do 10 m od obale dubina dostiže 6 do 7 m. Ovakav raspored dubina ukazuje na velike nagibe strana basena, a oni odgovaraju nagibima padina Jarčeve strane i Crvene grede. Jugoistočni dio jezera je dosta plitak. Na nekim mjestima 100-150 m dalje od obale dubine ne prelaze 2 m. Krećući se od zapada prema istoku, dubine u ovom dijelu jezera se postupno smanjuju, a povećava se količina nanosnog materijala, koji je transportovala Biogradska rijeka. Ugao nagiba strana basena, naspram delte Biogradske rijeke iznosi 5°. Zbog malih dubina i nagiba dno je pod hidrofilnom vegetacijom, a i neke drvenaste biljke (vrba) duboko zalaze u jezero. Maksimalna dubina istočnog dijela jezera je 4,8 m. Prosječna dubina Biogradskog jezera kao cjeline je 4,5 m. Zbog velikih amplituda vodostaja morfometrijski pokazatelji su promjenljivi. U toku suvih ljetnjih meseci, kada nivo jezera u odnosu na prolećne vodostaja opadne za 4 do 6 m, jezerska voda ispunjava samo najdublji deo basena u sjeverozapadnom dijelu. Dubina jezera smanji se na 5 do 6 m, dužina na 400 m, a širina na 200 m. Pri tako niskim vodostajima jugoistočni dio jezera i široki priobalni pojas ostalih djelova jezera postaju

zamočvareno zemljište i kopno. Površina jezera se smanji na 58.000 m², a zapremina na 210.000 m³ (Stanković S, 1975).

Velike amplitude kolebanja vodostaja, poseban su problem turističke valorizacije jezera, tim prije što se niski vodostaji javljaju i poklapaju sa periodom najintenzivnijih turističkih kretanja (jul, avgust, septembar). Velike amplitude kolebanja vodostaja, se negativno odražavaju i na živi svijet jezera. Biogradsko jezero gubi vodu otokom (Jezerštica), poniranjem i isparavanjem.



Slika 23. Slivno područje Biogradskog jezera

3.2. Biogradska rijeka

Biogradska rijeka je glavna pritoka jezera. Ona je dugačka 7.960 m. Nastaje spajanjem više izvorišnih krakova, na padinama Zekove glave i Turjaka. Izvor duže sastavnice se nalazi na 1.860 m nadmorske visine. Kako je ušće Biogradske rijeke na 1.094 m, to je ukupan pad 766 m, a prosečan 96,2‰. Biogradska rijeka zahvata površinu sliva od 25,97 km².

Zbog svojih morfometrijskih karakteristika, je dosta brza i bujična, i nikada ne presušuje. Iz podataka kratkotrajnih, periodičnih mjerenja i osmatranja, koje je radio HMZCG (www.meteo.co.me) u periodu od 1957 – 1989, vidimo da su izražena dva maksimuma i minimuma vodnog režima. Prvi maksimum javlja se u maju. Uslovljen je proljećnim kišama i otapanjem snijega uslovljenim porastom temperature vazduha. Sekundarni maksimum je obično krajem novembra, a posledica je izlučivanja jesenjih kiša. Prvi minimum vodostaja se javlja u oktobru mjesecu (s tim što je taj period zadnjih godina pomjeren i do sredine novembra), kao posledica ljetnjeg perioda, kojeg karakteriše deficit padavina, visoke temperature i povećano isparavanje. Drugi minimum se javlja obično tokom mjeseca januara, i uslovljen je izlučivanjem snijega, kojeg prate dosta niske temperature, pa ne dolazi do otapanja i prihranjivanja vodotoka.

Na slici 24 (grafik) je dat prikaz mjerenja koja su vršena u period od 1957 – 1989, tokom septembra i oktobra mjeseca, radi orjentacionog uvida i poređenjima sa trenutnim stanjem

Kao što je već navedeno, kontinuirana mjerenja i osmatranja na Biogradskoj rijeci, kao ni na ostalim hidrološkim objektima u slivu Biogradskog jezera se ne vrše, pa se stoga ne može pouzadno ni odrediti vodni bilans. Sudeći po veličini sliva (topografskog), te količini padavina, može se predpostaviti da

pri maksimalnim proticajima, prema jezeru se sliva cc 3-5 m³/s vode, dok u minimuma količina padne do cc 100 l/s.



Slika 24. Vrijednosti proticaja na Biogradskoj rijeci – istorijski podaci (ZHMS)

Tabela 3. Karakteristične vrijednosti

<i>Biogradska rijeka</i>			<i>Mjerni profili</i>				
			HM 1	HM 2	HM 3	HM 4	
Datum			07.11	13.11.	13.11	13.11	13.11
Površina profila	F	m ²	0,20	0,09	0,15	0,47	
Širina profila	B	m	1,8	0,9	1,4	3,7	
Srednja dubina	T _m	m	0,11	0,10	0,11	0,13	
Maksimalna dubina	T _{max}	m	0,16	0,15	0,14	0,20	
Srednja brzina	V _{sr}	m/s	0,593	0,359	0,544	0,229	
Srednja pov. brz.	V _o	m/s	0,701	0,436	0,640	0,294	
Maksimalna brzina	V _{max}	m/s	0,783	0,587	0,790	0,535	
Proticaj	Q	m³/s	0,167	0,119	0,033	0,081	0,107
Količina vodene pov.	Q _o	m ³ /s	0,141	0,039	0,096	0,137	
Okvašeni obim	P	m	1,85	0,98	1,46	3,73	
Hidraulički radijus	R	m	0,109	0,092	0,102	0,125	

Radi sagledavanja uzroka i posledica smanjenja akvatorije Biogradske jezera, te dovođenja u vezu određenih pojava i procesa u samom slivu, tokom oktobra i novembra mjeseca 2021. godine, je izvršena su određena hidrometrijska mjerenja na Biogradske rijeci. Karakteristične vrijednosti su date u tabeli 3. Prikaz mjernih profila (GoogleEarth) je dat na slici 25.



Slika 25. Lokacije mjernih profila

Mjerenja su vršena mini-hidrometrijskim krilom (AOTT), i prilikom njih je korišćena metoda "površina-brzina", standarda ISO 748. Ova mjerenja su dala trenutni uvid u režim prihranjivanja Biogradske jezera, u hidrološkom minimumu.



Slika 26. Hidrometrijski profili na Biogradskoj rijeci
(Foto: Culafic G., 2021)

4.3. Lalev potok

Lalev potok ili Bendovac (neki ga autori tako nazivaju) je druga značajnija pritoka Biogradskog jezera. Nastaje od izvora ispod Ravne Krnjače (1853 m.a.s.l) i Askove glave (1837 m.a.s.l) i u jezero se uliva sa njegove sjeveroistočne strane. Dužina ovog toka je cc 2.500 m, ukupan pad 606 m, a prosječan 242,2‰. Zbog svog dosta izraženog pada, predstavlja pravi bujični vodotok, ali zahvaljući maloj površini sliva, koji je u većem dijelu pod bujnom vegetacijom, erozioni procesi nijesu razvijeni. Procijenje količine vode u minimumu se kreću od 5-10 l/s (dio koji je vidljiv golim okom i koji teče površinskim putem).

Pored vode Biogradske rijeke i lalevog potoka, Biogradskom jezeru pritiče voda još nekoliko slabih povremenih tokova i izvora. Pored toga, znatna količina vode potiče od padavina (tečnih i čvrstih).

4.4. Jezerštica

Jezerštica predstavlja otoku Biogradskog jezera, i ističe iz proširenog dijela jezera na jugozapadnoj strani, a uliva se u Taru sa njene desne strane (na 832 m.a.s.l.). Površina sliva Jezerštice (sa Biogradskim jezerom i Biogradskom rijekom) je 37,1 km², obim sliva 27,2 km i srednja širina sliva 3,10 km (Hrvavčević S, 2004). Neposredno po izviranju iz jezera, Jezerštica presijeca bedem čeone morene i intenzivno ga erodira, produbljujući svoje korito sve više. Nekada je Jezerštica nesmetano isticala iz jezera i odnosila veliku količinu vode. To je dovelo do brzog i velikog kolebanja u nivoima jezera. Da bi se to spriječilo, na izlazu otoke podignuta je niska kamena brana, koja je posle nekog vremena ponovo razrušena.

Tokom ljetnjih i jesenjih mjeseci, u srednjem i donjem toku Jezerštice javlja se izvesna količina vode. To je ona voda koja se proceduje iz jezera kroz morenski materijal. Nažalost hidroloških podataka o Jezerštici nema.

U cilju određivanja količina vode koje se gube poniranjem iz jezera, tokom 1988 i 1989 godine, izvršena su periodična mjerenja na Jezerštici, kao i na Biogradskoj rijeci i Lalevom potoku (Čađenović i sar., 2012). Imajući u vidu da se radi o par mjerenja, na osnovu njih se ne može izvesti nikakav pouzadniji zaključak, osim da se prikaže trenutno stanje vodotoka.

Tabela 4. Izmjerene vrijednosti proticaja na Biogradskoj rijeci

Jezerštica	28.9.1988.		25.10.1988.		4.10.1989.		24.10.1989.	
	H (cm)	Q (l/s)	H (cm)	Q (l/s)	H (cm)	Q (l/s)	H (cm)	Q (l/s)
Profil								
Ušće u Taru	37	332	32.5	160	46	644	54	1150
Isticanje iz jezera	0	0	0	0	25	183	38	387

(Čađenović i sar., 2012)

Navedena hidrooška mjerenja ukazuju da se u recesionom padavinskom periodu, gubici iz jezera dominantno odvijaju

podzemnim putem. Tome u prilog ide u jedno od mjerenja (28.09.1988.) kada na prelivu od jezera nije bilo tečenja a pri ušću Jezerštice u taru je izmjereno 332 l/s.

5. PROBLEM ZASIPANJA JEZERA NANOSOM

Biogradska rijeka, sa Lalevim potokom, kao samostalne pritoke Biogradskog jezera, u određenom periodu godine, zasipaju obilato nanosom istoimeno jezero. Procesu erozije rječnog korita, ili procesi fluvijalne erozije su izraženi u donjim partijama rječnih tokova, neposredno pred ušćem u jezero, tj. na oko 9000 m dužine rječnog korita u prvom, odnosno 130 m. dužine u drugom slučaju (Jevtić, 1976).

Na dužini od oko 900 m uzvodno od ušća Biogradske rijeke u jezero, zapažaju se snažni procesi rečne erozije, izraženi uglavnom kao procesi korozije rječnog korita. To su u stvari procesi intenzivnog podlokavanja i oburvavanja trošnih i nevezanih obala, sačinjenih od morenskog materijala koji se obavljaju na visini od 1,5 do 2,0 m iznad dna korita. Kao rezultat dugotrajnog destruktivnog rada rečne vode, kao i usled velike pronosne moći uzvodnog profila korita, donji dio rečnog toka, kao i rečna dolina, su u velikoj mjeri zasuti nanosom, kao posledica nagle promjene podužnog pada korita, odnosno pojeve tzv. pada razlivanja. Erozioni nanos koji je istaložavan decenijama zasuo je praktično čitavu rečnu dolinu, dajući joj ispučenu formu usled čega se vodotok cepa na bezbroj rukavaca ili je pak u fazi krupnog meandriranja od jedne ka drugoj obali.

U okviru Glavnog projekta (Jevtić, 1976), u poglavlju koje se bavi hidrologijom nanosa, napravljen je proračun vjerovatne prosječne godišnje zapremine nanosa koja utiče u jezero.

Prosječna godišnja zapremina vučenih i suspendovanih nanosa, koja dopijeva u jezero iznosi $W = 26\,349 \text{ m}^3/\text{god.}$

Iz ove zapremine nanosa otpada na:

- ❖ Suspendovani nanos $WS = 19\,590,41 \text{ m}^3/\text{god.}$
- ❖ Vučeni nanos $Wv = 6\,758,69 \text{ m}^3/\text{god.}$

Na osnovu procjene koja je tada napravljena, smatralo se da je rječnim nanosom zasuto oko 3,5–4 ha aktivne površine

jezera. Takođe je utvrđeno da stalna destrukcija korita narušava režim toka Biogradske rijeke. Slični procesi kao kod Biogradske rijeke prisutni su i u toku Lalevog potoka, kao samostalnoj pritoci jezera, s tim što je taj proces u slučaju Lalevog potoka ograničen na dužinu od oko 100 m. uzvodno od jezera.

Po proračunima Spalevića i dr. (2004) izračunat je proračun vršnog proticaja iz sliva i intenzitet erozije zemljišta. Prema rezultatima istraživanja, vršno oticanje iz sliva iznosi 867,19 m³/s.

Proizvodnja erozionog materijala u slivu iznosi 17179,8 m³/god, dok realni gubici zemljišta iz sliva iznose 7983,85 m³/god, odnosno 282,3 m³/km² godišnje.

Sliv Biogradske rijeke, prema erozionim procesima je klasifikovan u 4. kategoriju destruktivnosti ($Z=0,252$) i po klasifikaciji intenziteta erozije proučavana drenaža spada u područja slabe mješovite erozije.

Prema istraživanju Nikčevića i Ristića (2005) procesima depozicije nanosa površina jezera je redukovana za 4-5 hektara. Najfinije čestice tok unosi u jezero, usled čega se u pojedinim depresijama stvara mulj debljine 2-3 metra. Koeficijent erozije je određen po Gavriloviću i iznosi $Z=0,3$.

Po ovoj studiji, ukupna godišnja produkcija erozionog materijala sliva Biogradske rijeke iznosi $W_{god}=25671,35$ m³/god. Do hidrografske mreže dopijeva $W_p=21897,7$ m³ a izraženo kao specifičan prinos nanosa (vučenog i suspendovanog) iznosi $W_{psp} = 762,99$ m³/km²/godišnje.

Treba napomenuti da se u svim pomenutim istraživanjima govori o rezultatima na osnovu modela. Količina deponovanog materijala i zasipanja jezera bi se najbolje mogla utvrditi mjerenjem promjene naslaga sedimenta nakon određenog vremenskog perioda. Kao početno stanje bi se mogli uzeti mjerenja Društva mladih istraživača šumarskog fakulteta u Beogradu (Dožić i sar., 1989).

Cilj istraživanja koja na terenu izvedena u tokom avgusta 1986 godine, bio je da se uradi detaljan premjer jezerskog dna i neposredan perimetar i to na način da se dobije karta razmjere 1:500 i sa ekvidistancom od 1 m.

Pošto se jezero sastoji od dva dijela, koja se mogu posebno prikazati, užeg i dužeg dijela koji se proteže od sjeverozapada prema jugoistoku i šireg i kraćeg dijela koji se pruža približno pravcem istok – zapad, mjerenja su bazirana na dvije međusobno povezane mreže. Na užem dijelu postavljena su 34 profila, a na širem dijelu jezera postavljena su 23 profila.

U okolini jezera postavljen je poligoni vlak od ukupno 22 tačke koje se pružaju duž južnije strane jezera. Povezivanje vlaka za poznati reper je obavljeno takodje niveletom i korišćen je otkriven reper na trigonometru koji se nalazi na razvođu prema Jezerštici. Prilikom mjerenja dubina, korišćen je metod mjerenja sondom na pantljici pri čemu je tačnost očitavanja bila 1 cm.

Nakon izvršenih terenskih mjerenja i obrade podataka, izrađena je karta morfologije Biogradskog jezera, u razmjeri 1:500 kao i karta sa ucrtanim položajem profila. Takođe je prikazan svaki profil pojedinačno u razmjeri 1:500/1:100, na osnovu kojih je obavljen proračun zapremine Biogradskog jezera na koti preliivanja u Jezeršticu.

Ovi podaci su veoma zanimljivi, jer pružaju realnu sliku o stanju dna jezera u vrijeme snimanja. Na osnovu ovih podataka moguće su višestruka dalja istraživanja, od kojih se posebno nameće mogućnost računanja količine sedimenata Biogradske rijeke, kojim je jezero zasuto u prethodnom periodu.

Treba imati u vidu i klimatske promjene pa i činjenicu da je sve manje dana pod snijegom u ovom kraju, a sve više kiša. Otuda se pojačava intenzitet bujica. Smanjuje se postepeno dreniranje tokom otapanja snijega. Treba ispitati i mogućnost uticaja na oticaj iz sliva u gornjim djelovima sliva (Spalević et al. 2021). Brzi oticaj voda nastalih od kiša, poslije sve intenzivnijih padavina, a uzrokovanih usljed evidentnih klimatskih promjena, može usporiti i gušći travni pokrivač. Pleteri i pregrade, manje terase, napravljeni od prirodnih materijala, a postavljeni u gornjim djelovima sliva presretali bi bujice u nastajanju na samom uspostavljanju. Dolazilo bi do uspora oticaja. Zemljište bi usvajalo – upijalo više vode usljed uspora bujica. Ta voda usporena, a usvojena tada u

saturisanom zemljištu na površima koje su u gornjem dijelu sliva, bi se u sušnim danima polako drenirala prema jezeru.

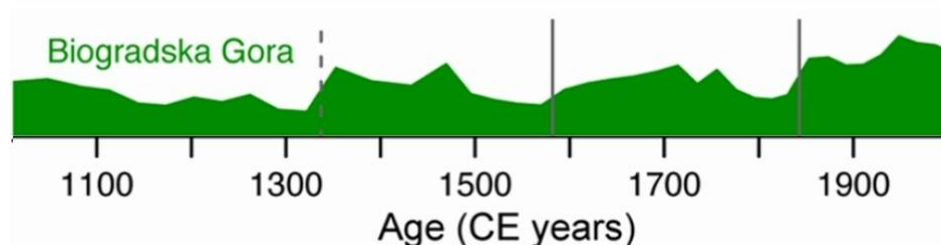
Uravnotežene biljne zajednice, kao što su šume Biogradske gore štite plitko formirano zemljište od bujičnog karaktera erozije, a posebno u geološko-ekološkim prilikama strmih planinskih terena (Pavićević 1990).

Diferencijacija sklopljenosti u odnosu na analizirane površine u nacionalnom parku Biogradska gora značajno dominira u opsezima 0.9-1.0 (36.1%) i 0.7-0.8 (36.8%) što znači da su sastojine na Biogradskoj gori u najvećem dijelu djelimično potpunog sklopa ili sklopljene što odgovara prašumskom karakteru i očuvanoj strukturi ovih šuma.

Prekinut i rijedak sklop se javlja ukupno na 14,6% površine što je svakako pokazatelj dobrog stanja ovih šuma. Na ovim površinama prekinut sklop je posledica ili orografsko klimatskih faktora ili kao posledica oštećenja od abiotičkih faktora.

Poremećaji sklopa su manjih razmjera sa malom incidencom srednjih poremećaja i uglavnom se javljaju zbog pada starih stabala, svega 18 praznina šumskih krošnji većih od 150 m² (Motta et al 2015).

Na progresivnu dinamiku šumskih ekosistema poslednjih dvesta godina pokazuju i najnoviji rezultati istraživanja analize sastava mulja i strukture polena u slojevima mulja iz različitih perioda (Cagliero et al 2021).



Slika 27. Drvenasta i žbunasta vegetacija na području Biogradske gore u poslednjih 1000 godina (Cagliero et al. 2021)

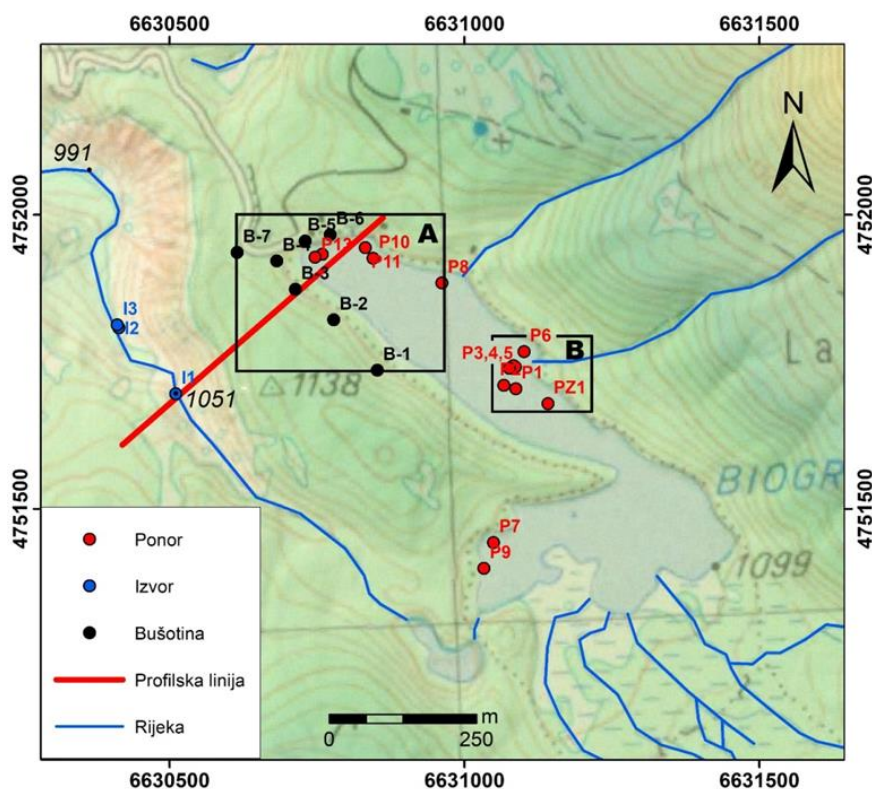
Na smanjenje jezerskog basena uticala je, i danas utiče, Biogradska rijeka. Ona ga zasipa velikom količinom vučenog materijala. Ispunjavajući njime jezerski basen, smanjuje prostor za akumulaciju vode, te je jezero sve pliće i manje zapremine.

Zasipanje jezera u prošlosti bilo je intenzivnije nego danas. Zbog obilnijih padavina proticaj Biogradske rijeke bio je veći, a time i erozivna i transportna moć. Ovakva situacija potvrđuje shvatanje o prolaznosti jezera kao hidrografskog objekata, tim prije što je gubljenje vode sve veće, jer jednim dijelom jezero leži na krečnjaku. "Geološki sastav terena na kome se nalazi jezero je litološki dosta jednostavan. Teren je izgrađen od starijih porfirita, zatim kavernoznih trijaskih krečnjaka i recentnog muljevitog nanosa. Međutim, tektonski sklop terena je nešto složeniji. Nesumnjivo je da je kontakt eruptiva i krečnjaka tektonski i da je blago nagnut ka sjeveroistoku; ali pojedinosti tektonike nisu razriješene. Samo jezero se jednim dijelom nalazi na eruptivu, a drugim, dubljim dijelom na krečnjaku" (Milojević Ž. B., 1955).

6. PROBLEM PONIRANJA VODE U JEZERU

Na osnovu pregleda postojeće dokumentacije (poglavlje 2) se može zaključiti, da se problem poniranja voda Biogradskog jezera razmatra još od sredine prošlog vijeka. Osim registrovanja ponora, 50-ih godina je izvršen čak i pokušaj sanacije jezerskog dna pomoću „betonskog tepiha“ (Vlahović 1991).

Tokom rekognosciranja terena u novembru 2021. godine (pri veoma niskom vodostaju jezera), na suvom dijelu jezerskog basena registrovano je oko 15 ponora (slika 28 i prilog). Iako su uočeni ponori „rasuti“ po velikoj površini dna Biogradskog jezera, za potrebe njihovog jasnijeg prikaza u ovoj studiji, mi smo sve registrovane ponore izdvojili u tri ponorske zone.



Slika 28. Karta položaja registrovanih ponora i izvora¹

¹ Napomena: ovdje je dat prikaz i ranije izvedenih bušotina (lociranje ponora i izvora je izvršeno tokom obilaska terena 7. novembra 2021. godine, pri veoma niskom vodostaju jezera). Detaljnije karte i fotografije ponora i izvora se daju u Prilogu.

Dimenzije ponorskih otvora su, kao što se to može vidjeti i na priložima, različite. One se kreću od nekoliko desetina santimetara do nekoliko metara. Sama veličina ponora, u konačnom, ne mora da bude u direktnoj vezi sa kapacitetom poniranja vode u njemu, ali u svakom slučaju njihov veliki broj po dnu Biogradskog jezera ukazuje na veliku propagaciju vode kroz glacijalni nanos.

Između dva obilaska jezera (31. oktobra i 7. novembra 2021) došlo je do opadanja nivoa vode u jezeru, za oko 10 cm, iako je doticaj preko Biogradske rijeke iznosio 167 l/s (mjereno 07.11.2021.). Čak i ako se uzme u obzir i isparavanje sa vodene površine, za ovaj vremenski raspon od 7 dana, dolazi se do zaključka da je kapacitet poniranja pri tadašnjem vodostaju iznosio preko 170 l/s. Treba imati u vidu da je tih dana većina ponora bila na suvom, tako da je realno očekivati da se sa porastom vodostaja značajno povećavaju i gubici vode iz jezera.

Skoro svi autori koji su se bavili ovom problematikom se slažu, da se poniruće vode Biogradskog jezera pojavljuju na izvorima u dolini rijeke Jezerštice (slika 28 (mapa), slika 29 (profil) i prilog). U periodu velikih voda, kada hidrostatički pritisak vode iz jezera na njegovo dno dosegne svoj maksimum, a posmatrajući procijenjene količine voda u Jezerštici, koje iznose oko 28 m³/s (Nikčević i dr. 2005), pretpostavljamo da u tom iznosu vode jezera, koje se infiltriraju kroz ponore učestvuju sa minimum 10% a što predstavlja nekih 2-3 m³/s.

Po pitanju samog mehanizma poniranja, ne postoji saglasje među dosadašnjim istraživačima. Iz prethodne dokumentacije bi mogle da se izdvoje sledeće dvije hipoteze:

1. Poniranje se odvija preko glacijalnih sedimenata intergranularne poroznosti (i eventualno preko ispucalih vulkanskih stijena u podini) (Jevtić, 1976; Vlahović, 1991) (slika 29);
2. Poniranje se odvija uglavnom preko karstifikovanih krečnjaka (${}_3T_2^1$) čije rasprostranjenje se pretpostavlja u podini glacijalnih sedimenata (Mihajlović i Radulović V, 1991) (slika 29).

U nastavku se izdvajaju neke činjenice koje idu u prilog **prvoj hipotezi**:

- nijednom od 7 izvedenih bušotina nijesu nabušeni krečnjaci u podini glacijalnih sedimenata (Geološki zavod, 1995),
- rezultati dva izvedena opita obilježavanja (Geološki zavod, 1995) ukazuju na veoma sporu cirkulaciju podzemnih voda, karakterističnu za intergranularnu sredinu,
- prilikom obilaska terena su zapažena dva manja izvora na desnoj obali Jezerštice (na oko 200 m nizvodno od glavnog izvora) koji ističu iz padinskih materijala.

Činjenice koje idu u prilog **drugoj hipotezi**:

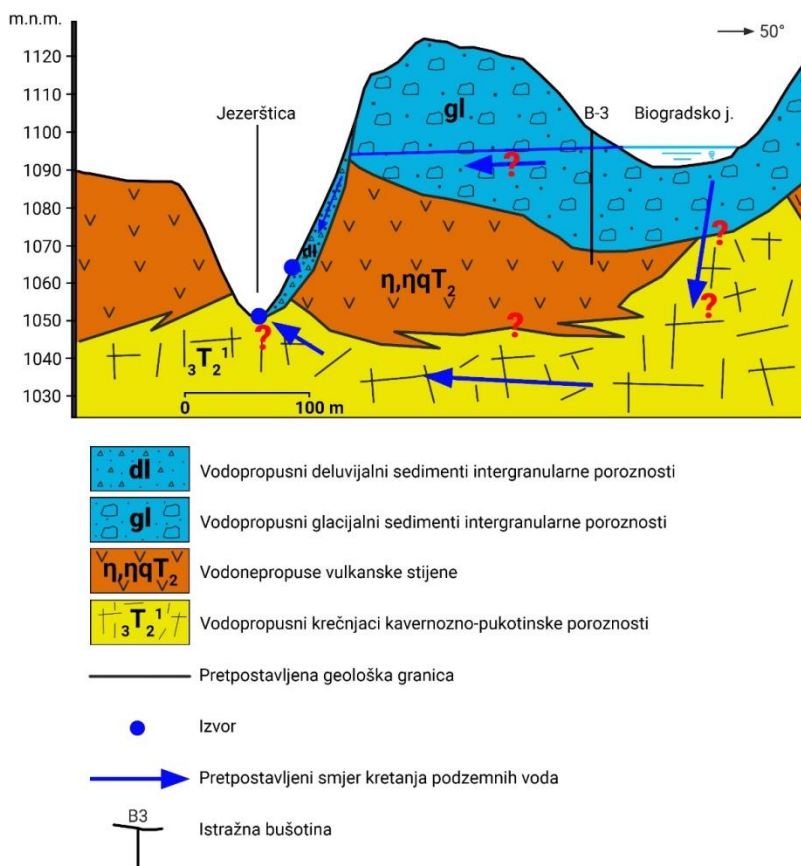
- zapaženo koncentrisano poniranje voda koje se generalno javlja kada osnovu terena izgrađuju karstifikovani krečnjaci,
- u koritu Jezerštice su zapaženi crveni krečnjaci ($3T_2^1$), a isti su prikazani na geološkim kartama nekih prethodnih studija (Geološki zavod, 1995),
- glavno isticanje podzemnih voda u dolini Jezerštice je koncentrisano i javlja se u zoni mogućeg kontakta krečnjaka i vulkanita,
- najveći broj ponora je registrovan duž sjeveroistočne obale jezera koja je udaljenija od izvora (duž te obale nijesu izvođene istražne bušotine; primjećeni su blokovi crvenih krečnjaka ($3T_2^1$) iako prisustvo ove kartirane jedinice nije očekivano na površini terena slivnog područja).

Osim pomenutih hipoteza, trebalo bi uzeti u obzir i treću moguću varijantu, po kojoj se jezerske vode gube kroz morenski materijal, prelivaju preko podinskih vulkanskih stijena, da bi se kroz deluvijalni nanos kroz izvorište razbijenog tipa, pojavljivale u koritu rijeke Jezerštice. Morenski materijal, u čeonj i bočnim moranama, heterogenog granulometrijskog sastava, različitog litostratigrafskog i petrografskeg porijekla, omogućio je, po nama, postojanje privilegovanih pravaca dreniranja jezerskih voda.

Hronološki gledano, broj ponora i gubljenje voda iz jezera kroz vrijeme su imali primjetnu progresiju. Taj trend uočljiv je i danas. Povećanjem propagacije voda kroz glacijalne sedimente, dolazi do sve većih ispiranja sitnijih frakcija iz njih, a samim tim se propusnost morenskih sedimenata povećava. Povećanje cirkulacije kroz materijal neminovno dovodi do sve većeg gubljenja voda iz jezera.

Sa hidrogeološkog aspekata, morenske sedimentne treba izdvojiti kao hidrogeološke komplekse, odnosno stijenske mase koje se karakterišu dvodstrukom hidrogeološkom funkcijom. U najvećem svom dijelu, morenski sedimenti su nepropusni. Zahvaljujući ovoj njihovoj osobini nastalo je Biogradsko jezero. Isto tako to je objašnjenje i za neuspjeli opit bojenja koji je izveo Geološki zavod 1989. godine. Obilježivač je ostao u izolovanim nepropusnim djelovima morene, koje nijesu imale komunikaciju sa privilegovanim pravcima voda.

Sa druge strane, usled heterogenog sastava, izdvojile su se posebne propusne zone, pravci, gdje je došlo do proboja voda, što je uslovalo formiranje ponorskih formi i permanentnog gubljenja voda iz jezera.



Slika 29. Hipotetički hidrogeološki profil Biogradsko jezero – Jezerštica

Buduća hidrogeološka istraživanja bi trebala da imaju za cilj razjašnjenje razmatranog mehanizma poniranja. Tim istraživanjima bi trebalo potpunije definisati geološku građu podine glacijalnih sedimenata duž sjeveroistočne i jugozapadne obale jezera, tj. utvrditi da li se ispod nanosa (u zoni ponora) nalaze krečnjaci ili vulkanske stijene. Takođe, registrovanje pravca i brzine tečenja podzemnih voda (izvođenjem opita trasiranja) bi u značajnoj mjeri doprinijelo definisanju hidrogeološkog sistema Biogradsko jezero – Jezerštica.

Rješavanje gore opisane hidrogeološke problematike je neophodan korak koji treba da prethodi izradi plana sanacije poniranja voda Biogradskog jezera. Sanacija ponorskih zona će u svakom slučaju biti neizvjestan i vrlo kompleksan posao.

7. PROBLEM ERODIRANE PADINE U KANJONU JEZERŠTICE

Rijeka Jezerštica se svojom kinetičkom energijom usijeca u vulkanske stijene erodujući i podrivajući svoju desnu obalu, pri čemu je formirala strmu kosinu tj. erozioni ožiljak, školjkastog oblika, visine preko 120 m, i širine oko 650 m. Na ovom potezu su prisutni savremeni procesi spiranja i jaružanja. Erodovanje materijala duž ove kosine se odvija prvenstveno u vulkanskim stijenama predstavljenim kvarceratofirima i keratofirima.

Nastanak ovog erozionog ožiljka, posledica je intenzivnih geomorfoloških procesa (fluvijalna, deluvijalna, proluvijalna i koluvijalna erozija). Definitivno je da je inicijalni proces, koji je narušio prirodne uslove i stabilnost padine svakako bio i fluvijalni proces, izazvan energijom voda rijeke Jezerštice.

Ovim višegodišnjim procesima duž pomenute kosine, se smanjuje površina samog basena Biogradskog jezera.

Problemom erodovanja ove kosine su se bavili u ranijem periodu, pa će u narednim pasusima biti prikazani neki zaključci.

- ✓ Institut za vodoprivredu erozionih područja – Šumarski fakultet (1976). Glavni projekat za uređenje erodovanih padina u kanjonu Jezerštice, Beograd. Investitor: Republički zavod za zaštitu prirode SR Crne Gore.

Razlozi izrade Glavnog projekta određeni su projektnim zadatkom *„Glavni projekat za uređenje erodiranih padina u kanjonu Jezerštice, radi sprečavanja procesa podlokavanja nožice visokih obala od strane periodično snažne rječne vode, kao i uslove dalje zaštite ovih erozionih strana.“*

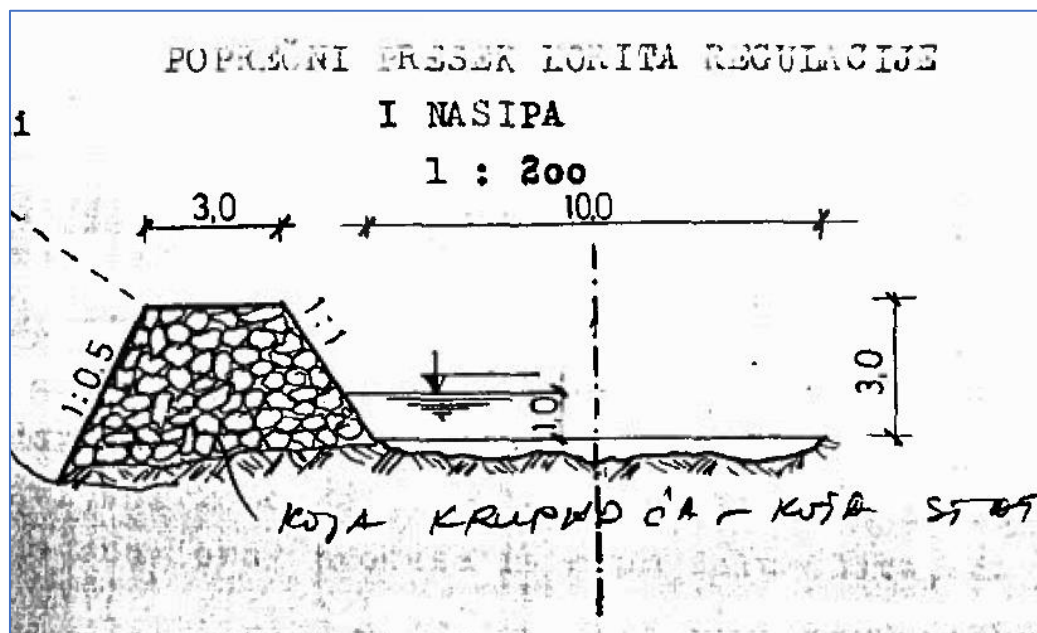
Takođe je navedeno da se *„Jezerštica se prema tome formira na osnovu bočnog prelivanja vode iz jezera ali i na osnovu izviranja vode iz rastresitog materijala.“*

„U reljefnom smislu, slivno područje Biogradske rijeke posmatrano u cjelini, odlikuje se vrlo izraženim, strmim

terenima. Sa prosječnim nagibom bočnih strana do 50% i relativnim padom korita u smislu toka od: $J_t = 6,94 \%$

On spada u kategoriju terena, koji se odlikuju visokim energetske potencijalom slivova i mogućom razornošću toka, koja može da dođe do izražaja u slučaju naglih i čestih atmosferskih padavina."

Cilj konceptualnog rješenja sanacije, odnosi se na stvaranje stabilne kosine sa prirodnim padom, na kojoj bi se stvorili uslovi za vezivanje vegetacijom ili nekom drugom od raspoloživih mjera. Da bi se zaustavilo erodovanje i spiranje denudacionog materijala predložane je da se na dnu padinske strane izradi „vještačka nožica“, u vidu gabiona (slika 30).



Slika 30. Poprečni presjek regulacija korita Jezerštica sa zaštitnim nasipom

Ovdje se kao najhitnija mjera predlaže, prvo osiguravanje padine sa donje strane, koje bi trebalo da spriječi dalje odnošenje nanosa sa padinskih strana. Predložena je intervencija u vidu stvaranja vještačke "nožice", kojom bi se zaustavilo odnošenje produkata raspadanja. Napominju da za gradnju "ne bi trebalo upotrebljavati materijal iz sipara, nego sa lijeve obale Jezerštica".

- ✓ Zeleni Crne Gore (2005). Biogradsko jezero - Idejno rješenje anti-erozione zaštite, Podgorica. Investitor: Skupština Crne Gore – program podrške projektima za ekonomski razvoj.

Namjere autora ovog dokumenta je da uradi Idejno rješenje sanacije padine u koritu rijeke Jezerštice koja je izložena progresivnoj eroziji i koja može dovesti do nestanka Biogradskog jezera. Projektom bi se, po riječima autora, riješila erozija ugrožene čeone morene koja čini prirodnu branu Biogradskog jezera sa njegove sjeverozapadne strane. Rješenje koje je prezentirano je tehničko – biološko.

U okviru studije urađena je:

- Analiza erozionih procesa (obim, vrsta i intenzitet)
- Analiza načina koršćenja zemljišta u slivu
- Pedološki uslovi u slivu
- Meteorološko – klimatski uslovi u slivu
- Proračun erozione produkcije
- Konceptija zaštite Biogradskog jezera.

Ovdje je urađena analiza mjerodavne velike vode za dimenzionisanje korita Jezerstice (na dionici erodirane padine), koja je procijenjena na osnovu podataka iz postojeće projektne dokumentacije (Institut za vodoprivredu erozionih područja – Šumarski fakultet (1976). Glavni projekat za uređenje erodovanih padina u kanjonu Jezerštice, Beograd) i koja iznosi $Q_{\max} = 23,8 \text{ m}^3/\text{s}$, dok je za potrebe proračuna stabilnosti padine uzeta je vrijednost maksimalnih voda od $Q_{\max} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$.

Autori ovdje navode da "osnovni problem zaštite Biogradskog jezera jeste hitno osiguranje desne obale Jezerstice (u nizvodnom smjeru) u zoni erodiranog morenskog bedema. Prilikom pojave velikih voda, Jezerštica podriva nožicu padine tako da dolazi do silovitog oburvavanja velikih količina materijala u rečno korito. Kretanje materijala niz padinu uništava i sporadične pojave autohtone vegetacije".

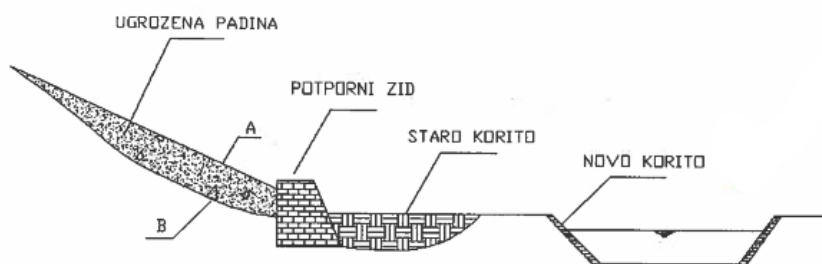
Ovdje se navodi da optimalan pristup zaštiti jezera, sadrži tri komponente:

- zaštita desne obale Jezerštice od podrivanja,
- sanacija sipara i jaruga na morenskom bedemu, i
- zaštita jezera od zasipanja erozionim materijalom.

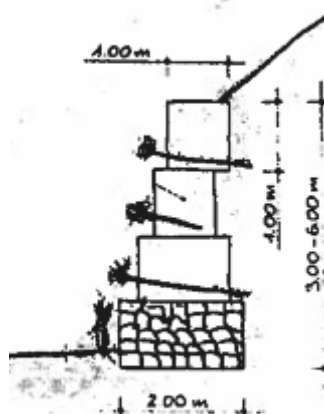
Intenzivna erozija desne obale Jezerštice, odnosno, čeone morene predstavlja osnovni problem zaštite Biogradskog jezera.

Predložene su tri varijante rješenja osiguranje nožice padine, i to:

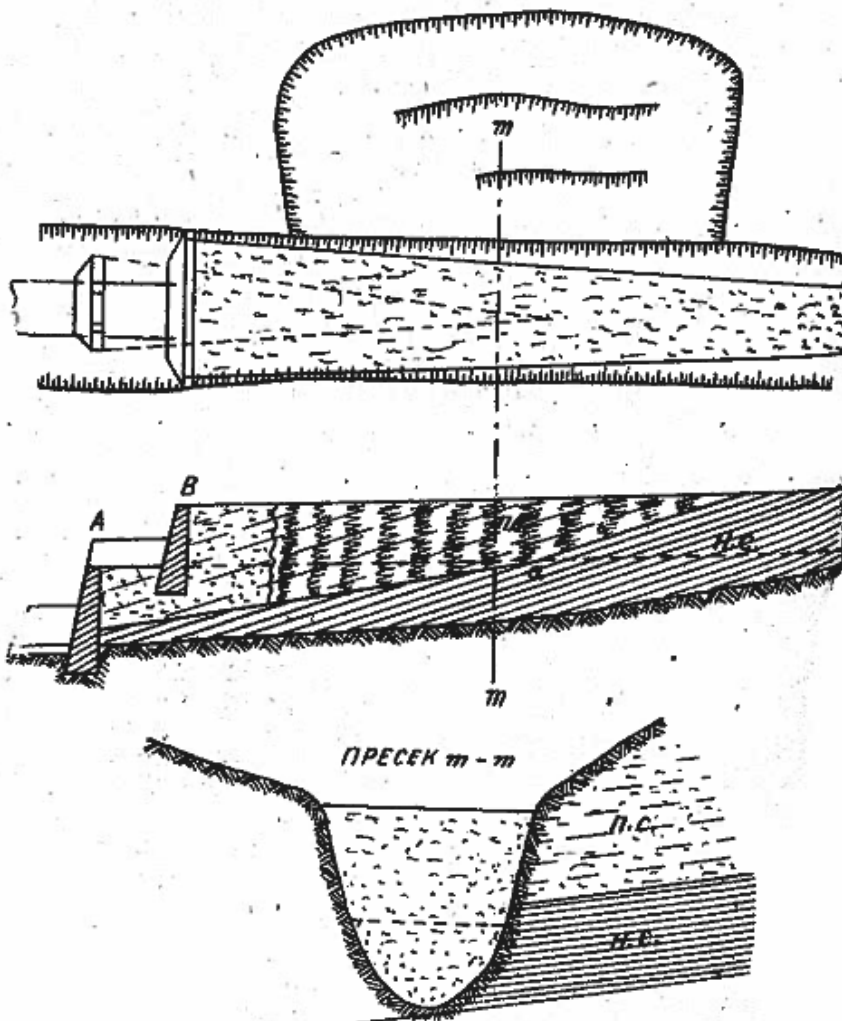
- I. varijanta: podrazumijeva izradu potpornog zida od krupnih komada kamena sa izmještanjem korita Jezerštice na 50-100 m od padine.



- II. varijanta: podrazumijeva izradu potpornog zida (nasipa) od kamenog složaja bez izmještanja korita Jezerštice (ovo rješenje je predviđeno projektom Šumarskog fakulteta iz 1976. godine).

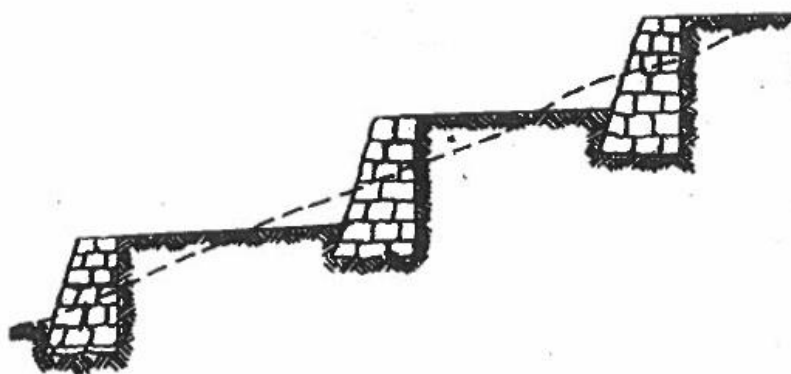


- III. varijanta: podrazumijeva izradu poprečnog objekta (pregrade) na 20-30 m od najniže tačke ugrožene obale. Ideja je da se zaplav poprečnog objekta iskoristi kao stabilizator padine.



Takođe, je predviđena i sanacija sipara i jaruga na morenskom bedemu. Na izuzetno strmim gornjim djelovima padine nalaze se izvorišta erozionog materijala, od kojih se formiraju sipari. Materijal je produkt raspadanja stijena, a dejstvom gravitacije i uz pomoć površinske vode, veoma brzo klizi niz padinu do vodotoka. Na samoj padini, pogotovo u višim djelovima, gdje se povremeno javljaju i vertikalni odsjeci, sa dubokim jarugama, siparima i odronima, moguće je sporadično intervenisati sa objektima kao sto su: pleteri, zidići protiv spiranja, konturni zidići itd.. Ovi objekti imaju male korisne visine, da ne bi opterećivali ionako destabilizovanu padinu. Ukoliko bi se formirala vještačka

nožica padine, koja bi djelovala stabilizujuće na čitavu padinu, ne bi bili mogući pokreti većih količina materijala. Tada bi se na nižim djelovima padine uspostavio nagib, koji bi omogućio pojavu autohtone vegetacije, kasnije zemljišta čime bi se trajno riješio problem stabilnosti u ovom dijelu. To bi djelovalo stabilizujuće na više djelove padine, jer ne bi bili mogući pokreti većih količina materijala, sa stalnim produbljivanjem jaruga.



Ovdje su takođe dati i prikazi uzdužnog i poprečnog profila, kao i predračun i predmjer potrebnih radova.

Ovdje treba napomenuti, da se kvartarni glacijalni sedimenti nalaze u gornjim horizontima kosine, te da grade skoro vertikalne odsjeke, koji na pojedinim mjestima dostižu debljinu od nekoliko desetina metara. Usled stalnog spiranja i odnošenja materijala duž ovog prostora, može se očekivati u budućnosti da dođe do daljeg progresivnog loma u glacijalnim sedimentima, pri čemu otkinute mase mogu da budu izuzetno velike zapremine. Ovakva dešavanja bi izazvala nesagledive posledice, po opstanak samog jezerskog basena, te ovaj rubni prostor predstavlja područje sa visokim stepenom hazarda.

Takođe, se mora voditi računa o činjenici da je ovaj teren veoma nepristupačan, i da se nalazi u zoni zaštite, što sve usložnjava i eventualna sanaciona rješenja.

8. PREDLOG DODATNIH ISTRAŽIVANJA

Tri su jasno izdiferencirana problema u okviru zone Biogradskog jezera koje treba sanirati, i to:

- Problem zasipanja jezera erodovanim materijalom koji donose Biogradska rijeka i Lalev potok;
- Problem poniranja jezerskih voda kroz serije ponora koji se nalaze po dnu jezera; i
- Problem progresivne erozije u kanjonu Jezerštica.

U budućnosti, svako od njih ponaosob, može usloviti da dođe do kompletne devastacije ovog bisera prirode, i njegovog trajnog gubitka. Rješenje ovih problema bi trebalo biti sveobuhvatno, jer rješavanje jednog od njih, samo po sebi, nije dovoljno da bi se sačuvalo jezero. Kod sanacije Biogradskog jezera treba se voditi po principu **"ništa nije gotovo dok sve nije gotovo"** i zbog toga je ovaj posao vrlo kompleksan i zahtijeva posvećan i pragmatičan pristup njegovom rješavanju.

Kao što je to pojedinim poglavljima ove Studije istaknuto, Biogradsko jezero je u više navrata bilo predmet raznih istraživanja. Osim istraživanja koja je sredinom osamdesetih izveo Geološki Zavod, za koja se, iako nijesu izvedena do kraja, može smatrati da su bila detaljno planirana i sistematski izvođenja, sva ostala istraživanja se mogu smatrati „ad hock” istraživanjima, koja su izvedena paušalno, u veoma kratkom vremenskom intervalu i uglavnom su svodila na observacije pojedinaca, bez ozbiljnih mjerenja i dugoročnih osmatranja.

Kao poseban problem može se istaći veoma olako predlaganje sanacionih rješenja. Neki od izvještaja, u čiji smo sadržaj imali priliku da se uvjerimo, su koncipirali sanaciona rješenja, na osnovu samo jednodnkratnog obilaska terena. Ne ulazeći u meritum ispravnosti predloženih rješenja, i suzdržavajući se od komentara istih, ono što se nameće kao zaključak, na osnovu analize svega što je do sada urađeno na Biogradskom jezeru, je to da ne postoje kvalitetne podloge

(geodetske, hidrološke, geološke hidrogeološke) na osnovu kojih bi se moglo kredibilno i kvalitetno predložiti način sanacija nekog od postojećih problema. Većina predloženih rješenja sanacije, je zasnovana na aproksimacijama, analogiji i procjenama, što samo po sebi nije dovoljno i ne pruža sigurnost da se udje u dalje finansiranje i projektovanje. Na kraju niti jedno od predloženih rješenja nije prošlo test ocjene, kako stručne tako i laičke javnosti.

Zato je koncepcija budućih istraživanja, prije svega, definisana na način da se izvrši revizija i provjera postojećih podloga, njihova dopuna kada je to moguće, i urade one podloge koje nedostaju. Izrada novih podloga, dopuna postojećih i pisanje Projektnog zadatka, za izradu Idejnog rješenja za sanaciju postojećih problema na Biogradskom jezeru, treba da predstavlja II fazu realizacije ovog Projekta.

Zamisao je, imajući u vidu složenost cijelog problema, da se kod izrade Idejnog projekta integralne sanacije Biogradskog jezera, primijene kreativna inženjerska rješenja sanacije, koja su u beskompromisnom skladu sa prirodnim ambijentom Biogradske gore.

Nakon što se kompletiraju neophodne relevantne geodetske, batimetrijske, geološke, hidrogeološke i hidrološke podloge, trebalo bi raspisati tender za izradu Idejnog rješenja integralne sanacije svih uočenih problema, koji utiču na buduće postojanje Biogradskog jezera. Imajući to u vidu, podloge moraju biti izrađene na nivou koji zadovoljava ovu vrstu radova, kako bi se prilikom projektovanja, u mjeri što je to više moguće, izbjegla upotreba analogije, aproksimacija i procjena u dizajniranju finalnih rješenja.

Neophodne podloge su podijeljene u sledeće grupe:

1. Geodetska podloga 1:5000;
2. Geološka karta 1:5000;
3. Hidrogeološka karta 1:5000;
4. Hidrološke podloge; i
5. Batimetrijske karta sa proračunom debljine natoloženih erodovanih sedimenata.

8.1. Hidrološka mjerenja i osmatranja

Voda je jedinstven i nezamjenljiv prirodni resurs ograničenih količina i neravnomjerne prostorne i vremenske raspodjele. Iz činjenice da su svi oblici života i sve ljudske aktivnosti više ili manje vezane uz vodu, jasno proizilazi važnost odnosa prema njoj. Voda tako može postati ograničavajući faktor razvoja, te prijetnja ljudskom zdravlju i održivosti prirodnih ekosistema, kakav je slučaj i sa Biogradskim jezerom.

Stoga je za svako društvo posebno važno da uravnoteži te odnose i osmisli politiku i strategiju uređenja, iskorišćavanja i zaštite vodnih resursa. U novije vrijeme javljaju se sve ozbiljniji problemi sa vodama, koji postaju još složeniji zbog posledica globalnih klimatskih promjena, koje se sve više izražavaju kroz režim padavina i oticaja. Jedna od najozbiljnijih posledica globalnih klimatskih promjena jeste pogoršavanje ekstremnih nestacionarnih fenomena, koji je zadnjih godina veoma izražen slivu Biogradskog jezera.

Zbog uočenih promjena režima padavina, tj skraćivanja sezone padavina (tečnih i čvrstih) kao i produžavanja dugih i veoma sušnih perioda, posebno tokom jeseni, dolazi do drastičnog smanjivanja akvatorije jezerskog basena, čime se dovodi u pitanje i opstanak samog jezera i njegovih vodnih ekosistema.

Uspostavljanjem monitoringa hidroloških i klimatoloških elemenata, pokušaće se dobiti uvid u trenutno stanje, kao i buduće projekcije (trend analiza unutar mjesečnih varijacija), koje će biti osnova za dalje korake u cilju donošenja planova i mjera revitalizacije i očuvanja sliva Biogradskog jezera i Jezerštica.

Program radova obuhvata terenski (podijeljen u dvije faze) i kabinetski dio.

Prva faza terenskog rada se odnosi na:

- ❖ Uspostavljanje hidrološkog monitoringa površinskih (za automatsko i kontinuirano očitavanje vodostaja (diver)

i kontrolnog instrumenta (vodomjernih letvi) na Biogradskoj rijeci - 1 profil, Jezerštici - 3 profila i Biogradskom jezeru - 1 profil) i podzemnih voda (instaliranje opreme u piježometrima);

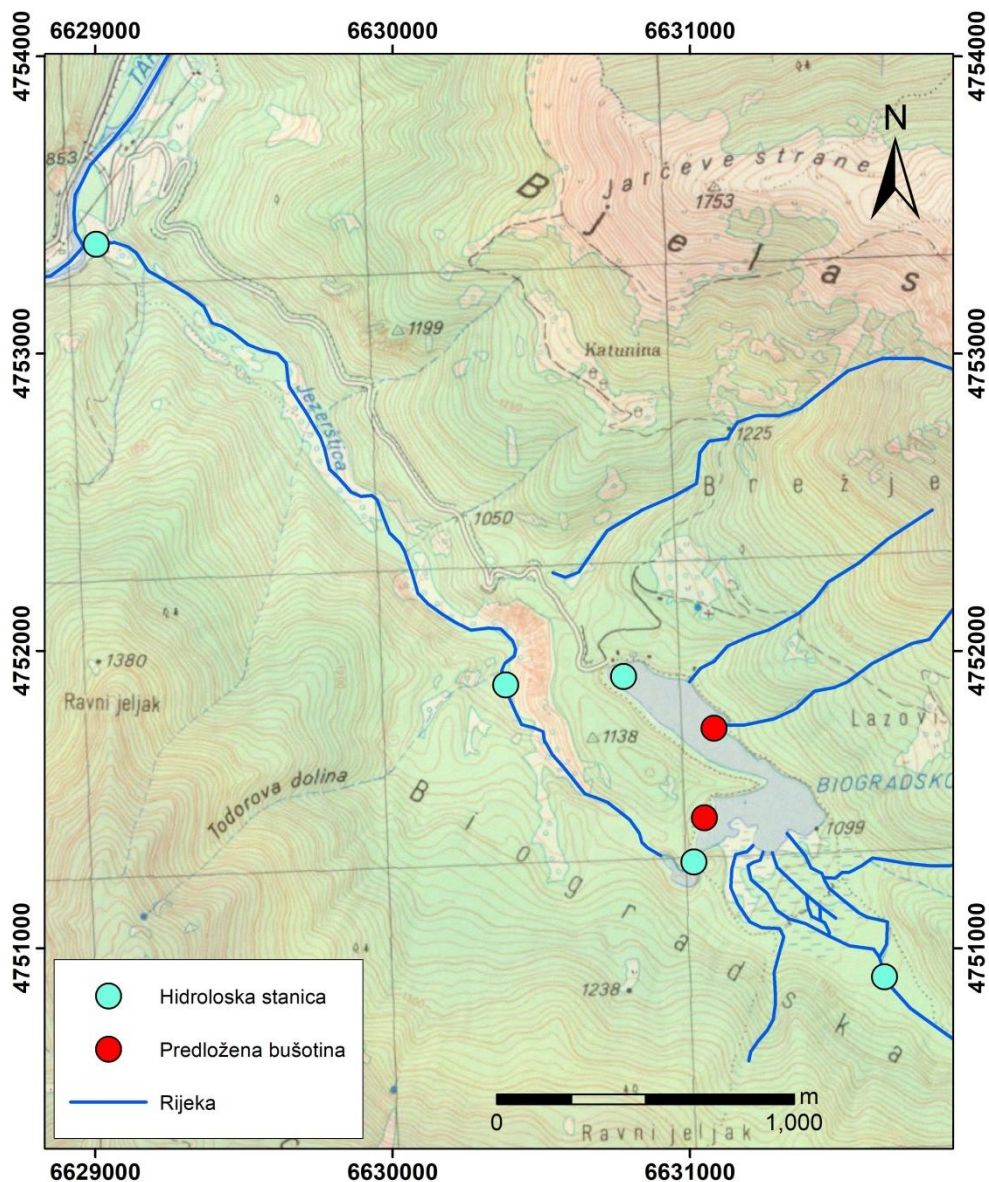
- ❖ Geodetski premjer hidrometrijskih profila (poprečni profil i određivanje kota "0" vodomjera) i profila piježometara.

Druga faza obuhvata:

- ❖ Vršenje simultanih hidrometrijskih mjerenja na Biogradskoj rijeci, Jezerštici i Lalevom potoku (minimum 8-10 serija) kako bi se pokrile sve amplitude kolebanja vodostaja (H_{min} i H_{max}). Za vršenje mjerenja će se koristiti hidrometrijska krila i ultrazvučni instrument ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), a primjenjivaće se sledeće normativne reference: metoda za određivanje protoka mjerenjem brzine i površine (metoda "površina-brzina"), standarda ISO 748 i metoda mjerenja protoka utrazvučnom (akustičnom) metodom, standarda ISO 6416:1992.
- ❖ Prevlačenje, očitavanje i skladištenje podataka sa instaliranje mjerne opreme (diver-a) u cilju definisanja režima oscilovanja nivoa podzemnih i površinskih voda.

Lokacije mjernih mjesta su prikazani na slici 31².

² Napomena: *Da bi se utvrdila izdašnost izvora I_1 i I_2 koji se nalaze na desnoj obali Jezerštice i koji izvire ispod odsjeka (zatrpani nanosom, i na kojima se po pretpostavci pojavljuju vode koje poniru u jezeru) a na kojima je nemoguće vršiti mjerenja i osmatranja, plan je da se uspostave 2 profila, jedan na izvoru Jezerštice, a drugi nizvodno od izvora I_2 , na kojima će se vršiti osmatranja vodostaja i mjerenja proticaja, i na taj način utvrditi količine vode koje se gube podzemnim putem (kroz morene i krečnjačke kanale).*



Slika 31. Pozicije hidrometrijskih profila i predloženih bušotina

Studijski i kabinetski rad će se odnositi na:

- ✓ Objedinjavanje i validaciju hidroloških i klimatoloških podataka, kroz odgovarajuće softverske programe;
- ✓ Analiza hidrološkog režima sliva Biogradskog jezera i Jezerštica (prosječne, male i velike vode), hidrološki bilans (u prosječnim, malovodnim i vodnim godinama), razmatranje graničnih uslova itd.

8.2. Hidrogeološka istraživanja

Pri hidrogeološkom kartiranju istražnog područja neophodno je poštovati i pridržavati se osnovnih principa i metodologije hidrogeoloških istraživanja. Kada se govori o principima, prije svega se misli na detaljnost i postupnost u istraživanju. Da bi se hidrogeološko kartiranje sprovelo u potpunosti, neophodno je izabrati maršute po kojima će se vršiti obilazak terena. Izbor maršuta treba uraditi na postojećoj hidrogeološkoj karti 1:5000, i nakon što bude završena reambulacija postojeće geološke karte 1:5000.

Na hidrogeološkoj karti 1:5000 bi trebalo da budu ucrtani pravci cirkulacije podzemnih voda. Ovo se posebno odnosi na vode koje poniru kroz ponore po dnu Biogradskog jezera, i vjerovatno se pojavljuju na izvorima Jezerštice u istoimenom kanjonu. Da bi se utvrdili pravci cirkulacije podzemnih voda, neophodno je izvršiti opit bojenja upotrebom trasera.



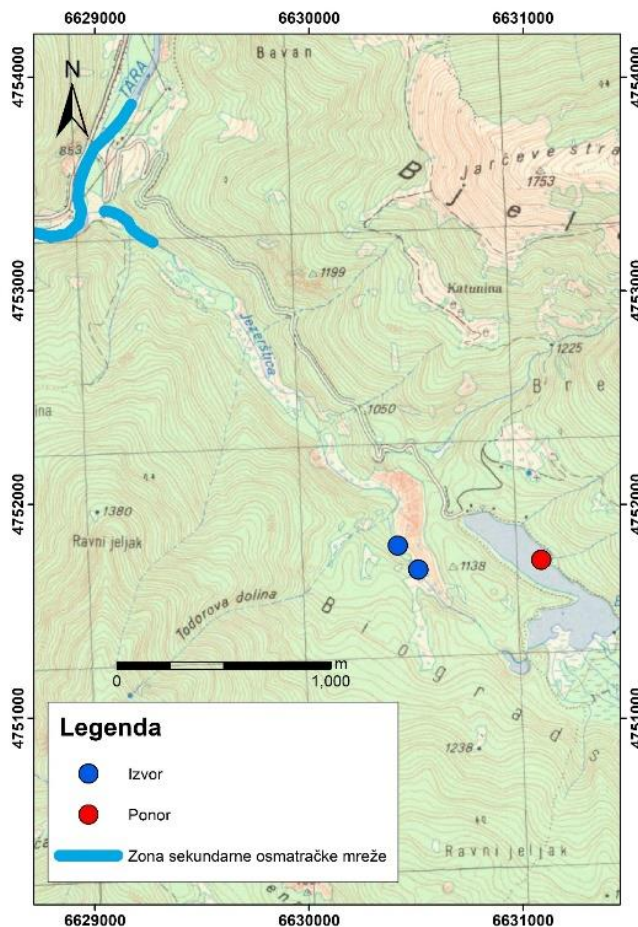
Slika 32. Ponori u koje bi bilo moguće naliti traser
(Foto: Dubljević V., 31.10.2021.)

Opit trasiranja ponirućih voda. Rastvoreni traser bi trebalo naliti u jedan od ponirućih tokova, koji se pojavljuju pri niskim vodostajima Biogradskog jezera (slika 32).

Kao traser bi trebalo koristiti natrijum fluorescein u količini od 2-3 kg.

To podrazumijeva sledeće aktivnosti:

- Priprema opita podrazumijeva nabavku i korišćenje zaštitnih sredstava (rukavice, naočare), kao i obavezu da osobe angažovane za nalivanje traseru ne budu i članovi osmatračke ekipe, kako bi se izbegla svaka mogućnost prenosa čestica traseru u zonu osmatranja;
- Traser se prethodno može rastvoriti u 40 l vode i 5 l alkohola. Miješanje boje bi trebalo vršiti do potpunog rastvaranja, nakon čega bi se pripremljeni rastvor nalio direktno u ponirući tok;
- Nakon nalivanja boje treba pažljivo prati poniranje sve do potpune infiltracije traseru u podzemlje;
- Objekti osmatranja primarne mreže su dva izvora u dolini Jezerštice (slika 33). Osmatranja se nakon obilježavanja vrše na svaka 3 časa, a od trenutka registrovanja boje sa 10-minutnom frekvencijom uzorkovanja. Prilikom prvog obilaska izvora, potrebno je postaviti mrežaste (vodopropusne) vrećice sa aktivnim ugljem koji ima mogućnost apsorpcije traseru (upotrebom odgovarajućeg reagensu bi u laboratoriji naknadno bilo moguće provjeriti da li je traser bio u kontaktu sa aktivnim ugljem). Objekti sekundarne mreže su donji tok Jezerštice i rijeka Tara (u zoni mosta) na kojima se osmatranja i uzorkovanja vrše dva puta dnevno (ako se traser pojavi u tim zonama a ne pojavi na uzvodnim izvorima, onda je takođe potrebno uzorkovati sa 10-minutnom frekvencijom). Nakon prestanka isticanja traseru u vidljivim koncentracijama, uzimaju se još četiri uzorka (na 6 časova). (Napomena: nekoliko sati nakon nalivanja traseru treba obilaziti i obalu jezera neposredno ispod tačaka nalivanja kako bi se utvrdilo da li dolazi do isticanja traseru po jezerskom dnu);



Slika 33. Položaj ponora i objekata osmatračke mreže³

- Osmatranja prisustva trasera treba vršiti na tri načina:
 - golim okom i etaloniranjem,
 - pomoću fluoroskopske lampe i etaloniranjem, i
 - spektrofotometrijski u laboratoriji.

Prva dva postupka obavljaju se direktno na terenu. Osmatrači treba da posjeduju odgovarajuće etalon uzorke, pripremljene prethodno u laboratoriji (ukupno 8 za 10^{-1} do 10^{-8} g/l). Pored toga, sve bočice za uzorke moraju biti sterilne i prethodno nekorišćene.

- Obrada rezultata vrši se postupkom kvantitativne analize. Na osnovu prikupljenih podataka treba

³ Izvori u dolini Jezerštica, donji dio toka Jezerštica i dio toka Tare

konstruisati krivu intenziteta isticanja i proračunati količinu isteklog trasera.

Buduća hidrogeološka istraživanja za potrebe izrade hidrogeološke karte 1:5000, bi trebala da imaju za cilj razjašnjenje razmatranog mehanizma poniranja. Tim aktivnostima bi trebalo potpunije definisati geološku građu podine glacijalnih sedimenata duž sjeveroistočne i jugozapadne obale jezera, tj. utvrditi da li se ispod nanosa (u zoni ponora) nalaze krečnjaci ili vulkanske stijene. Takođe, registrovanje pravca i brzine tečenja podzemnih voda (izvođenjem opita trasiranja) bi u značajnoj mjeri doprinijelo definisanju hidrogeološkog sistema Biogradsko jezero – Jezerštica.

Rješavanje gore opisane hidrogeološke problematike je neophodan korak koji treba da prethodi izradi Idejnog rješenja integralne sanacije Biogradskog jezera. Sanacija ponorskih zona će u svakom slučaju biti neizvjestan i vrlo kompleksan posao.

Kao rezultat radova po ovoj poziciji biće urađena reambulacija postojeće hidrogeološke karte šireg područja istraživanja razmjere 1:5000.

8.3. Detaljno geološko, hidrogeološko i inženjersko-geološko kartiranje

Geološko kartiranje terena koje se po ovom Projektu treba uraditi prije svega se odnosi na provjeru i verifikaciju postojeće geološke karte 1:5000, odnosno na utvrđivanju i provjeri litološkog sastava i starosti kartiranih jedinica, kao i na određivanju tektonskog sklopa istražnog područja u dijelu i u mjeri, na koji on može da utiče na specifične hidrogeološke osobenosti područja, koje su predmet istraživanja.

Geološku reambulaciju treba izvesti na postojećoj topografskoj osnovi 1:5000 uključujući i izradu jednog dužeg geološkog profila, koji bi trebalo uraditi upravno na pravac pružanja jezera, sa presjekom preko čeone morene i velikog erozionog ožiljka u kanjonu Jezerštica. Cilj izrade profila je prije svega i prostorno definisanje svih geoloških formacija i njihovog strukturnog sklopa. Za potrebe kvalitetnog kartiranja neophodno bi bilo, i tehnički veoma zahtjevno, uraditi nekoliko profila niz veliki erozioni ožiljak u koritu Jezerštica i tako definisati litološke i stratigrafske činioce u njemu.

Za ovaj Projekat od posebnog su značaja geološki odnosi koji vladaju u okviru trijaskih formacija, tačnije treba definisati prostorne odnose između ladinskih krečnjaka T_2^2 , stijena vulkanogeno-sedimentne formacije T_2^2 i magmatskih stijena trijasko starosti. Odnos između ovih litoloških članova posebno je važan u dijelu Biogradske jezera, na mjestu gdje se čeona morena spušta prema kanjonu Jezerštica i gdje je formiran veliki erozioni ožiljak.

8.4. Istražno bušenje

U slučaju da se to učini neophodnim potrebno je predvidjeti mogućnost izvođenja dvije istražne bušotine. Potencijalne lokacije bušotina date su na slici 31.

Geološke istražne bušotine izvodiće se u cilju utvrđivanja litološkog, granulometrijskog sastava, prostornog položaja i debljine zalijeganja glacijalnih sedimenata, sa posebnim naglaskom na odnos ladinskih krečnjaka, vulkanogeno-sedimentne serije i magmatskih stijena. Pored toga, bušenjem će se utvrditi dubine do nivoa podzemnih voda, filtracione karakteristike vodonosne sredine.

Istražno bušenje, u slučaju da do njega dođe, izvodiće se mašinski, rotacionom metodom sa kontinualnim jezgrovanjem, početnim prečnikom od $\Phi 146$ mm i završnim prečnikom od $\Phi 131$ mm. Projektovana dubina bušotina je 35-40 m. Stvarna dubina zavisice od konkretnih geoloških uslova terena i odrediće se tokom trajanja bušenja od strane projektantskog nadzora.

Tokom istražnog bušenja je potrebno pratiti: brzinu napredovanja bušaćeg pribora, propadanje bušaćeg pribora, otežanu rotaciju bušaćeg pribora, pojavu vode itd. Procenat jezgra treba da bude 90%. Izvađeno jezgro slagati u intervale metarske širine sa propisnim obilježavanjem. Pri slaganju poštovati redosled izvađenog jezgra, a u intervalima gdje jezgro nije izvađeno, biće ostavljeno prazno mjesto sa jasno upisanim dužinama. Po završetku bušenja jezgro treba fotografisati.

U bušotini će biti ugrađene pune i perforirane PEHD cijevi $\Phi 125$ mm. Dužina perforiranog dijela zavisice od konkretnih hidrogeoloških uslova terena, debljine i filtracionih karakteristika vodonosne sredine i biće određana, od strane projektantskog nadzora, nakon što bušenje bude završeno, ako do njega dođe.

8.5. Geofizičko istraživanje

Da bi se utvrdile debljine nanosa na dijelu jezera, koje je godinama zapunjavano najfinijim sedimentima, a koje su svojim tokovima donijeli Biogradska rijeka i Lalev potok, idealno bi bilo uraditi seizmička refrakciona ispitivanja, s obzirom na evidentnu razliku u fizičko-mehaničkim karakteristikama sedimenata nanosa i vulkanskih stijena, koje se nalaze u podlozi. Za ovu vrstu istraživanja bilo bi dobro uraditi plitka refrakciona seizmička istraživanja. Ova istraživanja je moguće uraditi jedino u vrijeme rane jeseni (kraj septembra i oktobar mjesec), kada jezero dosegne svoj hidrološki minimum. Kako je neophodno preko isušenog dijela jezera postaviti dispozitive sa geofonima, kao ograničavajući faktor za izvođenje ove metode, predstavlja konzistencija nataloženih sedimenata i njihova čvrstoća na pritisak. Čvrstina sedimenata mora biti takva da budu potpuno nosivi za operatora, koji bi instalirao neophodnu opremu, da ne bi dolazilo do njegovog nekontrolisanog propadanja.

Da bi se izvršila refrakciono-seizmička ispitivanja, potrebno je utvrditi, odnosno ispitivanja će se moraju sastojati od:

- ❖ određivanja dubina i brzina prostiranja elastičnih longitudinalnih (V_p) i transverzalnih talasa (V_s) u pojedinim litološkim sredinama, odnosno finih nataloženih sedimenata, i vulkanskih stijena u podini;
- ❖ određivanju debljine (D) površinskog kompleksa sedimenata nanosa; i
- ❖ određivanju prostornog rasporeda i dubinskog zalijeganja pojedinih litoloških članova.

Interpretacija rezultata refrakciono-seizmičkih ispitivanja će biti zasnovana na određivanju vrijednosti brzina prostiranja elastičnih longitudinalnih i transverzalnih talasa u različitim litološkim sredinama. Na osnovu razlike u brzinama prostiranja elastičnih longitudinalnih i transverzalnih talasa moguće je izračunati dubinu nataloženih sedimenata. Rezultati refrakciono-seizmičkih ispitivanja se prikazuju u vidu hodohrona brzina prostiranja refrakciono-seizmičkih

talasa, koji daju zavisnost vremena prostiranja, koje je potrebno da elastični talasi dođu od tačke paljenja, pa do prijemnika-geofona koji su postavljeni duž profila.

Svi ovi parametri: brzina prostiranja elastičnih longitudinalnih i transverzalnih talasa, zapreminska težina i debljina litoloških sredina, učestvuju u sastavljanju geodinamičkog modela terena do 50 metara dubine ispitivanja.

Refrakciono-seizmička ispitivanja biće izvršena su duž više seizmičkih profila, ukupne dužine od oko 2000 m, a prijemnici (geofoni) nalaziće se duž profila na međusobnom rastojanju od 12 metara. Izazivanje elastičnih talasa biće izvršeno pomoću mehaničkih udara - čekićem od 10 kg na 5 mjernih mjesta.

Seizmička refraktivna ispitivanja bi trebalo izvesti u periodu hidrogeološkog minimuma. Time bi se izvršila kvalitetna korelacija rezultata refrakcionog profila sa profilom iz izvedenih bušotina, i urađenom geološkom kartom 1:5000. Rezultat ovako planiranih i izvedenih istraživanja bi kreirao jasniju sliku o debljini nanosa, a samim tim bi se mogle izračunati količine nanosa, koji je moguće ukloniti iz jezerskog basena, i time dovesti do povećanja količina vode u njemu.

Sa druge strane, imajući u vidu urađenu **Studiju morfologije dna Biogradskog jezera**, urađenu od strane Društva mladih istraživača šumarskog fakulteta u Beogradu, 1989. godine, moguće je izračunati količinu materijala kojim je jezero zapunjeno u prethodnom periodu od 1989. godine do danas, a onda i procijeniti srednji godišnji prinos sedimenata u jezeru. Svi ovi podaci su nepohodni kako bi se dobila što kvalitetnija i pouzdanija sanaciona rješenja u Idejnom projektu integralne sanacije uočenih problema na Biogradskom jezeru.

U slučaju da primjena plitke reflektivne seizmike nije moguća, zbog već ranije pomenute konzistencije i čvrstoće na pritisak sedimenata nanosa, treba razmotriti mogućnost upotrebe *Sub bootom profiler-a*, ili sličnog uređaja, koji je dizajniran da radi kao marinski uređaj, odnosno uređaj kojim je moguće

sa površine mora ili u ovom slučaju površine jezera, dobiti informacije o jezerskom dnu. Sam uređaj je portabilan, male snage ali je u mogućnosti da snimi slojeve i razdvoji ih i kada su samo debljine od 6 cm. Radi sa zapravo o eho sonderu, koji emituje akustični signal frekvencije 10 kHz, a signali tih karakteristika se odlikuju prodornošću takvom da penetracija signala može da bude i do 40 m u tlo, što značajno prevazilazi naše potrebe u smislu snimanja debljine sedimenata u Biogradskom jezeru. Ono što svakako može da dovede do smanjenja upotrebljivosti ovakvog instrumenta u uslovima Biogradskog jezera, je plitka voda. U slučajevima kada je dubina do dna manja od 1 m, upotreba ovakvog tipa uređaja je veoma ograničena.

Finalnu obradu podataka neophodno je uraditi u nekom od profesionalnih softvera za obradu hidrografskih mjerenja, korišćenjem i papirnog zapisa, koji nekad bolje oslikava poziciju dna, kada se mjeri u jezerskom basenu.

Sva dalja modelovanja podataka i njihova vizuelizacija, može se izvršiti u nekom od profesionalnih GIS alata, koji daju opciju računanja modela terena, diferencijalnog modela i daju mogućnost dalje kartografske obrade.

8.6. Geodetsko i batimetrijsko snimanje

Dostupna geološka, hidrogeološka i inženjersko geološka karta urađene su na topografskoj podlozi u rezmjeri 1:5000. Još uvijek nam nije poznato da li je moguće naći ovu geodetsku podlogu u Crnoj Gori. Intenzivno se traži mogućnost da se dođe do nje, bez obzira da li je ona u analognom ili digitalnom formatu. U slučaju da je moguće nabaviti geodetsku osnovu 1:5000, buduća mjerenja i osmatranja treba prilagoditi toj situaciji.

Naime, ako postoje analogne verzije geodetske osnove, onda je neophodno samo izvršiti njihovu digitalizaciju i nadogradnju izmjena koje su se dogodile u međuvremenu. U slučaju da ne postoji ni analogna ni digitalna verzija osnove 1:5000, onda bi trebalo pristupiti ponovnom geodetskom snimanju iste.

Međutim zbog specifične konfiguracije terena, koja se ogleda u izrazito visokom rastinju u obalnom dijelu i relativnom niskom vodostaju, istraživanja koja bi bila vršena na jezeru, zahtijevaju primjenu isključivo konvencionalnih metoda geodetskog premjera, radi postizanja zadovoljavajuće tačnosti, kako od stabilizacije mreže, tako i izvođenja geodetskih mjerenja.

Najpovoljniji period za realizaciju premjera bila bi jesen (kraj septembra i početak oktobra), jer je u tom periodu vodostaj nizak, lišće je već opalo, pa je moguće i stabilizovati mrežu tačaka, koja bi se međusobno dogledala.

Snimanja u mreži moraju biti rađena metodom mjerenja uglova i dužina. Kao osnova treba da posluži jedna postojeća tačka državne trigonometarske mreže i najmanje jedna tačka određena GPS metodom, ukoliko otvorenost neba dozvoli da se izvrši GPS mjerenje.

Kasnijim proračunom izvršilo bi se izravnanje 1D i 2D mreže, i obezbijedila stabilna i pouzdana mreža od nekih 25 tačaka. Sa tih tačaka vršila bi se kasnija geodetska mjerenja obalnog područja totalnom stanicom.

Definisanje GPS mreže koja predstavlja jednostavniju i bržu formu definisanja geodetske osnove nije moguća, jer ne postoji otvorenost neba na kompletnom dijelu jezera, već visoko rastinje pravi "masku" i daje nezadovoljavajuću tačnost mjerenja.

Batimetrijska mjerenja treba realizovati korišćenjem standardne konfiguracije jednosnopsnog dvofrekventnog ultrazvučnog dubinomjera, sa dodatno papirnim zapisom, GPS prijemnika i tablice za brzinu prostiranja ultrazvuka u slatkoj vodi.

Dio podataka koji zbog lošeg signala ne bi mogli biti prikupljeni batimetrijskom metodom, morali bi biti dodatno snimljeni geodetski a to se odnosi na dubine jezera ispod 70 cm.

Nova geodetska mreža potencijalno bi se mogla iskoristiti i za georeferenciranje već postojećeg kartografskog materijala, koji bi poslužio za računanje nasipanja koje je nastalo u periodu od 1986. godine pa do dana realizacije novog premjera.

8. PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA

	Opis	j.m.	kol.	Jed. cijena bez pdv-a	Ukupan iznos bez pdv-a
Hidrološka istraživanja					
1	Monitoring površinskih voda (automatska oprema i infrastruktura)	kom	5	3850,00	19.250,00
2	Vodomjerne letve	kom	15	160,00	2.400,00
3	Vršenje hidrometrijskih mjerenja i prevlačenje podataka sa instrumenata	kom	10	600,00	6.000,00
4	Hidrološka analiza pojava i procesa u slivu Biogradskog jezera i Jezerštica	kom	1	2000,00	2.000,00
Hidrogeološka istraživanja					
1	Hidrogeološko kartiranje terena	dan	10	300,00	3.000,00
2	Izvođenje opita obilježavanja voda	dan	7	1,00	3.500,00
3	Obrada podataka i reanbulacija hidrogeološka karte 1: 5 000	dan	10	200,00	2.000,00
Geološka istraživanja					
1	Geološko kartiranje terena	dan	10	300,00	3.000,00
2	Izvođenje istražnog bušenja (opciono)	m	80	100,00	8.000,00
3	Obrada podataka i reanbulacija geološke karte 1: 5 000	dan	10	200,00	2.000,00
Geofizička istraživanja					
-					
1	Terenska refrakciona seizmička istraživanja	m	2000	5,00	10.000,00
2	Obrada rezultata refrakcionih seizmičkih ispitivanja	dan	10	500,00	5.000,00
Geodetska i batimetrijska snimanja i mjerenja					
-					
1	Stabilizacija operativnog poligona	dan	11	300,00	3.300,00
2	Izravnjanje visinske i 2D mreže	dan	25	300,00	7.500,00
3	Terestičko snimanje obale do kote 1100 mm	dan	60	300,00	18.000,00
4	Georeferenciranje i digitalizacija istorijskih podataka	pauš	1	2.000,00	2.000,00
5	Obrada snimljenih topografskih mjerenja	dan	5	300,00	1.500,00
6	Računanje digerencijalnog modela nulto/novo stanje	pauš	1	1.000,00	1.000,00
7	Batimetrijska mjerenja jezera	dan	25	300,00	7.500,00
8	Obrada batimetrijskih mjerenja	dan	15	300,00	4.500,00
9	Crtanje poprečnih profila jezera	dan	5	300,00	1.500,00

10	Izrada GIS-a	pauš	1	1.000,00	1.000,00
	Ukupno bez PDV-a				113.950,00
	Neplanirani troškovi			10%	
	PDV 21%				23.929,50
	UKUPNO SA PDV-om				137.879,50

10. ZAKLJUČAK I ZAVRŠNE NAPOMENE

Projekat Rehabilitacija Biogradskog jezera je već godinama jedan od prioriteta u sektoru zaštite životne sredine Ministarstva ekologije, prostornog planiranja i urbanizma, te je kao takav bio i jedan od prioriteta na jedinstvenoj listi infrastrukturnih projekata.

Problem erozije u kanjonu Jezerštica, poniranje i gubljenje vode iz jezera kao i zasipanje jezera sedimentima rječnog nanosa, prepoznati su još prije više od pola vijeka, i uvijek su dovođeni u vezu sa mogućnošću trajnog nestajanja Biogradskoj jezera.

U tom cilju, Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma je kroz tekući IPA projekat „Podrška u pripremi projekata u sektoru životna sredina i klimatske akcije“ (IPA 2016.) odlučila da završi prvu fazu, odnosno analizu postojećeg stanja na Biogradskom jezeru. Predviđeno je da se u sklopu ove faze prikupi sva postojeća dokumentacija o Biogradskom jezeru, uradi njena analiza, i definišu problemi koje je neophodno riješiti. Takođe, u prvoj fazi je potrebno načiniti predlog i plan daljih aktivnosti koje bi trebalo da dovedu do trajne sanacije Biogradskog jezera.

Tokom radova na prvoj fazi, jasno su izdiferencirani problemi u okviru zone Biogradskog jezera koje treba sanirati, i to:

- Problem zasipanja jezera erodovanim materijalom koji donose Biogradska rijeka i Lalev potok;
- Problem poniranja jezerskih voda kroz serije ponora koji se nalaze po dnu jezera; i
- Problem progresivne erozije u kanjonu Jezerštica.

U budućnosti, svaki od njih ponaosob, može usloviti da dodje do kompletne devastacije ovog bisera prirode, i njegovog trajnog gubitka. Rješenje uočenih problema treba da bude sveobuhvatno, jer rješavanje jednog od njih, samo po sebi, nije dovoljno da bi se sačuvalo jezero. Kod sanacije Biogradskog jezera treba se voditi po principu **"ništa nije**

gotovo dok sve nije gotovo" i zbog toga je ovaj posao vrlo kompleksan i zahtijeva posvećen i pragmatičan pristup njegovom rješavanju.

Koncepcija budućih istraživanja je planirana tako da se izvrši revizija i provjera postojećih podloga, njihova dopuna i digitalizacija kada je to moguće, i urade one podloge za koje se procijenilo da je njihovo postojanje neophodno a koje nedostaju.

Kako je to Projektnim zadatkom za Prvu fazu ovog projekta bilo određeno, neophodno je planirati radove i aktivnosti Druge faze. Za drugu fazu Projekta planira se sledeće:

1. Provjera i dopuna postojećih podloga, kao i njihova digitalizacija kad je to moguće;
2. Izrada novih nedostajućih podloga za koje se smatra da su neophodne;
3. Pisanje Projektnog zadatka za izradu Idejnog rješenja integralne sanacije postojećih problema na Biogradskom jezeru.

Nakon što se kompletiraju neophodne relevantne geodetske, batimetrijske, geološke, hidrogeološke i hidrološke podloge, u okviru Treće faze, treba raspisati i sprovesti konkurs za izbor najboljeg Idejnog rješenja integralne sanacije postojećih problema, koji utiču na buduće postojanje Biogradskog jezera. Imajući to u vidu, podloge moraju biti izrađene na nivou koji zadovoljava ovu vrstu radova, kako bi se prilikom izrade Idejnog rješenja, u mjeri što je to više moguće, izbjegla upotreba analogije, aproksimacija i procjena.

Imajući u vidu složenost cijelog problema, zamisao je da se sanacija Biogradskog jezera odvija u više faza. Ako se uzme u obzir činjenica da je završetak ove Studije, završetak **I faze** realizacije projekata sanacije, do konačnog završetka planirane su sledeće faze, i to:

II faza – *Dopuna postojećih podloga i izrada novih nedostajućih, kao i pisanje Projektnog zadatka za*

izrada Idejnog rješenja integralne sanacije Biogradskog jezera;

III faza – *Raspisivanje međunarodnog nagradnog konkursa za izbor najboljeg Idejnog rješenja integralne sanacije Biogradskog jezera, i izbor najboljeg rješenja;*

IV faza – *Izrada Procjene uticaja na životnu sredinu za Idejno rješenje integralne sanacije Biogradskog jezera;*

V faza – *Izrada Glavnog projekta sanacije na osnovu Idejnog rješenja integralne sanacije Biogradskog jezera;*

VI faza – *Raspisivanje tendera za izbor izvođača za realizaciju radova po Glavnom projektu sanacije Biogradskog jezera;*

VII faza – *Izvođenje radova po Glavnom projektu sanacije Biogradskog jezera i njegova trajna sanacija.*

Kako se radi o aktivnostima i radovima koji treba da se odvijaju u ekološki najsenzitivnijem i najranjivijem području, to se, kako kod izrade Idejnog rješenja integralne sanacije Biogradskog jezera, tako i kod izrade Glavnog projekta sanacije i izvođenju radova po istom, moraju primijeniti krajnje kreativna i pragmatična inženjerska rješenja, koja su u beskompromisnom skladu sa prirodnim ambijentom Biogradske gore, i koja ni na kakav način neće ugroziti postojeći sklad.

ANNEX I - PRELIMINARY PROJECT OF SAND EMBANKMENTS

ANNEX II – TABLE FOR COLLECTION AND ORGANIZATION ON AVAILABLE DATA

Blečić, V. (1960): Beitrag zur Kenntnis der Weidenvegetation des Gebirge Bjelasica; Bull. Inst Bot. Univ (Beograd) 1 (5): 109-118.

Blečić, V., Lakušić, R. (1970): Der Urwald Biogradska Gora in Gebirge Bjelasica in Montenegro. Akademija nauka i umjetnosti BiH–Posebno izdanje, 15(4), 131-140, Sarajevo.

Burić, M., Micev, B., Mitrovic, L. (2012): Atlas klime Crne Gore, CANU, Podgorica.

Cagliero, E., Morresi, D., Paradis, L., Curovic, M., Spalevic, V., Marchi, N., Meloni, F., Bentaleb, I., Motta, R., Garbarino, M., Lingua, E., Finsinger, W. (2021): Legacies of past human activities on one of the largest old-growth forests in the south-east European mountains. *Veget Hist Archaeobot* (2021). <https://doi.org/10.1007/s00334-021-00862-x>.

Čađenović, N., Blečić, V., Radulović, M.M. (2012): Mogućnost sanacije Biogradskog jezera izvođenjem antifiltracionih radova. Zbornik radova XIV simpozijuma inženjerske geologije i geotehnike sa internacionalnim učešćem, 27-28. septembar 2012, Beograd, str. 519-528; ISBN 987-86-89337-01-3.

Čurović, M (2011): Tipovi šuma NP Biogradska gora. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.

Dožić, D. (1991): Istorijat nacionalnog parka Biogradska gora. „Biogradska gora“ Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka “Biogradska gora”; CANU; Podgorica.

Dožić, S., et al (1989): Studija morfologije dna Biogradskog jezera. Društvo mladih istraživača šumarskog fakulteta u Beogradu.

Đorđević, B., Sekulić, G., Radulović, M. i Šaranović, M. (2010): Vodni potencijali Crne Gore, Crnogorska Akademija Nauka i Umjetnosti, Posebna izdanja, Knjiga 74, Podgorica. ISBN 978-86-7215-261-6.

Fuštić, B. (1991): Zemljište Nacionalnog parka „Biogradska gora“ Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka “Biogradska gora”; 75-100. CANU; Podgorica.

Fuštić B., Đuretić, G. (2000): Zemljišta Crne Gore, Monografija, Univerzitet Crne Gore, Biotehnički institut, Podgorica.

Hrvavčević, S. (2004): Resursi površinskih voda Crne Gore, EPCG, Nikšić.

Jevtić, Lj. (1976): Biogradska rijeka i Lalev potok – glavni projekat uređenja korita Biogradske rijeke i Lalevog potoka; Institut za vodoprivredu erozionih područja – Šumarski fakultet, Beograd.

JP za Nacionalne parkove Crne Gore (2017): Bazna studija o šumama u Nacionalnom parku Biogradska gora. 1-178 Podgorica.

Lakušić, D., Lakušić, R., Stevanović, V. (1991): Prirodni sistem ekosistema planine Bjelasice; Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka “Biogradska gora”; CANU; Podgorica.

Lakušić, R., Atanacković, B., Vučković, M. (1991): Endemična flora Kopaonika i Bjelasice; Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka “Biogradska gora”; CANU; Podgorica.

Medarević. M., Čurović, M., Cvjetičanin, R., Spalević, V., Dubak, D. (2004): Structural characteristics of mixed Forests of Spruce, Beech and Fir in the National Park Biogradska Gora. Monographs No1, Biodiversity of the Biogradska Gora National Park; Department of Biology; University of Montenegro; Podgorica.

Mihailović, R., Radulović, V. (1991): Geologija planine Bjelasice; Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka “Biogradska gora”; CANU; Podgorica.

Milojević, Ž. B. (1955): Doline Tare, Pive i Morače, Naučno društvo NR Crne Gore, Odjeljenje za prirodno-matematičke nauke, Cetinje.

Motta, R., Garbarino, M., Berretti, R., Bjelanovic, I., Borgogno Mondino, E., Čurović, M., Keren, S., Meloni, F. & Nosenzo, A. (2015): Structure, spatio-temporal dynamics and disturbance regime of the mixed beech–silver fir–Norway spruce old-growth forest of Biogradska Gora (Montenegro); *Plant Biosystems*, Volume 149, Issue 6, pp. 966-975.

Nikčević R., Ristić R. (2005): Biogradsko jezero idejno rješenje anti-erozione zaštite, Zeleni Crne Gore, Podgorica.

Pavićević, Lj. (1990): Biogradska gora i održavanje prirodne vegetacije i zemljišta na kršu, *Poljoprivreda i šumarstvo*. 36 (3-4), 28-39. Podgorica.

Popović, Z. i sar. (1988): Aneks projekta hidrogeoloških i inženjersko – geoloških istraživanja za potrebe sanacije Biogradskog jezera, JU Republički zavod za geološka istraživanja, Titograd.

Popović, Z. i sar. (1989): Aneks projekta hidrogeoloških i inženjersko – geoloških istraživanja za potrebe sanacije Biogradskog jezera – II Faza, JU Republički zavod za geološka istraživanja, Titograd.

Radulović M., Pejović R., Tomanović Z. Sekulić G (2007): Izvještaj o obilasku erozijom ugrožene padine u kanjonu Jezerštica u zoni Nacionalnog parka Biogradska gora, Građevinski fakultet (UCG), Podgorica.

Radulović, V., i sar. (1995): Konačan izvještaj o do sada izvedenim radovima na objektu „Hidrogeološka i inženjersko-geološka istraživanja za potrebe sanacije Biogradskog jezera“, Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, Titograd.

Radojičić, B. (2002): Geografija Crne Gore – prirodna osnova, DANU, Podgorica – Nikšić.

Spalević, V., Curovic, M., Skataric, G. (2021): Analiza pristupa zaštite Biogradskog jezera od erozije zemljišta i predlog rješavanja hidroloških problema u slivu Biogradske rijeke i Biogradskog jezera, Okrugli sto "Zaštita Biogradskog jezera od erozije zemljišta i rješavanje hidroloških problema u slivu Biogradske rijeke i Biogradskog jezera", Kolašin.

Spalevic, V., Curovic, M., Povilaitis, A., Radusinovic, S. (2004): Estimate of Maximum Outflow and Soil Erosion in the Biogradska River Basin. Monographs No1, p. 1-20. Biodiversity of the Biogradska Gora National Park; Urednici: Pešić, V., Karaman, G., Spalevic, V., Jovović, Z., Langurov, M. Odsjek za biologiju Prirodnomatematickog fakulteta, Univerzitet Crne Gore; Podgorica.

Stešević, D., Petrović, D. (2004): Rare, Endangered and Protected Plants of Mountain Bjelasica; Monographs No1, Biodiversity Of The Biogradska Gora National Park; Department of Biology; University of Montenegro; Podgorica.

Stanković, S. (1975): Planinska jezera Crne Gore, Društvo za nauku i umjetnost Crne Gore, Titograd.

Tomanić, L. (1991): Istraživanje prašumskih sastojina bukve, gorskog javora, gorskog bresta i belog jasena na Biogradskoj gori; Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka "Biogradska gora"; CANU; Podgorica.

Vlahović, V. (1991): Mogućnosti očuvanja Biogradskog jezera kao prirodnog i privrednog dragulja. Monografija: Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka "Biogradska gora"; 129-136. CANU; Podgorica.



Funded by
the European Union

