

**ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVLJE SUBOTICA
CENTAR ZA HIGIJENU I HUMANU EKOLOGIJU**

MONITORING KVALITETA VODE JEZERA PALIĆ, LUDAŠ I KANALA PALIĆ-LUDAŠ U 2022. GODINI

Godišnji izveštaj



**ISPITIVANJA SU OBAVLJENA NA OSNOVU PROGRAMA MONITORINGA
POVRŠINSKIH VODA ZA 2022. GODINU**



Direktor Zavoda za javno zdravlje

Spec. dr med. Vesna Vukmirović

Načelnik Centra za higijenu i humanu ekologiju
Rukovodilac Odeljenja za fizičko-hemijska ispitivanja

Prim. spec. dr med. Karolina Berenji

mr sc. Dijana Barna

Odsek za vode i vazduh

mr sc. Dijana Barna, dipl.inž.tehnolog
Božana Đurašković, dipl. biolog
Tatjana Škorić dipl. biolog
mr hem. nauka Mirjana Bonić
Zoltan Vidaković, dipl. inž. zašt. živ. sred.
Martina Crnković, master hemičar
Zita Kolar, hem.tehn.
Andrijana Stevanović, hem. tehn.
Tanja Rakić, hem. tehn.
Nada Đurić, hem. tehn.
Maja Rudić, hem. tehn.
Jasmina Bukvić, hem. tehn.

Izveštaj pripremili

Božana Đurašković, dipl. biolog
Martina Crnković, master hemičar

Saradnici

mr sc. Aleksandar Stanić, spec. san. hem.

1. PROGRAM ISPITIVANJA POVRŠINSKIH VODA U 2022. GODINI

ISPITIVANJE VODE JEZERA PALIĆ, KANALA PALIĆ-LUDAŠ I JEZERA LUDAŠ

Uzorkovanja, fizičko–hemijska i hidrobiološka ispitivanja kvaliteta vode obavljena su u skladu sa Programom ispitivanja za 2022. godinu.

Lista lokaliteta uzorkovanja

Oznaka lokaliteta	Naziv lokaliteta
1.	Jezero Palić - Sektor I - laguna I (P1a)
2.	Jezero Palić - Sektor I - laguna II (P1b)
3.	Jezero Palić - Sektor I - laguna III (P1c)
4.	Jezero Palić - I nasip (P1)
5.	Jezero Palić - II nasip (P2)
6.	Jezero Palić - III nasip (P3)
7.	Jezero Palić- IV sektor - sredina (P4s)
8.	Jezero Palić- IV sektor - sredina 1 (P4s1)
9.	Jezero Palić- IV sektor - sredina 2 (P4s2)
10.	Jezero Palić- IV sektor- izliv iz jezera (P4)
11.	Kanal Palić Ludaš (PL)
12.	Jezero Ludaš - severni deo (L1)
13.	Jezero Ludaš - severni deo - sredina (L1s)
14.	Jezero Ludaš - srednji deo (L2)
15.	Jezero Ludaš - srednji deo - sredina (L2s)
16.	Jezero Ludaš - južni deo (L3)
17.	Jezero Ludaš - južni deo - sredina (L3s)

- Uzorkovanje, fizičko-hemijsko i hidrobiološko ispitivanje kvaliteta vode jezera Palić vršeno je na deset lokaliteta, jezera Ludaš na šest lokaliteta i Kanala Palić-Ludaš na jednom lokalitetu.
- Određivanje koncentracija toksičnih i teških metala i metaloida, sulfata, nitrita, Kjeldhal azota, mineralnog i ukupnog azota, ortofosfata, suspendovanih materija i sadržaja anjonskih tenzida, obavljeno je u skladu sa programom i u zavisnosti o posmatranog lokaliteta, tri ili četiri puta u toku godine.
- Fizičko–hemijska i hidrobiološka ispitivanja mulja obavljena su u skladu sa programom.

IZVEŠTAVANJE O REZULTATIMA ISPITIVANJA

Zavod za javno zdravlje Subotica je na osnovu obavljenih ispitivanja utvrđenom dinamikom dostavljao izveštaje o rezultatima izvršenih analiza Naručiocu ispitivanja u pisanoj i elektronskoj formi.

2. PRIKAZ REZULTATA ISPITIVANJA SA OCENOM STANJA

UZORKOVANJE

Uzorkovanje površinskih voda obavlja se u skladu sa grupom propisa, smernicama za uzimanje uzoraka voda SRPS ISO 5667, koje obuhvataju izradu programa, postupke za uzimanje uzoraka, zaštitu i rukovanje uzorcima vode, mulja i taloga, kao i smernice za biološka ispitivanja uzoraka.



Slika 1. Jezero Palić - laguna 2

Uzorci za određivanje koncentracije kiseonika, toksičnih i teških metala konzervišu se po metodi, odmah po zahvatanju.

Uzorci za kvalitativne hidrobiološke analize uzimaju se planktonskom mrežom No 25, a za kvantitativna određivanja u balon zapremine 5 litara, sa dubine od oko pola metra.

Uzorci sedimenta za fizičko-hemijska ispitivanja, kao i za kvalitativnu i kvantitativnu analizu faune dna, uzimaju se bagerom po Van Veen-u, zahvatne površine 225 cm².

KONTROLISANI PARAMETRI

Ispitivanja površinskih voda u 2022. godini obavljena su u skladu sa programom ispitivanja površinskih voda, a specificirana su Ugovorom o javnoj nabavci usluge monitoringa parametara životne sredine - vazduh, voda i buka, redni broj JN K27/21, broj IV-404-210/2021 od 10.06.2021. godine i sa Ugovorom o javnoj nabavci usluge monitoringa parametara životne sredine - vazduh, voda i buka, redni broj JN K51/22, broj IV-404-337/2022 od 05.08.2022. godine.

Fizičko-hemijskim ispitivanjima obuhvaćeni su sledeći parametri: temperatura vode i vazduha, boja, miris, providnost, vidljive materije, pH vrednost, električna provodnost, ukupna količina soli, rastvoreni kiseonik, % zasićenja kiseonikom, HPK bihromatni, BPK₅, utrošak KMnO₄, ukupan organski ugljenik (TOC), suspendovane materije, amonijačni azot, slobodan amonijak, nitritni i nitratni azot, azot po Kjeldahl-u, mineralni i ukupan azot, ortofosfat, ukupan rastvoreni fosfor, ukupan fosfor, hloridi, sulfati, hlorofil „a”, anjonski tenzidi, toksični i teški metali i metaloidi (bakar, cink, gvožđe, mangan, hrom, bor i arsen).



Slika 2. Jezero Palić - II sektor

Hidrobiološkim ispitivanjima obuhvaćeno je određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava zajednice planktona, perifitona i makrozoobentosa, uz izdvajanje bioindikatora i određivanje indeksa saprobnosti po metodi Pantle-Buck-a.

Mikrobiološka ispitivanja vode vršena su sezonski, četiri puta u toku 2022. godine, na svim lokalitetima izuzev laguna i sredina jezera Palić i Ludaš.

Jezerski sediment je uzorkovan i analiziran dva puta u toku 2022. godine. Analizom mulja obuhvaćeni su hemijski parametri: pH vrednost, neorganski i organski deo sedimenta, ukupan rastvorljivi azot, ukupan azot i ukupan fosfor.

METODE ISPITIVANJA I OCENA DOBIJENIH REZULTATA

Oblast zaštite voda od zagađenja uređena je Zakonom o vodama i Zakonom o zaštiti životne sredine, koji regulišu zaštitu voda, zaštitu voda od toksičnih materija i sprovođenje upravljanja vodama. Upravljanje kvalitetom voda pretpostavlja monitoring površinskih voda kao recipijenta, ispitivanje fizičko-hemijskih, mikrobioloških i bioloških parametara.

Ispitivanja voda obavljaju se u skladu sa važećom metodologijom i zakonskom regulativom iz ove oblasti, nacionalnim standardima kao i Direktivama EU koje se odnose na kvalitet površinske vode, vode namenjene uzgoju riba i vode za kupanje.

Ocena kvaliteta površinskih voda obavlja se na osnovu važećih propisa:

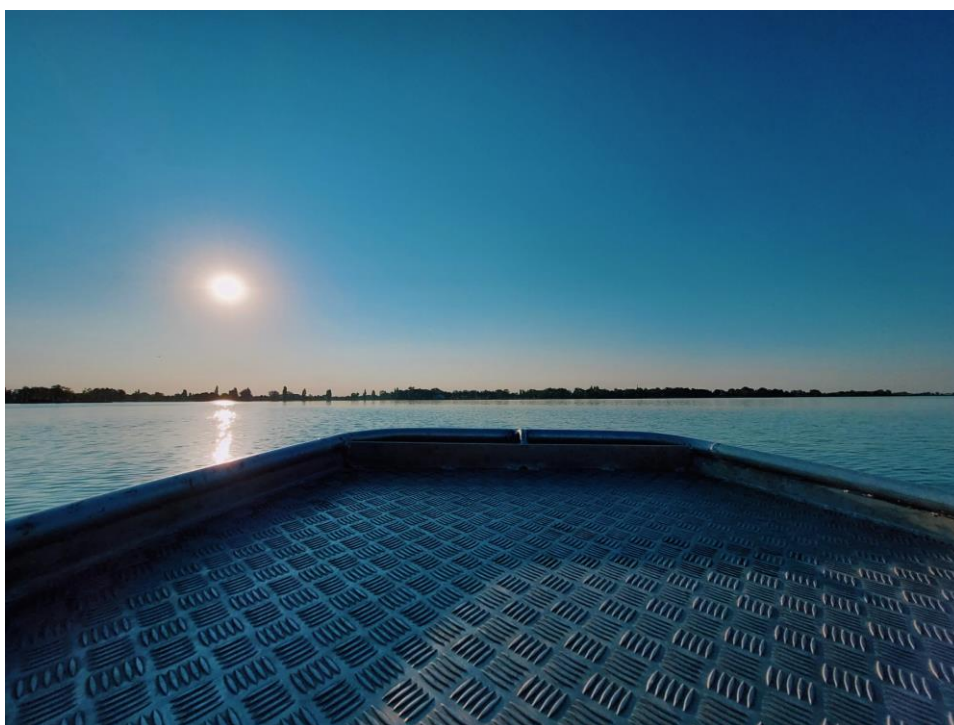
- Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda („Sl. glasnik RS“, br. 74/11)
- Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/12)
- Pravilnika o opasnim materijama u vodama („Sl. glasnik RS“, br. 31/82)
- Pravilnika o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine („Sl. glasnik RS“, br. 37/11), (Serbian Water Quality Index (SWQI))

2.1. JEZERO PALIĆ

Jezero Palić je zbog geološko-ekološkog karaktera, zaštićeno prirodno dobro, Park prirode. Na osnovu Uredbe o kategorizaciji, jezero je svrstano u II – III klasu voda („Sl. glasnik RS“, br. 50/12).

Uzorkovanje i ispitivanje kvaliteta vode jezera Palić vršeno je na lokalitetima I, II, III nasip i IV sektor (sredina jezera i izliv iz jezera).

Ocena stanja je rađena na osnovu rezultata ispitivanja, imajući u vidu definisanu namenu voda po pojedinim lokalitetima i u skladu sa postojećom zakonskom regulativom iz te oblasti.



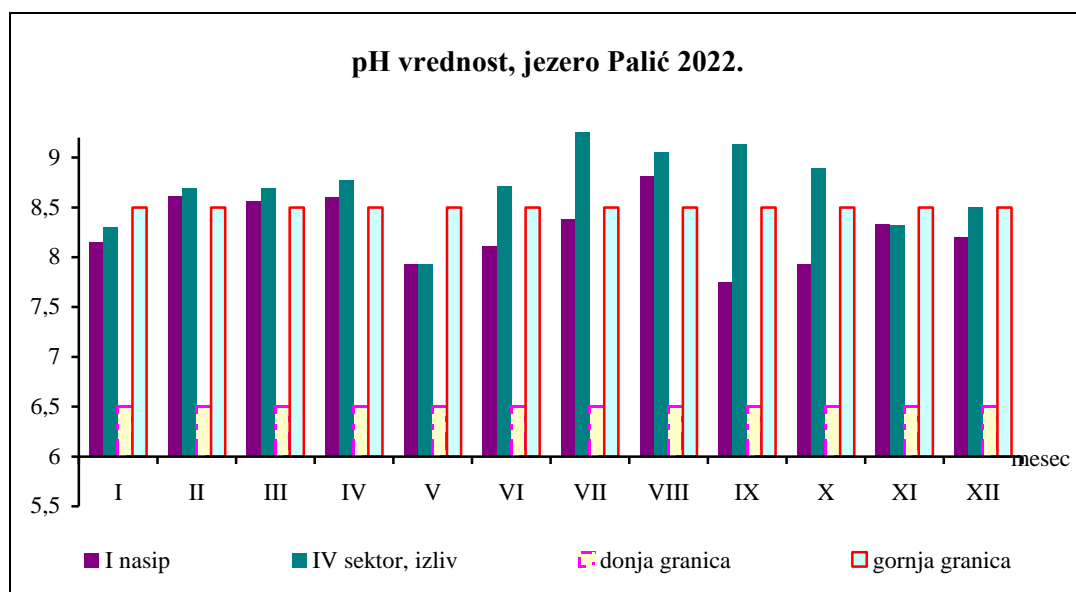
Slika 3. Jezero Palić – IV sektor, sredina

2.1.1. pH VREDNOST

Prosečne pH vrednosti vode jezera Palić u toku 2022. godine su niže u odnosu na vrednosti tokom 2021. godine. U zavisnosti od lokaliteta uzorkovanja, voda je svrstavana u I-IV klasu ili V klasu.

Prosečna pH vrednost na IV sektoru jezera je bila niža u odnosu na prošlogodišnju, ali je i dalje izuzetno visoka za površinske vode. Vrednosti su bile više u letnjem periodu. Ne postoje značajne sezonske varijacije po pitanju ovog parametra (grafikon 1. - prikaz linearnog trenda variranja izmerenih pH vrednosti).

Od 16 izmerenih pH vrednosti vode IV sektora samo su četiri vrednosti bile u propisanim granicama za klasu i namenu, na osnovu "Uredbe" („Sl. glasnik RS“, br. 50/12) i „Pravilnika“ („Sl. glasnik RS“, br. 74/11).

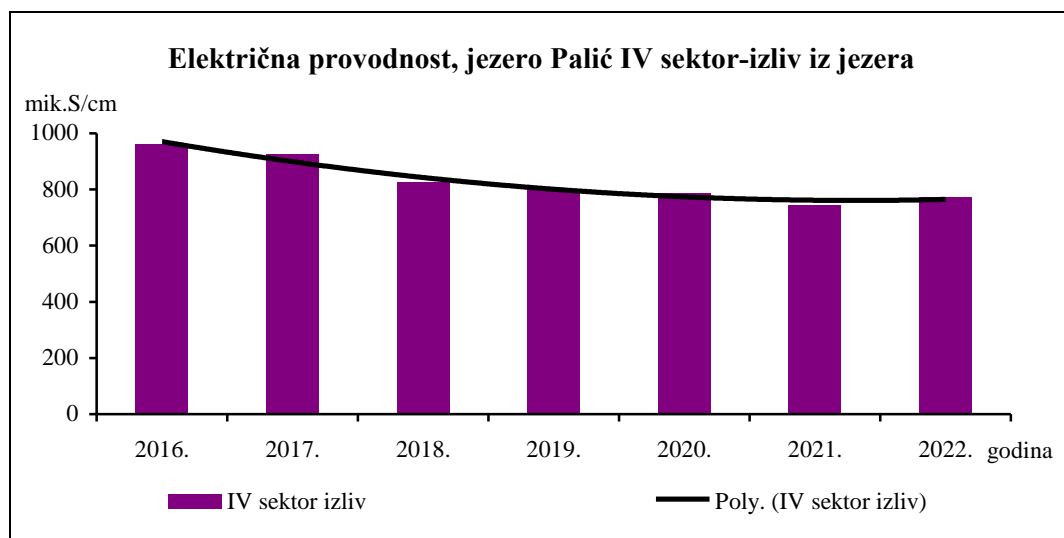


Grafikon 1. JEZERO PALIĆ, pH vrednost

2.1.2. ELEKTRIČNA PROVODNOST

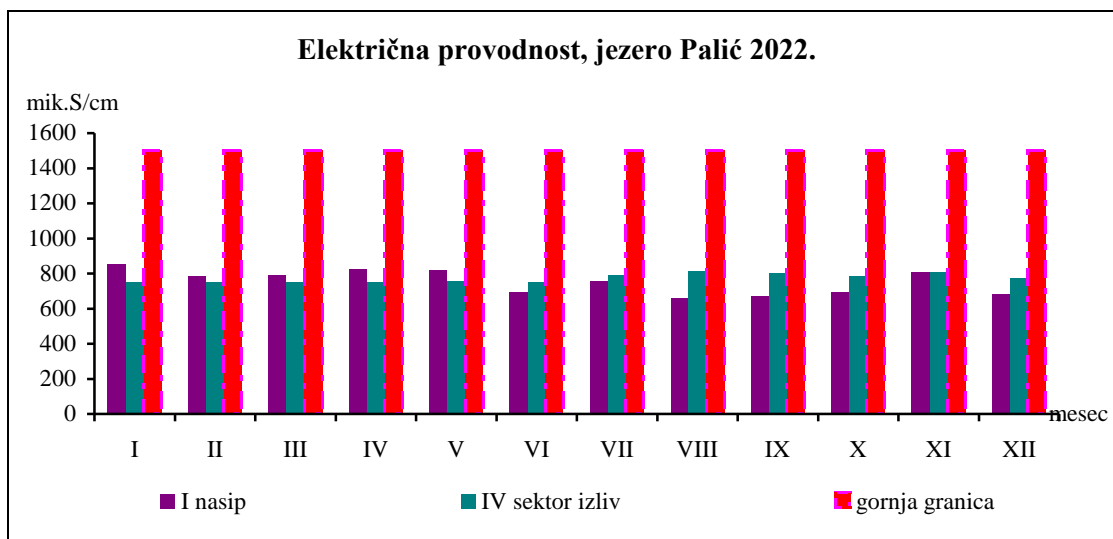
Prosečna vrednost električne provodnosti vode na I nasipu u 2022. godini je iznosila 751 $\mu\text{S}/\text{cm}$, u 2021. godini 769 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dok je u 2020. godini bila 834 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Na lokalitetu „izliv iz jezera“ IV sektora prosečna vrednost električne provodnosti vode u 2022. godini je bila 772 $\mu\text{S}/\text{cm}$, u 2021. godini 745 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a u 2020. godini 787 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Grafikon 2. JEZERO PALIĆ, IV sektor električna provodnost, $\mu\text{S}/\text{cm}$, trend do 2022.

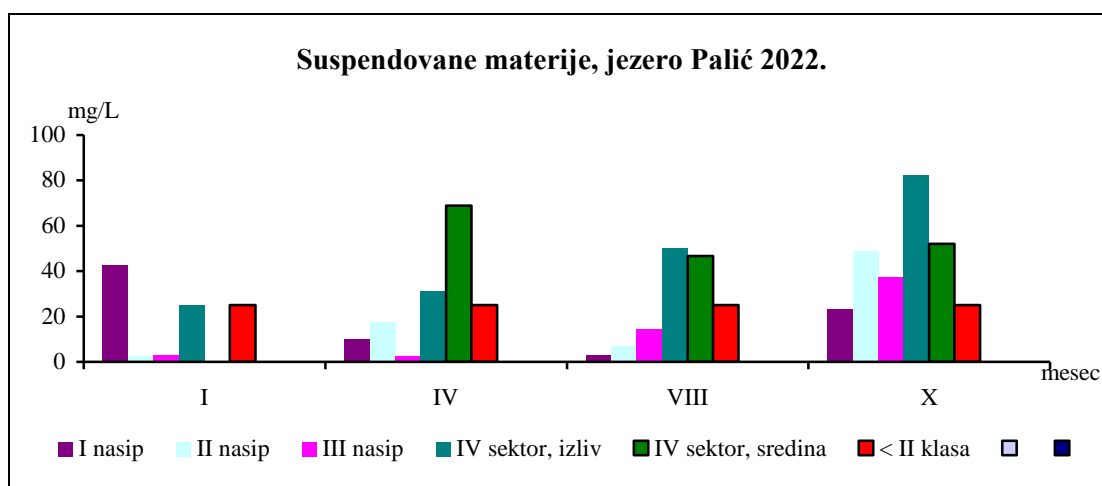
Električna provodnost vode turističkog dela jezera je u skladu sa propisanom granicom za klasu i namenu, na osnovu "Uredbe" („Sl. glasnik RS“, br. 50/12), što je i prikazano na grafikonu 3.



Grafikon 3. JEZERO PALIĆ, električna provodnost, $\mu\text{S}/\text{cm}$

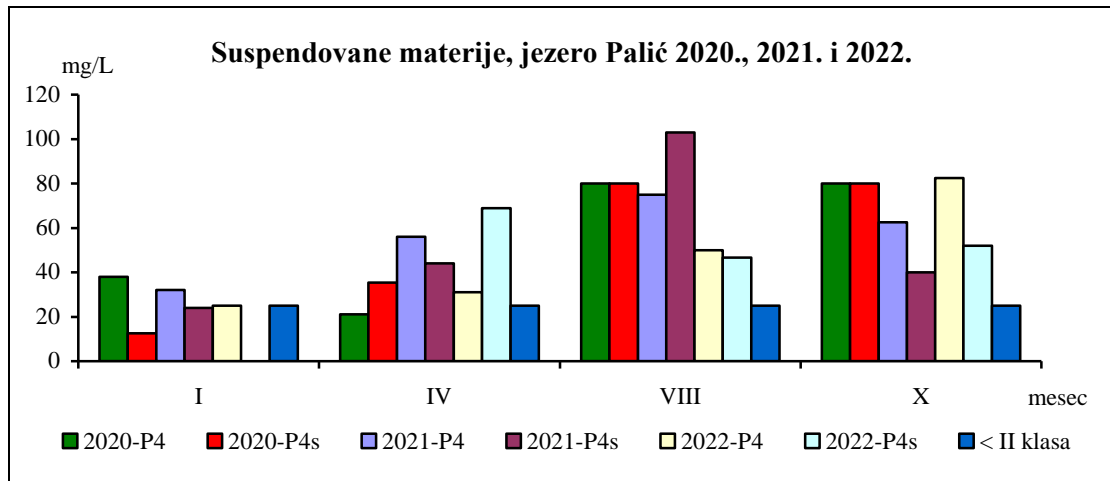
2.1.3. SUSPENDOVANE MATERIJJE

Koncentracije suspendovanih materija ispitivana je sezonski, četiri puta godišnje na svih pet lokaliteta, osim na sredini IV sektora, gde merenje nije izvršeno u januaru mesecu na osnovu plana uzorkovanja. Na grafikonu 4 nisu prikazane koncentracije suspendovanih materija na lokalitetima IV sektor, sredina 1 i sredina 2. Njihove vrednosti su bile na nivou vrednosti koje su merene na lokalitetu IV sektor sredina.



Grafikon 4. JEZERO PALIĆ, suspendovane materije, mg/L

Posmatrajući koncentracije suspendovanih materija na IV sektoru u proteklom periodu, od 2020. do 2022. godine (grafikon 5), možemo primetiti da su one veće u drugom delu godine.



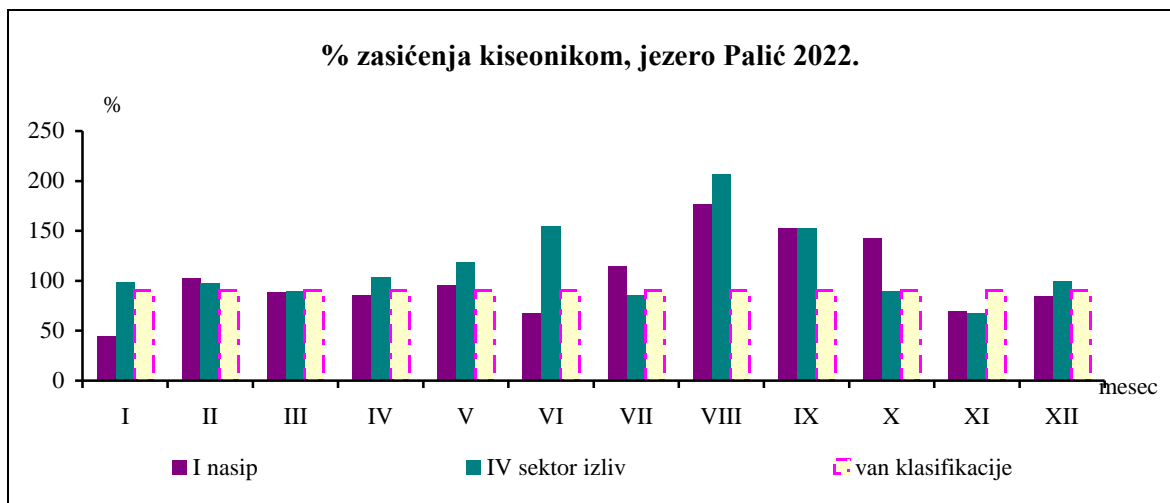
Grafikon 5. JEZERO PALIĆ, suspendovane materije IV sektor, 2020., 2021. i 2022. (mg/L)

Zabeležene visoke vrednosti ukazuju na „loš“ kvaliteta vode jezera Palić i na nepovoljne životne uslove u jezeru.

2.1.4. ZASIĆENOST KISEONIKOM

Režim kiseonika je konstantno neujednačen u vodi I sektora, sa izraženom supersaturacijom (176,9%) u mesecu avgustu 2022. godine. Najniža koncentracija kiseonika (5,79 mg/L; 44,8%) u vodi I sektora jezera Palić je izmerena u januaru mesecu.

U turističkom delu jezera u većem delu godine je prisutna supersaturacija, sa maksimumom u mesecu avgustu (206,6%). Supersaturacija se javlja kao posledica hiperprodukcije fitoplanktona, što negativno utiče na ceo ekosistem.

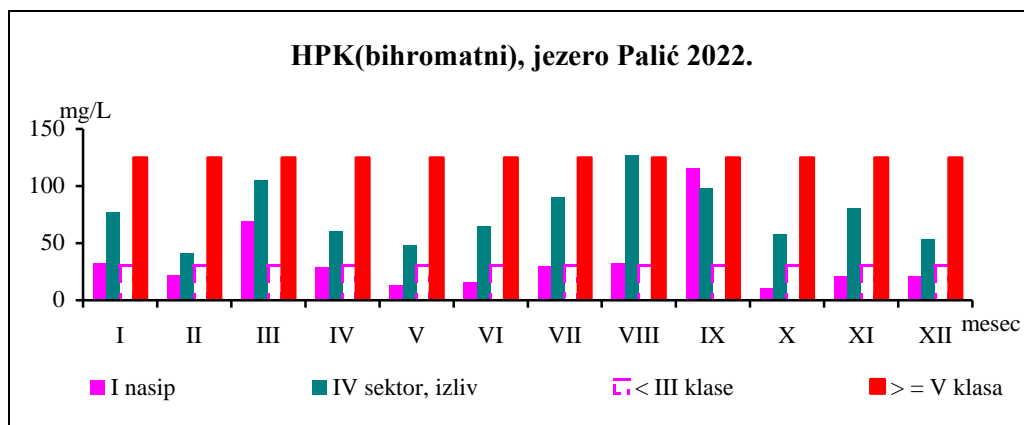


Grafikon 6. JEZERO PALIĆ, % zasićenja kiseonikom

2.1.5. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA (bihromatna)

Prosečna vrednost HPK u vodi turističkog dela jezera (75,3 mg/L) je manja u odnosu na prethodnu godinu (85,3 mg/L). Visoke vrednosti HPK rezultat su visoke koncentracije organskih materija.

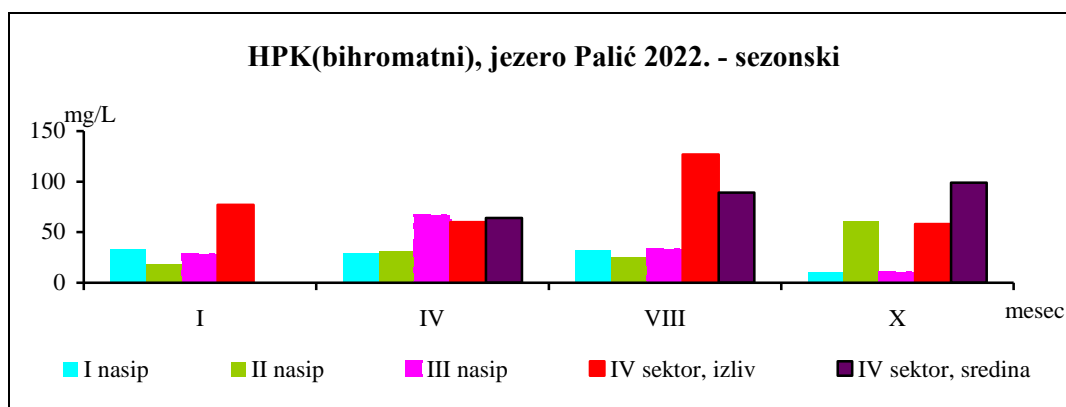
U odnosu na prethodnu godinu prosečna vrednost HPK na I sektoru je povećana. Vrednost HPK u vodi I sektora je znatno manja nego u vodi IV sektora – izliv iz jezera, što predstavlja višegodišnji trend po pitanju ovog parametra.



Grafikon 7. JEZERO PALIĆ, HPK (bihromatna), mg/L

Koncentracije organskih materija u turističkom delu jezera, izražene preko hemijske potrošnje kiseonika, su veoma visoke za površinske vode. Uočava se maksimum u avgustu mesecu (HPK=127 mg/L) na lokalitetu - izliv iz jezera (grafikon 7).

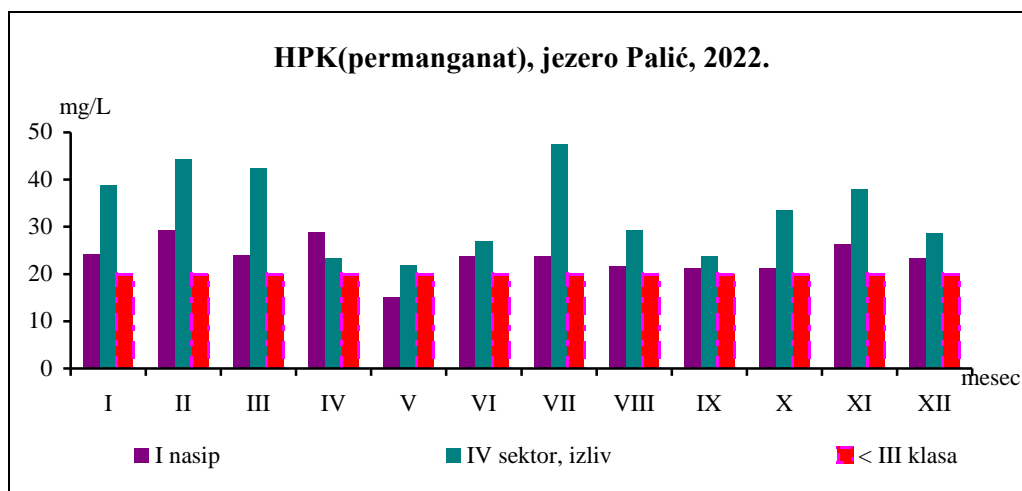
Na osnovu klasifikacije („Sl. glasnik RS“, br. 50/12) po ovom parametru, voda jezera Palić ima „slab“ ekološki status i ne može da se koristi ni u jednu svrhu bez prethodnog tretmana. Na grafikonu ispod, prikazane su sezonske vrednosti HPK na pet lokaliteta jezera Palić. Može se uočiti da ne postoji pravilna sezonska varijacija ovog parametra. Vrednosti HPK u vodi IV sektora, sredina 1 i 2, koje nisu prikazane na grafikonu 8, su na nivou vrednosti na lokalitetu IV sektor – sredina.



Grafikon 8. JEZERO PALIĆ, HPK (bihromatna), mg/L
sezonske vrednosti na svim lokalitetima

2.1.6. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA ($KMnO_4$)

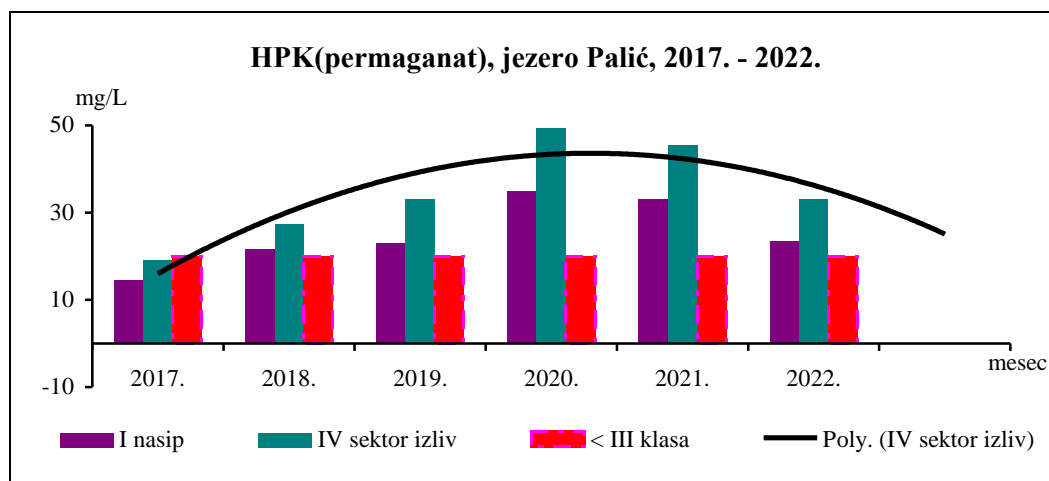
Vrednosti hemijske potrošnje kiseonika, HPK-po Kubel-u, su neujednačene i ne postoji jasno izražen sezonski karakter. Ove godine uočava se smanjenje vrednosti ovog parametra na lokalitetima I i IV sektor – izliv iz jezera. I pored ovog smanjenja, vrednosti se nalaze iznad granice treće klase.



Grafikon 9. JEZERO PALIĆ, HPK (utrošak $KMnO_4$), mg/L

Na osnovu hemijske potrošnje kiseonika ($KMnO_4$), kvalitet vode jezera je IV klase („Sl. glasnik RS“, br. 50/12), odnosno voda ima „slab“ ekološki status.

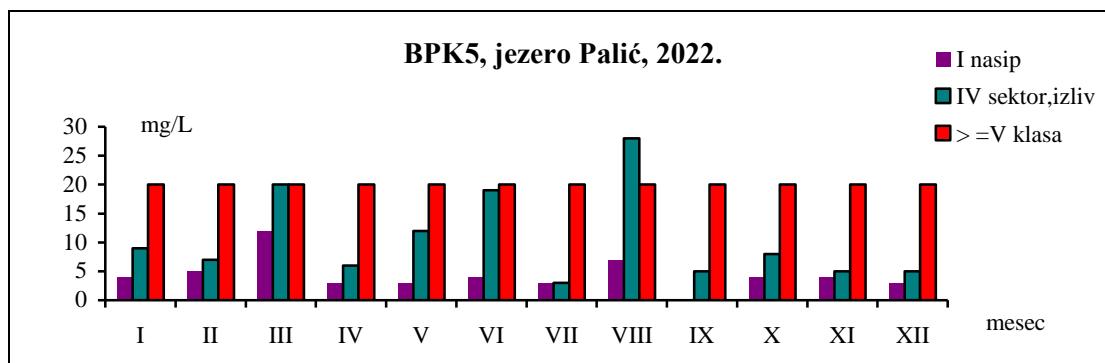
Višegodišnji trend rasta prosečne godišnje vrednosti hemijske potrošnje kiseonika ($KMnO_4$) prekida se u 2022. godini kao što je prikazano na grafikonu 10.



Grafikon 10. JEZERO PALIĆ, HPK (utrošak $KMnO_4$), mg/L

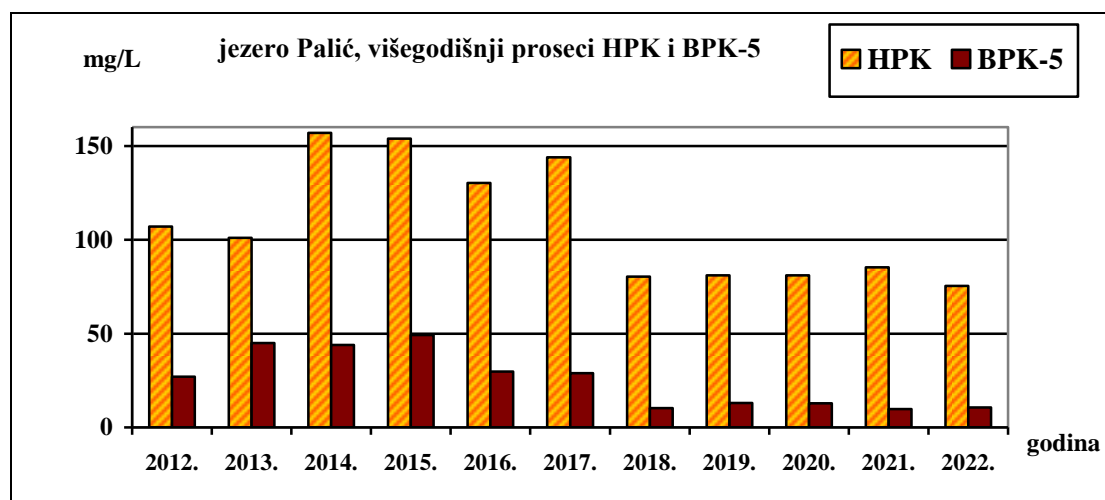
2.1.7. PETODNEVNA BIOLOŠKA POTROŠNJA KISEONIKA

Prosečne godišnje vrednosti BPK₅ na I i IV sektoru – izliv iz jezera, u odnosu na vrednosti iz 2021. godine, su nepromenjene ili blago povišene. Posmatrajući pojedinačne mesečne vrednosti BPK₅ na lokalitetu IV sektor – izliv iz jezera mogu se uočiti dve vrednosti koje su na granici i preko granice V klase, u martu (20mg/L) i avgustu (28mg/L). To u odnosu na prošlogodišnje vrednosti predstavlja pogoršanje kvaliteta vode, koja je u 2021. godini bila u granicama IV klase. Visoke vrednosti BPK₅ u površinskoj vodi ukazuju na visok stepen opterećenja organskim materijama.



Grafikon 11. JEZERO PALIĆ, BPK₅, mg/L

I pored gore navedenih prekoračenja, prosečna vrednost BPK₅ u vodi turističkog dela jezera je i dalje po Uredbi u okviru IV klase i određuje „slab“ ekološki status. Kao takva voda nije namenjena za kupanje i rekreaciju („Sl. glasnik RS“, br. 50/12 i 74/11).

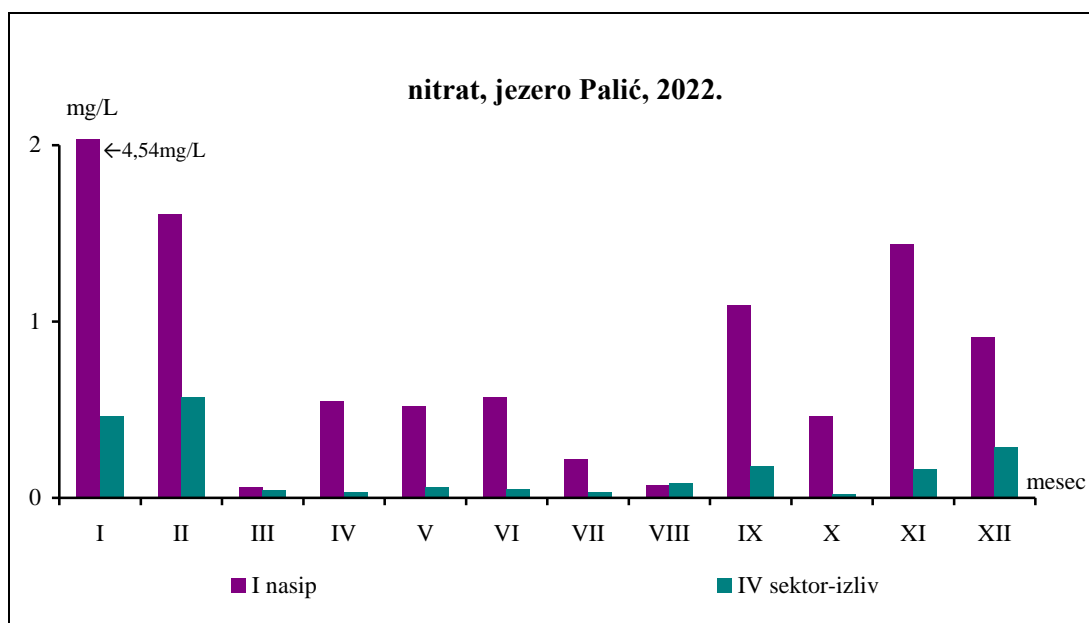


Grafikon 12. JEZERO PALIĆ, IV sektor-izliv iz jezera, HPK i BPK₅, mg/L

2.1.8. NITRATNI AZOT

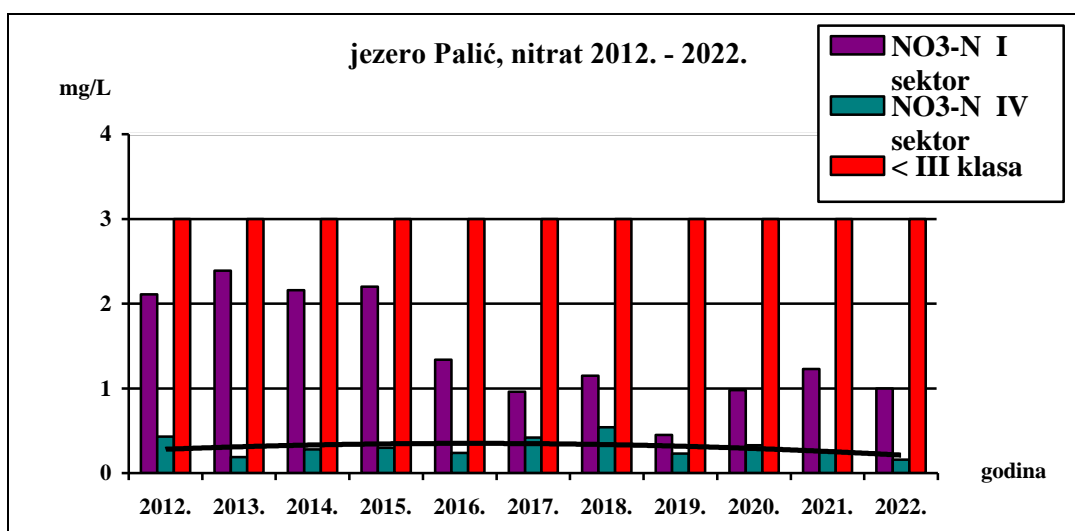
Koncentracije nitratnog azota u vodi I i IV sektora u 2022. godini su niže u odnosu na 2021. godinu (za I sektor prosečna vrednost 2021. god. je iznosila 1,23 mg/L, a 2022. god. 1,00 mg/L; za IV sektor 2021-0,26 mg/L, 2022-0,16 mg/L).

Koncentracije nitratnog azota u vodi IV sektora su u okviru I klase i u pogledu ovog parametra voda zadovoljava uslove propisane za namenu ("Uredba", „Sl. glasnik RS“, br. 50/12; „Pravilnik“, „Sl. glasnik RS“, br. 74/11).



Grafikon 13. JEZERO PALIĆ, nitratni azot, mg/L

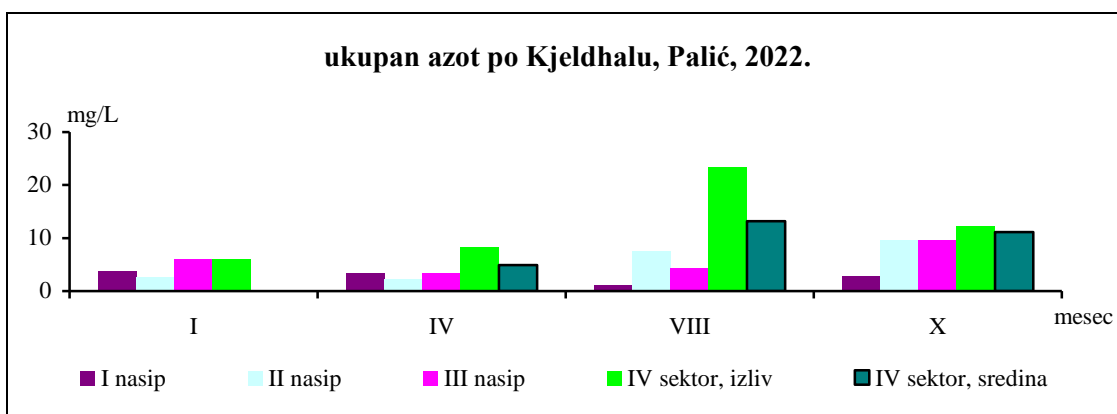
Analizom višegodišnjih prosečnih koncentracija nitratnog azota uočava se da je vrednost u I sektoru jezera, u odnosu na turistički deo uvek viša. Koncentracija nitratnog azota na I sektoru zavisi od konstantnosti i stepena efikasnosti rada Postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda grada Subotica.



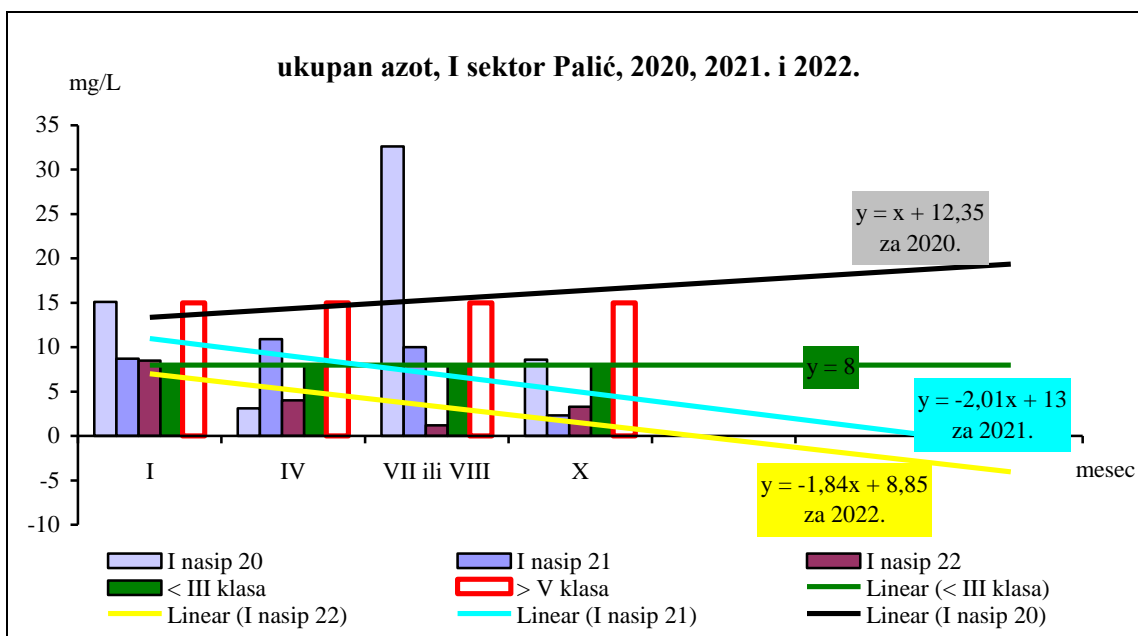
Grafikon 14. JEZERO PALIĆ, višegodišnje prosečne koncentracije nitratnog azota, mg/L

2.1.9. UKUPAN AZOT PO KJELDHAL-U I UKUPAN AZOT

U toku 2022. godine sezonski su određene koncentracije ukupnog azota po Kjeldhalu na svih pet lokaliteta jezera, osim u januaru na lokalitetu IV sektor – sredina, što je predviđeno programom monitoringa. Vrednosti ovog parametra izmerene na lokalitetima IV sektor – sredina 1 i sredina 2 su na nivou vrednosti izmerenih na lokalitetu IV sektor – sredina. Prosečna godišnja vrednost za ovaj parametar na I sektoru je niža od prošlogodišnje vrednosti, dok je na IV sektoru prosečna godišnja vrednost koncentracije ukupnog azota po Kjeldhalu u 2022. godini viša u odnosu na vrednost iz 2021. godine, sa maksimumom u mesecu avgustu (23,42 mg/L).

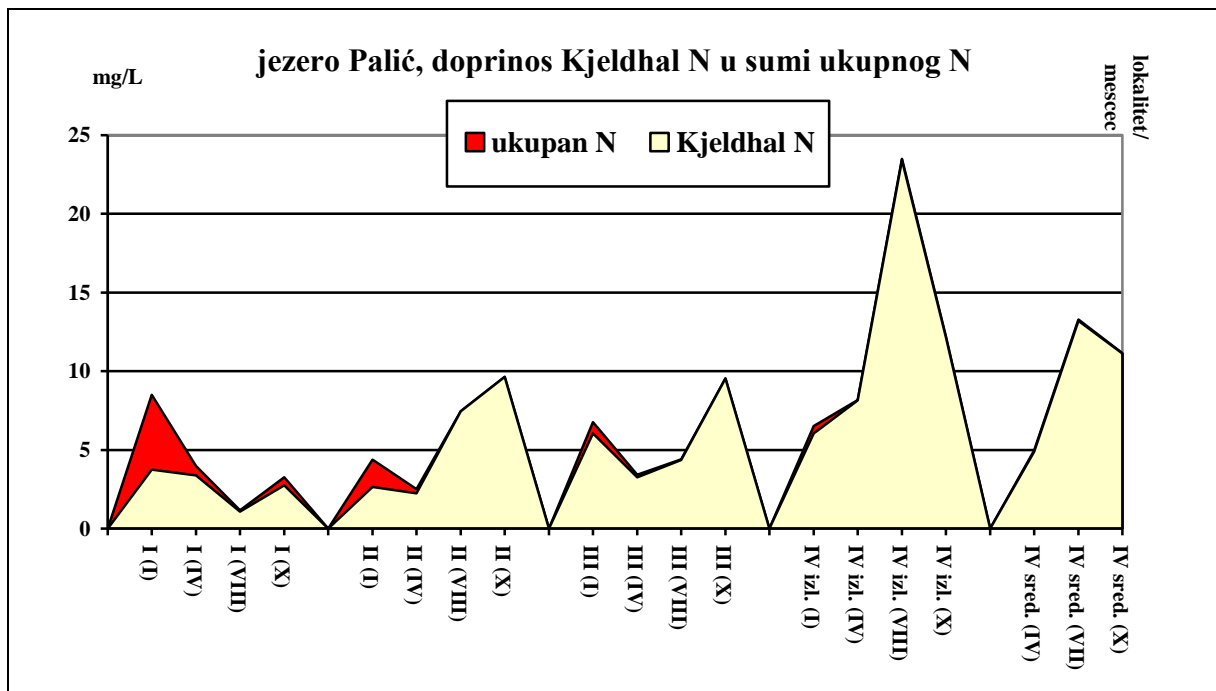


Grafikon 15. JEZERO PALIĆ, ukupan azot po Kjeldhalu - sezonski, mg/L



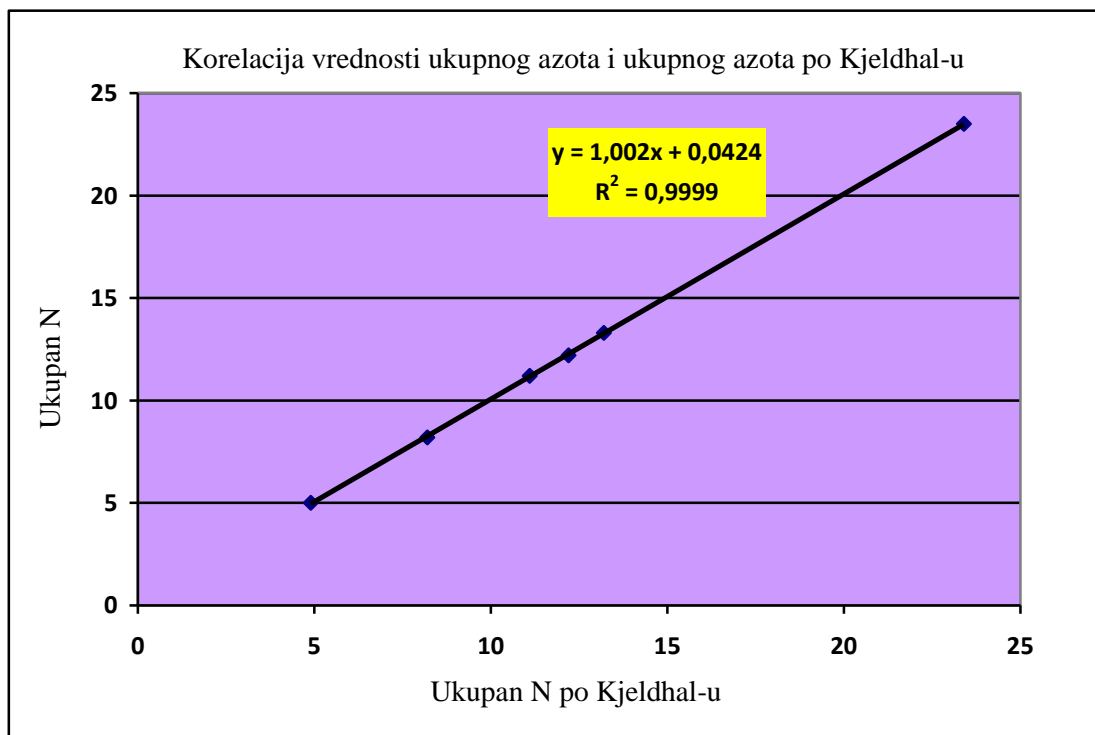
Grafikon 16. JEZERO PALIĆ, I sektor ukupan azot od 2020. do 2022, mg/L

U 2022. godini dolazi do smanjenja prosečne godišnje koncentracije ukupnog azota na I nasipu u odnosu na vrednosti u prethodne dve godine.



Grafikon 17. JEZERO PALIĆ, ukupan azot i ukupan azot po Kjeldhalu, mg/L

Upoređivanjem vrednosti ukupnog azota i ukupnog azota po Kjeldhal-u uočava se da je doprinos ukupnog azota po Kjeldhalu u konačnoj sumi za ukupan azot dominantan na svim lokalitetima (grafikon 17). Doprinos koncentracije nitratnog azota u sumi za ukupan azot se povećao na I nasipu. Na grafikonu 18 prikazana je korelacija vrednosti ukupnog azota i ukupnog azota po Kjeldhal-u na turističkom sektoru.



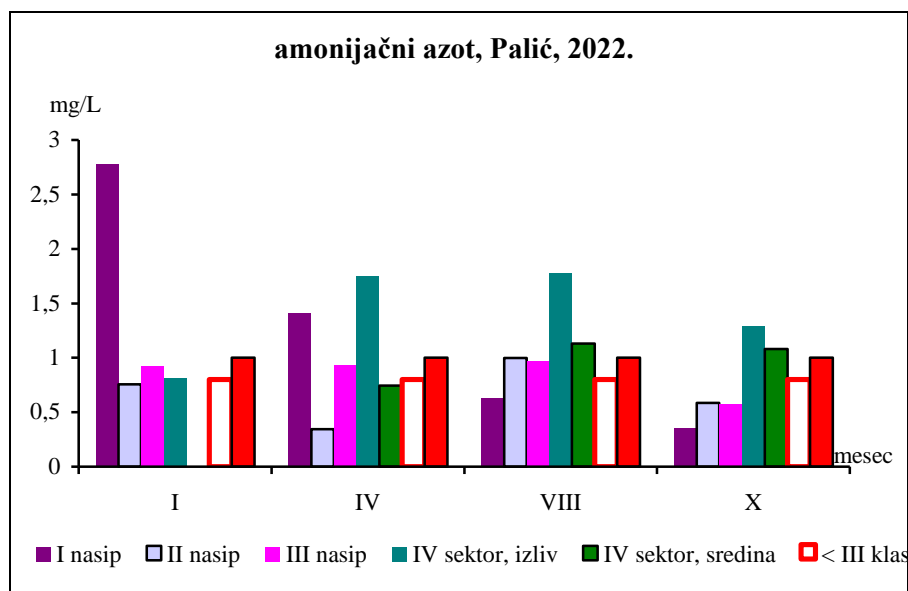
Grafikon 18. JEZERO PALIĆ, korelacija vrednosti ukupnog azota i ukupan azot po Kjeldhalu, mg/L

2.1.10. AMONIJAČNI AZOT

Vrednosti za amonijačni azot u toku 2022. godine su neujednačene (u vodi I sektora od 0,21 do 2,85 mg/L).

Voda IV sektora za parametar amonijačni azot u većem delu godine ne zadovoljava uslove propisane za namenu, na osnovu "Uredbe" („Sl. glasnik RS“, br. 50/12) i „Pravilnika“ („Sl. glasnik RS“, br. 74/11).

Na svim lokalitetima jezera Palić značajan je stalan priliv amonijačnog azota iz difuznih izvora zagađenja (ocedne vode deponije, otvoreni kolektori otpadnih voda, slivanje đubriva sa okolnih oranica, individualne septičke jame i sl.).

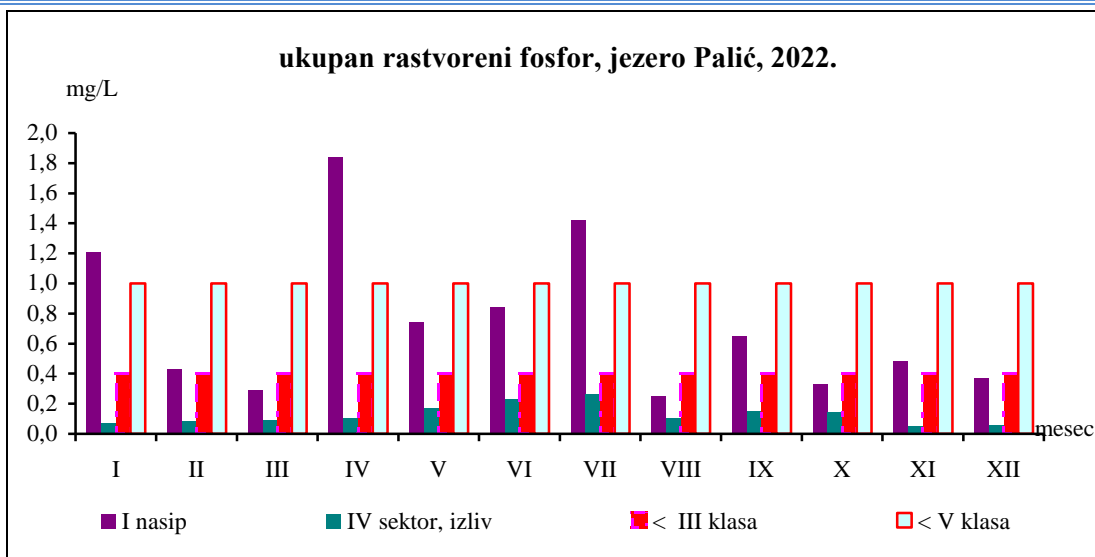


Grafikon 19. JEZERO PALIĆ, amonijačni azot - sezonski , mg/L

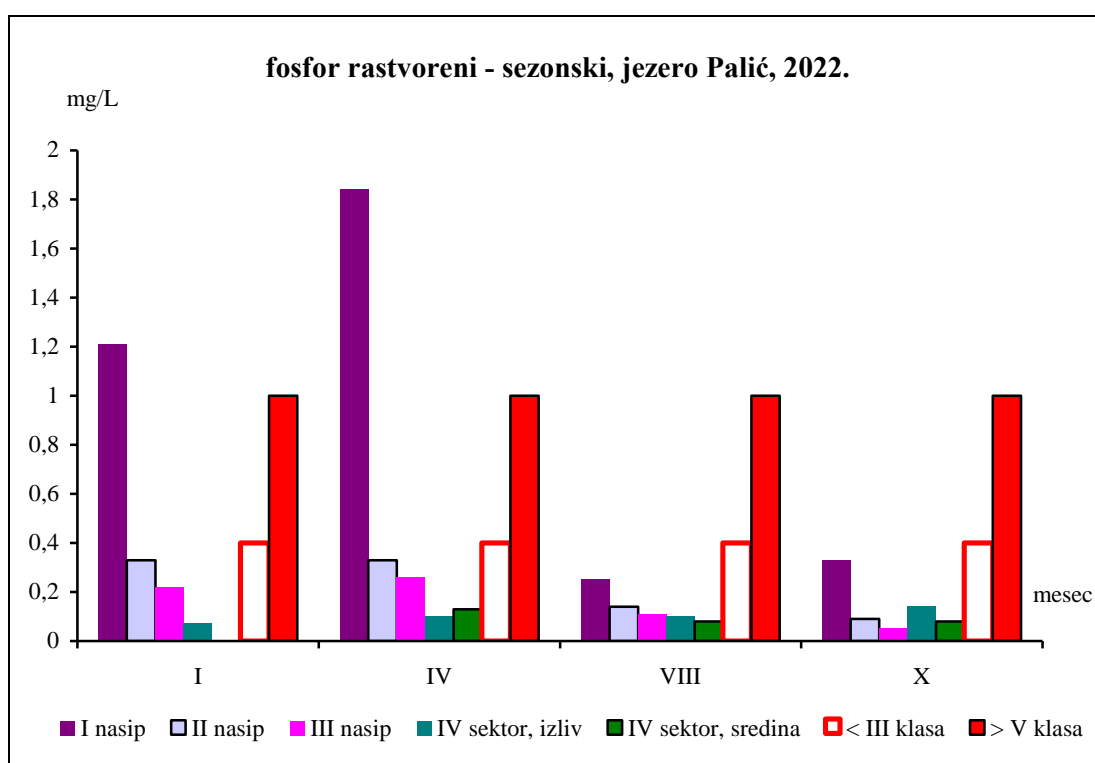
2.1.11. UKUPAN RASTVORENI FOSFOR

Prosečna koncentracija ukupnog rastvorenog fosfora u 2022. godini na I nasipu (0,738 mg/L) je viša u odnosu na vrednost iz prošle godine. Tri ekstremne vrednosti su izmerene u januaru (1,25 mg/L), aprilu (1,84 mg/L) i julu (1,42 mg/L) mesecu. Tada je koncentracija rastvorenog fosfora u vodi prelazila granicu V klase. Maksimalna vrednost u aprilu mesecu 2022. godine viša je od prošlogodišnjeg maksimuma (1,78 mg/L).

Na turističkom delu jezera je takođe porasla vrednost prosečne godišnje koncentracije rastvorenog fosfora (0,125 mg/L) u odnosu na prošlogodišnje vrednosti. Međutim, vrednosti na ovom lokalitetu nisu prelazile granicu III klase.

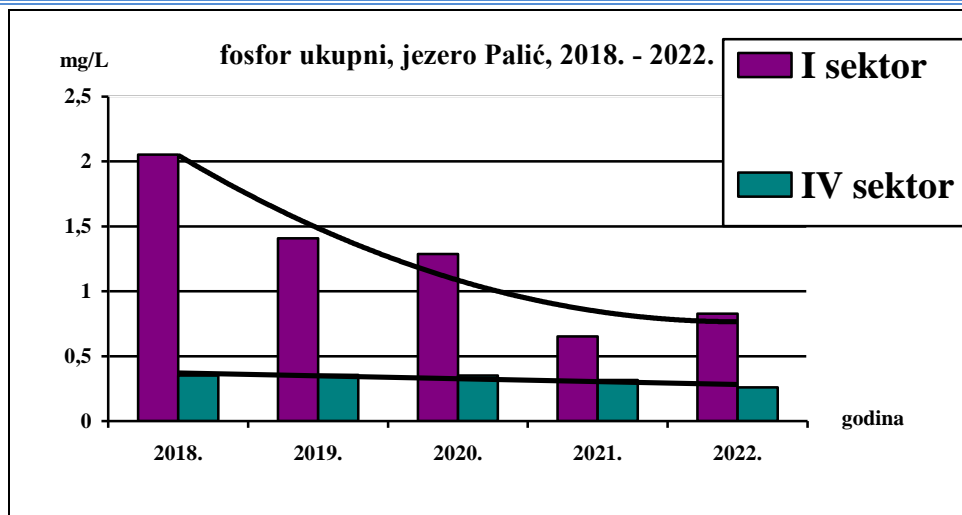


Grafikon 20. JEZERO PALIĆ, ukupan rastvoreni P, mg/L



Grafikon 21. JEZERO PALIĆ, ukupan rastvoreni P - sezonski, mg/L

Na osnovu vrednosti ukupnog rastvorenog fosfora, kvalitet vode IV sektora veći deo perioda pripada II klasi („Sl. glasnik RS“, br. 50/12 i 74/11), odnosno „dobrom“ ekološkom statusu. U mesecu junu i julu, vrednost rastvorenog fosfora je svrstana u III klasu na osnovu čega je voda imala „umeren“ ekološki status, čime je zadovoljavala uslove propisane za namenu ("Uredba", „Sl. glasnik RS“, br. 50/12; „Pravilnik“, „Sl. glasnik RS“, br. 74/11).



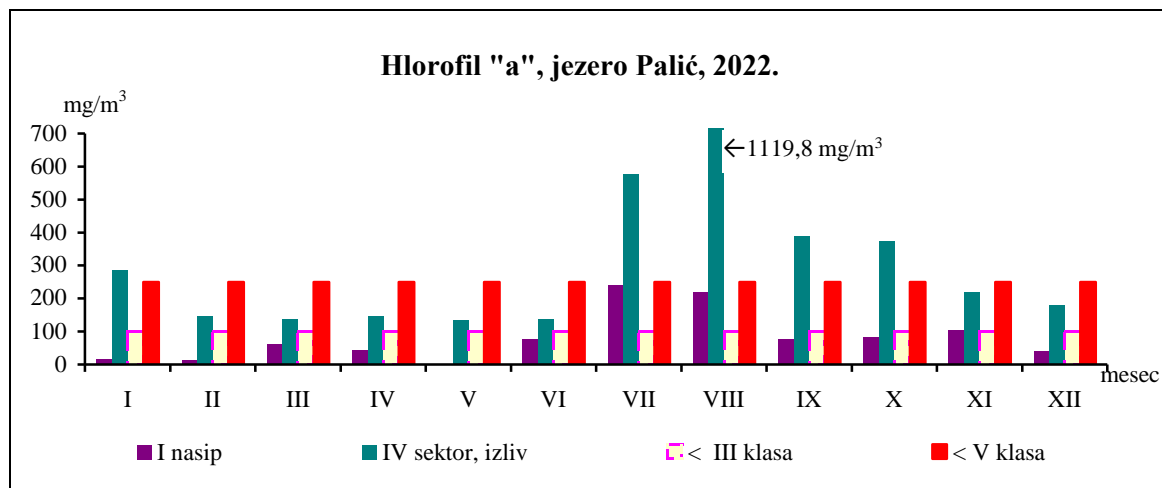
Grafikon 22. JEZERO PALIĆ, ukupan fosfor, mg/L

Prosečna godišnja vrednost koncentracije ukupnog fosfora u turističkom delu jezera je niža od prošlogodišnje, time se nastavlja trend blagog pada koncentracije ovog parametra prisutan u poslednjih nekoliko godina. S druge strane, prosečna vrednost ukupnog fosfora u vodi I sektora je veća nego prethodne godine. Tako se trend pada koncentracija na ovom sektoru prekida.

2.1.12. HLOROFIL "a"

Maksimalna vrednost hlorofila "a" u vodi IV sektora u posmatranoj godini zabeležena je u mesecu avgustu ($1119,8 \text{ mg/m}^3$), što je značajno veće u odnosu na maksimum u 2021. godini – 641 mg/m^3 . Međutim, prosečna vrednost u 2022. godini je niža u odnosu na 2021. godinu.

Voda jezera Palić je u toku godine klasifikovana u IV i V klasu kvaliteta („Sl. glasnik RS“, br. 50/12 i 74/11), što podrazumeva „slab“ i „loš“ ekološki status.



Grafikon 23. JEZERO PALIĆ, hlorofil "a", mg/m^3

Loš kvalitet vode turističkog dela jezera je i tokom 2022. godine značajno uslovljen velikim prilivom nutrijentima opterećene vode iz prethodnih sektora, difuznim izvorima zagađenja, i pre svega ogromnom količinom sedimenta koji je preopterećen nutrijentima i ima dominantno negativan uticaj na kvalitet vode.

2.1.13. JEZERSKI SEDIMENT

Ispitivanje jezerskog sedimenta je izvršeno dva puta u toku 2022. godine. Rezultati ispitivanja predstavljeni su u tabelama. Za razliku od prethodne godine, ispitivanje sedimenta na IV sektoru rađeno je na tri lokaliteta, dve sredine jezera i jedan lokalitet na izlivu, kao što je predviđeno planom monitoringa.



Slika 4. Uzorkovanje sedimenta

-April

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina 1	IVsektor sredina 2	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7,70	7,38	7,50	8,40	8,56	8,80
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	88,6	95,1	89,2	91,1	86,2	86,3
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	11,4	4,9	10,8	8,9	13,8	13,7
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	62,3	40,7	33,5	169,5	173,7	108,4
5.	Ukupan azot	mg/kg	1465	1210	1987	1649	1562	1178
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	4852	1300	1614	2746	5179	3532

-Avgust

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina 1	IVsektor sredina 2	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7,62	7,31	7,67	7,68	7,75	8,04
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	91,4	75,8	85,0	88,1	90,5	87,0
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	8,6	24,2	15,0	11,9	9,5	13,0
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	87,1	161,6	181,6	13,9	27,6	15,5
5.	Ukupan azot	mg/kg	1289	3493	3065	1110	1458	1776
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	1965	2237	1615	2306	2361	1936

pH vrednost izmerena u uzorcima sedimenta ujednačena je na svim lokalitetima.

U svim sedimentima je prisutna visoka koncentracija azota i ekstremno visoka koncentracija fosfora, sa maksimumom u aprilu na I nasipu (4852 mg/kg) i sredini IV sektora (5179 mg/kg).

Svi sedimenti su opterećeni ogromnom količinom organske materije i potencijalni su izvor redukcionih procesa, koji dovode do velike potrošnje kiseonika iz vode, što dodatno povećava nestabilnost sistema i potencira nepovoljne životne uslove.






2.1.14. SERBIAN WATER QUALITY INDEX (SWQI)

Na osnovu Pravilnika o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine („Sl. glasnik RS“, br. 37/2011), poglavlja 2.15, stanje površinskih voda u pogledu opšteg kvaliteta, prikazuje se indikatorom SWQI.












Serbian Water Quality Index (SWQI) kao kompozitni indikator, prati deset parametara kvaliteta površinskih voda. Korelacijom sa Uredbom o klasifikaciji voda („Sl. glasnik SRS“, br. 5/68), gde je izvršena podela na I, II, IIa, IIb, III i IV klasu na osnovu pokazatelja i njihovih graničnih vrednosti, metodom SWQI pet indikatora kvaliteta površinskih voda, razvrstani su prema njihovoj nameni i stepenu čistoće:

- a) **Odličan** - vode koje se u prirodnom stanju uz filtraciju i dezinfekciju, mogu upotrebljavati za snabdevanje naselja vodom i u prehrambenoj industriji, a i površinske vode za gajenje plemenitih vrsta riba (salmonidae);
- b) **Veoma dobar** i **Dobar** - vode koje se u prirodnom stanju mogu upotrebljavati za kupanje i rekreaciju građana, za sportove na vodi, za gajenje drugih vrsta riba (cyprinidae), ili koje se uz savremene metode prečišćavanja mogu upotrebljavati za snabdevanje naselja vodom za piće i u prehrambenoj industriji;
- c) **Loš** - vode koje se mogu upotrebljavati za navodnjavanje, a posle savremenih metoda prečišćavanja i u industriji, osim prehrambenoj;
- d) **Veoma loš** - vode koje svojim kvalitetom nepovoljno deluju na životnu sredinu, i mogu se upotrebljavati samo posle primene posebnih metoda prečišćavanja.

Indikatori kvaliteta površinskih voda (SWQI) su predstavljeni na sledeći način:

SERBIAN WATER QUALITY INDEX	NUMERIČKI INDIKATOR	OPISNI INDIKATOR
	100 - 90	Odličan 
	84 - 89	Veoma dobar 
	72 - 83	Dobar 
	39 - 71	Loš 
	0 - 38	Veoma loš 

U toku 2022. godine kvalitet vode IV sektora jezera Palić opisan je kao “loš”, osim u mesecu avgustu, na lokalitetu IV sektor – izliv iz jezera, kada je bio “veoma loš”.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SWQI sredina	-	-	-	56	-	-	-	50	-	51	-	-
												
SWQI izliv	65	59	56	68	60	44	59	38	51	56	56	66
												

Na osnovu Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda („Sl. glasnik RS“, br. 74/11) „nije postignut dobar status jezera“. Vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametara, posebno sadržaj organskih materija i nutrijenata, prevazilaze vrednosti propisane „Pravilnikom” i „Uredbom” i bitno utiču na funkcionalnost ekosistema.

Voda jezera Palić na svim lokalitetima, tokom 2022. godine je bila „van klase“.

2.1.15. FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

U sastavu fitoplanktona i fitoperifitona turističkog dela jezera Palić u 2022. godini utvrđeno je prisustvo 31 vrste *Chlorophyta*, 21 vrste *Bacillariophyta*, 14 vrsta *Cyanophyta* i 2 vrste *Euglenophyta*. U pogledu diverziteta ne uočavaju se razlike u odnosu na 2021. godinu.



Slika 5. *Cylindrospermopsis raciborskii*

Tokom perioda ispitivanja, kvantitativnu dominaciju u IV sektoru jezera, kao i prethodne godine imao je razdeo *Cyanophyta*. Procentualna zastupljenost ovog razdela u zajednici kretala se od 80 % do 89,7%.

U pogledu brojnosti, uočena je stalna dominacija vrsta - *Oscillatoria agardhii* i *Cylindrospermopsis raciborskii*.

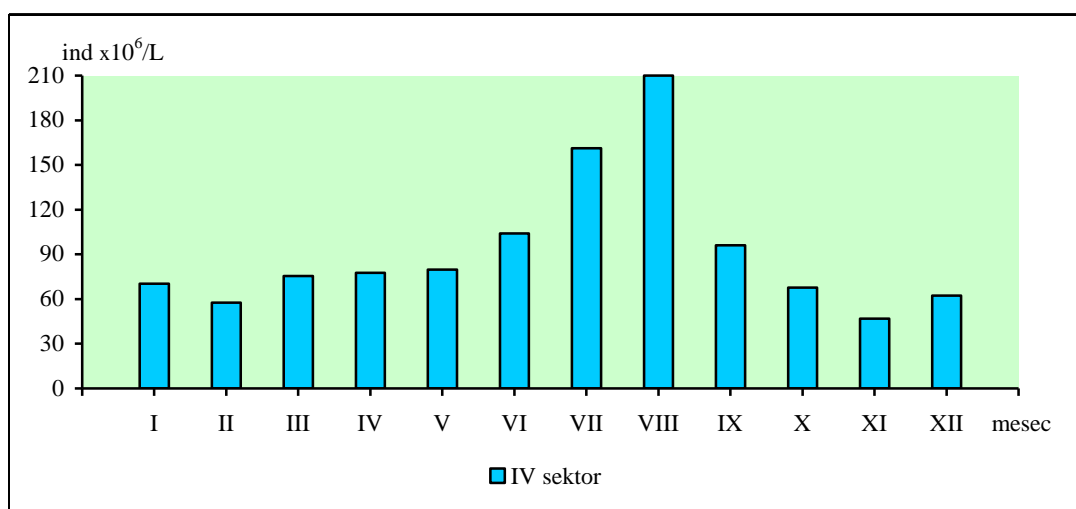
Procentualna zastupljenost modrozelenih algi u zajednici određuje „loš“ ekološki status vode, odnosno V klasu kvaliteta tokom cele godine („Pravilnik“, „Sl. glasnik RS“, br. 74/11).

2022. godine se zadržava trend hiperprodukcije fitoplanktona, čija je brojnost izrazito bila povećana tokom letnjeg perioda. Maksimalna brojnost registrovana je u avgustu – 210×10^6 ind /L.

Na osnovu brojnosti algi, voda turističkog dela jezera Palić konstantno ima karakteristike V klase („Pravilnik“, „Sl. glasnik RS“, br. 74/11).

Jezero i dalje ostaje destabilizovani, eu-politrofični do hipertrofični hidroekosistem, u kome je konstantno izražen snažan negativan uticaj *Cyanophyta*.

Dominacija modrozelenih algi i tokom 2022. godine maksimalno ugrožava kvalitet vode na ovom lokalitetu.



Grafikon 24. JEZERO PALIĆ, broj individua fitoplanktona, $\times 10^6/L$

2.1.16. ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

U sastavu zooplanktona i zooperifitona IV sektora jezera Palić determinisane su grupe *Rotatoria* (17 predstavnika), *Copepoda* (3 predstavnika) i *Cladocera* (1 predstavnik).

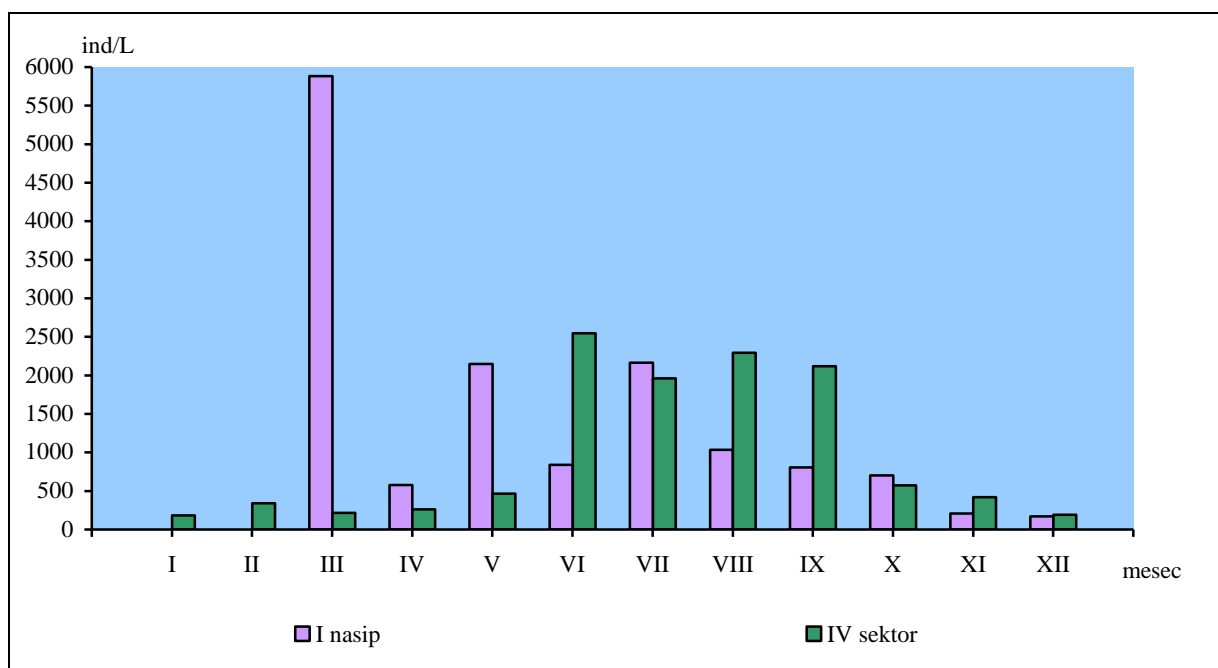
Tokom leta 2022. godine u okviru grupe *Cladocera* determinisana je vrsta *Moina micrura*.

U kvalitativnom sastavu zajednice zooplanktona turističkog sektora, često su bile prisutne vrste: *Anuraeopsis fissa*, *Filinia longiseta*, *Trichocerca pusilla*, *Cyclops strenuus* i *Cyclops vicinus*.

Dominantno prisustvo predstavnika grupe *Rotatoria* u kvalitativnom sastavu zajednice uočeno je na svim lokalitetima jezera Palić. Najveći broj determinisanih vrsta zooplanktona i zooperifitona, tokom 2022. godine, prisutan je na lokalitetu - II nasip jezera.

Tokom perioda ispitivanja, na lokalitetima I, II i III nasip, registrovano je konstantno prisustvo predstavnika grupe *Cladocera*. Determinisane su vrste: *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina* i *Moina micrura*.

Veća brojnost zooplanktona, na lokalitetu – IV sektor jezera, uočena je u letnjem periodu. Maksimalna godišnja vrednost od 5885 ind/L zabeležena je u martu 2022. godine na lokalitetu – I nasip.

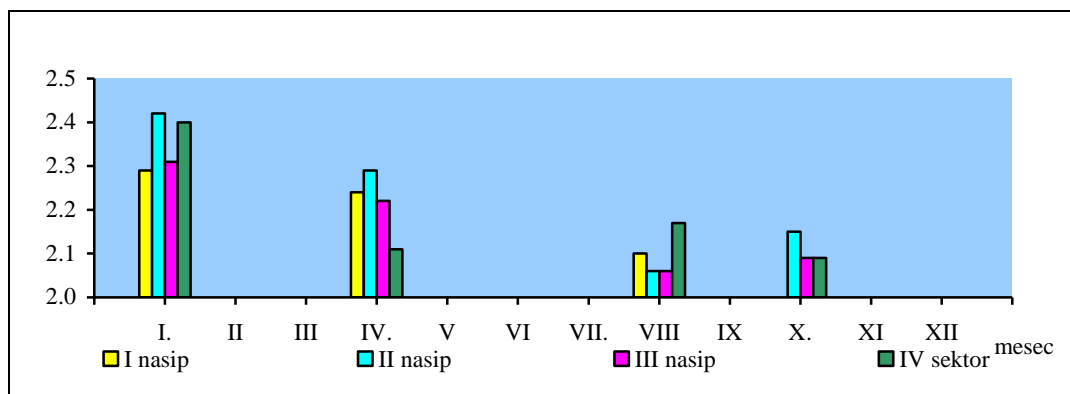


Grafikon 25. JEZERO PALIĆ, broj individua zooplanktona, ind/L

2.1.17. SAPROBNI INDEKS "S" PO PANTLE - BUCK – u

Vrednosti indeksa saprobnosti na svim lokalitetima jezera Palić ukazuju da je voda tokom 2022. godine bila II klase kvaliteta, osim u januaru, kada je na lokalitetima – II nasip, III nasip i IV sektor jezera imala karakteristike II-III klase kvaliteta.

U turističkom delu jezera potpuna dominacija *Cyanophyta* i dalje značajno utiče na stepen saprobnosti, naročito vrste roda *Oscillatoria*, kao indikatori povećane saprobnosti.



Grafikon 26. JEZERO PALIĆ, saprobni indeks "S" po Pantle-Buck – u

2.1.18. MAKROZOOBENTOS

Ispitivanje faune dna jezera Palić tokom 2022. godine realizovano je u aprilu i avgustu, na lokalitetima predviđenim programom ispitivanja. Određen je kvalitativan i kvantitativan sastav zajednice *Chironomidae* i *Oligochaeta*.



Slika 6. *Oligochaeta*.

U okviru zajednice *Chironomidae*, na lokalitetu I nasip determinisane su vrste *Chironomus sp.*, *Glyptotendipes sp.* i *Polypedilum sp.* Na lokalitetu II nasip determinisana je vrsta *Glyptotendipes sp.*, a na lokalitetu III nasip vrste *Chironomus plumosus* i *Glyptotendipes sp.*.

Tokom godine u turističkom delu jezera nije registrovano prisustvo predstavnika zajednice *Chironomidae*.

Maksimalna brojnost larvi hironomida utvrđena je u aprilu, na lokalitetu III nasip – 1643 ind/m².

Na sva četiri lokaliteta jezera Palić, kao i tokom 2021. godine, u sastavu zajednice *Oligochaeta* determinisano je ukupno šest vrsta familije *Tubificidae*: *Limnodrilus claparedeianus*, *Limnodrilus helveticus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus hoffmeisteri f. parva*, *Limnodrilus udekemianus* i *Tubifex tubifex* (I nasip- 5 vrsta, II nasip- 5 vrsta, III nasip- 4 vrste, IV sektor- 3 vrste). Procentualno najzastupljenija u zajednici bila je vrsta *Limnodrilus hoffmeisteri*.

Maksimalna brojnost oligoheta utvrđena je u aprilu, na lokalitetu III nasip – 3263 ind/m².

Sve determinisane vrste makrozoobentosa su indikatori α -mezo i α -polisaprobnosti. Nepovoljni uslovi u sedimentu turističkog dela jezera i dalje isključuju opstanak većeg broja vrsta makrozoobentosa.

2.1.19. MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA

Tokom izveštajnog perioda na mikrobiološku ispravnost je analizirano ukupno 32 uzorka, od toga 4 uzorka jezerske vode IV sektora – turističkog dela Paličkog jezera. Obim i vrsta ispitivanja definisani su Ugovorom o monitoringu parametara životne sredine sa Gradskom upravom Subotice. Uzorci vode jezera Palić za mikrobiološku analizu su uzeti sa svih lokaliteta sezonskom dinamikom (januar, april, avgust, oktobar).

Ispitivani su sledeći mikrobiološki parametri: ukupan broj koliformnih bakterija (cfu/100ml); broj koliformnih bakterija fekalnog porekla (cfu/100ml); broj crevnih enterokoka-*Enterococcus faecalis* (cfu/100ml) i broj aerobnih heterotrofa (cfu/1ml).

Tumačenje rezultata mikrobioloških ispitivanja je u skladu sa važećom zakonskom regulativom:

- ✓ Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda („Sl. glasnik RS“, br. 74/2011), Prilog 3
- ✓ Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu, i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012), Prilog 1 – Mikrobiološki parametri.

Na osnovu rezultata mikrobioloških ispitivanja 2 uzorka vode IV sektora Paličkog jezera su odgovarala zahtevima za I-II klasu površinskih voda, koje su pogodne za kupanje, rekreaciju i sportove na vodi, dok 2 uzorka (avgust i oktobar) nisu odgovarala kriterijumima za I-II klasu zbog nalaza većeg broja koliformnih bakterija i crevnih enterokoka (*Enterococcus faecalis*).

Tokom 2022.godine je uzeto je još 28 uzoraka za mikrobiološko ispitivanje. Ovi uzorci su, na osnovu mikrobioloških pokazatelja, odgovarali III, IV klasi kvaliteta.

R.br.	Lokalitet	Utvrđena klasa kvaliteta na osnovu mikrobioloških pokazatelja			
		JANUAR	APRIL	AVGUST	OKTOBAR
1.	P1 – Jezero Palić – I nasip	III	IV	III	III
2.	P2 – Jezero Palić – II nasip	II	II	IV	II
3.	P3 – Jezero Palić – III nasip	I	I	IV	II
4.	P4 – Jezero Palić – IV sektor – izliv iz jezera	II	II	IV	III
5.	PL – Kanal Palić Ludaš	III	III	IV	III
6.	L1 – Jezero Ludaš – severni deo	II	III	III	II-III
7.	L2 – Jezero Ludaš – srednji deo	III	II	III	III
8.	L3 – Jezero Ludaš – južni deo	II	II	III	III

Smernice Svetske zdravstvene organizacije o kvalitetu vode za rekreaciju (2021.) akcenat stavljaju na zaštitu javnog zdravlja, preventivni pristup u upravljanju rizikom kroz planove za bezbednost vode za rekreaciju, sa izričitim fokusom na kvalitet vode.

U okviru mera za unapređenje stanja neophodna je potpuna i kontinuirana evidencija zagađivača u zaštićenom području, obezbeđivanje kompletne pokrivenosti objekata na slivu jezera javnom kanalizacijom i spajanje sa postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda, kao i završetak aktivnosti na formiranju zaštitnog pojasa oko jezera.

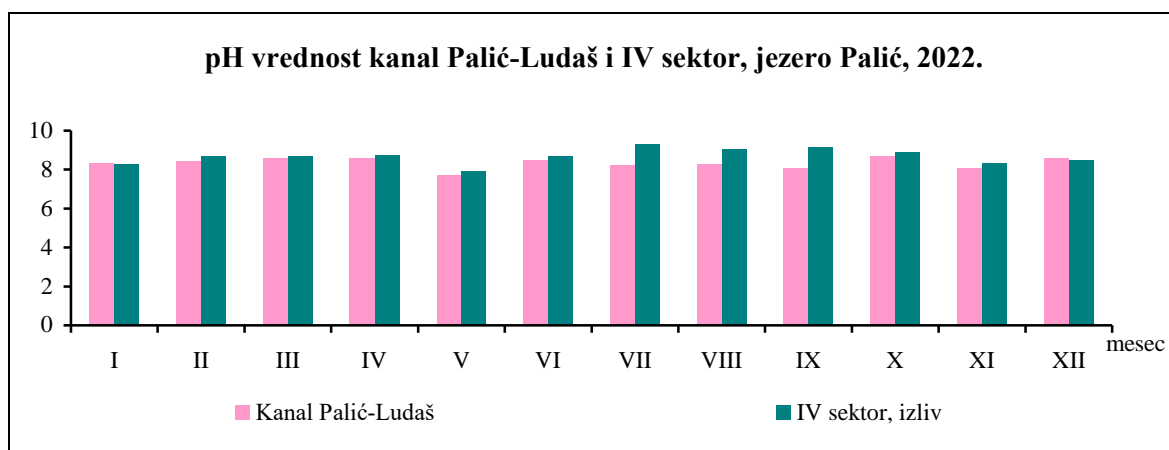
2.2. KANAL PALIĆ-LUDAŠ

Voda jezera Palić se putem kanala Palić-Ludaš uliva u Ludaško jezero.

Kanal Palić-Ludaš je ujedno i prijemnik komunalnih, delimično prečišćenih otpadnih voda naselja Palić i Hajdukovo, industrijskih otpadnih voda i voda iz direktnih bespravnih kanalizacionih priključaka iz domaćinstava. Kanal je melioracionog karaktera, odnosi višak i atmosferskih i podzemnih voda.

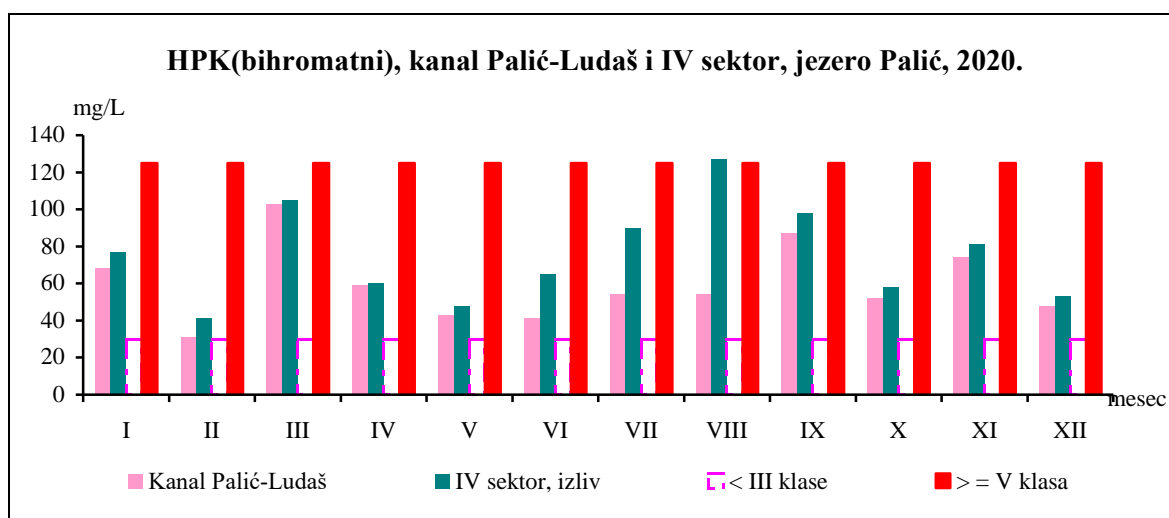
Uzorkovanja, fizičko-hemijska i hidrobiološka ispitivanja vode kanala Palić-Ludaš vršena su tokom cele godine.

pH vrednosti vode kanala Palić-Ludaš i IV sektora jezera Palić su slične, što ukazuje da je voda kanala najvećim delom poreklom iz IV sektora jezera Palić. Zbog uticaja podzemnih, ocednih i neprečišćenih otpadnih voda, pH vrednost kanalske vode je nešto niža nego pH vrednost vode na lokalitetu IV sektor – izliv iz jezera.



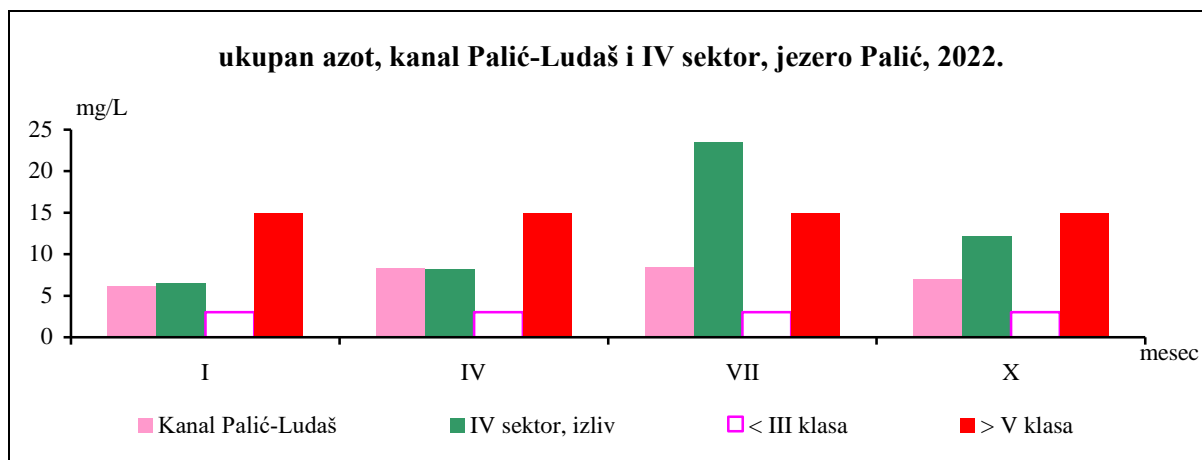
Grafikon 27. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, pH vrednost

Kanal Palić-Ludaš je organski izuzetno opterećen, i na osnovu vrednosti HPK (bihromatna) voda tokom većeg dela godine ima karakteristike IV klase, na osnovu "Uredbe" („Sl. glasnik RS“, br. 50/12).



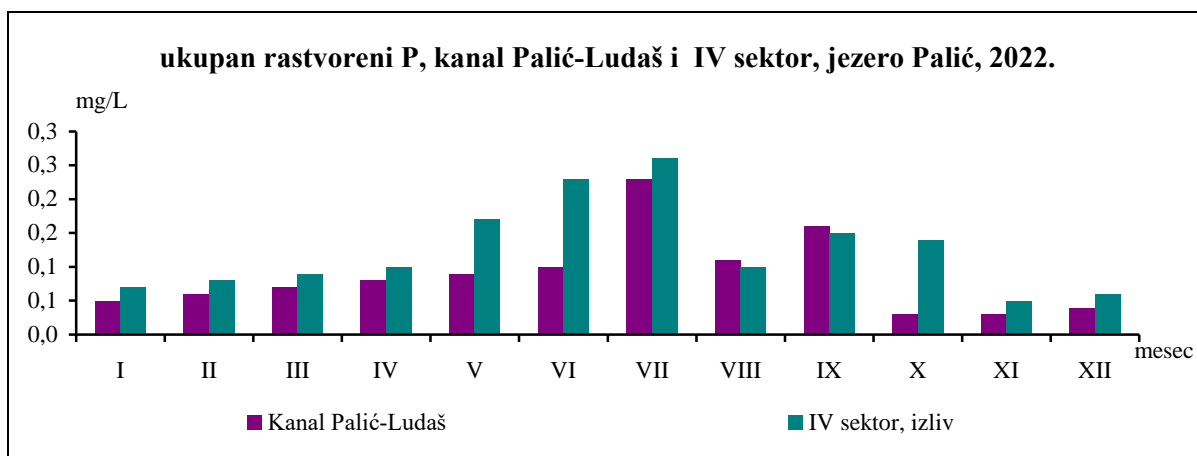
Grafikon 28. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, HPK bihromatni

Pored veoma velikog organskog opterećenja, voda kanala Palić-Ludaš sadrži i veliku količinu nutrijenata. Koncentracije ukupnog azota svrstavaju vodu kanala Palić-Ludaš u IV klasu ("Uredba", „Sl. glasnik RS“, br. 50/12).



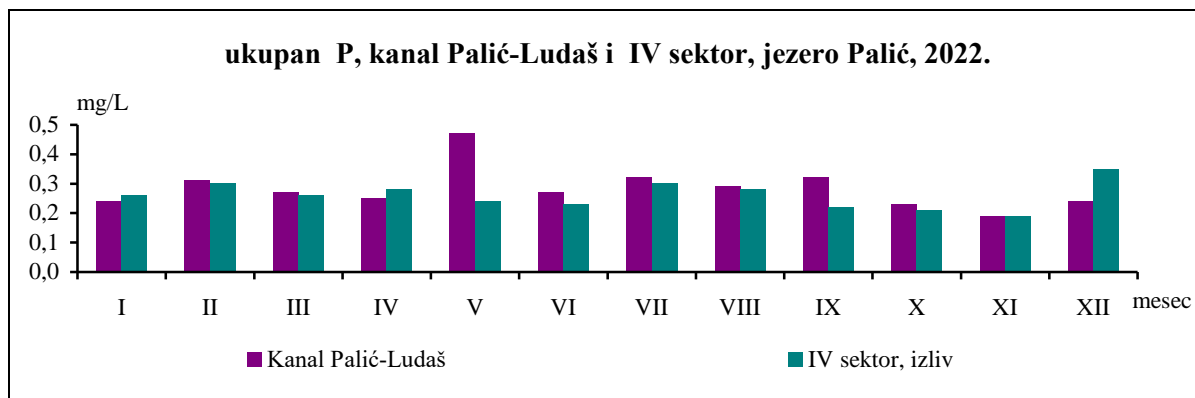
Grafikon 29. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, ukupan azot, mg/L

Koncentracije ukupnog rastvorenog fosfora u vodi kanala su na nivou vrednosti izmerenih na izlivu IV sektora.



Grafikon 30. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, ukupan rastvoreni fosfor, mg/L

Stvarni pokazatelj opterećenosti vode kanala „fosforom“ je ukupan fosfor, koji direktno dodatno negativno utiče na vodu jezera Ludaš. Vrednosti ukupnog fosfora u vodi kanala i IV sektora prikazane su na grafikonu 31.



Grafikon 31. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, ukupan fosfor, mg/L

U toku 2022. godine, na osnovu vrednosti Serbian Water Quality Index-a (SWQI), kvalitet vode kanala Palić-Ludaš je bio „loš“ do „veoma loš“.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SWQI	57	44	49	60	51	30	52	45	36	55	56	59
kanal PL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Na osnovu prezentovanih rezultata voda kanala Palić-Ludaš je tokom 2022. godine bila veoma lošeg kvaliteta, i kao takva dodatno opteretila jezero Ludaš organskom materijom i nutrijentima.

Rezultati pokazuju da na jezero Ludaš bitno utiče voda jezera Palić, kao i neprečišćene otpadne vode naselja Palić i Hajdukovo. Oba „problema“ treba da se reše u cilju stvaranja polazne osnove za unapređenje kvaliteta vode jezera Ludaš.

FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

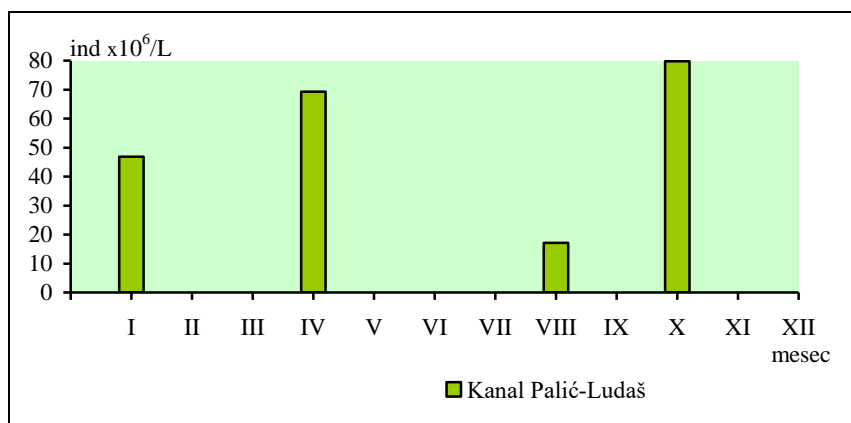
U sastavu fitoplanktona i fitoperifitona, na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš, utvrđeno je prisustvo 32 vrste *Chlorophyta*, 20 vrsta *Bacillariophyta*, 14 vrsta *Cyanophyta* i 11 vrsta *Euglenophyta*.

U kvalitativnom sastavu obe zajednice prisutan je veći broj determinisanih vrsta u odnosu na prethodnu godinu.

U pogledu brojnosti i tokom 2022. godine dominirale su vrste - *Oscillatoria agardhii* i *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Kvantitativna zastupljenost modrozelenih algi u zajednici fitoplanktona kretala se od 65,2% do 87,9%.

Tokom 2022. godine uočena je povećana brojnost algi u vodi kanala. Maksimalna vrednost registrovana je u oktobru mesecu - $79,80 \times 10^6$ ind /L.



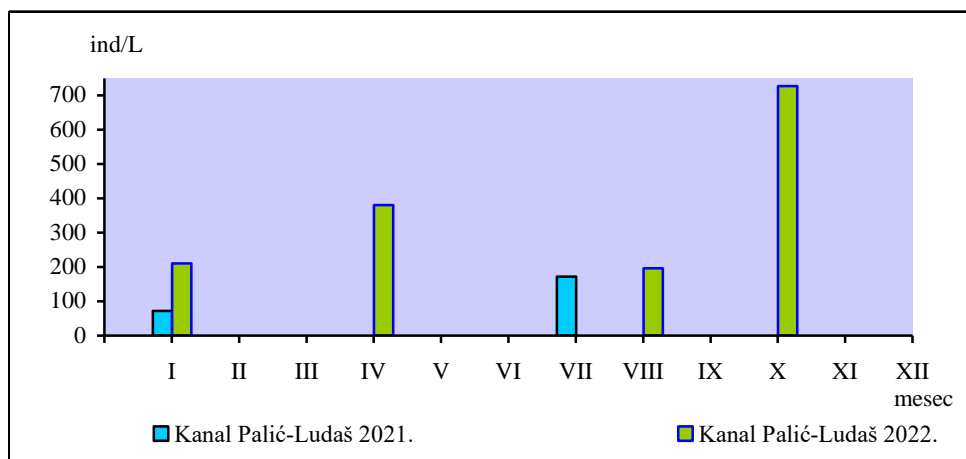
Grafikon 32. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, broj individua fitoplanktona, $\times 10^6$ /L

ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

U sastavu zooplanktona i zooperifitona, na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš, determinisane su grupe *Rotatoria* (8 predstavnika), *Copepoda* (3 predstavnika) i *Cladocera* (2 predstavnika).

Tokom 2022. godine prisutan je veći broj vrsta u zajednici, kao i povećana brojnost zooplanktona. Uočeno je prisustvo predstavnika grupe *Cladocera*. Determinisane su vrste: *Chydorus sphaericus* i *Daphnia longispina*.

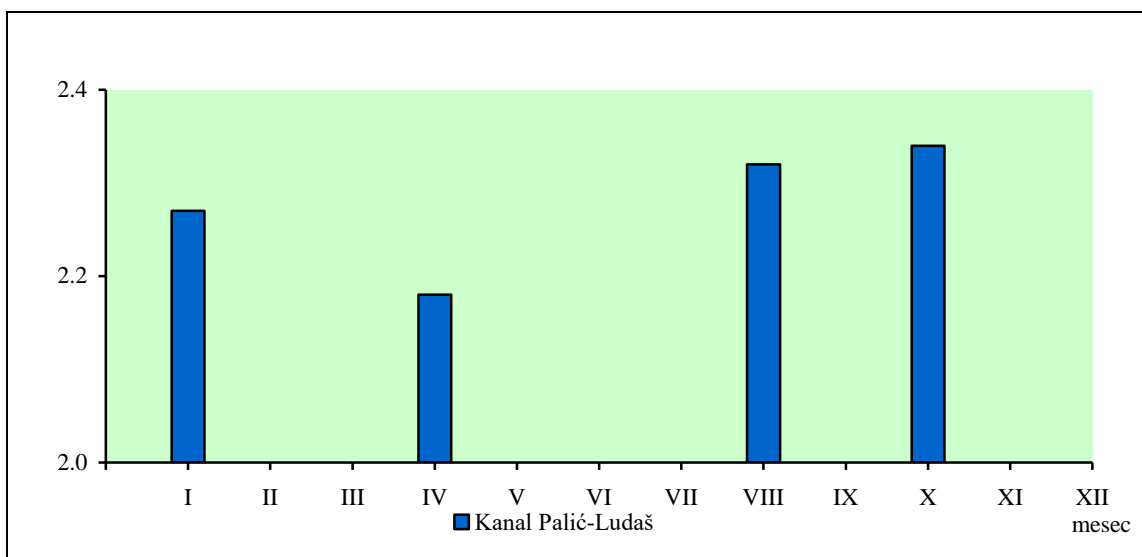
Maksimalna brojnost zooplanktona tokom perioda ispitivanja utvrđena je u oktobru mesecu – 728 ind/L.



Grafikon 33. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, broj individua zooplanktona, ind/L

SAPROBNI INDEKS "S" PO PANTLE - BUCK – u

Tokom 2022. godine vrednosti indeksa saprobnosti, na osnovu zajednice planktona i perifitona, na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš, bile su u granicama β i α - β mezosaprobnosti.



Grafikon 34. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, saprobni indeks "S" po Pantle-Buck-u

MAKROZOOBENTOS

Rezultati ispitivanja makrozoobentosa na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš tokom 2022. godine ukazuju na malobrojno prisustvo vrste *Chironomus plumosus*.

Nepovoljni uslovi u sedimentu ugrožavaju opstanak faune dna.



Slika 7. Kanal Palić - Ludaš

2.3. JEZERO LUDAŠ

Ludaško jezero pripada malobrojnim očuvanim stepskim jezerima panonske regije. Područje je od neprocenjive vrednosti zbog velike raznovrsnosti živog sveta, i kao takvo svrstano je u „močvare“ od međunarodnog značaja (spisak Ramsarskih područja). Kvalitet vode jezera ima veliki ekološki značaj za očuvanje bogatstva vegetacije, kao i životnih zajednica vezanih za vodu.

U severni deo jezera uliva se voda iz kanala Palić-Ludaš, procednih voda iz septičkih jama, ocednih voda sa okolnog zemljišta i infrastruktura i zagađivača na slivu.



Slika 8. Srednji Ludaš

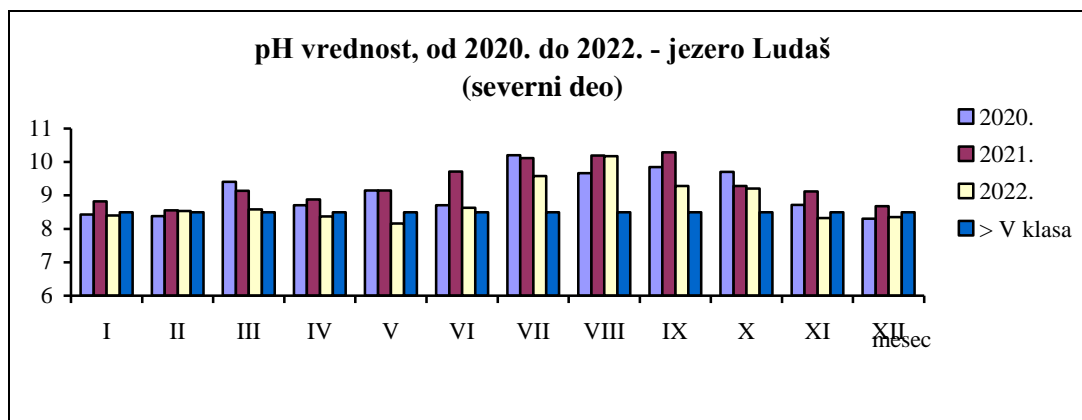
Ispitivanja kvaliteta vode jezera Ludaš vršena su na tri lokaliteta: severni, srednji i južni deo, programom predviđenom dinamikom, i tri puta u toku godine na tri dodatna lokaliteta, sredinama severnog, srednjeg i južnog dela jezera Ludaš.

2.3.1. pH VREDNOST

pH vrednosti izmerene na severnom delu jezera Ludaš su na nivou prošlogodišnjih, i kao takve ne zadovoljavaju uslove kvaliteta propisane „Uredbom“ za predviđenu namenu. Na grafikonu 35, prikazane su mesečne pH vrednosti u periodu od tri godine, i uočava se da ne postoji značajna sezonska „različitoš“ kvaliteta vode po pitanju ovog parametra. Maksimalna vrednost u 2022. godini, izmerena u avgustu, iznosila je 10,17, a u septembru 2021. godine 10,29.

Po ovom parametru voda severnog Ludaša ima „loš“ ekološki status („Uredba“, „Sl. glasnik RS“, br. 50/12).

Tri puta u toku 2022. godine je uzorkovana i analizirana voda na sredinama severnog, srednjeg i južnog dela jezera. pH vrednosti ovih uzoraka bile su na nivou vrednosti u pripadajućim delovima jezera – priobalni uzorci.

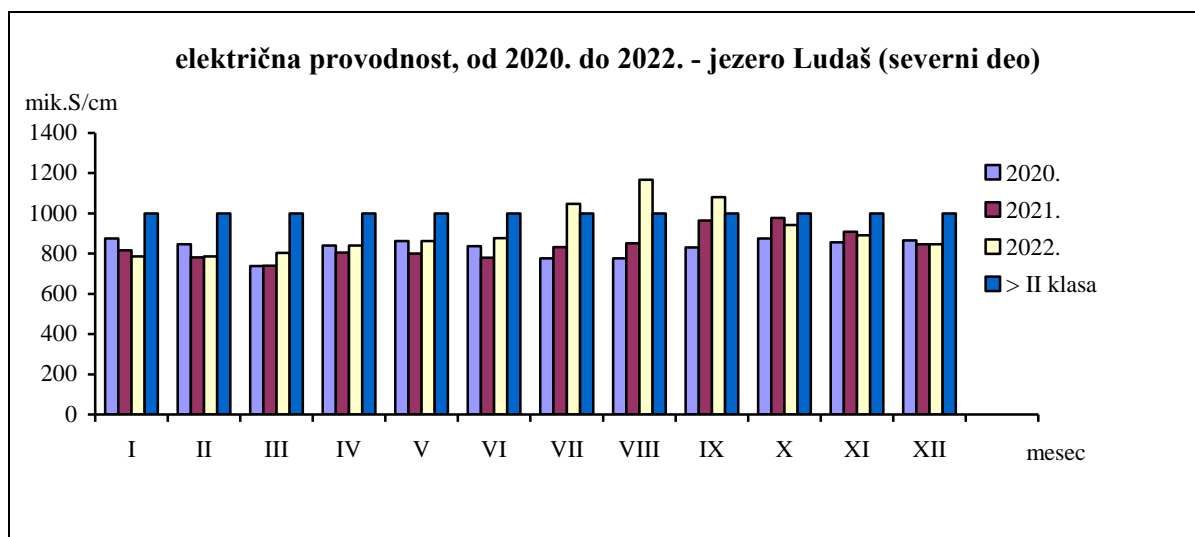


Grafikon 35. JEZERO LUDAŠ, pH vrednost

2.3.2. ELEKTRIČNA PROVODNOST

U 2022. godini u tromesečnom periodu od jula do septembra vrednosti električne provodnosti su bile više od granice druge klase, sa maksimumom u mesecu avgustu (1167 $\mu\text{S/cm}$), što je u odnosu na prethodnu godinu pogoršanje kvaliteta vode.

Na osnovu „Uredbe“ („Sl. glasnik RS“, br. 50/12) sa aspekta parametra električne provodnosti, kao pokazatelja ukupne količine soli u vodi, Ludaško jezero je svrstano u I-II klasu kvaliteta u većem delu godine, dok je u prethodno navedenom tromesečnom periodu bilo svrstano u III klasu.

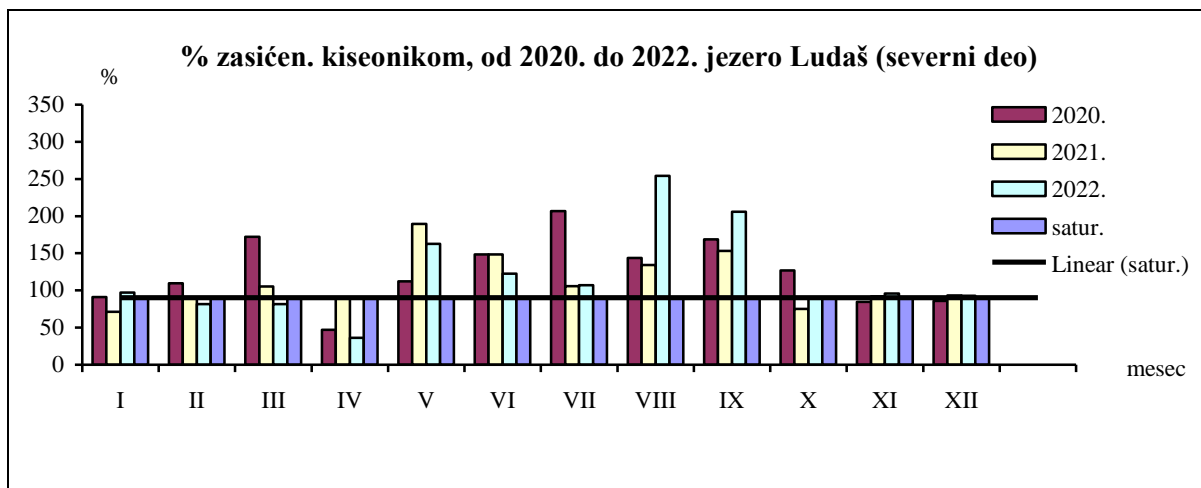


Grafikon 36. JEZERO LUDAŠ, električna provodnost, $\mu\text{S/cm}$

Analizirani uzorci sa sredine severnog, srednjeg i južnog dela jezera imali su vrednosti električne provodnosti na nivou vrednosti izmerenih u priobalnim uzorcima.

2.3.3. ZASIĆENOST KISEONIKOM

Trend nejednačenosti i nestabilnosti kiseoničnog režima u vodi severnog dela jezera nastavlja se i u 2022. godini. Procenat zasićenosti kiseonikom kretao se u granicama od 36,4% (april) do 254,4 % (avgust). Maksimalna vrednost ovog parametra koja je izmerena u avgustu mesecu veća je u odnosu na maksimalne vrednosti u prethodne dve godine.



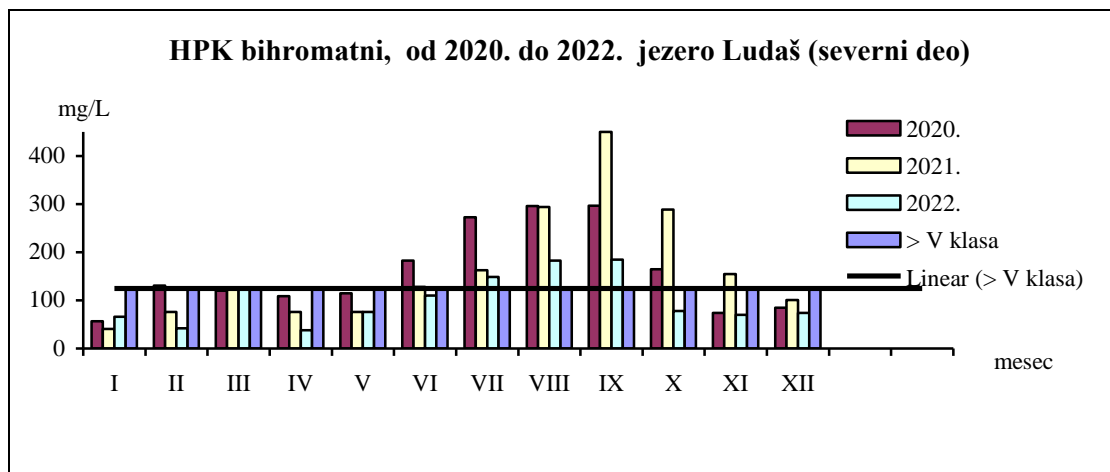
Grafikon 37. JEZERO LUDAŠ, zasićenost kiseonikom, % O₂

2.3.4. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA (bihromatna)

Koncentracije organskih materija u severnom delu jezera, izražene preko hemijske potrošnje kiseonika su i dalje izuzetno visoke, posebno u letnjem periodu. Međutim, kada se ovogodišnje vrednosti usporede sa vrednostima ovog parametra u protekle dve godine, приметно su niže (grafikon 38).

Najviše vrednosti su zabeležene u periodu jul – septembar, i tada su prelazile granicu V klase. Maksimalum u 2022. godini je iznosio 185 mg/L i kao takav je niži od maksimuma u 2021. godini (450 mg/L).

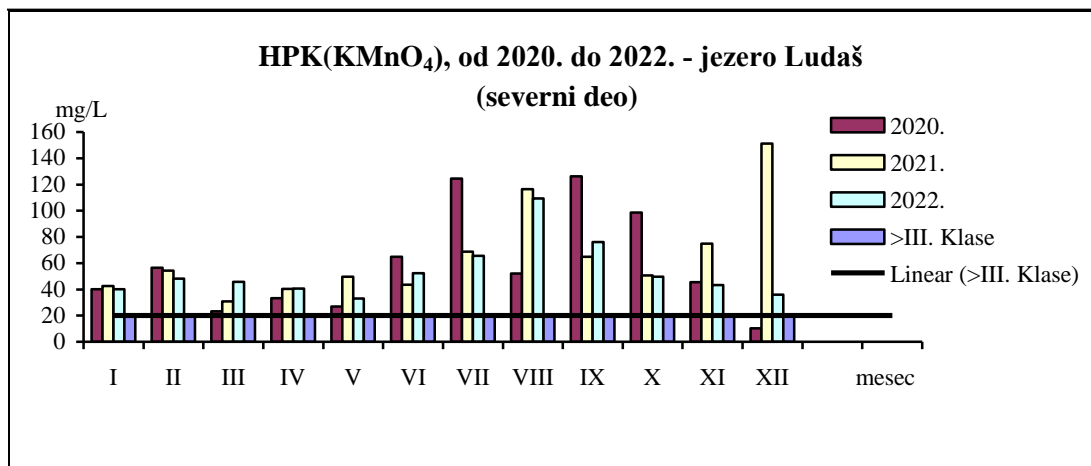
Na osnovu klasifikacije („Sl. glasnik RS“, br. 50/12) ovog parametra, voda jezera odgovara „lošem“ ekološkom statusu i ne može se koristiti ni u jednu svrhu.



Grafikon 38. JEZERO LUDAŠ, HPK (bihromatna), mg/L

2.3.5. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA ($KMnO_4$)

Organsko opterećenje izraženo preko hemijske potrošnje kiseonika iz utroška $KMnO_4$ svrstava vodu severnog Ludaša u IV i V klasu, što odgovara „slabom“ i „lošem“ ekološkom statusu. Vrednosti ovog parametra su na nivou prošlogodišnjih, osim u decembru kada je vrednost iz 2021. godine bila drastično veća u usporedbi sa ovogodišnjom.



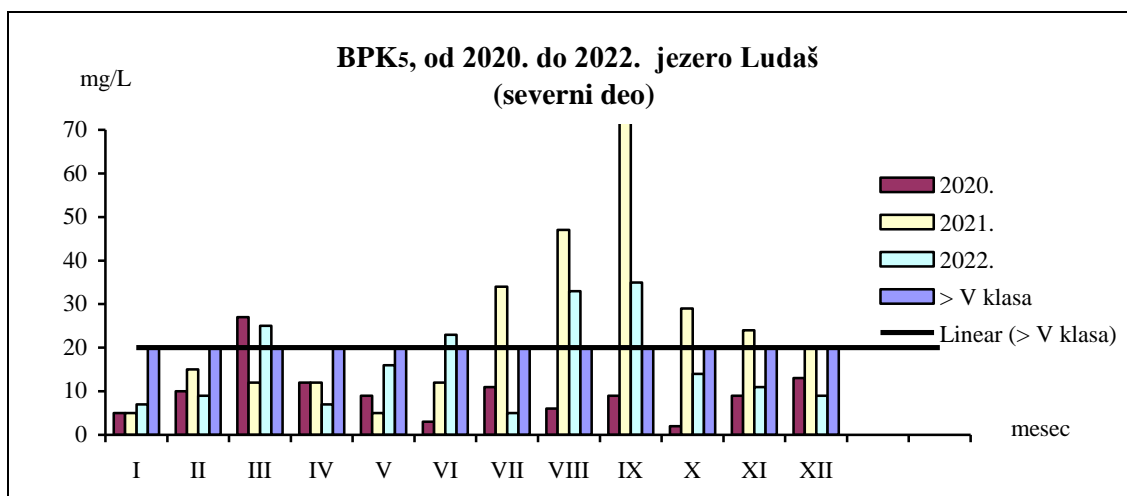
Grafikon 39. JEZERO LUDAŠ, HPK (iz utroška $KMnO_4$), mg/L

2.3.6. PETODNEVNA BIOLOŠKA POTROŠNJA KISEONIKA

Vrednosti biološke potrošnje kiseonika nakon pet dana, tokom ispitivanog perioda su relativno ujednačene. Minimum je zabeležen u julu – 5 mg/L, a maksimum u septembru mesecu – 35 mg/L.

Organsko opterećenje izraženo preko petodnevne biološke potrošnje kiseonika svrstava vodu severnog Ludaša uglavnom u III, IV ili V klasu, što odgovara „umerenom“, „slabom“ i „lošem“ ekološkom statusu ("Uredba", „Sl. glasnik RS“, br. 50/12 i „Pravilnik“, „Sl. glasnik RS“, br. 74/11).

Usled male dubine jezera, posebno u letnjem sušnom periodu, i velike količine mulja koji je u resuspendovanom stanju jezero je „ranjivo“ i „preosetljivo“ na spoljne uticaje.

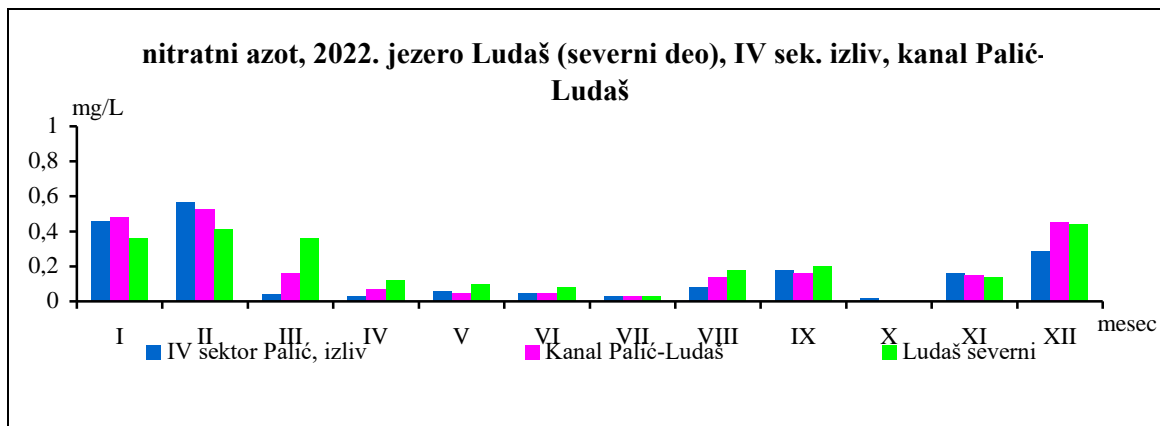


Grafikon 40. JEZERO LUDAŠ, BPK₅, mg/L

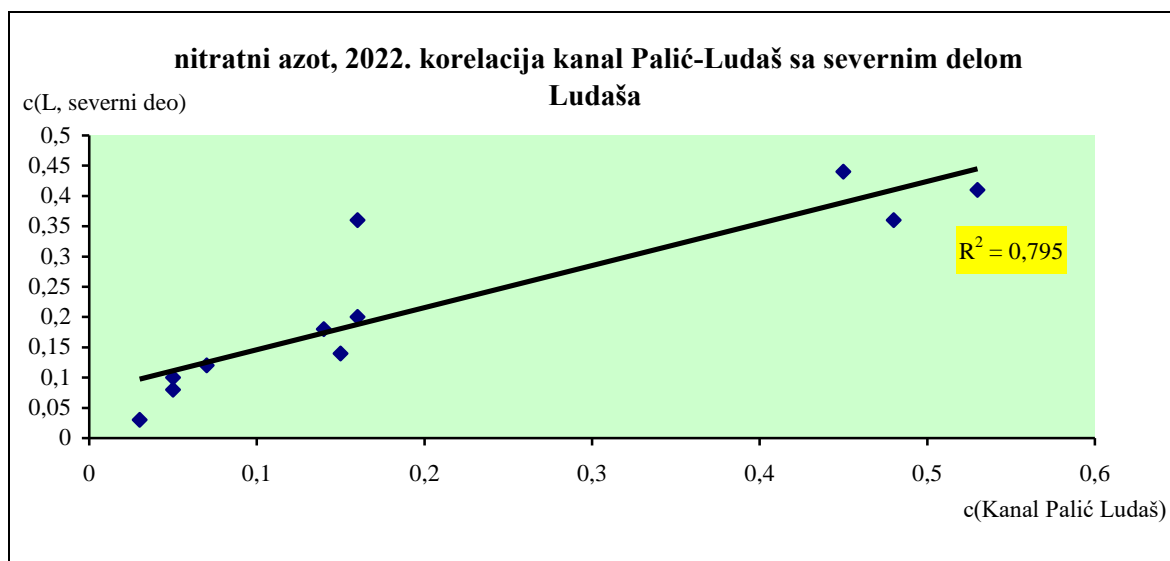
2.3.7. NITRATNI AZOT

Koncentracije nitratnog azota u vodi severnog dela jezera su neujednačene, ali uvek u granicama I klase ("Uredba", „Sl. glasnik RS“, br. 50/12 i „Pravilnik“, „Sl. glasnik RS“, br. 74/11).

Koncentracija nitrata na ovom lokalitetu direktno zavisi od koncentracije nitrata u vodi Palićkog jezera, što je prikazano na grafikonu 41.



Grafikon 41. JEZERO LUDAŠ, nitratni azot, mg/L



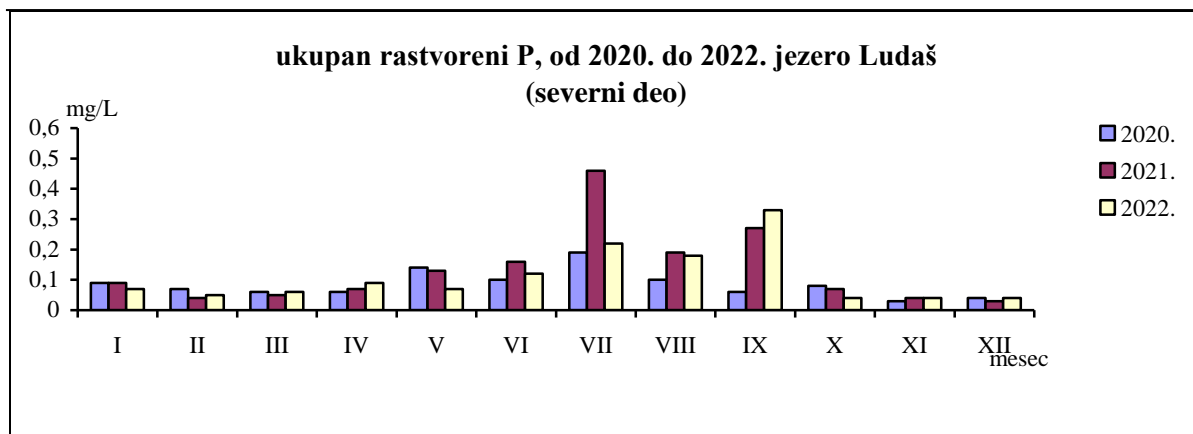
Grafikon 42. JEZERO LUDAŠ, korelacija sa kanalom Palić-Ludaš, nitratni azot, mg/L

2.3.8. UKUPAN RASTVORENI FOSFOR

Koncentracije ukupnog rastvorenog fosfora u vodi severnog Ludaša su promenljive u toku godine.

Maksimalna vrednost u 2022. godini je iznosila 0,33 mg/L (III klasa), a najviša vrednost u 2021. godini izmerena je u julu i iznosila je 0,46 mg/L (IV klasa).

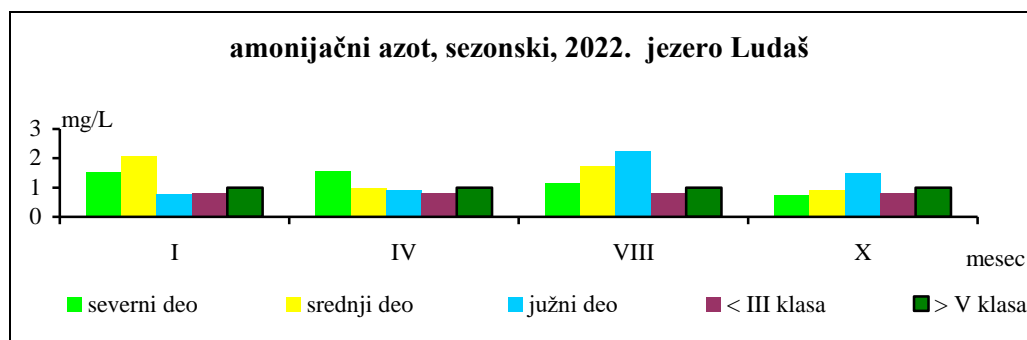
Tokom 2022. godine prosečna koncentracija ukupnog rastvorenog fosfora na ovom lokalitetu je na nivou prošlogodišnjih vrednosti.



Grafikon 43. JEZERO LUDAŠ, ukupan rastvoreni P, mg/L

2.3.9. AMONIJAČNI AZOT

Vrednosti koncentracije amonijačnog azota tokom 2022. godine variraju između IV i V klase, te tako određuju „slab“ i „loš“ ekološki status vode jezera.



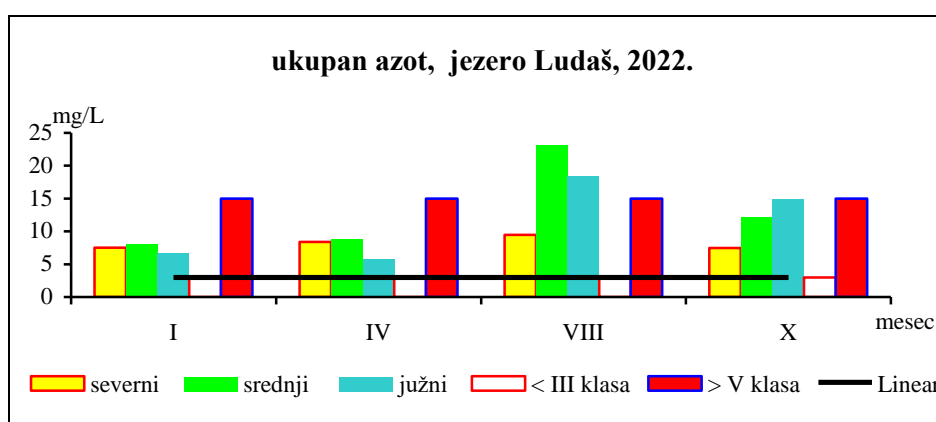
Grafikon 44. JEZERO LUDAŠ, amonijačni azot- sezonski , mg/L

2.3.10. UKUPAN AZOT

Vrednosti ukupnog azota u 2022. godini su određene sezonski, na sva tri lokaliteta jezera Ludaš i na sredinama svakog dela jezera.

Smanjenje koncentracije ukupnog azota moglo se registrovati samo na severnom delu jezera, dok su prosečne godišnje koncentracije ovog parametra na srednjem i južnom delu jezera više u odnosu na prošlogodišnje. Maksimalne vrednosti ovog parametra na sva tri lokaliteta jezera su zabeležene u mesecu avgustu. Vrednosti na sredinama jezera su slične vrednostima priobalnih uzoraka, s tim da je na sredini severnog dela jezera, koncentracija ukupnog azota viša u odnosu na lokalitet severni Ludaš.

Na osnovu klasifikacije („Sl. glasnik RS“, br. 50/12) po ovom parametru, voda jezera Ludaš odgovara „slabom“ i „lošem“ ekološkom statusu, i ne može se koristiti ni u jednu svrhu bez prethodno odrađenog ozbiljnijeg tretmana prečišćavanja (kao na postrojenju za obradu i prečišćavanje otpadnih voda).

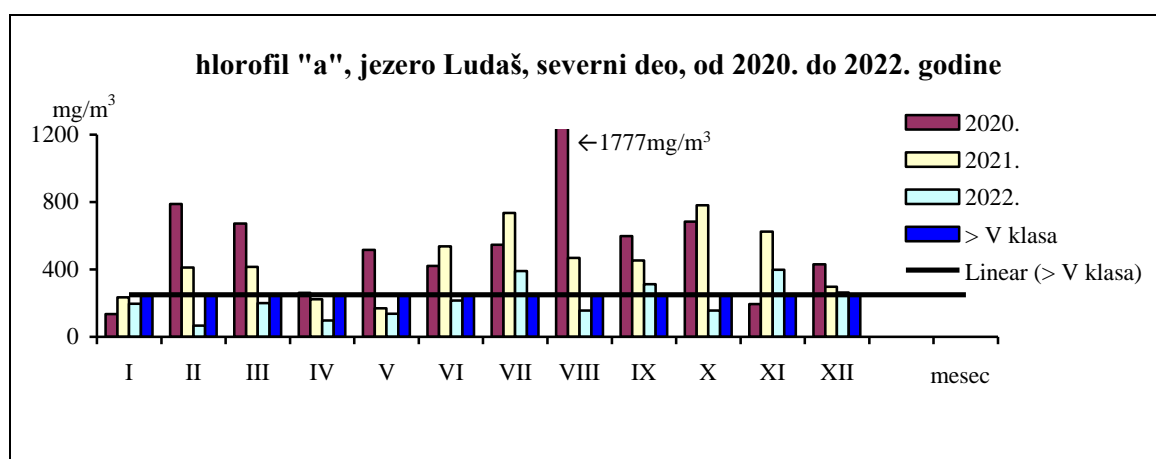


Grafikon 45. JEZERO LUDAŠ, ukupnan azot - sezonski, mg/L

2.3.11. HLOROFIL "a"

Vodu severnog dela jezera karakteriše visok sadržaj hlorofila "a". Maksimalna vrednost ovog parametra u 2022. godini registrovana je novembru – 398 mg/m³. Maksimum u 2021. godini je bio znatno veći – 781 mg/m³.

Na osnovu dobijenih vrednosti voda jezera na ovom lokalitetu pripada IV ili V klasi i ima „slab“ ili „loš“ ekološki status („Sl. glasnik RS“, br. 50/12).



Grafikon 46. JEZERO LUDAŠ, hlorofil "a", mg/m³

2.3.12. JEZERSKI SEDIMENT

Ispitivanje sedimenta jezera Ludaš obavljeno je dva puta u toku 2022. godine. Rezultati ispitivanja predstavljeni su u tabelama.

-April

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		8,23	9,11	9,02
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	59,0	75,1	92,1
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	41,0	24,9	7,9
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	273,4	122,2	104,7
5.	Ukupan azot	mg/kg	1741	1815	1510
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	4232	4128	1048

-Avgust

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		7,99	8,34	8,38
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	57,0	73,8	92,2
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	43,0	26,2	7,8
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	503,1	136,4	153,7
5.	Ukupan azot	mg/kg	2021	2147	762
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	14789	2395	953

Rezultati ispitivanja sedimenta ukazuju da su pH vrednosti ujednačene na svim lokalitetima, a u usporedbi sa prošlogodišnjim vrednostima može se zaključiti da su na podjednakom nivou.

Ukupan rastvorljivi azot ima maksimum u avgustu mesecu na lokalitetu - severni deo jezera, a maksimalna vrednost za ukupan azot je registrovana u istom mesecu na lokalitetu - srednji deo jezera.

Svi sedimenti sadrže ogromnu količinu organske materije i izuzetno visoke koncentracije nutrijenata. Vrednosti organskog i neorganskog dela sedimenta se kreću u pravcu porasta udela organskog dela u odnosu na neorganski. Stalno je prisutna velika količina fosfora, naročito u sedimentu severnog i srednjeg dela jezera. Na lokalitetu južni deo, sve veći broj parametara dostiže vrednosti karakteristične za severni i srednji deo jezera.

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da jezero Ludaš u svom sedimentu ima „dovoljne količine organske materije koja će svojim raspadanjem davati dovoljne količine ugljendioksida i nutrijenata za dugi niz godina“ i da će sigurno održati svoju hipertrofičnost.

2.3.13. SERBIAN WATER QUALITY INDEX (SWQI)

U toku 2022. godine kvalitet vode jezera Ludaš opisan je kao “loš”, osim u avgustu kada je na sva tri lokaliteta bio “veoma loš” i u septembru mesecu kada je na severnom delu bio “veoma loš”.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Severni deo	65	52	51	50	45	51	55	35	34	57	58	55
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Srednji deo	59	-	-	66	-	-	-	35	-	50	-	-
	●	-	-	●	-	-	-	●	-	●	-	-
Južni deo	61	-	-	63	-	-	-	34	-	50	-	-
	●	-	-	●	-	-	-	●	-	●	-	-

Na osnovu Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda („Sl. glasnik RS“, br. 74/11), „nije postignut dobar status jezera“.

Zbog stanja u kome se nalazi, Ludaško jezero kao specijalni rezervat prirode i zaštićeno prirodno dobro, zahteva bolji odnos i hitne mere sanacije.

2.3.14. FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

U jezeru Ludaš tokom 2022. godine, u zajednici fitoplanktona i fitoperifitona, determinisano je ukupno 102 vrste algi.

Kvalitativno najzastupljeniji su razdeo *Chlorophyta* i *Bacillariophyta* sa 31 vrstom, sledi razdeo *Cyanophyta* sa 24 vrste, *Euglenophyta* sa 15 vrsta i *Pyrrophyta* sa jednim predstavnikom.

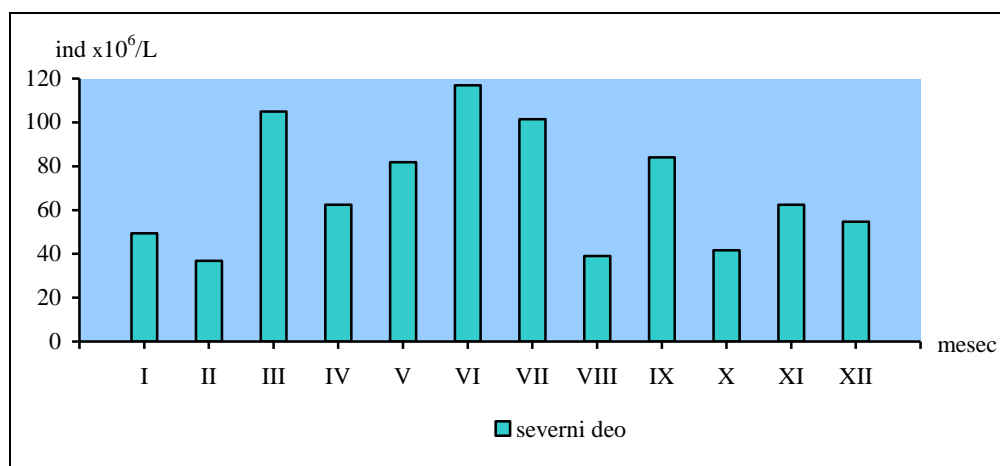
Tokom perioda ispitivanja konstantno su bile prisutne vrste rodova: *Ankistrodesmus*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Schroederia*, *Cylindrospermopsis*, *Lyngbya*, *Merismopedia*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Euglena*, *Cyclotella*, *Cymbella*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Stephanodiscus* i *Synedra*.

Najveću učestalost na severnom i srednjem delu jezera imaju vrste: *Scenedesmus opoliensis*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Merismopedia minima* i *Oscillatoria agardhii*.

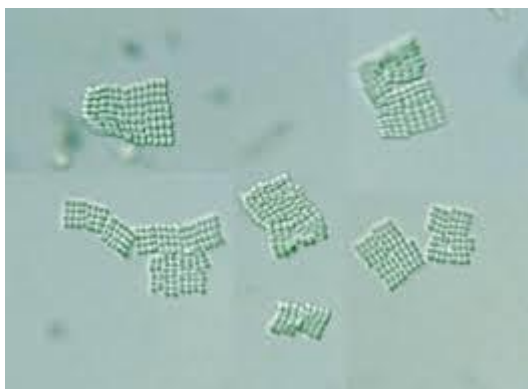
Nakon dugogodišnje dominacije, došlo je do smanjenja učestalosti vrsta roda *Microcystis* na oba lokaliteta.

Rezultati hidrobiološke analize zastupljenosti razdela u zajednici ukazuju na potpunu kvantitativnu dominaciju razdela *Cyanophyta* na severnom i srednjem delu jezera. Procentualna zastupljenost modrozelenih algi u vodi jezera kretala se od 20% (južni deo jezera, april mesec) do 85,5 % (severni deo jezera, decembar mesec).

Brojnost algi je konstantno velika na sva tri lokaliteta jezera. Maksimum brojnosti od 201.60×10^6 ind/L registrovan je u avgustu mesecu na srednjem delu jezera Ludaš.



Grafikon 47. JEZERO LUDAŠ, broj individua fitoplanktona, $\times 10^6$ /L



Slika 9. *Merismopedia minima*

2.3.15. ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

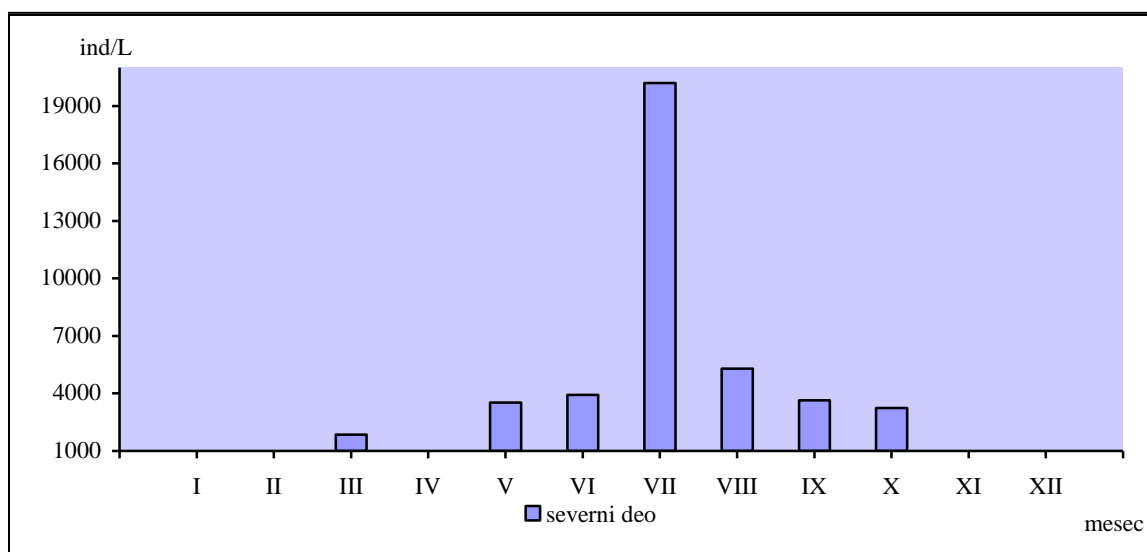
Kvalitativnu i kvantitativnu dominaciju u zajednici zooplanktona i zooperifitona jezera Ludaš, kao i prethodnih godina ima grupa *Rotatoria* sa 27 predstavnika.

Na svim lokalitetima konstantno su prisutni i predstavnici grupe *Copepoda*.

Na severnom, srednjem i južnom delu jezera, tokom 2022. godine, registrovano je prisustvo grupe *Cladocera* sa determinisanim vrstama - *Chydorus sphaericus* i *Daphnia longispina*.

Analizom kvalitativnog sastava zajednice, dominantno su zastupljene vrste rodova: *Anuraeopsis*, *Brachionus*, *Filinia*, *Keratella*, *Polyarthra*, *Proales*, *Trichocerca* i *Cyclops*.

Povećana brojnost zooplanktona na severnom delu Ludaša uočena je u periodu maj-oktobar. Maksimalna brojnost, registrovana tokom 2022. godine, bila je – 20196 ind/L.



Grafikon 48. JEZERO LUDAŠ, broj individua zooplanktona, ind/L

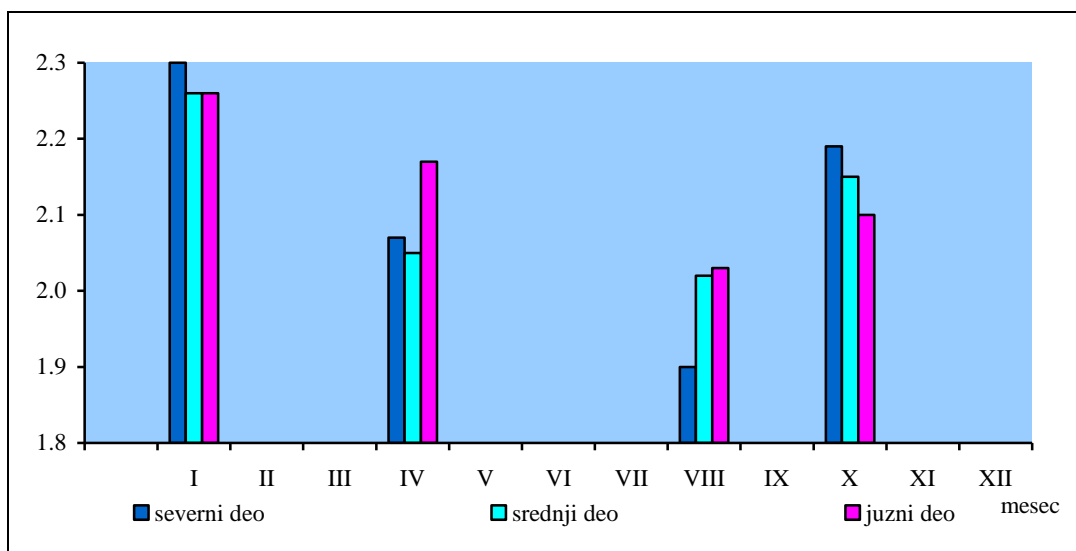


Slika10. *Chydorus sphaericus*

2.3.16. SAPROBNI INDEKS "S" PO PANTLE - BUCK – u

Saprobijološka analiza ukazuje da je kvalitet vode severnog, srednjeg i južnog dela jezera Ludaš tokom 2022. godine bio u granicama β mezosaprobности (II klasa kvaliteta).

Već duži niz godina kvantitativna dominacija modrozelenih algi u zajednici fitoplanktona tokom leta konstantno uslovljava niži stepen saprobnosti na severnom i srednjem delu jezera.



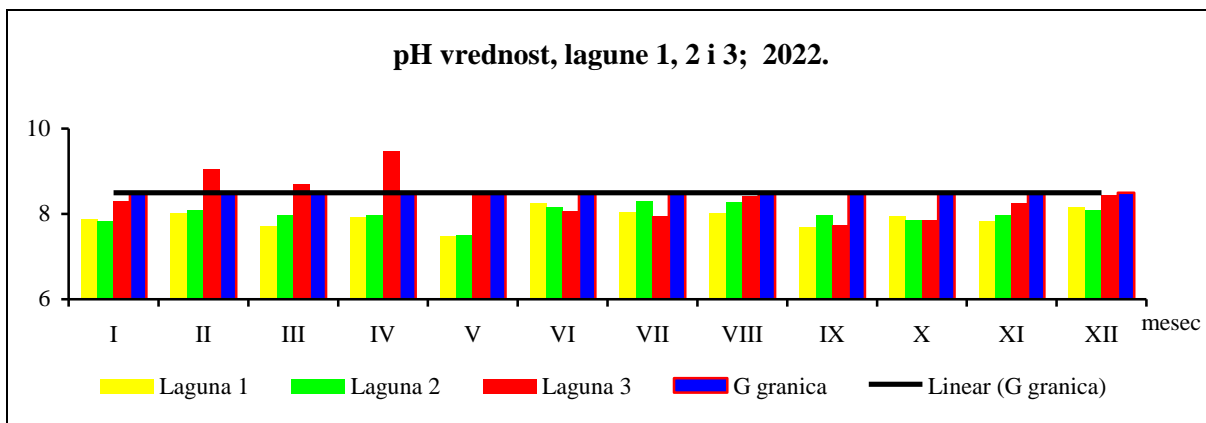
Grafikon 49. JEZERO LUDAŠ, saprobní indeks "S" po Pantle-Buck-u

2.3.17. MAKROZOOBENTOS

Ispitivanje faune dna severnog, srednjeg i južnog dela jezera Ludaš tokom 2022. godine ukazuje na potpuno odsustvo predstavnika zajednice *Chironomidae* i *Oligochaeta*.

2.4. JEZERO PALIĆ, I SEKTOR -LAGUNE

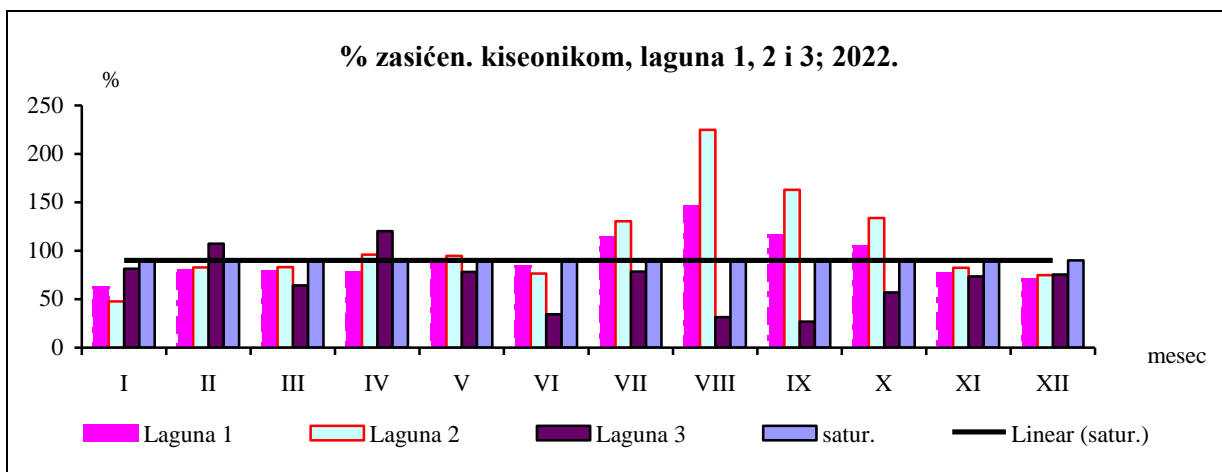
pH vrednosti vode lagune 1 i lagune 2 su veoma slične, dok su pH vrednosti u laguni 3 više zbog veće brojnosti i aktivnosti fitoplanktona (znatno viša vrednost za hlorofil „a“). U periodu od februara do maja vrednosti ovog parametra na lokalitetu laguna 3 (P1c) su prekoračile granicu V klase.



Grafikon 50. LAGUNE 1, 2 i 3, pH vrednost

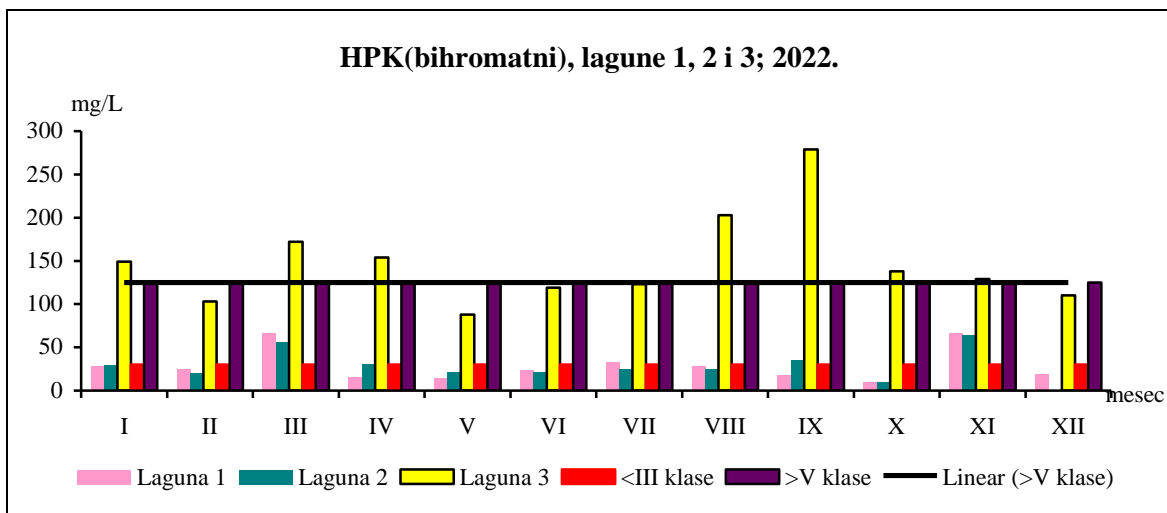
Vrednosti rastvorenog kiseonika u vodi sve tri lagune pokazuju da je kiseonični režim neujednačen, od izraženih supersaturacija (224,7% > 90%) do vrednosti ispod granice prihvatljivosti (26,9%).

U vodi laguna 1 i 2, izrazito visoke vrednosti registrovane su u drugoj polovini godine, između jula i oktobra, dok su u laguni 3 visoke vrednosti registrovane u prvom delu godine, u februaru i aprilu.



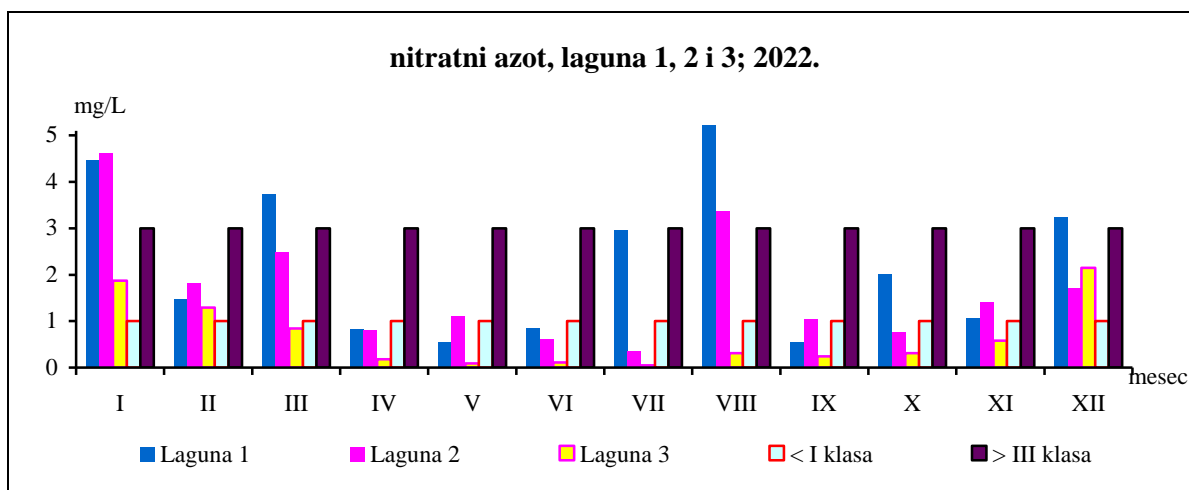
Grafikon 51. LAGUNE 1, 2 i 3, zasićenost kiseonikom, % O₂

Laguna 3 je organski izuzetno opterećena i na osnovu vrednosti HPK (bihromatna) ima karakteristike IV i V klase, na osnovu "Uredbe" („Sl. glasnik RS“, br. 50/12). Razlike u sadržaju organske materije između lagune 1 i lagune 2 su neznatne, i veći deo ispitivanog perioda su bile u granicama III i IV klase u odnosu na parametar - hemijska potrošnja kiseonika (bihromatna).



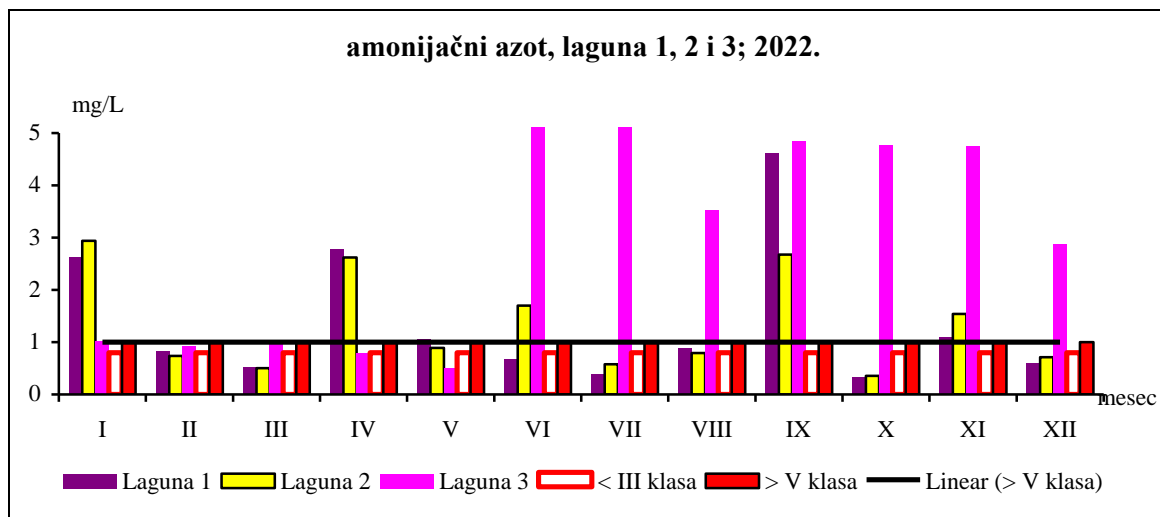
Grafikon 52. LAGUNE 1, 2 i 3, HPK bihromatni

Koncentracije nitratnog azota u vodi laguna su neujednačene i kreću se od I do IV klase. Najviše koncentracije nitrata u toku ispitivanja registrovane su januaru na lokalitetima laguna 1 i laguna 2, i u avgustu na lokalitetu laguna 1.



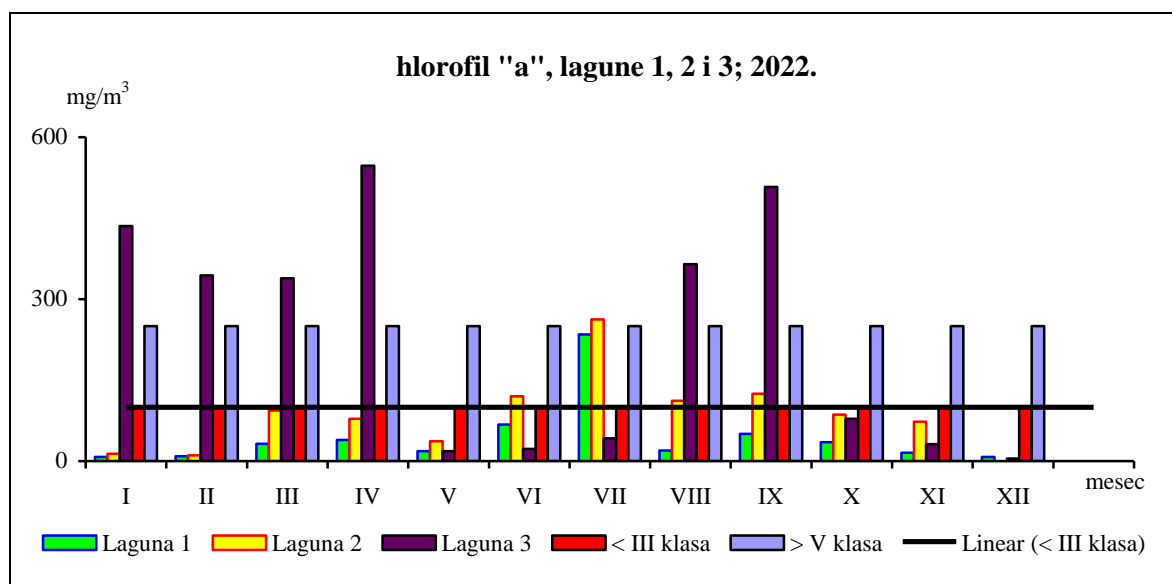
Grafikon 53. LAGUNE 1, 2 i 3, nitratni azot, mg/L

Vrednosti za amonijačni azot u vodi laguna u toku ispitivanog perioda su neujednačene i klasifikuju vodu od II do V klase. U odnosu na prošlu godinu, mogu se primetiti izrazito visoke vrednosti koncentracije ovog parametra u vodi lagune 3 u drugom delu godine.



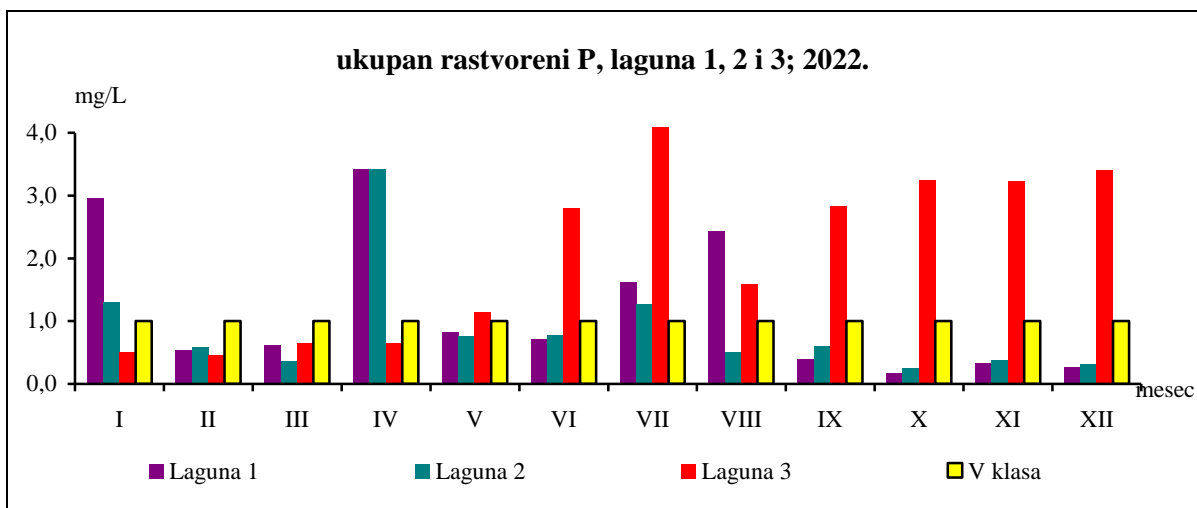
Grafikon 54. LAGUNE 1, 2 i 3, amonijačni azot, mg/L

U toku 2022. godine maksimalna koncentracija hlorofila „a“ na lagunama je iznosila 547 mg/m³ u aprilu mesecu (na laguni 3).



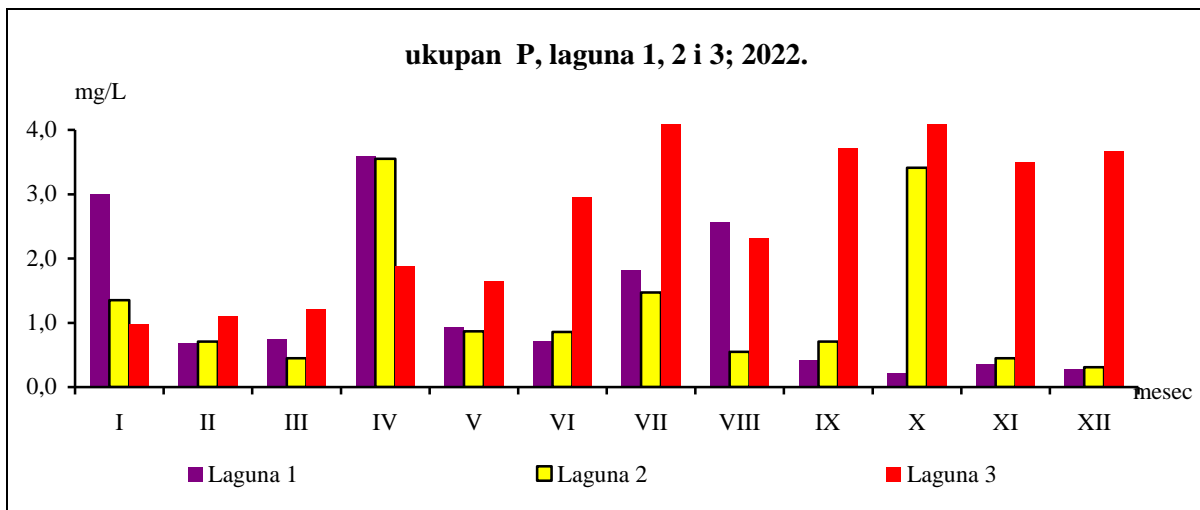
Grafikon 55. LAGUNE 1, 2 i 3, hlorofil "a", mg/m³

Više koncentracije ukupnog rastvorenog fosfora u vodi svih laguna posledica su prevashodno njihove namene – prihvata viška otpadnih voda za vreme „velikih kiša“. Značajan je i doprinos okolnih difuznih izvora zagađenja (ocedne i procedne vode sa deponije i procedne vode iz otvorenih komunalnih kanala). Na laguni 1 i 2 visoke vrednosti prisutne su u prvih sedam meseci 2022. godine, dok su na laguni 3 iznimno visoke vrednosti izmerene u drugoj polovini godine.



Grafikon 56. LAGUNE 1, 2 i 3, ukupan rastvoreni fosfor, mg/L





































Stvarni pokazatelj opterećenosti vode laguna „fosforom“ je ukupan fosfor, koji indirektno dodatno negativno utiče na kvalitet vode jezera Palić.



Grafikon 57. LAGUNE 1, 2 i 3, ukupan fosfor, mg/L

U toku 2022. godine, na osnovu vrednosti Serbian Water Quality Index-a (SWQI), kvalitet vode laguna je u većem delu ispitivanog perioda opisan kao „loš“.

Samo je jedan uzorak okarakterisan kao dobar, na laguni 1 u mesecu oktobru, dok je „veoma loš“ kvalitet vode bio dodeljen uzorcima u januaru na laguni 2, junu, avgustu, septembru i oktobru mesecu na laguni 3.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Laguna 1	40 	60 	47 	58 	58 	53 	58 	39 	62 	72 	62 	55 
Laguna 2	38 	60 	51 	57 	59 	51 	56 	42 	51 	69 	53 	59 
Laguna 3	39 	52 	41 	44 	51 	26 	64 	25 	27 	34 	42 	55 

Na osnovu prezentovanih rezultata tokom 2022. godine, sve tri lagune sadrže značajnu količinu fosfora i mogle bi da imaju negativan uticaj na I sektor jezera Palić ukoliko se voda iz laguna bez prethodnog prečišćavanja ispusti u isti.