

Dr Vasilije Radulović*

VODE SKADARSKOG JEZERA I OKOLNIH IZDANI KAO IZVORIŠTA ZA
VODOSNABDIJEVANJE

THE WATERS OF THE LAKE SKADAR AND ITS NEIGHBOURING AQUIFERS
AS A WATER SUPPLYING SOURCES

Izvod .

U radu su dati regionalni pokazatelji prostornog položaja Skadarskoj jezera; njegove karakteristične kote; površine, količine i kvalitet voda; prostorni položaj i tipovi izdani po obodu Jezera sa procjenom količina i kvaliteta voda zbijene izdani Zetske ravnice. Preko količina i površina voda Jezera i voda obodnih izdani ukazano je na značaj te sirovine uopšte a posebno za vodosnabdijevanje stanovništva vodom. Dalje je ukazano na postojeće zahvatanje voda iz obodnih izdani Jezera za potrebe mjesnog stanovništva, poljoprivredu i industriju i na značaj voda tih izdani koje će imati ubuduće. Iz tih razloga se i predlaže istraživanje površinskih i podzemnih voda Jezera, obodnih izdani a i sliva sa ciljem njihovog definisanja, racionalnog korišćenja zaštite i zaštite od poplava.

Synopsis

The paper deals with regional indicators of spatial position of the Lake Scadar, its, sharakteristic attitudes, surface area, quantity and quality of water, spatial position and aquifer types at the edge of the Lake. The evaluation of quantity and quality of water in confined aquifer in the Zeta valley is discussed too. It is pointed out the

* Dr Vasilije Radulović, Republički zavod za geološka istraživanja, Podgorica

importance of the quantity of the waters from the Lake and the neighboring aquifers, in general and in particular for water supplying. It is discussed the future prospect, too, of the existing tapping of water from the Lake's neighboring aquifers for the purpose of providing needs for local population, agriculture and the industry. This is the reason why it is suggested the investigation of Lake's surface and ground waters, neighboring aquifers and the catchment area at the same time. The aim of these investigations is to achieve rational utilization of the water, its protection and preservation from a pollution and floods.

1. U V O D

Organizacioni odbor Crnogorske akademije nauka i umjetnosti je za naučni skup PRIRODNE VRIJEDNOSTI I ZAŠTITA SKADARSKOG JEZERA predvidio plenarne referate za značajnije oblasti koje su predmet skupa. Među tim oblastima je sa plenarnim referatom predviđeno i globalno sagledavanje mogućnosti vodosnabdijevanja vodama Skadarskog jezera i obodnih izdani. To je svakako opravdano s obzirom na raspoložive količine voda u basenu Skadarskog jezera i neposredno obodnim izdanima, na jednoj strani, i postojeće nestašice te sirovine na drugoj strani.

Već preko osamdeset zemalja svijeta oskudijeva u vodama. Ta oskudica će u narednim decenijama sve više dolaziti do izražaja zbog progresivnog povećanja stanovništva na zemlji. Očekuje se prirast stanovništva na zemlji sa sadašnjih nešto preko 5,5 milijardi na oko 8 milijardi u 2025. godini. Godišnja stopa (globalno gledano) porasta potrošnje vode je oko 2,3% a po procjeni se udvostručava svake 2 decenije.

Postojeće i nastupajuće nestašice voda (bar u bliskoj budućnosti) nijesu posljedica nedostatka te sirovine već njenog nepoznavanja, neracionalnog korišćenja, svakog dana sve većeg njenog zagađivanja (čime se smanjuju ukupne količine kvalitetnih voda), neravnomjernog rasporeda padavina po godinama u pojedinim regionima i različitim ukupnim količinama padavina po godinama u prostranim regionima zemlje itd. U vezi sa svim ovim je nepreduzimanje adekvatnih aktivnosti za racionalno korišćenje voda, zaštitu voda i izgradnju odgovarajućih objekata za moguće, a potrebne preraspodjele voda. Ove manjkavosti ni nas ne mimoilaze, već svakog dana postaju sve izražajnije. Dok rastu potrebe u vodama mi ih adekvatno tim potrebama ne upoznajemo i ne štitimo, kako bismo obezbijedili potrebne količine i zbog toga trpimo.

Na teritoriji Crne Gore nemamo ni jednog regiona, niti opštinskog centra, koji ne oskudijeva u kvalitetnim pijaćim vodama. To je naročito izraženo duž Crnogorskog primorja, u Cetinju, Podgorici, Nikšiću, Žabljaku, Pljevljima, Bijelom Polju, a da ne govorimo o prostranim karstnim terenima Stare Crne Gore, Rudina, Banjana, Prekornice, Pivske planine itd.

Ne samo što za danas i za blisku budućnost potrebne količine voda ne obezbjeđujemo, već često svojom djelatnošću zagađujemo kvalitetne podzemne vode koje koristimo ili koje će biti potrebne za korišćenje u bliskoj budućnosti. Ovim, razumije se, smanjujemo ukupne rezerve naših kvalitetnih voda.

Vode Skadarskoj jezera i obodnih izdani kao izvorišta za vodosnabdijevanje prikazane su na regionalnom nivou, jer su vode Skadarskog jezera sa vodama neposredno obodnih izdani najveća ležišta površinskih i podzemnih voda na teritoriji Crne Gore.

Pri tome, najprije je dat kratak pregled prostornog položaja Skadarskog jezera, količine njegovih voda i njihov režim, nakon toga položaj i karakteristike izdani Zetske ravnice, njenog sjeveroistočnog, sjevernog i sjeverozapadnog oboda i na kraju jugozapadnog oboda samog Jezera.

2. VODE SKADARSKOG JEZERA

Skadarsko jezero je najveće jezero na Balkanskom poluostrvu. Većim dijelom se nalazi na teritoriji jugoistočne Crne Gore a manjim dijelom na krajnjem sjeverozapadu Albanije. Jezero zauzima najniže djelove Zetsko-skadarske depresije koja je dijelom kriptodepresija.

Karakteristične geografske koordinate Jezera se tokom godine donekle mijenjaju, u zavisnosti od vodostaja odnosno površina pri različitim vodostajima.

Mjesto u kojem je određena sa karte 1:25.000 koordinata karakteristične tačke	Sjeverna geografska širina	Istočna geografska dužina po Griniču
Najsjevernija tačka Jezera na obodu Malog blata u ataru sela Sinjac	42°21'54"	19°09'52"
Najjužnija tačka Jezera na izlazu rijeke Bojane iz Jezera kod Skadra	42°03'15"	19°30'00"
Najistočnija tačka Jezera na izlazu rijeke Bojane iz jezera kod Skadra	42°03'15"	19°30'00"
Najzapadnija tačka jezera je kod varoši Rijeke Crnojevića gdje se završava uspor Jezera	42°21'19"	19°01'28"
Najistočnija tačka Jezera na granici sa Albanijom je u Hotskom zalivu	42°19'37"	19°25'30"
Najjužnija tačka Jezera na granici sa Albanijom je jugoistočno od sela zvanog Ckala - Krajina	42°04'42"	19°23'23"

Nivo voda Jezera tokom godine oscilira u zavisnosti od režima njegovog hranjenja i pražnjenja vodama. Da bi približno sagledali taj režim, količine voda Jezera i karakteristične kote nivoa Jezera, analizirani su registrovani hidrološki podaci na vodomjernim stanicama "Virpazar", "Krnjica" i "Donja Plavnica", za petnaestogodišnji period, počev od početka 1956. do kraja 1970, i topografske podloge različitih razmjera. Tom analizom došlo se do zaključaka:

Najniži vodostaj registrovan je na V.S. "Donja Plavnica" 1956.

i bio je	4,97 m.nm
- Srednji nivo niskih voda je	5,21 m.nm
- Srednji nivo voda je	6,76 m.nm

- Srednji nivo visokih voda je	8,72 m.nm
Najviši vodostaj u analiziranom periodu registrovan je na V.S.	
"Donja Plavnica" od.....	9,84 m.nm
Maksimalna amplituda u analiziranom periodu je	5,17 m.nm
Najniži vodostaj uopšte na Jezeru registrovan je na V.S.	
"Donja Plavnica" 18.09.1952. godine od	4,53 m.nm
Najviši vodostaj uopšte na Jezeru registrovan je na V.S.	
"Donja Plavnica" 23.I 1948. godine od	9,86 m.nm
Maksimalna amplituda uopšte vode Jezera je	5,33 m
Srednja amplituda Jezera je	3,34 m
Minimalni vodostaji Jezera kreću se od 4,53 do 5,75 m.nm tako da	
se kao srednje kote minimalnih voda Jezera dobijaju.....	5,15 m.nm
Srednji vodostaji Jezera idu između	5,81 m.nm do 7,20 m.nm
tako da se kao srednje vrijednosti mogu uzeti kote od	6,49 m.nm

Navedeni pokazatelji ilustruju režim oscilacija voda Skadarskog jezera koje su direktno zavisne od režima hranjenja i pražnjenja vodama. Režim Jezera je znatno izmijenjen posljednjih 100 godina i to naročito: prodiranjem voda rijeke Drima u rijeku Bojanu (tokom prošlog vijeka), a preko ove povremeno u Skadarsko jezero i izgradnjom energetskih akumulacija voda u dolini rijeke Drima. Na ovaj režim, iako malo, od uticaja je i prevođenje voda iz sliva Skadarskog jezera za vodosnabdijevanje potrošača duž Barske rivijere (iz aluviona doline rijeke Orahovštice i sa karstnog vrela zvanog Velje oko) i Budvanske rivijere (sa karstnog vrela zvanog Vrelo Podgorsko, i iz aluviona doline Velje rijeke - uzvodni dio rijeke Orahovštice, a sa lokaliteta zvanog Sjenokosi).

Od vodostaja Jezera zavisi njegova površina, dubina i količine voda. Pri maksimalnim vodostajima njegova dubina, izuzimajući dubine vrulja, je i preko 15 m, a pri minimalnim nešto oko 10 m. Dubina dna u pojedinim vruljama (oka) Jezera je znatno veća, a u Raduškom oku je nešto preko 80 m (pri srednjim nivoima Jezera).

Na osnovu karakterističnih vodostaja Jezera i topografskih osnova različitih razmjera sračunate su karakteristične površine Jezera, a preko toga i količine njegovih voda, što se daje u prilogu tabelarno i grafički. Pokazatelje na prilogu treba shvatiti kao regionalne, jer su tog ranga i podaci na osnovu kojih je sproveden račun. Za potpuniju analizu potrebni su pouzdaniji hidrološki podaci za mnogo duži vremenski period i detaljnije topografske osnove tj. batimetrijska karta dna Skadarskog jezera pri tačno poznatom vodostaju. Takva karta nedostaje, što otežava proučavanja basena Jezera, režima i kvaliteta njegovih voda pa samim tim i svih ostalih prirodnih odlika, kao i posljedica aktivnosti čovjeka u tom prostoru (na živu i mrtvu prirodu).

Sa tabele i grafikona u prilogu vidno je da se rezerve voda Jezera tokom godine mijenjaju i idu od 1,76 m³ pri vodostajima od 4,71 m.nm do nešto preko 4 km³ pri vodostajima od 10 m.nm. Gledano u višegodišnjem periodu, količine voda tokom godine se mijenjaju za preko 2,22 km³, a to je svakako više od 50% količina voda Jezera pri njegovim maksimalnim vodostajima.

Pri maksimalnim vodostajima u dijelu basena Jezera koji pripada teritoriji Crne Gore se nalazi preko 2,5 km³ vode (62,56%), a u dijelu basena koji pripada Albaniji nešto preko 1,5 km³ (37,44%).

Pri srednjim vodostajima od oko 6,5 m.nm, gledano u višegodišnjem periodu, u basenu Jezera ima preko 2,4 km³ vode, od čega je u dijelu teritorije Crne Gore nešto preko 1,4 km³ (oko 60%), a 0,98 km³ (40%) u dijelu basena koji pripada Albaniji.

Slični odnosi su i pri niskim vodostajima, kada od 1,76 km³ u basenu Jezera koji pripada Crnoj Gori ima nešto preko 1 km³ vode (60%), a na teritoriji koja pripada Albaniji nešto preko 0,7 km³ (40%).

Interesantno je istaći da su odnosi površina sliva dijela Jezera na teritoriji Crne Gore i na teritoriji Albanije još više izraženi u korist teritorije Crne Gore.

Od površina sliva Skadarskog jezera koja je oko 5.490 km², na teritoriji Crne Gore je oko 4,460 km² (81,2%), a na teritoriji Albanije 1,030 km² (18,8%).

Sa ukupnog svog sliva Jezero dobija, gledano u višegodišnjem prosjeku, količine voda koje idu na oko 12,63 m³, od čega sa teritorije Crne Gore oko 10,62 m³ (81,26%) a sa teritorije Albanije oko 2,37 m³ (18,74%).

Skadarsko jezero se prihranjuje vodama od:

- padavina direktno na sopstvenoj površini,
- brojnih povremenih i stalnih vodotoka, među kojima je sa najvećim količinama vodotok rijeke Morače,
- brojnih vrulja (oka) po njegovom jugozapadnom, sjeverozapadnom i sjevernom rubu i
- podaviranjem na više većih površina, tamo gdje su vode Jezera u neposrednom kontaktu sa skaršćenim veoma vodopropustnim krečnjacima i dolomitima ili sa vodopropusnim, zrnastim kvartarnim sedimentima.

Pri specifičnim odnosima vodostaja rijeke Drima na njenom ušću u rijeku Bojanu, same rijeke Bojane i Skadarskog jezera, dio voda Drima prodire u Jezero.

Jezero se prazni jedino svojom otokom, tj. rijekom Bojanom i isparavanjem sa sopstvene površine.

Rijeka Bojana, gledano u višegodišnjem prosjeku, odvodi iz Jezera u Jadransko more nešto preko 320 m³/sec. vode tj. godišnje količine od preko 10,2 km³. To su one obnovljive vode - rezerve voda Skadarskog jezera, na koje se, gledano u prosjeku, može i treba računati. Ovim vodama treba dodati one količine koje su ispod praga preliva iz Jezera u korito rijeke Bojane.

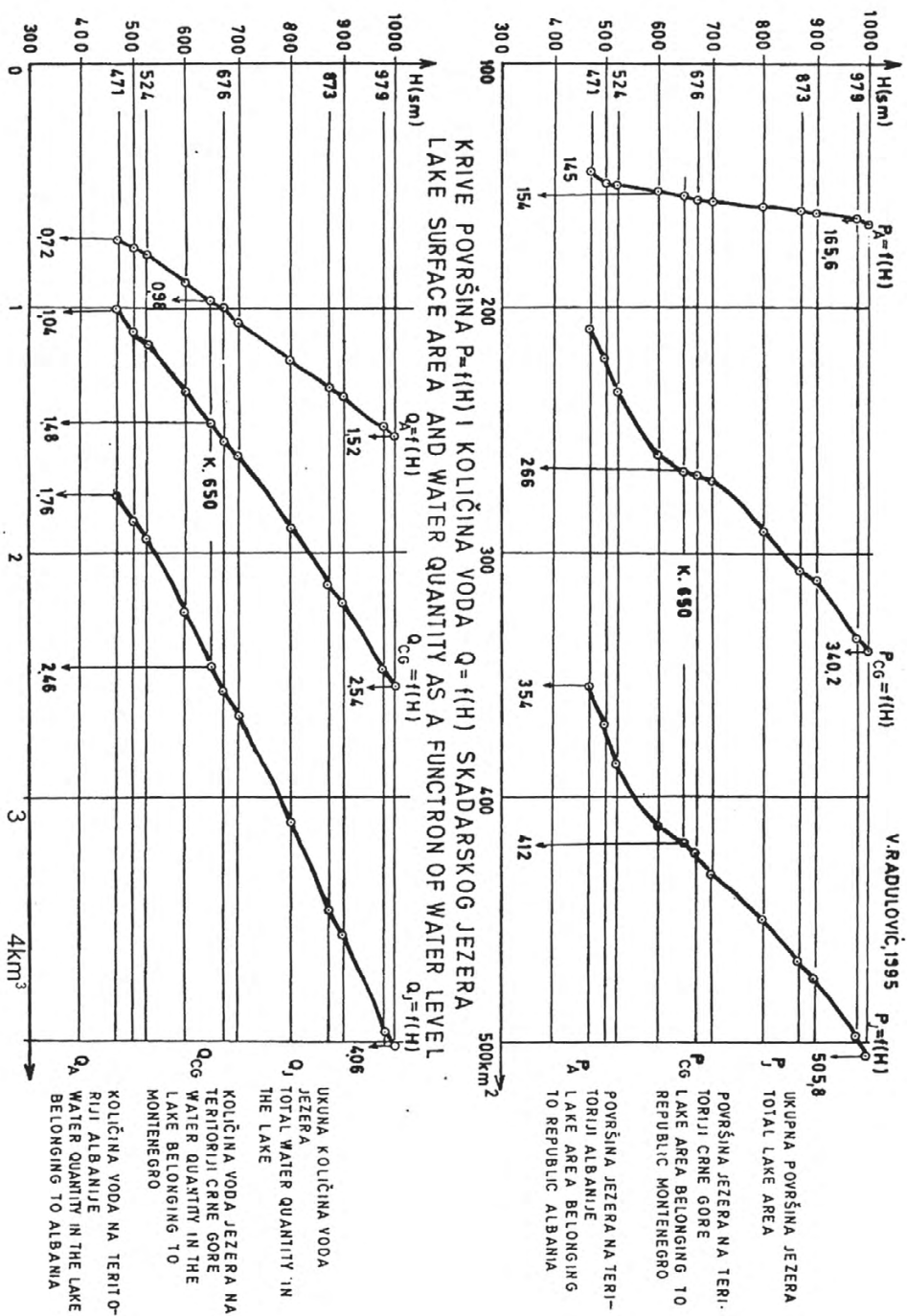
Vode Jezera, odnosno njegove rezerve, u sušnom dobu godine kada nivo padne ispod 5 m.nm, mogu se povećati izgradnjom usporne građevine odmah na izlazu rijeke Bojane iz Jezera.

Vode basena Skadarskog jezera su upotrebljive za piće nakon njihovog prečišćavanja. Na upotrebljivost vode Jezera za piće ukazuju njene fizičko-hemijske karakteristike. Prosječne vrijednosti fizičko-hemijskih osobina voda Skadarskog jezera daju se preko izvršenih analiza na 156 uzoraka, a za period od 1975-1980.

T. A. B E L A R N I P R E G L E D

POVRŠINA I ZAPREMINA SKADARSKOG JEZERA PRI RAZLIČITIM VODOSTAJIMA SRAČUNATIH PREKO REGISTROVANIH
PODATAKA NA VODOMJERNIM STANICAMA "VIRPAZAR", "KRNJICA" I "DONJA PLAVNICA" U PETNAESTOGODIŠNJEM
PERIODU, OD POČETKA 1956 DO KRAJA 1970 GOD.

Red. br.	Karakteristični vodostaji Jezera u m. n. m.	Ukupna površina na Jezera		Površina Jezera na teritoriji Crne Gore		Površina Jezera na teritoriji Albanije		Ukupna zapremina Jezera		Zapremina Jezera na teritoriji Crne Gore		Zapremina Jezera na teritoriji Albanije	
		u km ²	%	u km ²	%	u km ²	%	u km ³	%	u km ³	%	u km ³	%
1.	N.P.V. 4,71	354,0	100	209	59	145	41	1,76	100	1,04	59	0,72	41
2.	5,00	370,5	100	221,2	59,70	149,3	40,30	1,86	100	1,10	59,14	0,76	40,86
3.	SNV. 5,24	386,0	100	236	61,56	150	38,44	1,94	100	1,15	59,28	0,79	40,72
4.	6,00	413,5	100	260,7	63,05	152,8	36,59	2,24	100	1,34	59,82	0,90	40,18
5.	SV. 6,76	422	100	267	63,37	155	36,63	2,56	100	1,54	60,15	1,02	39,85
6.	7,00	425,7	100	269,4	63,28	156,3	36,72	2,66	100	1,60	60,16	1,06	39,84
7.	8,00	449,7	100	290,3	64,54	159,5	35,46	3,10	100	1,89	60,97	1,21	39,03
8.	SVV. 8,73	467,0	100	305,5	65,12	161,5	34,88	3,46	100	2,13	61,56	1,33	38,44
9.	9,00	473,8	100	311,3	65,70	162,5	34,30	3,56	100	2,20	61,00	1,36	38,20
10.	VVV. 9,79	498,0	100	335	67,21	163	32,73	3,96	100	2,47	62,37	1,49	37,63
11.	10,00	505,8	100	340,2	67,26	165,6	32,74	4,06	100	2,54	62,56	1,52	37,44



g. koje se daju u prilogu (S. FILIPOVIĆ, 1983). Posebno se daje tabelarni pregled prosječnih fizičko-hemijskih osobina voda za djelove Jezera i to za: Malo blato, Vučko blato i Velje blato. Fizičko-hemijske karakteristike voda Jezera se mijenjaju tokom godine u istim njegovim manjim djelovima, a uočljive su izvjesne razlike između njegovih pojedinih djelova. To je posljedica količina voda u Jezeru u datom vremenu i režima njihove zamjene tokom vremena u pojedinim njegovim djelovima.

U Uredbi o klasifikaciji i kategorizaciji voda ("Sl. list SRCG", 17/68, čl. 14) vode Skadarskog jezera raspoređene su u kategoriju II b.

Zagađivanje voda Jezera, naročito u nekim njegovim obodnim djelovima, čini ponekad da te vode budu znatno niže kategorije. Ta zagađenost je nekad takva da vode pojedinih djelova Jezera po nekim parametrima svrstava čak u IV kategoriju.

Navedeni pokazatelji o količinama i fizičko-hemijskim karakteristikama voda Jezera ilustruju njihov značaj za svestrano korišćenje pa i za vodosnabdijevanje stanovništva i prehrambene industrije, razumije se nakon njihovog prečišćavanja.

3. VODE OBODNIH IZDANI TERENA SKADARSKOG JEZERA

Tereni oboda Skadarskog jezera se sastoje od veoma skaršćenih i veoma dodopropusnih krečnjaka i dolomita mezozojske starosti, koje karakteriše pukotinsko-kavernozna poroznost, i od kvartarnih: glaciofluvijalnih, limnoglacialnih, eolskih, jezerskih i aluvijalnih sedimenata koje karakteriše intergranularna poroznost u djelovima terena u kojima značajnije izostaju gline tj. gdje prevladaju pjeskovi, šljunkovi i veći valuci.

Posebno bismo istakli da su u južnim djelovima Zetske ravnice ispod glaciofluvijalnih, zrnastih - vodopropustnih sedimenata, nabušeni neogeni sedimenti predstavljeni glinama i pjeskovima koji su uglavnom neprobojni - barijera za vode. Bušotina u ataru sela Gostilj (Donja Zeta), koja je izvedena sa kota terena oko 8 m.nm, je nabušila neogene glinovite pjeskove i gline na dubini od 83 m tj. ispod nivoa mora. Bušotina BT³ izvedena u južnom dijelu Tuškog polja sa kote terena 31,60 m.nm. je nabušila neogene gline i glinovite pjeskove na dubini od 93,10 m odnosno na dubini od 61,5 m ispod nivoa mora, a završena je u tim sedimentima na dubini 128,30 m odnosno na dubini od 96,70 m ispod nivoa mora.

Velika poroznost stijena, uz druge topografske, geomorfološke, geološke, tektonske, hidrogeološke, hidrološke i klimatske odlike i povoljnosti, uslovljava prisustvo voda u obodnim terenima Skadarskog jezera. Te vode se javljaju u vidu zbijenih izdani, složenih izdani, razbijenih - karstnih izdani, koje su negdje sa slobodnim nivoima a negdje manje ili više sapete.

3.1. Zbijena izdan Zetske ravnice

Često se nailazi na različite podatke o prostornom položaju i veličini Zetske ravnice. Najčešće se pod tim pojmom podrazumijeva Zeta, što nije tačno. Iz ovih razloga prvo prikazujemo prostorni položaj Zetske ravnice i njenu veličinu gledano sa geografskog, geomorfološkog, geološkog i hidrogeološkog aspekta, što je jedino

TABELARNI PREGLED PROSJEČNIH VRIJEDNOSTI FIZIKOKEMIJSKIH OSOBINA VODA ŠKARJASKOG JEZERA I NEKIH NJEZOVITIH REKIONA																				
S. Filipović 1983.																				
Redni broj	O Z N A K A	Temperatura C vode	pH vrijednost	Nitrati N mg/l	Hloridi Cl mg/l	Sulfati SO ₄ mg/l	Utročak KMnO ₄ mg/l	Alkalitet ml/l 0,1 M HCL	Ukupna tvrdoća °dH	HCO ₃ mg/l	MS/cm (25°C)	Kiseonik odmah O ₂ mg/l	BPK ₅ - O ₂ mg/l	Ostatak isparenja filtrirane vode mg/l	Suspen.mater. mg/l	Kalcijum - Ca mg/l	Magnezijum Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Fenoli mg/l
1.	Bobija (T ₁)	18,9	7,95	0,22	6,0	8,4	2,2	30,0	9,2	183,0	269	11,0	1,0	186	2,1	49,6	9,6	2,4	0,52	0 ⁺
2.	Sredina (T ₂)	18,4	7,80	0,23	5,0	7,6	3,1	28,0	8,7	170,8	262	12,1	0,8	178	1,3	49,6	7,7	2,3	0,56	0
3.	Crna oka (T ₃)	19,2	7,90	0,45	6,0	6,4	5,8	28,5	8,7	173,8	265	10,7	1,1	184	1,7	43,2	11,3	2,4	0,48	0
4.	Poseljani (T ₄)	20,0	7,65	0,45	6,0	8,3	9,0	29,0	8,7	176,9	291	10,0	2,9	189	4,8	48,6	8,3	2,8	0,60	2
5.	Liponjak (T ₅)	18,9	7,70	0,23	6,0	5,2	7,6	24,0	7,6	146,4	241	10,9	1,8	166	3,0	38,4	9,5	2,3	0,53	1
6.	Kamenik (T ₆)	19,0	7,85	0,23	6,0	5,0	7,4	24,0	7,5	146,4	235	11,1	2,0	167	3,5	41,6	7,3	2,5	0,60	1
7.	Vranjina (T ₇)	16,4	8,11	0,45	7,5	8,9	7,8	26,7	7,8	162,9	238	10,6	2,8	156	6,3	41,6	8,6	2,4	0,44	3
8.	Virpazar (T ₈)	15,8	8,06	0,49	8,1	8,2	8,1	30,0	9,3	183,0	280	10,2	2,6	193	7,8	47,5	11,4	3,1	0,70	2
9.	Raduš (T ₉)	15,8	7,95	0,22	6,0	4,4	4,8	23,5	7,6	143,3	218	10,3	1,4	157	2,0	42,0	7,2	1,8	0,50	0
10.	Sredina (T ₁₀)	18,0	8,10	0,22	6,0	7,8	6,4	25,5	6,9	155,5	213	10,1	1,2	145	2,1	36,4	7,7	2,0	0,40	0
11.	Plavnica (T ₁₁)	15,1	8,05	0,27	8,0	8,4	8,7	28,3	9,0	172,6	267	10,2	2,1	185	5,3	47,4	9,8	2,3	0,60	2
12.	Murčić (T ₁₂)	17,1	8,05	0,23	6,0	5,8	3,4	25,0	7,3	152,5	206	10,2	1,5	143	1,5	40,0	7,3	2,1	0,45	0
13.	Podhum (T ₁₃)	18,2	7,85	0,22	6,0	4,6	6,3	25,5	7,2	155,5	215	10,3	1,0	148	1,9	35,2	9,5	2,7	0,50	0
14.	Malo blato	18,8	7,88	0,30	5,7	7,5	3,7	28,8	8,9	265	265	11,3	0,9	183	1,7	47,5	9,5	2,4	0,52	0 ⁺
15.	Pučko blato	18,5	7,82	0,43	6,4	5,9	7,9	25,9	7,9	251	251	10,6	2,1	169	4,4	42,5	8,4	2,5	0,54	1,7
16.	Velje blato	16,7	8,00	0,27	6,7	6,0	6,3	26,3	7,9	-	233	10,2	1,6	162	3,4	41,4	8,8	2,2	0,52	0,7

Prosječne vrijednosti 1mg/l

ispravno i što se međusobno uglavnom podudara.

Zetskoj ravnici pripada sjeverozapadni dio Zetsko-skadarske depresije. Prema jugu se graniči vodama Skadarskog jezera; sa istoka je masiv Dečića (k. 650 m.nm.) i Huma (k. 276 m.nm.) koji su kanjonom rijeke Cijevne odvojeni dalje na sjever i sjeverozapad od masiva Suka (k. 1.214 m.nm.), Huma (k. 987 m.nm.), Kakaritske gore (k. 257 m.nm.) i Brijeg Bilina (k. 556 m.nm.). Ovi masivi su kanjonom rijeke Morače odvojeni od masiva Vežišnika (k. 612 m.nm.) koji je sa sjeverne strane Zetske ravnice, a odvojen je kanjonom rijeke Zete prema jugozapadu od Veljeg brda (k. 283 m.nm.) i Malog brda (k. 205 m.nm.). Prema sjeverozapadu Zetska ravnica zalazi, u vidu zaliva, između Veljeg brda i masiva Zelenike (k. 245 m.nm.) u prostore Lugova (Tološki, Lješkopoljski, Čavski, Vukov i Džanovića lug). Sa zapadne strane Zetske ravnice su ogranci masiva Busovnika (k. 624 m.nm.) koji prema jugu prelazi u masiv Velje strane (k. 430 m.nm.), a ovaj dalje na jug u masive Veljeg vrha (k. 417 m.nm.), Veljeg liješta (k. 249 m.nm.), Obluna (k. 214 m.nm.) i Lijepe ploče (k. 235 m.nm.).

Okontureni tereni čine Zetsku ravnicu u morfološkom, geološkom, tektonskom, hidrogeološkom pa i geografskom smislu, zasebnom cjelinom. Ta ravnica je sa najvećim kotama na izlazu rijeke Cijevne iz njenog kanjona, gdje dostiže visine od 80 m.nm. Kote Zetske ravnice dalje opadaju prema zapadu i jugozapadu, da bi u prostoru Lugova bile oko 31-33 m.nm. Od Lugova kote terena ravnice su sve niže na njenom zapadnom obodu, duž korita rijeke Sitnice, i dalje koritom rijeke Morače do njenog ušća u Jezero. Tako okonturena Zetska ravnica iznad k. 10 m.nm. je površine oko 200 km², računajući i površine krečnjačkih humki koje proviruju iznad nivoa ravnice. Ispod k. 10 m.nm. južni djelovi Zetske ravnice su periodično plavljeni i močvarni tereni površine od oko 100 km². Iz same ravnice se dižu brda: Gorica (k. 130 m.nm.) i Ljubović (k. 101 m.nm.) danas u samoj Podgorici; Lješkopoljska Gorica (k. 103 m.nm.); Lužnica (k. 188 m.nm.); Dajbabska gora (k. 172 m.nm.); Zmijanje (k. 52 m.nm.); Srpska gora (k. 97 m.nm.); Šipčanik (k. 135 m.nm.); Vranjska gora (k. 85 m.nm.) itd.

Pojedini djelovi Zetske ravnice imaju posebna imena, kao na primjer: Doljansko polje, Momiško polje, Tološko polje, Lješkopolje, Čemovsko polje, Dinoško polje, Rogamsko polje, Tuško polje, Crne zemlje, Kodrabutansko polje itd. Sjeverozapadnim i zapadnim obodom ravnice je vodotok rijeke Morače, koji na dijelu ravnice s desne strane prima vode rijeke Zete na koti oko 29 m.nm, vještački kanal od izvora Mareze i rijeku Sitnicu na oko k. 20 m.nm., a sa lijeve strane vode rijeke Ribnice na oko k. 25 m.nm. i Cijevne na oko k. 12 m.nm.

Na južnom obodu ravnice je niz kraćih vodotoka koji direktno daju vode Skadarskom jezeru. Među tim vodotocima najpoznatiji su: Urelja, Nikalovića žalica, Mrka, Svinjaš, Pjavnik, Gostiljska rijeka, Zetica, Plavnica, Tara i Mala Morača. Svi ovi vodotoci dobijaju vode iz Donje Zete sa kota ispod 10 m.nm. sem Urelje koja počinje povremenim karstnim vrelima u ataru sela Mileša na oko k. 65-75 m.nm.

Zetsku ravnicu, izuzimajući Lugove i njene južne djelove, izgrađuju glaciofluvijalni pjeskovi i šljunkovi sa većim valucima koji su djelimično manje ili više vezani, uglavnom karbonatnog porijekla, debljine i do 100 m. (bušenjem

utvrđena debljina ovih sedimenata je do 94 m). Lugove izgrađuju limnoglacialne raznovrsne gline i pjeskovite gline. U južnom dijelu Zetske ravnice se smjenjuju, bočno i vertikalno, glaciofluvijalni, eolski, jezerski i aluvijalni sedimenti.

Eolski sedimenti su predstavljeni sitnozrnim pjeskovima, jezerski raznovrsnim glinama i glinovitim pjeskovima sa slojevima i proslojcima treseta. U tom dijelu Zetske ravnice imamo i aluvijalnih sedimenata predstavljenih uglavnom pjeskovima i šljunkovima duž recentnih vodotoka ili pak u prostorima starih korita vodotoka.

Glaciofluvijalni zrnasti sedimenti Zetske ravnice su veoma vodopropustni sa $K_f = 1-2 \times 10^{-1} \text{ cm/sec.} - 1 \times 10^0 \text{ cm/sec.}$

Ove stijene su nosioci prostrane i vodom bogate zbijene izdani. Ta izdan do danas nije istražena i upoznata da se na zadovoljavajućem i potrebnom nivou može definisati. Na osnovu dobijenih podataka u do sada izvršenim istražnim radovima u samoj ravnici i proučavanjem geološke građe, geomorfoloških i hidrogeoloških odlika ravnice i njenog užeg i šireg oboda, može se sa dovoljno sigurnosti reći da je ona nosilac najprostranijeg i vodom najbogatijeg ležišta podzemnih voda u vidu zbijene izdani, ne samo na teritoriji Crne Gore već uopšte u prostoru Dinarida.

U prostoru Zetske ravnice sjeverno od k. 10 m.nm., egzistira izdan površine od preko 200 km². Ako pretpostavimo prosječnu debljinu te izdani samo 10 m (i ako ona negdje dostiže debljinu i preko 70 m) i uzimajući prosječnu efektivnu poroznost od samo 20% (geomehaničkim analizama dokazana je veća) dolazimo do geoloških rezervi koje su:

$Q = F \times D \times P$	$F = \text{površina izdani}$	200.000.000 m ²
$Q = 200.000.000 \times 10 \times 20\%$	$D = \text{debljina (dubina izd.)}$	10 m
$Q = 2.000.000.000 \times 20\%$	$F = \text{usvojena poroznost}$	20 %
$Q = 400.000.000 \text{ m}^3 = 0,4 \text{ km}^3$		

Ako se uzme debljina izdani 25 m dobijamo rezerve od 1 km³.

Sračunate količine su rezerve sa debljinom vodonosnog sloja pri površini izdani. Uzeta dubina izdani nije obuhvatila čitavu debljinu vodonosnog sloja. Obuhvatila je sigurno dio koji je nosilac dinamičkih rezervi podzemnih voda. To su one količine podzemnih voda koje su u protoku od sjeveroistoka i sjevera prema jugozapadu i jugu tj. basenu Jezera, a koje se svake godine obnavljaju za količinu koju taj dio izdani dadne basenu Jezera.

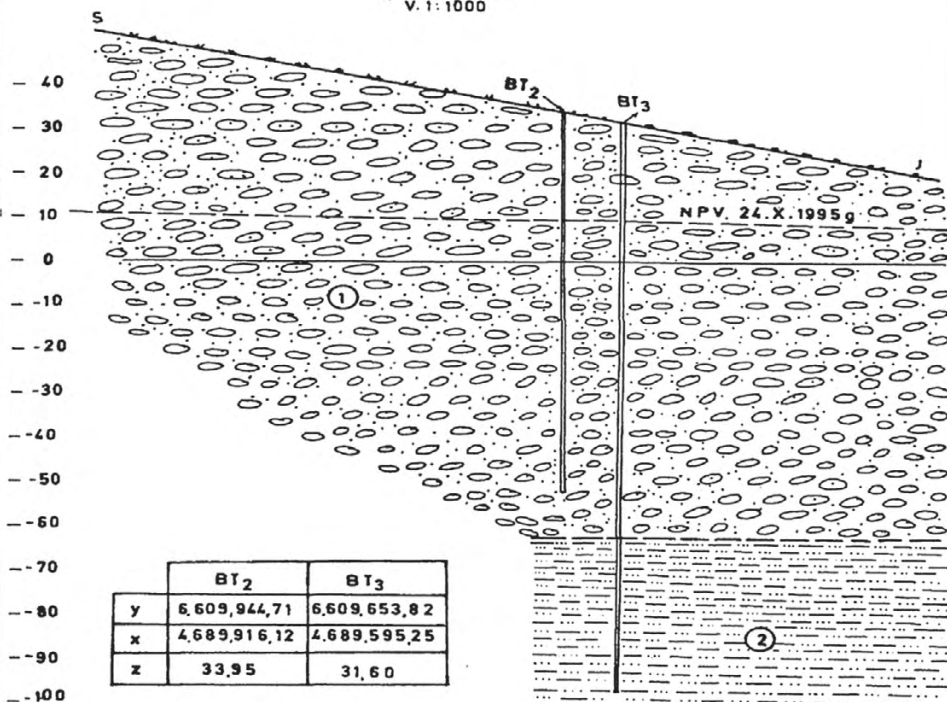
Dinamičke rezerve zbijene izdani Zetske ravnice ne znamo, jer u cilju tog saznanja do danas nijesu vršena namjenska hidrogeološka i druga ispitivanja i istraživanja. Te rezerve se mogu približno procijenjivati. Mi smo ih procijenili na 0,38 - 0,48 km³. Te količine podzemnim putevima dopijaju u Jezero dajući mu, gledano kao višegodišnji prosjek, od 12 - 15 m³/s.

Vode rijeka Morače, Sitnice, Ribnice i Cijevne svojim tokovima preko ravnice (izgrađene od veoma vodopropusnih stijena) su na dužim potezima iznad nivoa voda zbijene izdani. Na tim potezima njihove vode poniru i na taj način prihranjuju tokom godine vodama zbijenu izdan Zetske ravnice. Količine vode koje pomenuti

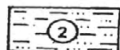
TUŠKO POLJE (JUŽNI DIO) HIDROGEOLOŠKI PROFIL PREKO BUSOTINA BT₂ I BT₃

V. RADULOVIĆ, 1995g

R H. 1: 25 000
V. 1: 1000



HIDROGEOLOŠKI KOLEKTORI I REZERVOARI, ŠLJUNKOVI I PJEŠKOVI REĐE SA GLINAMA (GLACIOFLUVIJALNI SEDIMENTI)



HIDROGEOLOŠKI ISOLATORI, TAMNE UGLJEVITE I PJEŠKOVITE GLINE (NEOGENI SEDIMENTI)

vodotoci daju podzemlju Zetske ravnice do sad nijesu utvrđene.

Rezerve voda zbijene izdani Zetske ravnice se mogu povećavati namjenskom izgradnjom retenzija - akumulacija u kanjonima rijeke Cijevne ili Morače, ili u oba ta kanjona, ili prihranjivanjem preko upojnih bunara vodama tih rijeka u sušno doba godine. Do povećanja rezervi podzemnih voda zbijene izdani Zetske ravnice doći će izgradnjom energetskih akumulacija na rijeci Morači, naročito izgradnjom akumulacija voda za HE "Zlaticu", HE "Podgoricu" i HE "Botun".

Govoreći o rezervama voda izdani Zetske ravnice vidjeli smo načine prihranjivanja vodama te izdani. Zbijena izdani Zetske ravnice se prazni podzemnim putevima direktno u basen Jezera, preko niza izvora - vrulja iz zrnastih sedimenata, sjevernim obodom Jezera i podaviranjem u tom istom pojasu. Od izvora - vrulja nastaju oni kraći vodotoci, koje smo već naveli, sjevernim obodom Jezera.

Prethodno navedene količine podzemnih voda zbijene izdani Zetske ravnice, kao geološke rezerve, obavezuju nas da ih adekvatnim istražnim radovima definišemo, njihov dobar dio prevedemo u eksploatacione rezerve i da ih čuvamo za potrebe vodosnabdijevanja i prehrambene industrije, koje će svakog dana biti sve veće. Ovo tim prije što se radi o izuzetno kvalitetnim vodama, razumije se u onim djelovima Zetske ravnice u kojima ih još nijesmo zagadili. Vode iz nezagađenog dijela izdani su upotrebljive za piće uz uobičajeno hlorisanje. To nije slučaj sa vodama iz onog dijela izdani kojeg je čovjek svojim aktivnostima degradirao do stepena njihove neupotrebljivosti, kao što je slučaj u dijelu južno od KAP-a. Nećemo posebno komentarisati fizičko-hemijske karakteristike voda Zetske ravnice. Ističemo da se iz dijela te ravnice (prostora Zagoriča) zahvataju vode za vodosnabdijevanje stanovništva Podgorice. Te vode se koriste za piće samo poslije uobičajenog hlorisanja. No i bez toga su upotrebljive za piće. Sada ih tako sirove koristi mjesno stanovništvo u pojedinim djelovima ravnice za svoje potrebe, zahvatajući ih preko kopanih ili bušenih bunara. Ovo dovoljno ilustruje fizičko-hemijske karakteristike voda zbijene izdani Zetske ravnice.

3.2. Složena izdani Zetske ravnice

Dosadašnjim istraživanjima Zetske ravnice, njenih obodnih terena, a i šireg regiona, došlo se do podataka na osnovu kojih se sa sigurnošću može reći da je veći dio glaciofluvijalnih zrnastih veoma vodopropustnih ($k^f = 1-2 \times 10^{-1} \text{ cm/sec} - 1 \times 10^0 \text{ cm/sec}$) sedimenata, koji su nosioci zbijene izdani, u neposrednom kontaktu i da leže direktno na mezozojskim tektonski izlomljenim, skaršćenim krečnjacima i dolomitima koji su veoma vodopropusni, a nosioci su razbijene-karstne izdani. Ovakav odnos u terenu stijena sa razbijenom - karstnom izdani u podini, i stijena sa zbijenom izdani u krovini, uslovljava prisustvo složene izdani. O toj izdani takoreći znamo samo toliko da sigurno postoji. To potvrđuje direktan kontakt vodonosnih sedimenata integranularne poroznosti ravnice sa vodonosnim sedimentima pukotinsko-kavernozne poroznosti humki po ravnici i isto takav kontakt po obodu ravnice. I ne samo to, već krečnjački obod ravnice daje vode ravnici (Krvenica, Mileška vrela, Ribnička vrela, Izvori Mareze, Vučji studenci, Oko Matice, Čista jama,

Pogana jama, Golački izvori, Šutinska jama itd.). Zapadni obod ravnice u sušno doba godine dobija vodu od zbijene izdani ravnice. Vidno je poniranje u šljunkovima i pjeskovima korita Morače južnood atara sela Grbavaca. Te vode se pojavljuju na istočnom rubu Malog blata (izvor Bolje sestre). Prisustvo složene izdani u Zetskoj ravnici je na više lokaliteta u toj ravnici utvrđeno i istražnim bušenjem.

Od režima ove složene izdani Zetske ravnice dosta je zavisn režim i količina voda zbijene izdani ravnice, gledajući globalno tu izdan u cjelini. Za sada se ne raspolaze podacima na osnovu kojih bi se složena izdan mogla bliže definisati (rasprostranjenje, dubina, režim i odnos unutar te izdani, njene rezerve itd.). Da bi se ova izdan definisala tek treba sprovesti adekvatna osmatranja, mjerenja, ispitivanja, istraživanja i proučavanja terena ravnice, njenog oboda, odnosno sliva Skadarskog jezera.

3.3. Ostale zbijene izdani oboda Jezera

Na obodu Skadarskog jezera podzemne vode u vidu zbijenih izdani su prisutne u kvartarnim sedimentima Crmničkog polja i u proširenim djelovima doline rijeke Orahovštice - Velje rijeke.

Kvartarni sedimenti Crmničkog polja su male debljine (nešto preko 10 m.), a uz to su najčešće zaglinjeni, tako da u njima nema značajnijih rezervi podzemnih voda. U aluvijalnim, zrnastim i vodopropusnim sedimentima proširenih djelova doline rijeke Orahovštice - Velje rijeke (u Orahovskom polju i Sjenokosima), prisutne su podzemne vode u vidu zbijene izdani.

U Orahovskom polju, koje je na kotama ispod 20,0 m.nm., dosta kompleksnim hidrogeološkim istraživanjima došlo se do podataka i podloga koje su ukazale na prisustvo zbijene izdani i opravdanost njene eksploatacije za potrebe vodosnabdijevanja.

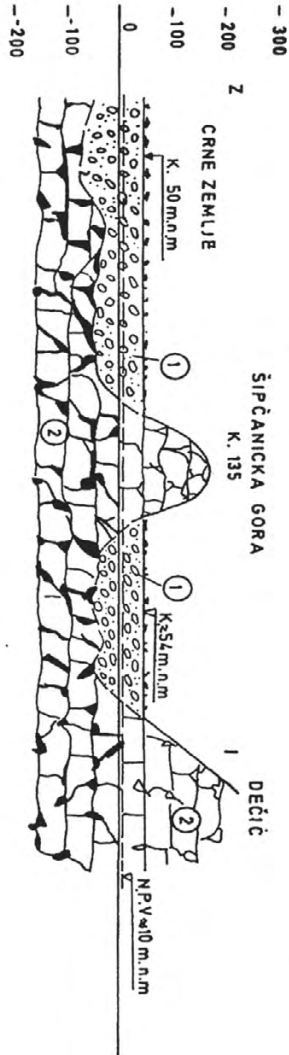
Slično je urađeno i sa zbijenom izdani Sjenokosa koja je na kotama nešto ispod 100 m.nm. u uzvodnom dijelu doline Orahovštice tj. u dolini Velje rijeke. Dosta kompleksnim hidrogeološkim istraživanjima zbijena izdan Sjenokosa je definisana samo toliko koliko se pokazalo opravdanim i mogućim zahvatanje njenih voda.

Izdani doline rijeke Orahovštice - Velje rijeke treba doistražiti. Tim doistraživanjima treba definisati sve vode sliva rijeke Orahovštice. Naporedo sa ovim treba adekvatnim istražnim radovima sagledati opravdanost, mogućnost i uslove povećanja količina voda koje se u ovom slivu mogu zahvatiti - obezbijediti. Takve mogućnosti opravdavaju hidrogeološke odlike terena sliva rijeke Orahovštice i odnosi tog sliva prema susjednim i prema vodama samog Skadarskog jezera. Ovu opravdanost svakako pospješuje značaj tih voda za vodosnabdijevanje i njihov položaj u odnosu na postojeće i perspektivne potrošače. Povećanje voda u slivu Orahovštice u sušno doba godine može se realizovati: izvjesnim izravnanjem isticanjem voda na Vrelo Podgorsko; izravnivanjem proticaja voda vodotokom; izradom retezija u njenom koritu; izgradnjom adekvatnih podzemnih konstrukcija koje bi obezbijedile veću izdašnost zbijene izdani Orahovskog polja na račun voda Jezera ili, pak, kombinujući međusobno neke ili sve ove mogućnosti.

HIDROGEOLOŠKI PROFIL PREKO ŠIČANIČKE GORE, Z-1
 — PRIMJER SLOŽENE IZDANI —

R H 1:25 000
 V 1:10 000

V. RADULOVIC, 1995g



HIDROGEOLOŠKI KOLEKTORI I REZERVOARI INTERGRANULARNE POROZNOSTI
 PLESKIVI I ŠLJUNKOVI REDE SA GLINAMA GLACIOFLUVIJALNI SEDIMENTI



HIDROGEOLOŠKI KOLEKTORI I REZERVOARI PUKOTINSKO-KAVERNOZNE POROZNOSTI
 STRATIFIKOVANI KREČNJACI REDE DOLOMITI MEZOZOJSKE STAROSTI

3.4. Sapete izdani Zetske ravnice

Istražnim bušenjem sjevernim obodom basena Jezera dokazano je prisustvo sapetih izdani. Te izdani su prisutne zahvaljujući smenjivanju (bočno i vertikalno) vodopropusnih i vodonepropusnih kvartarnih sedimenata.

U donjoj Zeti dijelom kvartarni vodopropusni sedimenti naležu na vodonepropusne sedimente neogena, a ovi na vodopropusne mezozojske krečnjake i dolomite. Treba očekivati da su ispod neogenih vodonepropusnih sedimenata u vodopropusnim mezozojskim krečnjacima i dolomitima prisutne razbijene-karstne izdani pod pritiskom - sapete izdani.

U Lugovima, zapadno od Podgorice, između Veljeg brda na sjeveru i brda Lužnice na jugu, bušenjem je konstatovana sapeta izdan ispod limnoglacialnih vodonepropusnih sedimenata u skraćenim i vodopropusnim mezozojskim krečnjacima.

U ovim sapetim izdanima znamo samo toliko da su prisutne i da u nekim djelovima terena daju vode čak iznad površine terena kada se nabuše, ili iznad nivoa voda Jezera kada se nabuše u njegovom dnu.

3.5. Razbijene karstne izdani oboda Jezera i Zetske ravnice

Po obodu Skadarskog jezera i Zetske ravnice prisutne su razbijene karstne izdani u skaršćenim i vodopropusnim mezozojskim krečnjacima i dolomitima. Na osnovu geomorfoloških odlika basena Jezera, Zetske ravnice i njima obodnih terena, a donekle i geološke građe u tim terenima, mogu se izdvojiti više prostranih cjelina koje su nosioci voda u vidu razbijenih - karstnih izdani. Te donekle zasebne cjeline su: prostor - tereni Drume - Hum - Dečić; masiv Crnog vrha - Kakaritske gore i Brijeg bilina; masiv Vežesnika - Cerovice; masiv Sađavac - Velje brdo - Malo brdo; masiv Busovnika - Lijepa ploča; masiv Bobije; masiv Zlogore; tereni Ljubotinja i Komarna; masiv Paštrovskih planina; masiv Sozine i masiv Rumije. Navedeni tereni su uglavnom izgrađeni od mezozojskih krečnjaka i dolomita koje karakteriše pukotinsko-kavernozna poroznost, sa dominantnom kavernoznom poroznošću koja ih čini veoma vodopropusnim. Na tim terenima padavine poniru praktično gdje padnu, prihranjujući vodama razbijene - karstne izdani. Te izdani u nekim djelovima terena dobijaju još voda iz svojih zaleđa. To nije slučaj sa prostorom Paštrovskih planina, Sozinom i Rumijom koje se prihranjuju vodama samo na račun padavina na sopstvenim površinama.

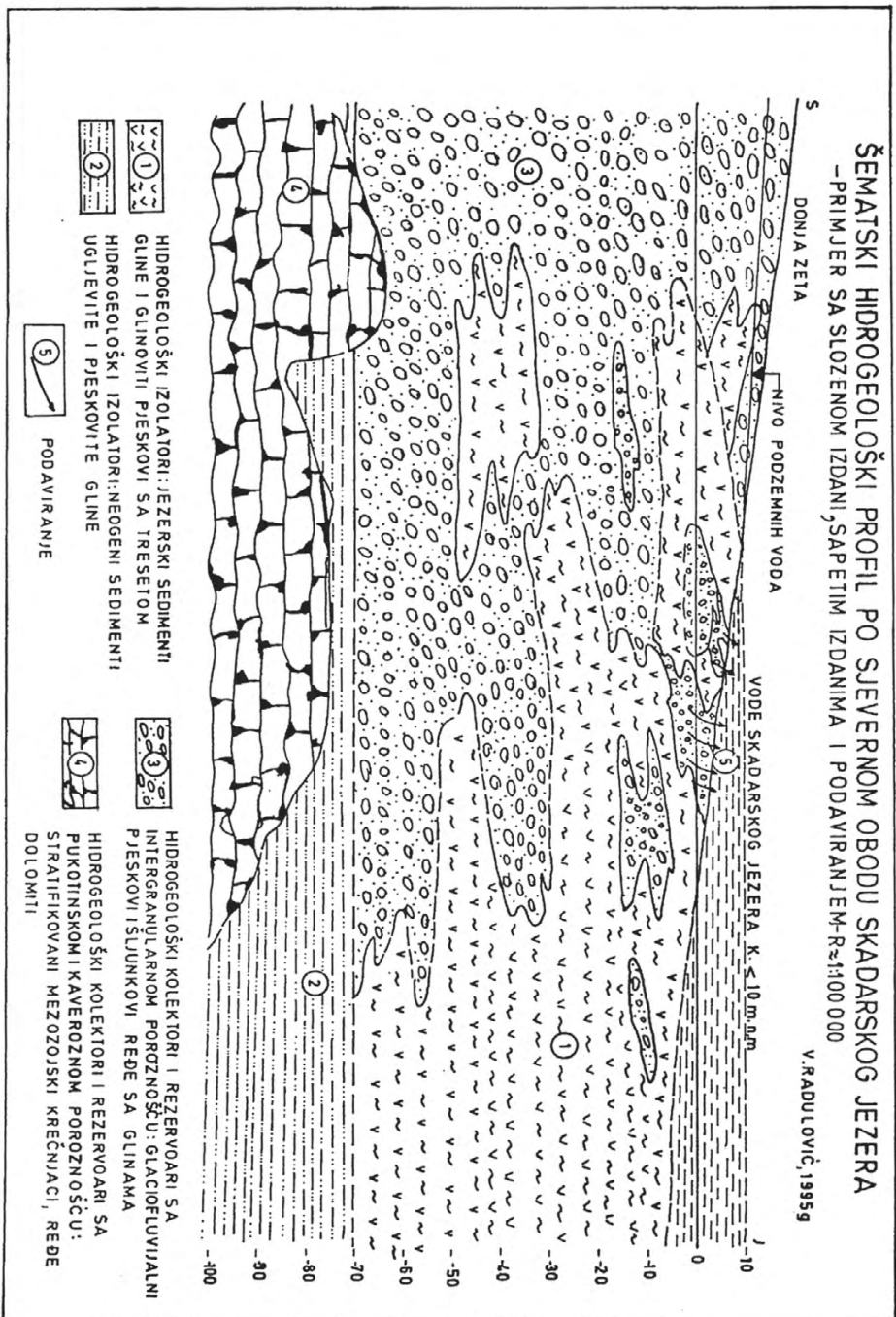
Na prisustvo podzemnih voda u tim terenima ukazuju hidrogeološke pojave kao što su: jame i pećine sa vodom; izdanska, povremena ili stalna, oka; povremena i stalna karstna vrela; estavele; ponori sa stalnim i povremenim gutanjem voda; kopani i bušeni bunari do u izdan i na kraju vrulje i podaviranja voda u basenu Jezera.

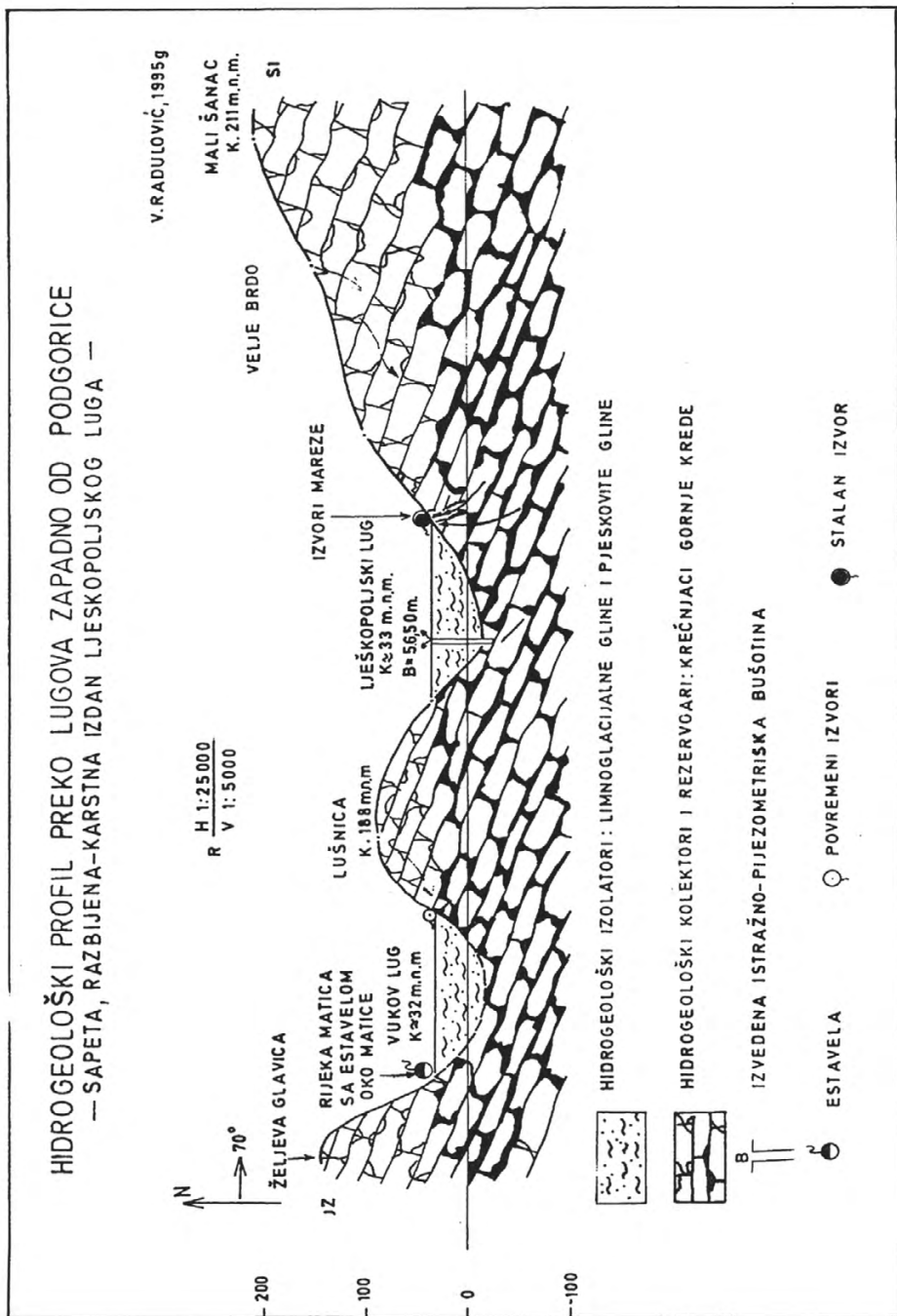
Među nabrojanim pojavama najpoznatije su: vrulje na potezu Hum - granica prema Albaniji; povremeno karstno vrelo iz jame zvane Krvenica; povremena karstna

ŠEMATSKI HIDROGEOLOŠKI PROFIL PO SJEVERNOM OBODU SKADARSKOG JEZERA

-PRIMJER SA SLOZENOM IZDANI, ŠAPETIM IZDANIMA I PODAVIRANJEM-Rz1:100 000

V. RADULOVIC, 1995g





vrela i kopani bunari do u izdan krečnjaka Mileša; ponori i estavele u koritu Cijevne; povremena i stalna vrela rijeke Ribnice; povremena i stalna karstna vrela u koritu Morače na potezu Bioče - Zlatica i estavele na potezu Duga - Lazbe kolovratske; estavele jama Markovića, Vukovića i Straganica zapadno od Vežešnika; karstna vrela koritom rijeke Zete od jugoistočnog ruba Bjelopavličke ravnice do njenog ušća u Moraču; vrela Mareze; Kraljičino oko; Crno oko; Vučji studenac i izdanska oka odnosno povremena karstna vrela Blizanci, oko Kručice, estavela zvana Oko Matice; jama sa vodom odnosno povremeno karstno vrelo zvano Pogana jama; jama sa vodom odnosno povremeno karstno vrelo zvano očista jama; estavele zvane Savov i Pejov ponor u koritu Sitnice; povremena vrela atara sela Bera zvana Golačka vrela; povremena vrela Farmaka; Vukovačko oko; brojne vrulje obodom Maloga blata; vrulje potopljene doline Bazagurske matice i potopljene doline Rijeke Crnojevića; samo karstno vrelo Rijeke Crnojevića; Velje i Malo oko na obodu Crmničkog polja i brojne vrulje jugozapadnim rubom Jezera.

Navedene hidrogeološke pojave po obodnim djelovima dna Jezera, njegovom obodu i obodu Zetske ravnice, ukazuju na prisustvo više razbijenih - karstnih izdani. Neke od ovih izdani stalno ili povremeno među sobom komuniciraju, predstavljajući jedinstvenu izdan. Na veliko rasprostranjenje i izdašnost razbijenih karstnih izdani ukazuju izdašna karstna vrela i vrulja. Neka od tih vrela u kišovitom dobu godine daju i više desetina m³/s vode. Vrela Mareze i u minimumu daju preko 1,5 m³/s vode.

Vode ovih izdani su bez boje, ukusa i mirisa, sa temperaturama ispod 15°C, a pripadaju magnezijumkalcijum - hloridnohidrokarbonatnom tipu. Vode ovih izdani su upotrebljive za piće uz uobičajena hlorisanja.

Dosadašnjim istraživanjima nijesu prikupljeni potrebni i pouzdani podaci na osnovu kojih se mogu definisati dinamičke i statičke rezerve ovih izdani. Rezerve ovih izdani se mogu procijeniti na regionalnom nivou samo na osnovu poznavanja geološke građe, morfoloških, hidrogeoloških, klimatskih i najčešće veoma oskudnih hidroloških podataka. Te procjene predstavljaju samo red veličina i to u okviru većih hidrogeoloških cjelina, o čemu ovdje nećemo govoriti.

4. VODOSNABDIJEVANJA VODAMA PODRUČJA JEZERA

Prikazane količine i kvalitet voda Skadarskog jezera i njegovih obodnih izdani, iako na regionalnom nivou, dovoljno ilustruju njihov značaj za vodosnabdijevanje. U tom području akumulirane su veoma velike količine kvalitetnih površinskih i podzemnih voda. Ako te rezerve definišemo i sačuvamo od zagađivanja, onda sigurno nećemo oskudijevati u pijaćim vodama.

Vode Jezera, a naročito njihovih obodnih izdani, mjesno stanovništvo je odvajkada koristilo za piće za piće u prirodnom stanju - sirove. Čak je stanovništvo Podgorice do 1953.g. koristilo podzemne vode zbijene izdani na kojoj leži sam grad preko bunara i to takođe sirove. I danas se na više mjesta po obodu Jezera i Zetske ravnice koriste u prirodnom stanju vode za piće zahvaćene preko kopanih ili bušenih bunara.

Prvo organizovano snabdijevanje vodama, dovodom voda sa većih udaljenosti, vršeno je za potrebe Duklje u prvom vijeku nove ere. Postoje tragovi takvog dovoda koji ukazuju na dovod voda gravitacijom od rijeke Cijevne, sa njenog izlaza iz kanjona, ravnicom do Duklje. U karstu Ostrosa urađen je kopani bunar 1100. godine, preko kojeg su zahvatane i danas se zahvataju vode razbijene - karstne izdani koje služe za piće u prirodnom stanju.

U doba Knjaževine Crne Gore urađen je dovod voda sa Obzovice do Cetinja i dovod voda sa izvora na sjevernim padinama Struge do dvorca knjaza Nikole na Rijeci Crnojevića.

Prvo veće organizovano snabdijevanje stanovništva vodom, izgradnjom zahvatnih građevina, cjevovoda i ostalih objekata, izvedeno je 1953. godine za potrebe stanovništva Podgorice, sa izvora Mareze.

Sve do 1967. godine bilo je neizvjesnosti oko prisustva prostranije i izdašnije zbijene izdani u Zetskoj ravnici. Početkom 1965. godine prvi put je urađen i revidiran, a nakon toga i realizovan, Projekat vodoistražnih radova za vodosnabdijevanje Titograda (V.RADULOVIĆ, 1965.g.) a rezultati dobijeni istraživanjima u okviru tog Projekta su prezentirani u Hidrogeološkom elaboratu o istraživanju podzemnih voda u okolini Titograda (V.RADULOVIĆ, 1967.g.). Na bazi tog Elaborata urađeni su bušeni bunari: na Koniku jedan (1966.g.); Zagoriču tri (1969 g.) i Tološima jedan (1979.g.) preko kojih se zahvataju vode zbijene izdani tog dijela Zetske ravnice u ukupnoj količini od 350-380 l/s uz depresiju manju od 1 m. Ovi bunari mogli bi da daju i veće količine vode, ali je njihov kapacitet ograničen pumpama koje su u njima ugrađene. Ova izvorišta (Mareza, Zagorič, Konik, Tološi) mogu već da obezbijede potrošačima preko vodovoda Podgorice količine voda od 1.200 - 1.500 l/s.

Eksploatacijom voda zbijene izdani Zetske ravnice preko navedenih bušenih bunara razbijena je neizvjesnost o prostranstvu i izdašnosti te izdani, iako je ona još dugo trajala. To lijepo ilustruju istraživanja sprovedena od strane eksperata OCDE a za potrebe Agrokombinata "13. jul" - Podgorica.

Rezultati tih istraživanja prezentirani su u Idejnom projektu navodnjavanja podzemnim vodama (1971.g.). U tom Projektu se zaključuje "da su dinamičke rezerve pri niskim vodostajima voda u prosjeku 2,35 m³/s" (strana 88/89). Ovim su dinamičke rezerve Zetske ravnice potcijenjene najmanje za pet do šest puta.

Zadnjih decenija urađeni su manji vodovodni sistemi za snabdijevanje vodama stanovništva Rijeke Crnojevića, Tuzi, Virpazara, Zete a u izgradnji su vodovodni sistemi za snabdijevanje vodama stanovništva Lješanske nahije, Komana, Bandića, Zagarača i Donjih Pipera.

Za navodnjavanje zasada Agrokombinata "13. jul" - Podgorica sa preko 17 bušenih bunara zahvata se oko 1,5 m³/s, a za Kombinat aluminijuma oko 1 m³/s voda zbijene izdani Zetske ravnice.

Iz područja - sliva Skadarskog jezera u sušnom dobu godine zahvataju se izvjesne količine voda i prevode u susjedni sliv, sliv Crnogorskog primorja, za snabdijevanje vodom potrošača u tom regionu. To je realizovano u više navrata u posljednjih 20 godina, ne zato što u slivu Crnogorskog primorja nema voda za potrebe potrošača u tom slivu, već zato što su potrebe u vodama mnogo brže rasle

u tom regionu (u periodu turističke sezone) od nužnog potrebnog vremena za istraživanje i zahvatanje ili na drugi način obezbeđivanje kvalitetnih pijaćih voda u samom tom slivu za njegove potrošače. Zbog hitnosti obezbeđenja potrebnih količina pijaćih voda za turističku sezonu duž Budvanske rivijere, prvi put je generalnim planom Budve predloženo zahvatanje voda sa Vrela Podgorskog iz bazena Skadarskog jezera i njihovo prevođenje u sliv Crnogorskog primorja 1968. godine. (D. FILIPOVIĆ I V. RADULOVIĆ, 1968.g.).

Nakon toga već 1970. g. urađen je Idejni projekat snabdijevanja vodama naselja na teritoriji SO Budve (D.DRAGOVIĆ, S.VUKČEVIĆ, V.RADULOVIĆ, V.PEROVIĆ i drugi, 1970.g.). Tom dokumentacijom razmatrano je više izvorišta u slivu Skadarskog jezera za snabdijevanje vodama potrošača duž Budvanske rivijere. Tako su razmatrane mogućnosti zahvatanja voda sa Vrela Podgorskog, Veljeg i Malog oka, Uganjskih vrela, Vrela Crnojevića rijeke, a razmatrane su i mogućnosti obezbeđenja tih voda izgradnjom vještačkih akumulacija u prostoru Višnjice i Uganja. Tom istom dokumentacijom prvi put je analizirana mogućnost, uslovi i opravdanost obezbeđenja voda Regionalnim vodovodom za Crnogorsko primorje. Tom analizom, pored ostalih izvorišta, analizirana je mogućnost zahvatanja voda zbijene izdani Zetske ravnice za potrošače Crnogorskog primorja. Te vode bi se zahvatale bunarima, a ocijenjeno je da "Njihova izdašnost bi zbog toga mogla biti daleko iznad granica koje su ostvarene bilo gdje u našoj Zemlji i mogla bi da pređe i 500 l/s po bunaru". Ovo je prva dokumentacija urađena za regionalno snabdijevanje vodama potrošača duž Crnogorskog primorja.

Ideja prevođenja voda iz sliva Skadarskog jezera u sliv Crnogorskog primorja, zbog hitnosti rješavanja vodosnabdijevanja u turističkoj sezoni, realizovana je po: Idejnom rješenju vodovoda Podgor - Pržno. (R.MARETIĆ 1971.g.). Tom dokumentacijom je predviđeno i realizovano dovođenje voda sa Vrela Podgorskog za Budvanski vodovod cjevovodom \varnothing 400 mm i ostalim objektima, količina od 200 l/s.

Veoma skokovite potrebe u pijaćim vodama duž Crnogorskog primorja, u turističkoj sezoni, uslovile su pristupanje izradi tehničke dokumentacije o regionalnom vodovodu. Takva dokumentacija je urađena od strane "Energoprojekta" - Beograd 1976.g. pod naslovom: Idejno rješenje regionalnog vodovoda za Crnogorsko primorje i Cetinje. Tim rješenjem sračunate potrebe količina voda su 2.250 l/s (prva faza do 1990. g. od 1.100 l/s, druga faza do 2000.g. dodatnih 1.000 l/s i Cetinje do 2000. g. 150 l/s). Tom dokumentacijom je zbog hitnosti kao privremeno predviđeno i realizovano dovođenje voda u količini od 600 l/s iz Bilečkog jezera, uzimajući vode iz cjevovoda za "HE Dubrovnik" sa Plata. Reviziona komisija gore navedene tehničke dokumentacije je, pored ostalog, kao najvažnije zaključila: "polazeći od svih ovih činjenica Komisija je došla do ocjene da je jedino prihvatljivo rješenje da se usvoji varijanta snabdijevanja vodom Crnogorskog primorja, koja će bazirati na korišćenju voda iz basena Skadarskog jezera. U basenu tog Jezera na više izvorišta mogu se obezbijediti neograničene količine voda s obzirom na ocijenjene potrebe. Navešćemo te mogućnosti:

- Skadarsko jezero
- akumulacija na rijeci Orahovštici

- Veliko blato
- podzemne vode Čemovskog polja
- vode rijeke Morače".

Od tada je počeo da se gradi regionalni vodovod za Crnogorsko primorje. Radovi na tom sistemu su još u toku. Za taj sistem vršena su istraživanja: za ostvarivanje akumulacija izgradnjom brane na vodotoku Orahovštice; u cilju utvrđivanja opravdanosti i mogućnosti zahvatanja voda sa Raduškog oka i, na kraju, sa oka Karuča, odnosno sa vrulja Bazagurske matice, što je još u toku, ali ne i u cilju zahvatanja voda iz izdani Zetske ravnice ili iz rijeke Morače.

Kako u međuvremenu nije realizovan regionalni vodovod za Crnogorsko primorje, a potrebe za vodama szu rasle, to je za potrošače duž Barske rivijere izvršeno zahvatanje voda sa Veljeg oka na obodu Crmničkog polja i željezničkim tunelom Sozina prevedena ikoličina od 50 l/s (B.SORGUČ, 1983.g.).

U aluvijonu Orahovskog polja urađeni su bušeni bunari preko kojih se zahvataju vode u količini do 170 l/s. Te vode se takode željezničkim tunelom "Sozina" odvođe za potrošače duž Barske rivijere (V.RAJKOVIĆ I S.TOMOVIĆ, 1986.g.).

Kako Vrelo Podgorsko nije moglo podmiriti potrebe u vodama potrošače Cetinja i dati dodatne potrebne količine za potrošače duž Budvanske rivijere od oko 200 l/s, sprovedena su hidrogeološka i druga istraživanja zbijene izdani Sjenokosa u uzvodnom dijelu doline Orahovštice zvanom Velja rijeka (V.RADULOVIĆ, R.MARETIĆ I S.VUKČEVIĆ, 1973. godina).

Na bazi sprovedenih istraživanja zbijene izdani Sjenokosa (S.IVANOVIĆ I M.RADULOVIĆ, 1994.g.) urađena je i realizovana tehnička dokumentacija kojom se zahvataju vode od oko 50 l/s i prepumpavaju preko Paštrovske planine, zajedno sa onima zahvaćenim na Vrelu Podgorskom, za potrošače duž Budvanske rivijere (R. MARETIĆ, 1994.g.).

U toku su hidrogeološka istraživanja zbijene izdani dijela Zetske ravnice (Tuško polje), u cilju definisanja režima i količina voda potrebnih za potrošače Zete. Do sada izvedena istraživanja dala su podatke koji ukazuju na prisustvo prostrane i vodom bogate izdani koje je uz to i veoma kvalitetna. Ta izdan može dati potrebne količine voda ne samo za potrošače u Donjoj Zeti već i znatno više, pa čak i potrebne količine od oko 2,25 m³/s za regionalni vodovod Crnogorsko primorje.

5. ZAKLJUČAK

Na kraju možemo zaključiti:

1. Basen Skadarskoj jezera je sa velikim rezervama površinskih voda koje se tokom godine mijenjaju u zavisnosti od kote nivoa njegovih voda i idu od 1,76 do 4,0 km³. Ove vode se nakon prečišćavanja mogu upotrebljavati za piće.

2. Zbijena izdan (tačnije rečeno: složena izdan) Zetske ravnice je prostrana i sa velikim rezervama podzemnih voda. Uz pretpostavku da je ta izdan u sloju debljine samo 10 m, rezerve su oko 0,4 km³, a sa debljinom od 25 m, te rezerve su oko 1 km³. Vode ove izdani iz dijela Zetske ravnice koje su do sada ostale van domašaja zagađivanja, mogu se koristiti kao pijaće uz obično hlorisanje, a iz dijela zahvaćenog zagađivanjem tek nakon sanacije te zagađenosti.

3. Dodatnim geološkim, hidrogeološkim i drugim istraživanjima i ispitivanjima treba prikupiti podatke i podloge na osnovu kojih bi se sigurno ne samo definisala rasprostranjenost nezagađenog odnosno zagađenog dijela izdani Zetske ravnice, već i mjere i aktivnosti za zaustavljanje procesa zagađivanja te izdani, a tim i voda Skadarskog jezera.

4. Razbijene - karstne izdani oboda Skadarskog jezera i Zetske ravnice su velikog rasprostranjenja i sa zalihama podzemnih voda koje do danas nijesu adekvatnim istražnim radovima definisane. Vode tih izdani koje su van domašaja otpadnih voda Cetinjskog polja, Nikšićkog polja, urbanog područja Podgorice sa KAP-om, su sa kvalitetim i za piće upotrebljivim vodama bez prečišćavanja, uz uobičajeno hlorisanje.

5. U dijelu basena Skadarskog jezera sigurno su prisutne sapete izdani unutar kvartarnih sedimenata. U djelovima Donje Zete i basena Jezera, treba očekivati prisustvo sapete - razbijene karstne izdani u skrašćenim i vodopropusnim mezozojskim krečnjacima ispod neogenih glina i glinovitih sedimenata koji su vodonepropusni. U Lugovima, zapadno od Podgorice, bušenjem je konstatovano prisustvo sapete, razbijene - karstne izdani u vodopropusnim krečnjacima gornje krede, ispod glina i glinovitih vodonepropustnih limnoglacialnih sedimenata.

6. Ne poznaju se ni približno na potrebnom nivou bitne odlike hidrologije i hidrogeologije Skadarskog jezera i njegovih obodnih terena, a da i ne govorimo o drugim prirodnim odlikama terena bez kojih se ne može upoznati taj region Crne Gore čija je površina preko 1.000 km². Bez tog poznavanja ne može se shvatiti značaj tog prostora i svega što u njemu postoji, pa ni planirati njegovo racionalno čuvanje i višenamjensko korišćenje.

Dr Vasilije Radulović

THE WATERS OF THE LAKE SKADAR AND ITS NEIGHBOURING AQUIFERS AS A WATER SUPPLYING SOURCES

Summary

The Lake Skadar is the largest lake on Balkan peninsula. It belongs to FR Yugoslavia (Montenegro) and to Albania. It is located between 40° 30' 54" and 42° 21' 54" north latitude and 19° 01' 28" - 19° 30' 00" east longitude.

The Lake is supplied by water from its direct drainage basin which surface is 5490 km², of which 4460 km² are in Montenegro.

Lake's water reserve depends on its surface defined by the water level. The average values of water level, surface of the Lake and the water resources are calculated for the Lake based on the hydrological data for the period of fifteen years (1956-1970). At the Lake's minimum water level of 4,7 meter above sea level (masl), the Lake's surface of 354 km² and water reserve of 1.76 km³ were recalculated (on the surface in Montenegro were 209 km² of the surface and 1.04 km³ of the water reserve). For the average water level of 6.5 masl the Lake surface was 412 km² and the water reserve was 2.46 km³. For the maximum water level of almost 10 masl the Lake's surface was over 500 km² and the water reserve was 4 km³, out of which was in Montenegro 340 km² of the surface and 2.54 km³ of water reserve.

It is taken for the referral value for the level of the water the mean value of 6.5 masl in which case the depth of the Lake is up to fifteen meters. For this referral value the depths of sublacustrine springs (vruljas) are bigger among which there are some with the values over 80 m. (Raduško oko).

The Lake is supplied by water from the water sources in its catchment area, among which the largest inflow is from Morača river (over 60%), from vruljas and from precipitation over the lake and over its catchment area.

Under certain level of the water of Lake Skadar, Bojana river at the outflow from the Lake and Drim river at the mouth to the Bojana river the portion of the Drim's water flows via the Bojana river to Skadar Lake.

The water from Lake Skadar drains through the Bojana river which takes to Adriatic sea over 320 m³/s in average and by evaporation from the surface area.

The Lake Skadar basin is situated in the area of Zeta-Skadar depression which is partly a cryptodepression.

There are large and strong confined and seepage karstic springs around the Lake's shoreline. The Zeta plane aquifer is the largest one among the confined aquifers and it comprises the area 200 km². Its estimated water reserve is about 1 km³ (12-15 m/s) at the depth of the water bearing bed of only 25 m and assumed porosity of glaciofluvial Quarternary gravels and sands of 20% (the actual depth of water bearing bed and the porosity are larger).

The reserves of other confined, seepage - karstic and complex aquifers located at the edge of the Lake Skadar are not estimated due to the lack of reliable

data.

The Lake Skadar's water can be used for drinking after it had been purified. The water from the surrounding aquifers, outside the zone affected by pollution, can be used for drinking after it had been chlorinated or in some cases, even, without this procedure. These waters belong to magnesium - calcium - chloride - hydrocarbonate type of water.

The waters from the Lake, its tributaries and surrounding aquifers had been used for drinking by local population and, even, by population of Podgorica town without any purification.

The first organized water supply to the local population was recorded from the first to the sixth centuries. It was organized by the transport of the water from the river Cijevna to the city of Doklea (Duklja).

Only in 1953 year, the water was imported to city Podgorica from the Mareza large spring. During the period of time more and more water has been tipped from this spring reaching about 1000-1200 l/s at the end of 1995. year. After this period of time confined aquifers in Zeta plane (through the drilled wells) were used (Konik 50 l/s 1966., Zagorič 250-280 l/s 1969. and Tološi 50 l/s 1979. year). From 1995. the population of city Podgorica can consume drinking water in quantities of 1200-1500 l/s.

During the period of the last twenty years for the need of the "Agrokombinat 13. July" for the purpose of irrigation there were drilled wells with capacity of 1.5 m³/s. The water capacity of wells drilled for the purpose of the Aluminium plant was 1 m³/s.

For the need of Cetinje town 150 l/s was tipped from the Podgorska large springs. The waters from the same springs (1971.) and from the Sjenokos confined aquifer (1994.) in the quantity of 200 l/s were imported via Paštrovska mountain to the consumers of Budva town. This was the first water importation from the Lake Skadar drainage basin to the adjoining - Montenegrin coastal drainage basin. For the need of Bar town it was imported 50 l/s from the spring Velje oko (1983.) and 170 l/s from the confined aquifers in the valley of Orahovštica river. This was done through the Sozina railway tunnel.

Due to the lack of the adequate hydrogeological investigations of the Montenegrin coastal drainage basin, but not due to the evident shortage of the water in this basin, it was in 1970. considered the possibility of water supply to Montenegrin coastal area from the Lake Skadar Basin (surface of ground waters - confined aquifers in Zeta valley). This solution was definitely accepted in 1976. year and its realization is currently in progress.

For the purpose of this water system supply it was investigated and analyzed numerous sources with the Lake Scalar Drainage basin (dam impoundment in the valley of river Orahovštica, Raduško oko, Karučko oko together with Bazagurska Matica excurgences). This research shows an advantage of the excurgences of Bazagurska Matica as the major water supply source.

The hydrogeological investigation of confined aquifers in Tuško polje - south eastern part of Zeta plain, which are in current progress, is expected to determine and define the quantity of the water in these aquifers which can be used for water

supplying of population in Zeta. Up to date results show the presence of very large aquifer which is very rich with good quality water in quantities sufficient not only for the needs of Zeta population, but for the needs of Montenegrin coastal area, as well.

The waters of Lake Skadar and its surrounding aquifers (especially Zeta plane confined aquifer) represent a special resource by the quality and the quantity, but they has been already affected by industrial and municipal waste from Podgorica, Nikšić and Cetinje, and by chemicals used in agriculture.

It is not possible to use the ground waters which belong to the edge of the Lake Skadar extensively since the proper research of theirs quality and quantity has not been completed. This complex task is in the initial phase and should be carried on in order to collect all necessary data for rational utilization taking care, at the same time, on the protection from the pollution and a flood.

LITERATURA I FONDOVSKI MATERIJAL

- AVDAGIĆ I., FILIPOVIĆ S. (1984): Završni elaborat o kvalitativno-kvantitativnim ispitivanjima za zahvat voda iz Radušskog oka. Fond Zavoda za zdravstvenu zaštitu i medicinska istraživanja, Podgorica.
- BELJAVSKI L., (1971): Tehno-ekonomske osnove zaštite i melioracije priobalne zone Skadarskog jezera. tom VII. Hidrogeologija i inženjerska geologija. Fond Agrokombinata "13. jul" Podgorica.
- BEŠIĆ Z., (1969): Geologija Crne Gore. knjiga II. Karst Crne Gore. Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- BUŠMARAC M., TURULIJAA., KUČINAR S., (1982): Izvještaj o rezultatima crpljenja izvora "VELJE OKO" u Crmničko polje kod Virpazara. Fond vodovod i kanalizacija Bar.
- DRAGOVIĆ D., VUKČEVIĆ S., RADULOVIĆ V., PEROVIĆ V., BULATOVIĆ M., BURIĆ M., VUKČEVIĆ LJ., (1970): Idejni projekat Snadbijevanja vodom naselja na teritoriji SO Budve. Sveska I i II. Fond zavoda za geološka istraživanja SR Crne Gore, Podgorica.
- DRECUN Đ., (1964): Sublakustička vrela "oka" i njihov značaj u ribolovu Skadarskog jezera. Stanica za ribarstvo SR Crne Gore - Podgorica.
- C VIJIĆ J., (1913): Kripto depresije u Evropi. Glas Srpske Akademije Nauka, XCI, prvi razred 38, Beograd.
- CVIJIĆ J., (1924): Geomorfologija, knjiga I Beograd.
- CVIJIĆ J., (1926): Geomorfologija, knjiga II Beograd.
- FILIPOVIĆ D., RADULOVIĆ V., (1968): Generalni plan Budve. tom 2: Plan. Plan fizičkog razvoja regije južnog Jadrana. Fond republičkog zavoda za urbanizam SR Crne Gore, Podgorica.
- FILIPOVIĆ S., (1983): Mikroelementi u vodama Skadarskog jezera i njegovih glavnih pritoka. doktorska disertacija, Beograd.
- IVANOVIĆ S., RADULOVIĆ M., (1994): Elaborat o rezultatima hidrogeoloških istraživanja izvorišta Sjenokosi - Crmnica (I faza istraživanja) Fond vodovoda

- i kanalizacije, budva.komisija RSIZ-a za vode, (1977): izvještaj o stručnoj ocjeni i reviziji idejnog rješenja regionalnog vodovoda za područje crnogorskog primorja i opštinu Cetinje.Fond Fsziz-a za vode, Podgorica.
- LASCAN., RADULOVIĆ V., RISTIĆ R., CHERKAUER D., (1981): Geology, hidrology, climate and bathymetry of lake Skadar.Biološki zavod Instituta za biološka i medicinska istraživanja SRCG, Podgorica.
- KORDIĆ M., (1976): Idejno rješenje regionalnog vodovoda za Crnogorsko primorje i Cetinje.Fond "Energoprojekt" - Beograd.
- MARETIĆ R., (1971): Idejno rješenje vodovoda Podgor - Pržno.Fond vodovoda i kanalizacije - Budva.
- MARETIĆ R., (1994): Glavni projekat cjevovoda od bunara u Sjenokose do crpnog basena p.s. Budva - Podgor.Fond vodovod i kanalizacija Budve.
- NOVAKOVIĆ D., (1991): Izvještaj o izvršenim radovima na izvorištu "ORAHOVSKO POLJE" kod Virpazara.Fond Vodovoda i kanalizacije Bar.
- OCDE.,AGROKOMBINAT "13. JUL", (1971): Aktiviranje Čemovskog polja. Crna Gora - Jugoslavija. idejni projekat navodnjavanja podzemnim vodama, tom II.Prirodni resursi.Fond Agrokombinata "13. jul", Podgorica.
- RAJKOVIĆ V. TOMOVIĆ S., (1986): Elaborat. glavni projekat ii faza Vodovodnog sistema Crmničko polje -Bar. povezivanje Orahovog polja sa Veljim okom. Fond Vodovod i kanalizacija,Bar.
- RADULOVIĆ M., NEŠOVIĆ Ž., (1980) Carried on in order to collect all necessary data for rational utilization taking care, at the same time, on the protection from the pollution and a flood.
- OVIĆ Ž., (1980): Prilog poznavanju hidrogeoloških odluka basena Malog blata.Geološki Glasnik, Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, knjiga IX, Podgorica
- RADULOVIĆ V., (1965): Projekat vodoistražnih radova za vodosnadbijevanje Titograda.Fond Vodovoda i Kanalizacije, Podgorica.
- RADULOVIĆ V., (1967): Hidrogeološki elaborat o istraživanju podzemnih voda u okolini Titograda.Fond Vodovoda i Kanalizacije, Podgorica.
- RADULOVIĆ V., (1976): Prilog poznavanju hidrogeologije sjeveroistočnog dijela Zetske ravnice i njenog oboda.Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu priode - Prirodnjački muzej, 9, Podgorica.
- RADULOVIĆ V., (1983): Prilog poznavanju položaja i veličine sliva Skadarskog jezera i njegovo hranjenje i pražnjenje vodama. Crnogorska akademija nauka i umjetnosti. Radovi sa simpozijuma o Skadarskom jezeru 1980, Podgorica.
- RADULOVIĆ V., (1989): Hidrogeologija sliva Skadarskog jezera, posebno izdanje Geološkog Glasnika Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, knjiga IX,Podgorica.
- RADULOVIĆ V., MARETIĆ R., VUKČEVIĆ S., (1964): Idejno rješenje pojačanja Budvanskog vodovoda i zaleđa. Fond Vodovoda i kanalizacije, Budva.
- SORGUĆ B., (1983): Glavni projekat vodovoda Crmničkog polja - Bar Fond Vodovoda i kanalizacije - Bar.

