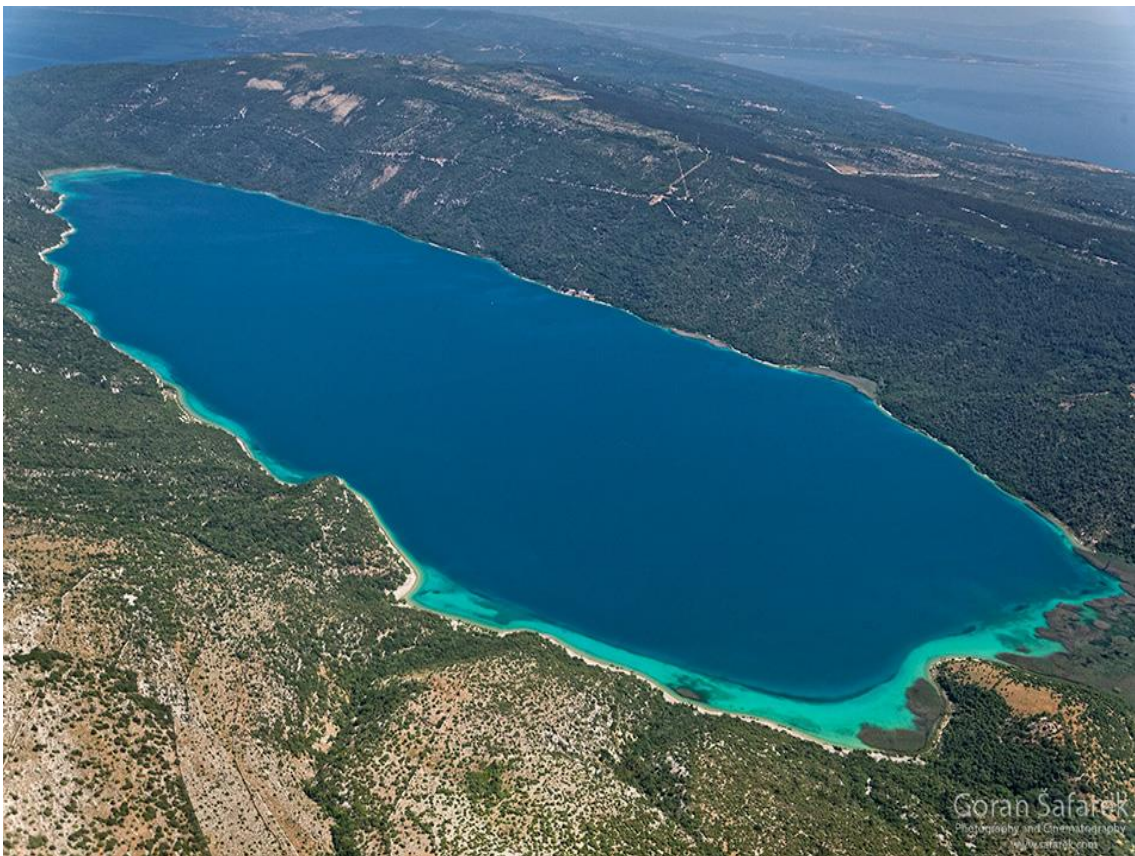


Srednja škola Ambroza Haračića, Mali Lošinj  
Područni odjel u Cresu

## **VRANSKO JEZERO NA OTOKU CRESU**

Festival matematike 2019. g



Izradili učenici: Katia Jurjako (1.g)  
Paolo Kaštelan (3.g)  
Ines Rizvić (3.g)  
Neja Toić (2.g)

Mentorice: Melita Chiole, prof.  
mag. educ. Ana-Marija Sertić

# 1 SAŽETAK

Vransko jezero na otoku Cresu od izuzetne je važnosti za stanovnike Cresa i Lošinja. Taj prirodnogeografski fenomen smjestio se u središtu otoka i predstavlja glavni izvor pitke vode izuzetne kakvoće. Cilj rada upoznati je karakteristike jezera i opisati ga kroz brojeve koristeći matematiku srednje škole.

Tražeci podatke o jezeru ustanovljeno je da je jezero geografski obrađeno već 1904. godine (u djelu K.K. Geographischen Gesellschaft izdanom u Beču), a studija o potrebi eksploataciji jezerske vode za potrebe stanovništva otoka Cresa i Lošinja datira iz 1934. godine.

Baveći se projektom učenici su proučavali literaturu (udžbenik iz Geografije, enciklopedije, članke na Internetu) i pogledali film o Vranskom jezeru. Nakon toga razgovarali su s voditeljicom službe za ispitivanje kakvoće vode od koje su dobili niz korisnih podataka o sustavu vodoopskrbe Cres Lošinj, vodostaju jezera, oborinama na području otoka Cresa i sl., a onda i s g. Aleksom Flegom voditeljem crpne stanice.

Jezero i vodozahvat nalazi se na lokalitetu koji je nepristupačan za javnost, no učenicima je za potrebe ovog projekta odobren posjet jezeru i crpnoj stanici. Učenici su obišli jezero, staro i novo postrojenje i razgovarali s poslovođom crpne stanice.

Dobivene podatke učenici su obrađivali na sljedeći način:

- podaci dobiveni tabelarno statistički su obrađivali koristeći alate i funkcije MS Excela (primjenjivali su određivanje srednje vrijednosti, osnove postotnog računa, određivali su udjele, crtali grafove i dr.)
- izračunavali su obujam potrošene vode aproksimirajući površinu jezera pravilnim geometrijskim likom koristeći alat GeoGebru te računali grešku u odnosu na stvarnu potrošnju
- upoređivali su i analizirali dobivene podatke tijekom jedne i unutar četiri godine
- uspoređivali su nadmorske visine jezera i naselja na otocima Cresu i Lošinj koji se opskrbljuju jezerskom vodom
- primijenili pravila iz trigonometrije za izračunavanje dimenzija jezera
- izrađivali 3D kartu jezera uz pomoć programa Photoshop i Atlas (generatora 3D karti)

## 2 UVOD

Tema našeg rada je Vransko jezero koje je nama otočanima od vitalne važnosti. Željeli smo ga ovaj put upoznati kao matematičari, promatrajući brojeve.

Svoje istraživanje započeli smo u OTRI –Otočnoj razvojnoj agenciji, gdje smo razgovarali s g. Ugom Toićem, a posjetili smo i ured Turističke zajednice. U zajedničkom promišljanju, izdvojili smo jednu temu koja nam se učinila osobito važnom, a to je pitka voda, odnosno Vransko jezero o kojem ovisi život na našim otocima. Kako bismo dobili što više korisnih informacija, posjetili smo poduzeće Vodoopskrba i odvodnja Cres Lošinj d.o.o. gdje smo razgovarali s gđom Aleksandrom Rogić, a bili smo i na samom jezeru gdje smo se uvjerali u njegovu ljepotu i vrijednost.

Cres pripada cresko-lošinjskoj otočnoj skupini. Leži u sredini sjeverne hemisfere te ga presijeca 45. paralela što blagotvorno utječe na klimu, biljni i životinjski svijet te na kvalitetu života na ovom području.

Cres je površinom najveći hrvatski otok, a nakon Hvara, sa svojih 66 km dužine, drugi najdulji otok u Hrvatskoj. U širinu se prostire do 12 km. Otoci našeg arhipelaga dio su susjednog kopna od kojeg su odvojeni u dalekoj prošlosti. Otoci su, dakle, nepotopljeni ostaci reljefnih uzvisina, a kanali između njih su potopljene udoline. U geološkoj građi prevladavaju kredni vapnenci i dolomiti.

Na reljefno najvišem, sjevernom dijelu otoka proteže se vapnenački greben s nekoliko vrhova viših od 600 m, od kojih su najviše Gorice- 650 m. Središnji dio Cresa ispunjava blago valovita vapnenačka visoravan koja se prema jugu snižava.

Brdoviti sjeverni dio otoka ima strmu i slabo razvedenu obalu i relativno veliku dubinu mora, na istočnoj i zapadnoj obali uzdižu se strme litice, a na jugu se proteže razvedena obala s mnogobrojnim uvalama. Ova se obilježja odražavaju i u mikroklimatskim razlikama – na sjevernom dijelu prevladava submediteranska klima, a u središnjem i južnom dijelu mediteranska klima.

Na sjevernom dijelu šire se šume i šikare zajednice crnog i bijelog graba, hrasta medunca, crnike i kestena, središnji dio otoka pretvoren je u pašnjake i maslinike, a na zapadnoj strani širi se gusta mediteranska makija. Ističu se i šume primorskog i crnog bora te livade samoniklog ljekovitog bilja.

Posebnu zanimljivost našeg otoka čine Vransko jezero i bjeloglavi supovi. Valja istaknuti kako na otoku nema zmija otrovnica.

Cres se sastoji od 26 naselja, a prema posljednjem popisu stanovništva na njegovom području živi 2879 stanovnika. Stanovništvo se bavi maslinarstvom, pčelarstvom, ovčarstvom, ribarstvom i turizmom.

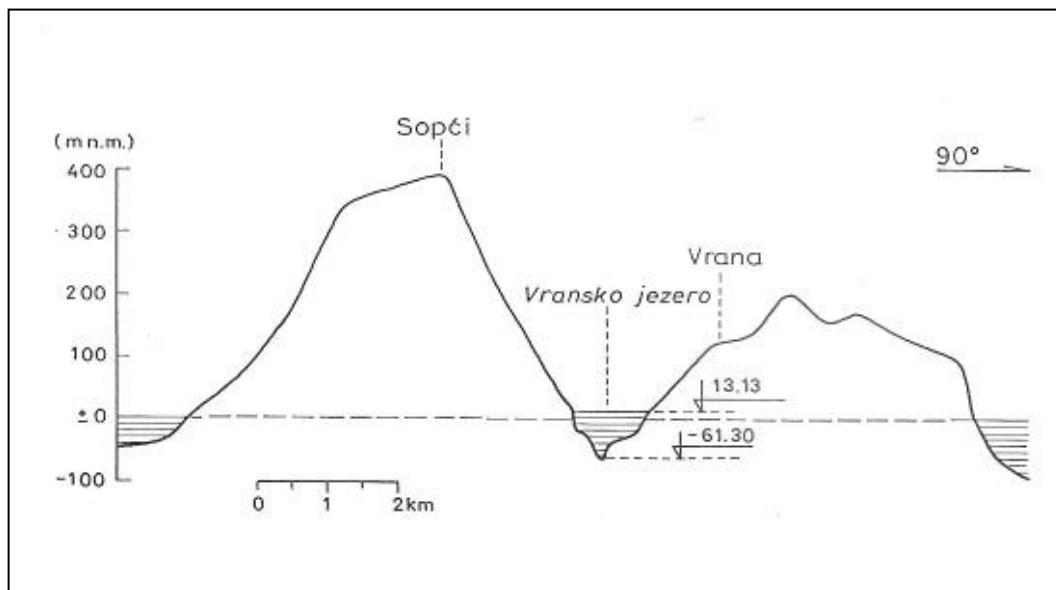
Evo što smo doznali o našem jezeru.

### 3 VRANSKO JEZERO U BROJEVIMA

Vransko se jezero zbog nekoliko razloga naziva prirodnogeografskim fenomenom. Ubrajamo ga u kriptodepresiju – udubljenje ispunjeno vodom čija je površina 12 m iznad morske razine, a dno do 74 m ispod morske razine i najveća je kriptodepresija u Hrvatskoj.

Temperatura u jezeru ovisi o godišnjem dobu. Ljeti se površinski sloj vode zagrije do 26 °C. Pri dnu su izmjerene najniže temperature vode (do 4.6 °C).

Slika 1 Osnovna geografska obilježja Vranskog jezera



Izvor: [www.gfv.unizg.hr/modules/m\\_gfv/datoteke/p\\_otok\\_cres.ppt](http://www.gfv.unizg.hr/modules/m_gfv/datoteke/p_otok_cres.ppt)

(Preuzeto: 6.03.2019.)

Voda u jezeru je plavozelene boje i velike prozirnosti (do 10 m). Uz visoku kvalitetu bogata je i otopljenim kisikom. (11 mg/litri).

Vransko se jezero ubraja u slatkovodna jezera, a smješteno je u središnjem dijelu otoka Cresa. Dugo je oko 5.5 km, a široko do 1.5 km. Srednji vodostaj iznosi 13 m iznad razine mora. Površinom od 5.8 km<sup>2</sup>, sadrži više od 200 milijuna m<sup>3</sup> slatkovodne vode.

Ako tu količinu usporedimo sa zapreminom olimpijskog bazena (propisana duljina je 50 m, širina 25 m i minimalna dubina 2 m), vodom iz Vranskog jezera mogli bi ih napuniti više od 80 000.

$$V_{vode\ u\ bazenu} = duljina \cdot širina \cdot dubina$$

$$V_{vode\ u\ bazenu} = 50 \cdot 25 \cdot 2$$

$$V_{vode\ u\ bazenu} = 2500\ m^3$$

$$broj\ olimp.\ bazena = \frac{V_{vode\ u\ Vranskom\ jezeru}}{V_{vode\ u\ bazenu}}$$

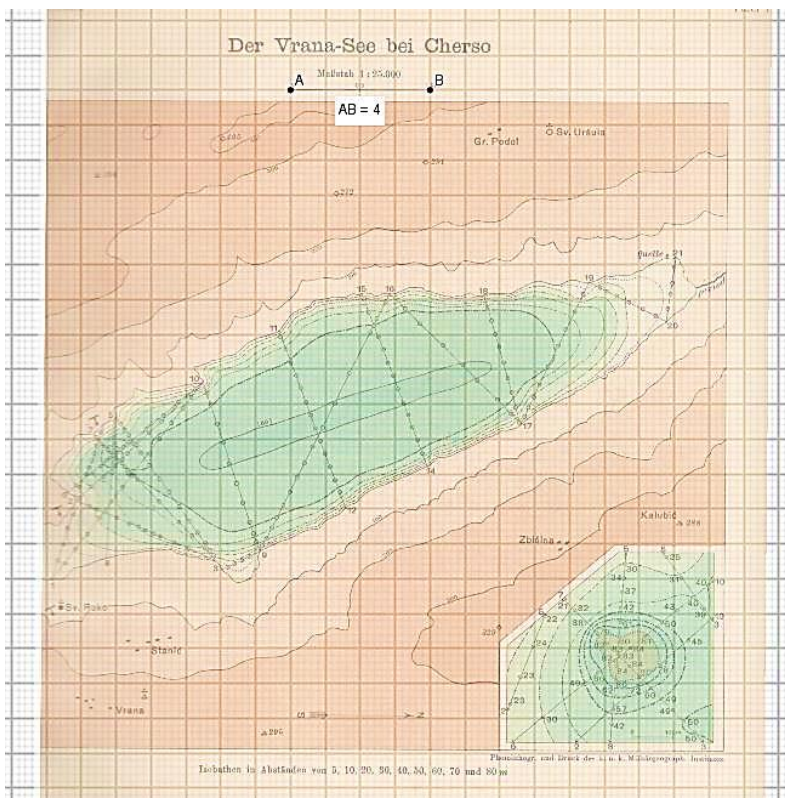
$$= \frac{200000000\ m^3}{2500\ m^3}$$

$$= 80\ 000$$

### 3.1 Određivanje površine jezera

Koristeći alat GeoGebra i mi smo pokušali aproksimirati površinu jezera koristeći toploški prikaz jezera u omjeru 1: 25 000. Što bi značilo da je 1 km u prirodi 4 cm na karti.

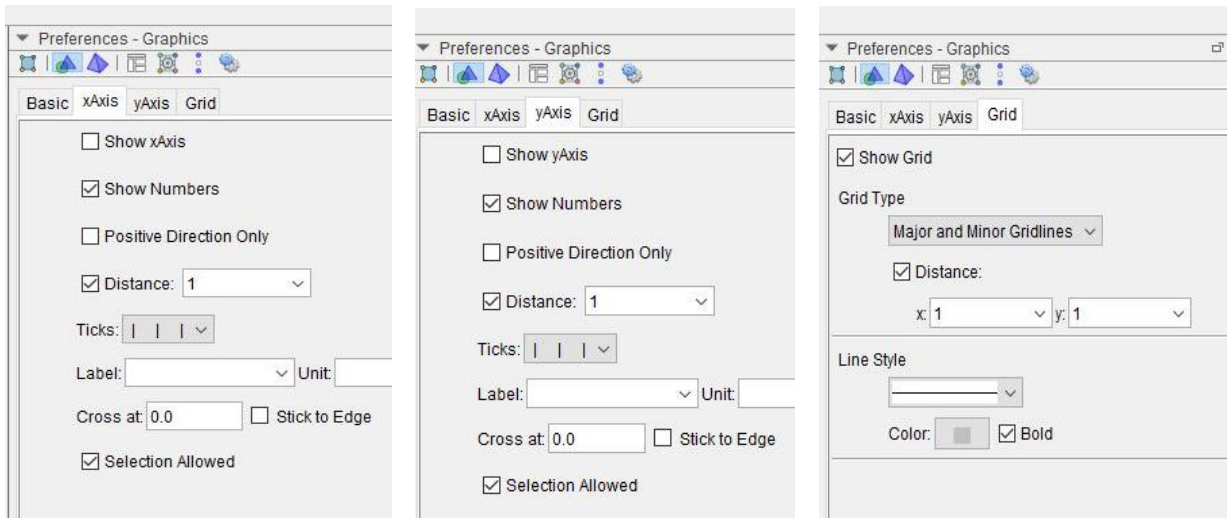
Slika 2 Aproksimacija površine jezera pomoću površine kvadrata



Izvor: izrada autora

Uz odgovarajuće postavke prikaza u Geogebri:

Slika 3 Postavke koordinatnih osi i mreže u prikazu GeoGebre



Izvor: izrada autora

Najjednostavnijom metodom *brojanja kvadratića* koji su prekriveni površinom jezera više od pola došli smo do broja od 81. Ovom metodom površina jezera na karti približno iznosi  $81 \text{ cm}^2$ .

Iz predavanja o mjerilima doktora Aleksandra Toskića, izvanrednog profesora na Geografskom odsjeku PMF-a dobili smo odnos površina znajući mjerilo karte.

Ako je

$$\text{duljina na karti} : \text{duljina u prirodi} = 1 : \text{faktor umanjenosti},$$

onda je

$$\text{površina na karti} : \text{površina u prirodi} = 1 : \text{kvadrat faktora umanjenosti}.$$

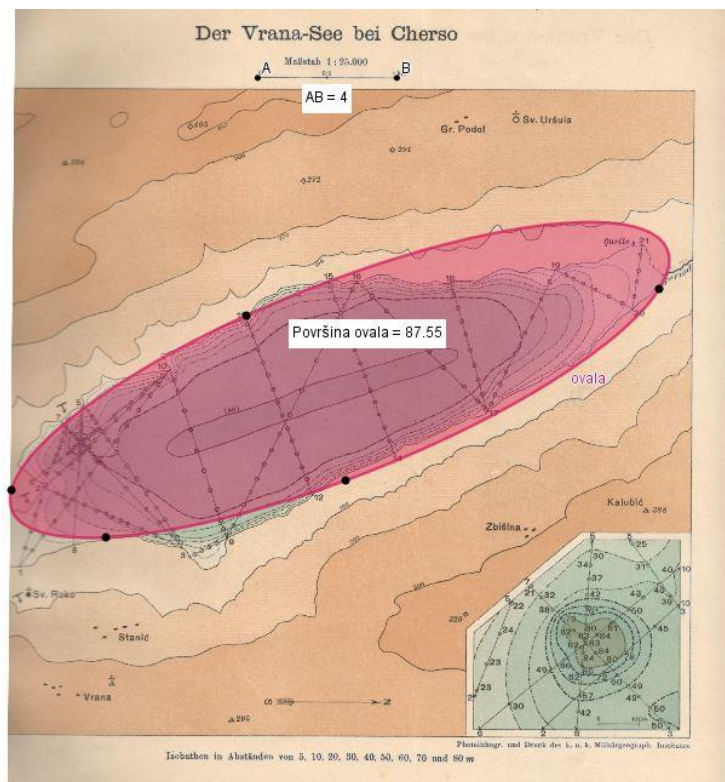
Odnosno, ako je  $x$  tražena površina u prirodi vrijedi:

$$81 : x = 1 : 25000^2.$$

Iz čega slijedi da je  $x = 81 \cdot 25000^2 = 50\,625\,000\,000 \text{ cm}^2 = 5.0625 \text{ km}^2$ . Što je vrlo dobra aproksimacija površine za tako jednostavnu metodu.

Drugi način određivanja površine radili smo uz pomoć elipse i površine ovala:

Slika 4 Aproximacija površine jezera pomoću elipse i ovala



Izvor: izrada autora

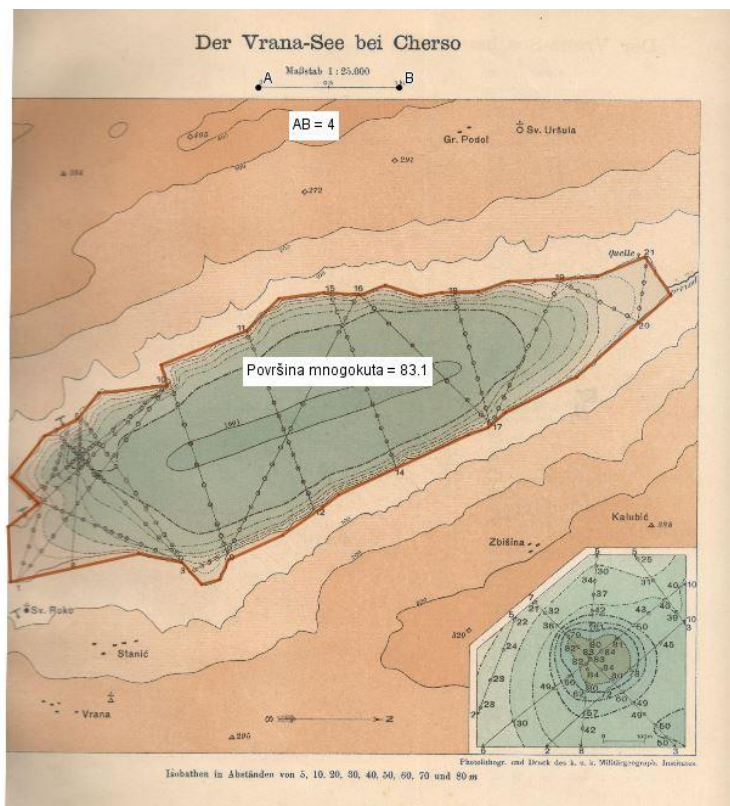
Ako je  $x$  tražena površina u prirodi vrijedi:

$$87.55 : x = 1 : 25\,000^2.$$

Iz čega slijedi da je  $x = 87.55 \cdot 25\,000^2 = 54\,718\,750\,000 \text{ cm}^2 = 5.47 \text{ km}^2$ . Što je također vrlo dobra aproksimacija površine.

Geogebra nam je omogućila i crtanje mnogokuta prateći linije samog jezera na karti, a površina tako dobivenog mnogokuta iznosi  $83.1 \text{ cm}^2$ , što u prirodi iznosi  $51\,937\,500\,000 \text{ cm}^2$ , odnosno  $5.19 \text{ km}^2$ .

Slika 5 Aproximacija površine jezera pomoću mnogokuta

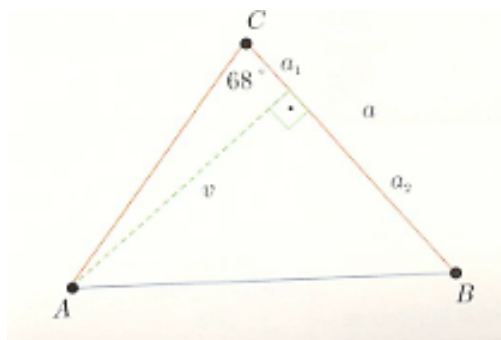
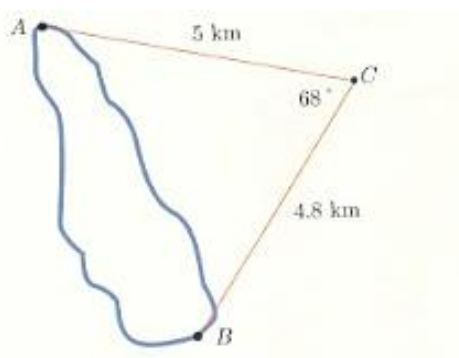


Izvor: izrada autora

Najbližu vrijednost pravoj površini dala je aproksimacija elipsom pa ćemo nju koristiti u daljnjem radu i računu.

Uz približno određivanje površine uz zadano mjerilo primjena u školskoj matematici moglo bi se naći mnogo, jedan od zadataka koji smo pronašli u udžbeniku iz matematike uvodni je primjer za poučak o kosinusu:

*Kako možemo izmjeriti duljinu jezera ako su na poznate udaljenosti krajnjih točaka od mjesta na uzvisini i kut pod kojim se jezero s tog mjesta vidi?*





Jedan od načina kako se zadatak može riješiti je da se iz vrha A spusti visina na nasuprotnu stranicu i početni trokut se podijeli na dva pravokutna trokuta. Tada se koristeći trigonometriju pravokutnog trokuta i Pitagorin poučak lako odredi duljina jezera.

Drugi način je koristeći poučak o kosinusu:

$$a = 4.8 \text{ km}$$

$$b = 5 \text{ km}$$

$$\gamma = 68^\circ$$

$$c = ?$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

$$c^2 = 4.8^2 + 5^2 - 2 \cdot 4.8 \cdot 5 \cdot \cos 68^\circ$$

$$c = 5.4826 \text{ km}$$

Dakle, Vransko jezero dugačko je oko 5.5 km.

Izvor: N. Antončić, E. Špalj, S. Antoliš, V. Volenec *Matematika 3*, Školska knjiga, Zagreb, 2008.g.

### 3.2 Izgradnja vodovoda i kvaliteta vode

Izgradnja vodovoda započela je 1946. godine, a Cres je vodu dobio 1953. godine. Zbog povećane potrošnje tijekom godina povećavao se kapacitet crpne stanice, a 2015. godine provedena je temeljita obnova građevinskih elemenata i elektrostrojarske opreme .

Slika 6 Stara crpna stanica na Vranskom jezeru



Izvor: izrada autora

Slika 7 Nova crpna stanica na Vranskom jezeru



Izvor: izrada autora

Naš posjet započeli smo na 27 m nadmorske visine gdje se nalazi vodosprema u koju se pohranjuje voda iz jezera. Iz vodospreme voda se spušta prema naseljima na otoku, a samo se do Orleca i Krčine vodu treba pumpati jer se ova naselja nalaze na većoj visini.

U vodospremi se nalazi 3500 m<sup>3</sup> vode što odgovara potrošnji u jednom danu zimi. Ljeti je to oko 14 000 m<sup>3</sup>.

Tu se nalazi i klorna stanica. Voda se dezinficira prije ulaska u vodospremu klor-dioksidom da se spriječi eventualno onečišćenje koje se putem moglo dogoditi. Činjenica da se voda samo dezinficira, bez ikakvih ostalih tretmana i agresivnih kemijskih supstanci, govori o njenoj kakvoći i kemijskoj ispravnosti. Važno je naglasiti da bi se mogla piti ravno iz jezera.

U kakvoću vode uvjerali smo se sami kada smo se osvježili čistom jezerskom vodom. Kakvoća se prati sukladno propisima EU i hrvatskog nacionalnog zakonodavstva. Interni laboratorij Vodoopskrbe vodi analizira svakodnevno, a Nastavni Zavod za javno zdravstvo PGŽ, mjesečno. Rezultati se objavljuju u vidu godišnjih izvješća i javno su dostupni na web stranicama.

Proučavajući izvještaje Nastavnog Zavoda za javno zdravstvo PGŽ zaključili smo da u periodu od četiri godine (2015.- 2018.) nije došlo do značajnijih promjena u kakvoći crpljenje vode.

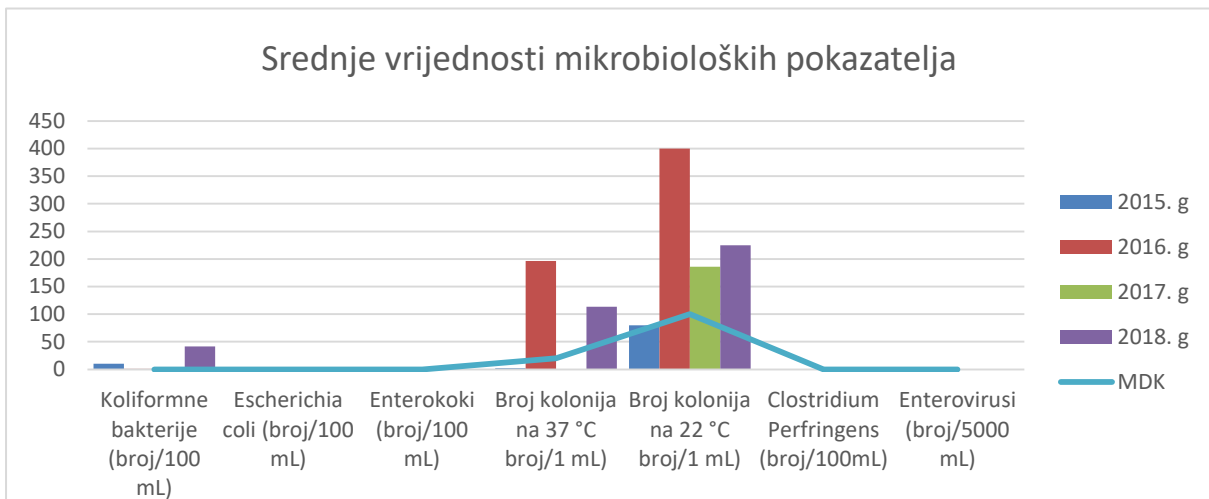
Glavni fizikalno- kemijski pokazatelji iz 2018. godine daleko su ispod maksimalno dopuštene koncentracije što potvrđuje ranije tvrdnje o kvaliteti vode u Vranskom jezeru.

Slika 8 Izrezak tablice o kakvoći jezera Vrana 2018. g

Pokazatelji	Mj. jedinica	Ukupno	Min.	Max.	MDK	Neis.
<b>Fizikalno - kemijski pokazatelji</b>						
Temperatura zraka	°C	1	12.0	12.0		
Temperatura vode	°C	3	9.4	10.2	25	0
Boja	jedinica Pt/Co skale	3	<5	<5	20	0
Mutnoća	NTU	3	0.71	2.0	4	0
Miris		3	bez	bez	bez	0
Okus		3	bez	bez	bez	0
pH vrijednost	pH jedinica	3	7.8	8.2	6.5-9.5	0
Vodljivost	µS/cm/20°C	3	389	438	2500	0
Ukupne suspenzije	mg/L	1	<2	<2	10	0
Tvrdoća-ukupna	mg/L CaCO <sub>3</sub>	3	136	139		

Izvor: Izvješće *Kakvoća crpljene vode jezera Vrana u 2018. g* iz siječnja 2019. g., Nastavni Zavod za javno zdravstvo PGŽ

Slika 9 Grafički prikaz mikrobioloških pokazatelja kakvoće jezera Vrana



Izvor: izrada autora

Prema mikrobiološkim pokazateljima voda nije znatnije mikrobiološki opterećena i može se koristiti za piće uz prethodnu odgovarajuću dezinfekciju.

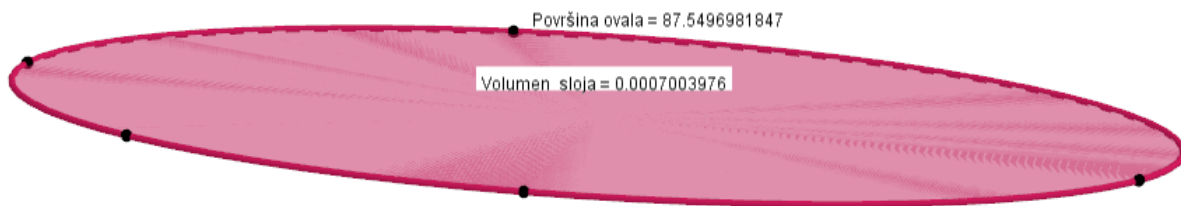
### 3.3 Potrošnja

Jedan od problema su gubitci vode, no u posljednje tri godine oni su smanjeni od 30 na 25 %. Vodostaj ljeti pada 1 cm dnevno. Od toga se pumpa 2 mm, a ostalo, 8 mm, je isparavanje, a nešto odlazi u more. Prošle je godine potrošeno 2 300 000 m<sup>3</sup>. Iako se radi o velikoj količini, nema ograničenja u potrošnji. Istraživanja su pokazala da je granica do koje može ići potrošnja 3 100 000 m<sup>3</sup>. Sljedeće ograničenje je vodostaj.

Prateći našu aproksimaciju oblika i površine jezera ovalom, pokušali smo izračunati i obujam crpljene vode vrijeme turističke sezone, ako se crpi 2 mm dnevno. Prema našem mjerilu 2 mm u prirodi iznosi 0.00008 mm, odnosno 0.000008 cm na karti.

Uz 3D grafiku GeoGebre, dobili smo sloj obujma 0.0007 cm<sup>3</sup>.

Slika 10 Aproksimacija obujma 2 mm crpljene vode



Izvor: izrada autora

U prirodi, koristeći ranije mjerilo taj obujam iznosi 10 937 500 000 cm<sup>3</sup> = 10 937.5 m<sup>3</sup>. U 90 dana ljetnih dana obujam crpljene vode iznosi 10 937.5 m<sup>3</sup> · 90 = 984 375 m<sup>3</sup>.

Uz ranije spomenuti gubitak od 25% (246 093.75 m<sup>3</sup>) naša procjena potrošnje iznosi 738 281.25 m<sup>3</sup>.

Ako to usporedimo sa stvarnom potrošnjom od 14 000 m<sup>3</sup> dnevno, odnosno kroz 90 dana 14 000 m<sup>3</sup> · 90 = 1 260 000 m<sup>3</sup>.

To je za približno 521 719 m<sup>3</sup> manje od stvarne potrošnje ili 208 olimpijskih bazena pa zaključujemo da ovakva aproksimacija daje preveliku grešku i nije dobra.

### 3.4 Vodostaj i oborine

Na samoj obali i sami smo mogli očitati vodostaj koji iznosi 10 m. Najniži vodostaj bio je 1990. i 2012. godine kada se vodostaj spustio na 9 m kao posljedica devet sušnih godina. Krična točka je 3 m nakon koje bi slana voda mogla prodrijeti u jezero. Trenutno se nalazimo u ciklusu opadanja, ali zahvaljujući obilnim oborinama 2016. godine vodostaj nije prenizak. Najviši vodostaj zabilježen je 1938. godine (16.68 m), a u posljednjih 30 godina najviši je bio 13.71 m, što govori da postoji trend opadanja razine.

Slika 11 Vodostaj Vranskog jezera 2016. godine

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Vodostaj 2016. Vransko jezero - Cres													
2		sjj	vlj	ožu	tra	svi	lip	srp	kol	ruj	lis	stu	pro	
3	1	1086	1120	1174	1200	1193	1183	1182	1150	1124	1108	1098	1122	
4	2	1086	1120	1175	1200	1194	1183	1181	1151	1123	1105	1097	1122	
5	3	1092	1120	1177	1200	1193	1190	1180	1150	1122	1111	1097	1122	
6	4	1091	1121	1181	1200	1193	1190	1179	1149	1121	1110	1096	1122	
7	5	1092	1121	1184	1200	1192	1190	1178	1148	1122	1109	1096	1122	
8	6	1096	1121	1186	1200	1192	1190	1178	1149	1121	1107	1100	1122	
9	7	1099	1120	1188	1199	1191	1191	1175	1147	1120	1106	1104	1122	
10	8	1100	1120	1190	1199	1191	1190	1174	1146	1119	1106	1106	1122	
11	9	1101	1121	1192	1200	1190	1190	1173	1145	1118	1105	1107	1121	
12	10	1106	1122	1195	1200	1190	1191	1172	1143	1117	1105	1107	1121	
13	11	1107	1122	1196	1200	1189	1190	1172	1142	1116	1103	1108	1121	
14	12	1108	1123	1196	1200	1190	1190	1171	1140	1115	1102	1112	1121	
15	13	1110	1129	1197	1199	1189	1192	1170	1139	1114	1101	1112	1121	
16	14	1112	1133	1197	1199	1190	1192	1169	1138	1114	1100	1113	1121	
17	15	1115	1137	1197	1199	1191	1191	1167	1137	1113	1102	1113	1120	
18	16	1116	1140	1197	1198	1191	1191	1166	1136	1112	1102	1114	1119	
19	17	1116	1143	1198	1198	1190	1191	1165	1136	1114	1102	1115	1118	
20	18	1117	1146	1199	1197	1189	1190	1164	1135	1118	1101	1116	1118	
21	19	1118	1150	1200	1197	1188	1189	1164	1135	1118	1102	1117	1118	
22	20	1118	1154	1201	1196	1188	1189	1163	1137	1117	1102	1118	1117	
23	21	1118	1156	1201	1195	1187	1188	1161	1136	1116	1103	1118	1116	
24	22	1118	1158	1201	1195	1187	1188	1160	1136	1115	1103	1119	1115	
25	23	1119	1160	1200	1194	1186	1187	1159	1135	1114	1102	1120	1115	
26	24	1119	1162	1201	1196	1187	1187	1159	1133	1113	1102	1120	1115	
27	25	1120	1164	1200	1196	1187	1186	1157	1132	1112	1102	1120	1115	
28	26	1120	1167	1200	1194	1186	1186	1156	1130	1111	1102	1122	1115	
29	27	1120	1167	1200	1194	1185	1185	1155	1129	1110	1101	1123	1114	
30	28	1120	1167	1200	1193	1185	1184	1154	1128	1108	1100	1123	1114	
31	29	1120	1171	1200	1194	1184	1183	1153	1128	1107	1100	1122	1113	
32	30	1120		1200	1193	1184	1183	1152	1128	1107	1099	1122	1113	
33	31	1120		1200		1183			1126		1099		1112	
34	Max	1120	1171	1201	1200	1194	1192	1182	1151	1124	1111	1123	1122	1201
35	Min	1086	1120	1174	1193	1183	1183	1152	1126	1107	1099	1096	1112	1086

Izvor: Vodoopskrba i odvodnja Cres Lošinj d.o.o.

Do svih ovih zaključaka došlo se zahvaljujući detaljnim mjerenjima koja su se provodila kroz 25 godina od 1976. do 2001. godine.

Vapnenci koji prevladavaju na našim otocima su veoma propusne stijene, pa se većina oborina ne uspijeva dulje zadržati na površini i stoga nema stalnih površinskih vodenih tokova.

Porijeklo vode u jezeru odavno privlači pozornost domaćih, ali i stranih istraživača. Rezultati istraživanja su različiti, no mogu se svesti na dva objašnjenja. Prvo se zasniva na hipotezi da se jezero opskrbljuje vodom iz podzemlja, koja dotječe iz kopnenog zaleđa. Drugo se pak odnosi na činjenicu da je Vransko jezero autohtono jezero – dokazano je da nije povezano s izvorima vode

na kopnu, kao što se nekoć mislilo, već voda u jezeru potječe od atmosferskih padalina (kišnice). Marker koji su ubačeni na Velebitu i u okolici Rijeke nisu se pokazali u jezerskoj vodi. Bušenja u okolici jezera su pokazala da vode ima i u podzemlju i ta voda sporo otječe prema jezeru.

Najvažniji dokaz da je Vransko jezero uistinu autohtono jest činjenica da detaljna istraživanja jezerskog dna nisu nigdje pronašla izvor koji bi ukazivao na vodu porijeklom s kopna.

Dokaz za otjecanje vode podzemnim putem u more jest i u činjenici da i pored prostranog okolnog površinskog sliva sa kojeg voda pritječe u jezero, razina vode u jezeru ne raste u skladu s tom količinom.

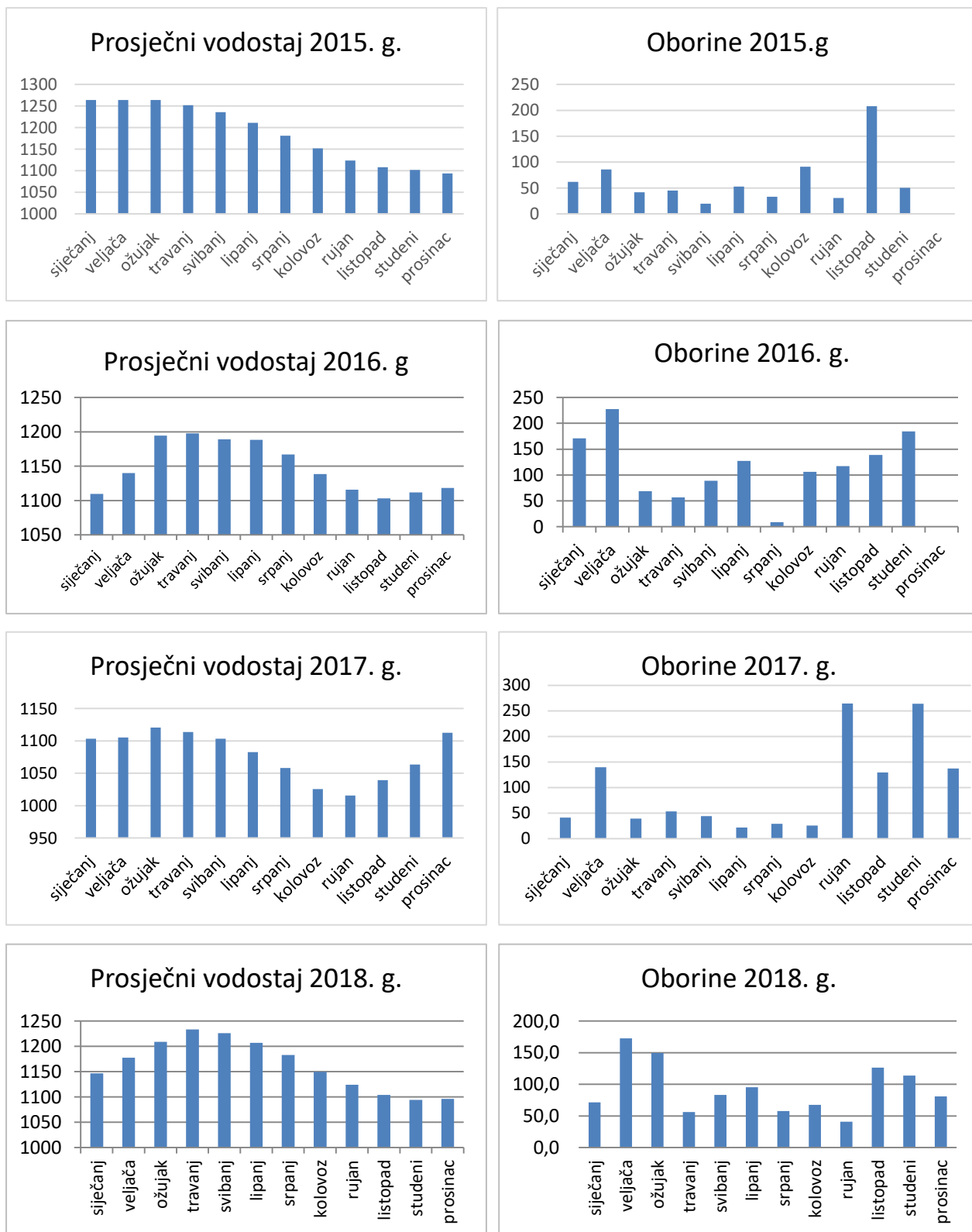
Slika 12 Oborine na području Vranskog jezera 2016. g.

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
Oborine 2016. Vransko jezero - Cres														
	sij	vlj	ožu	tra	svi	lip	srp	kol	ruj	lis	stu	pro		
1			10,1		5,3			6,5						
2			4,0		17,5	8,1		11,7			0,6			
3	57,2					68,8				52,0	7,7			
4	1,2	9,0	26,9		1,6	1,0				12,0				
5	19,4		0,5						17,4		0,5			
6	28,6		4,6			0,1	1,6	31,5	6,0		54,5			
7	11,2		2,6						1,6		30,6			
8	1,3	2,4	2,0								13,4			
9	10,3		12,0	19,8							0,5			
10	20,2	27,0		2,8		10,0				2,9				
11	3,3	0,3	0,4			1,8		0,5	0,6	1,2	1,9			
12	1,0	8,6			7,0	0,2					32,8			
13		59,0			1,3	24,3					0,5			
14		10,4			17,0		5,2							
15	17,0	16,4			15,6					24,0				
16		18,2			0,8					4,7				
17		8,0				1,5	1,9	0,1	33,5					
18		0,2		1,1				4,8	45,0					
19		5,5						17,5	8,2	19,3	6,7			
20		21,4			2,5	11,6		24,4	5,1	3,7	5,5			
21		0,1	0,4							9,5	3,9			
22			4,0					9,5		5,6				
23		3,0		0,3							1,7			
24		0,7		19,2	12,4					2,0				
25		0,9		0,7							1,3			
26		2,0	0,2							1,7	21,4			
27		1,0									0,5			
28		8,0									0,2			
29		25,5	0,9	12,7										
30					7,9									
31														
UKP.	170,7	227,6	68,6	56,6	88,9	127,4	8,7	106,3	117,4	138,6	184,2	0,0	1295,0	

Izvor: Vodoopskrba i odvodnja Cres Lošinj d.o.o.

U to smo se uvjerali analizirajući podatke o vodostaju i količini oborina u nekoliko posljednjih godina. Koristeći alate i funkcije MS Excela statistički smo obradili dobivene podatke. U nastavku su dobiveni grafovi:

Slika 13 Grafovi prosječnih vodostaja Vranskog jezera i oborina oko Vranskog jezera u razdoblju 2015.-2018. g



Izvor: izrada autora

Ranije smo spomenuli kako jezero nema vezu s podzemnim vodama kopna iz tog razloga dobivene podatke o vodostaju i količini oborina u nekoliko posljednjih godina pokušali smo dovesti u vezu i ustanoviti koliko oborine utječu na razinu jezerske vode.

Već iz prvih grafova iščitava se kako su najniži vodostaji u jesen, a najviši u zimskom periodu ili u proljeće. To je očekivano zbog smanjene količine padalina i većih isparavanja uslijed visokih ljetnih temperatura te veće količine padalina u zimskim mjesecima. No, direktna veza između količine padalina i vodostaja u jezeru ne može se uspostaviti što potvrđuje potojanje podzemnih voda u okolici jezera.

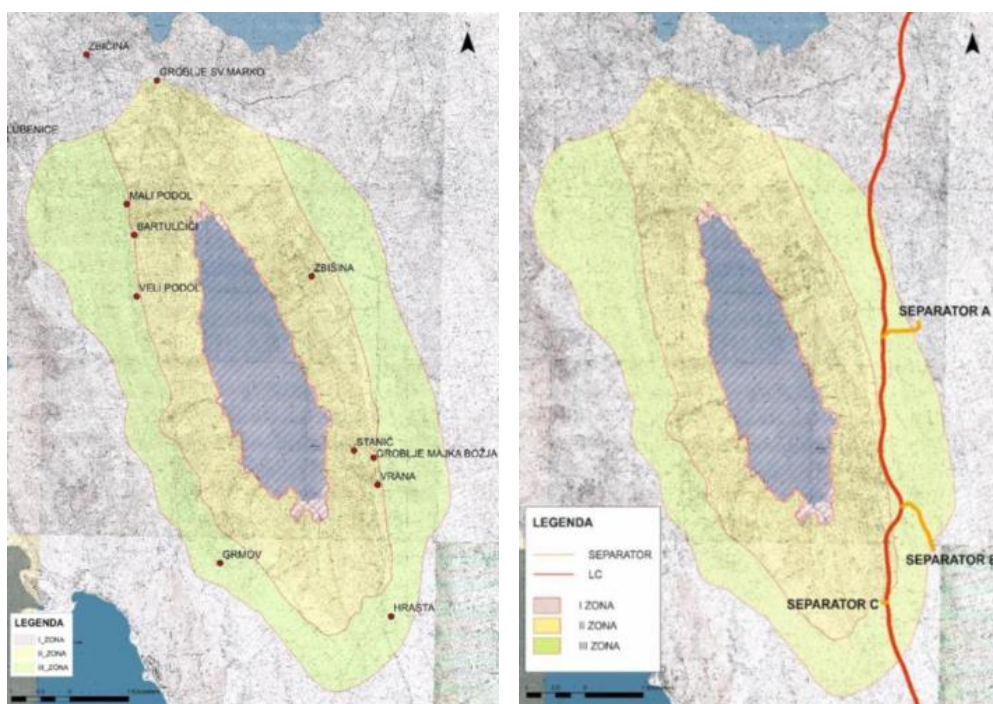


## 4 ZAKLJUČAK

Nakon što smo jezero istražili kroz brojeve, bolje ga upoznali i osvijestili si njegovu važnost, najvažnije pitanje koje nam se nametnulo je kako sačuvati vodu od onečišćenja, odnosno gdje se kriju opasnosti?

Samo jezero i vodozahvat nalazi se na lokalitetu koji je nepristupačan za javnost. Područje sliva vrlo je slabo naseljeno, s malo sadržaja vezanih uz aktivnosti koje bi mogle u većoj mjeri negativno utjecati na promjenu kakvoće vode u jezeru. Najveći rizik od ugroze Vranskog jezera prijetio je sa središnje prometnice Cres – Lošinj. Iako prolazi rubnim dijelovima slivnog područja, u slučaju kakve prometne havarije vozila s opasnim teretom, jezero bi bilo u opasnosti. Nakon rekonstrukcije 2000. god. napravljeni su separatori koji bi u slučaju izlivanja opasnih tvari spriječili njihovo otjecanje i miješanje s jezerskom vodom.

Slika 14 Karta izgrađenih separatora na cesti Cres Lošinj



Izvor: Vodoopskrba i odvodnja Cres Lošinj d.o.o.

Što se pristupa tiče, ostaju stroge mjere zaštite i nije dozvoljen pristup. Zanimala nas je mogućnost vođenih posjeta jezeru s obzirom da je sada zabranjen pristup bilo grupama bilo pojedincima. G. Flego nam je pojasnio kao je bilo pokušaja da gosti posjete jezero, ali da se to pokazalo rizičnim za njegovu sigurnost. Iako postoje znakovi, tijekom ljeta sve je više onih koji „zalutaju“ u želji da se okupaju u jezeru. Od g. Flega doznali smo da postoji plan u kojem bi se izradio vidikovac s kojeg bi posjetitelji mogli vidjeti jezero i gdje bi mogli dobiti informacije o njemu.

Kako bi posjetitelji ipak bili upoznati s jezerom i njegovom pitkom vodom potrebno je osmisliti promociju koja neće predstavljati rizik za njegovu sigurnost.

## 5 POPIS SLIKA

Slika 1 Osnovna geografska obilježja Vranskog jezera .....	4
Slika 2 Aproksimacija površine jezera pomoću površine kvadrata .....	5
Slika 3 Postavke koordinatnih osi i mreže u prikazu GeoGebre .....	6
Slika 4 Aproksimacija površine jezera pomoću elipse i ovala.....	7
Slika 5 Aproksimacija površine jezera pomoću mnogokuta .....	8
Slika 6 Stara crpna stanica na Vranskom jezeru .....	9
Slika 7 Nova crpna stanica na Vranskom jezeru .....	10
Slika 8 Izrezak tablice o kakvoći jezera Vrana 2018. g.....	11
Slika 9 Grafički prikaz mikrobioloških pokazatelja kakvoće jezera Vrana .....	11
Slika 10 Aproksimacija obujma 2 mm crpljene vode.....	12
Slika 11 Vodostaj Vranskog jezera 2016. godine.....	13
Slika 12 Oborine na području Vranskog jezera 2016. g.....	13
Slika 13 Grafovi prosječnih vodostaja Vranskog jezera i oborina oko Vranskog jezera u razdoblju 2015.- 2018. g.....	13
Slika 14 Karta izgrađenih separatora na cesti Cres Lošinj .....	13

## 6 LITERATURA I IZVORI

- H. Gall, P. Kralj, R. Slunjski: Geografija 4, Školska knjiga, Zagreb, 2014.g.
- A. Böhm Edlen von Böhmersheim: K. Geographischen Gessellschaft,Universtäts-Buchhandlung, Beč ,1904. g.
- N. Antončić, E. Špalj, S. Antoliš, V. Volenec *Matematika 3*, Školska knjiga, Zagreb, 2008.g.
- O. Bonacci: Analiza varijacija razine vode jezera Vrana na otoku Cresu, stručni članak ([https://www.voda.hr/sites/default/files/pdf\\_clanka/hv\\_90\\_2014\\_337-346\\_bonacci.pdf](https://www.voda.hr/sites/default/files/pdf_clanka/hv_90_2014_337-346_bonacci.pdf))
  
- <http://www.viocl.hr/>
- <https://www.enu.hr/>
- <https://www.mzoip.hr/hr/>
- [www.prirodahrvatske.com](http://www.prirodahrvatske.com)
- <http://www.hgi-cgs.hr/>
- [https://hr.wikipedia.org/wiki/Vransko\\_jezero\\_\(Cres\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/Vransko_jezero_(Cres))
- <https://www.youtube.com/watch?v=74y9Mc8pBl8>
- <http://www.geografija.hr/hrvatska/vransko-jezero-jedinstven-prirodnogeografski-fenomen-na-otoku-cresu/>
- <http://novilist.hr/Vijesti/Regija/Otoci/Vransko-jezero-rusi-rekorde-u-niskom-vodostaju-i-visokoj-potrosnji>
- [www.gfv.unizg.hr/modules/m\\_gfv/datoteke/p\\_otok\\_cres.ppt](http://www.gfv.unizg.hr/modules/m_gfv/datoteke/p_otok_cres.ppt)
- [https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Kartografija\\_11.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Kartografija_11.pdf)