

ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVLJE SUBOTICA  
CENTAR ZA HIGIJENU I HUMANU EKOLOGIJU

# MONITORING KVALITETA VODE JEZERA PALIĆ, LUDAŠ I KANALA PALIĆ-LUDAŠ U 2021. GODINI

Godišnji izveštaj



**ISPITIVANJA SU OBAVLJENA NA OSNOVU PROGRAMA MONITORINGA  
POVRŠINSKIH VODA ZA 2021. GODINU**



Direktor Zavoda za javno zdravlje

Spec. dr med. Vesna Vukmirović

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

Spec. dr med. Sanja Darvaš

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.  
Nataša Filep, 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 2021. 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 2021. godinu.

### Lista lokaliteta uzorkovanja

Oznaka lokaliteta	Naziv lokaliteta
1.	Jezero Palić – sektor I, laguna 1 (P1a)
2.	Jezero Palić – sektor I, laguna 2 (P1b)
3.	Jezero Palić – sektor I, laguna 3 (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 - izliv iz jezera (P4)
9.	Kanal Palić-Ludaš (PL)
10.	Jezero Ludaš – severni deo (L1)
11.	Jezero Ludaš – srednji deo (L2)
12.	Jezero Ludaš – južni deo (L3)

- Uzorkovanje, fizičko-hemijsko i hidrobiološko ispitivanje kvaliteta vode jezera Palić vršeno je na osam lokaliteta, jezera Ludaš na tri 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 četiri puta u toku 2021.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 - I nasip*

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 cm<sup>2</sup>.

## KONTROLISANI PARAMETRI

Ispitivanja površinskih voda u 2021. 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 K19/20, broj IV-404-329/2020 od 03.07.2020. godine i sa 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.

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, BPK<sub>5</sub>, utrošak KMnO<sub>4</sub>, 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 nasip*

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.

Mikrobiološke analize vode obavljene su četiri puta u toku 2021. godine, na svim lokalitetima izuzev laguna, tokom sva četiri godišnja doba.

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))



*Slika 3. Jezero Palić - III nasip*

## 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 objektima i u skladu sa postojećom zakonskom regulativom iz te oblasti.



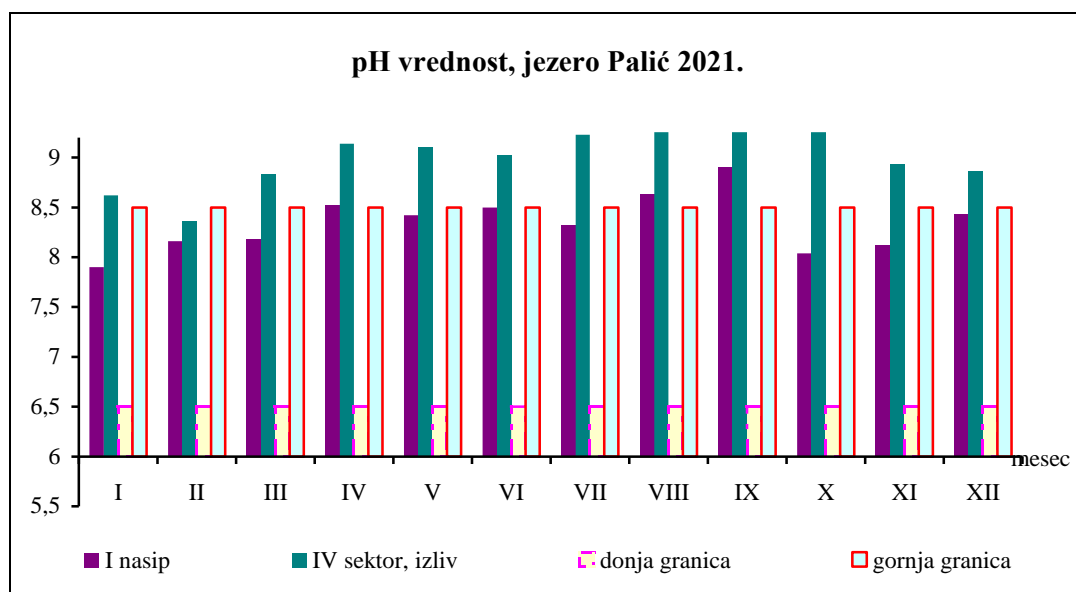
*Slika 4. Jezero Palić*

### 2.1.1. pH VREDNOST

pH vrednosti vode na svim lokalitetima Palićkog jezera su više u odnosu na vrednosti tokom 2020. godine.

I ove godine, maksimalne pH vrednosti vode izmerene su na IV sektoru jezera Palić. Više su u odnosu na prethodnu, 2020. godinu, izuzetno visoke za površinske vode i bez sezonskih varijacija (grafikon 1. - prikaz linearnog trenda variranja izmerenih pH vrednosti).

U 2021. godini je od 16 izmerenih pH vrednosti vode IV sektora samo jedna vrednost bila u propisanim granicama za klasu i namenu, na osnovu "Uredbe" („Sl. glasnik RS“, br. 50/12) i „Pravilnika“ („Sl. glasnik RS“, br. 74/11), što je u odnosu na prošlu godinu značajno pogoršanje kvaliteta vode.



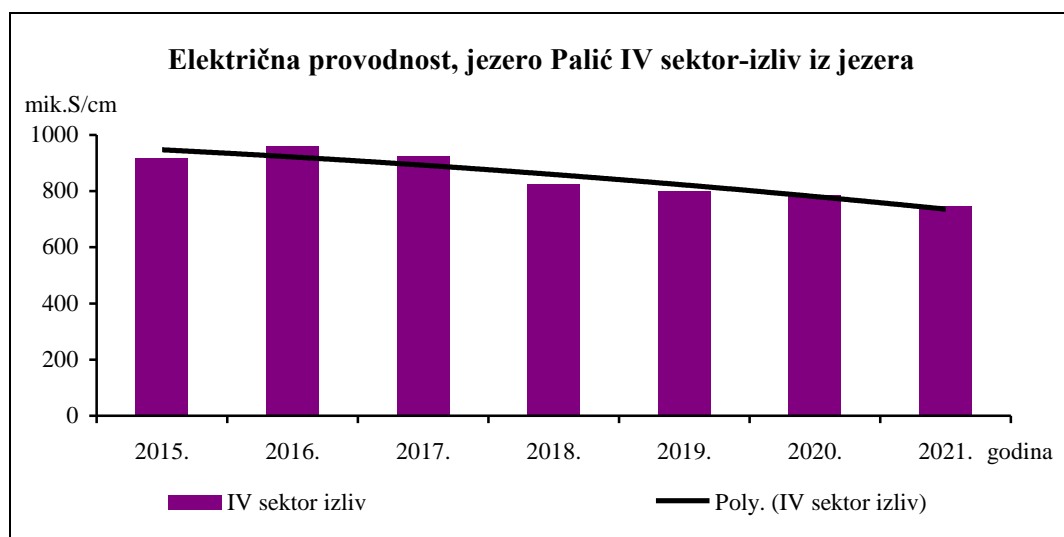
Grafikon 1. JEZERO PALIĆ, pH vrednost

### 2.1.2. ELEKTRIČNA PROVODNOST

Trend postepenog smanjenja vrednosti električne provodnosti vode I i IV sektora jezera Palić nastavio se i u 2021. godini.

Prosečna vrednost električne provodnosti vode na I nasipu u 2021. godini je iznosila 769  $\mu\text{S/cm}$ , dok je u 2020. godini 834  $\mu\text{S/cm}$ , a u 2019. godini 913  $\mu\text{S/cm}$ .

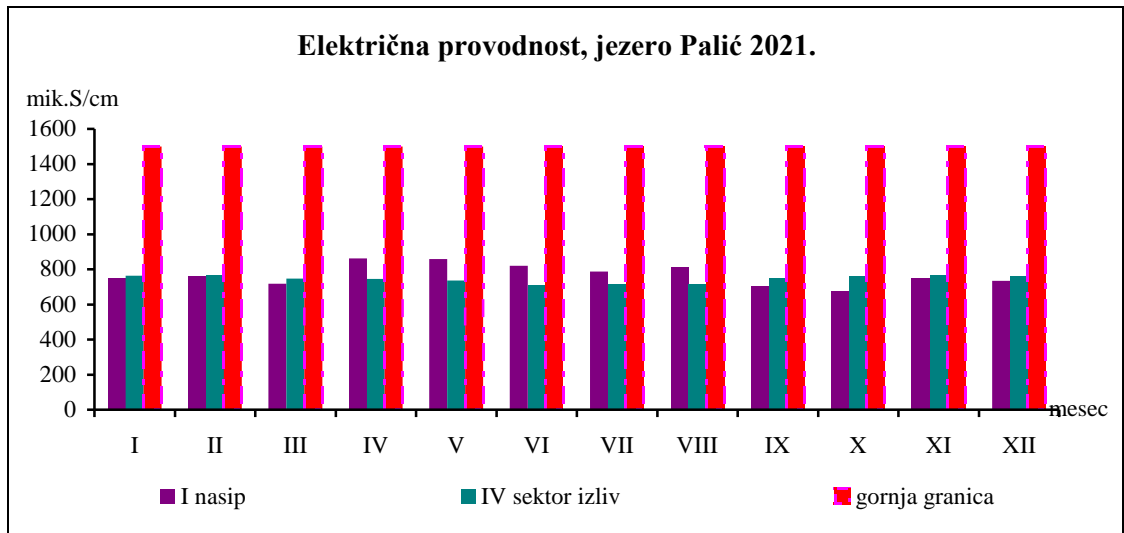
Na lokalitetu „izliv iz jezera“ IV sektora prosečna vrednost električne provodnosti vode u 2019. godini je bila 801  $\mu\text{S/cm}$ , u 2020. godini 787  $\mu\text{S/cm}$ , a u 2021. godini 745  $\mu\text{S/cm}$ .



Grafikon 2. JEZERO PALIĆ, IV sektor električna provodnost,  $\mu\text{S/cm}$ , trend do 2021.

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.



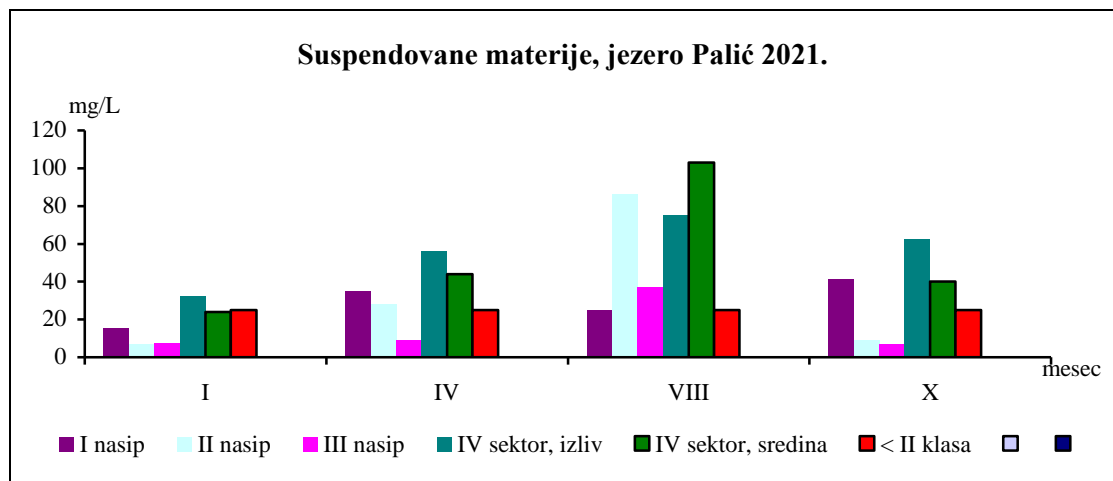


*Grafikon 3. JEZERO PALIĆ, električna provodnost,  $\mu$ S/cm*

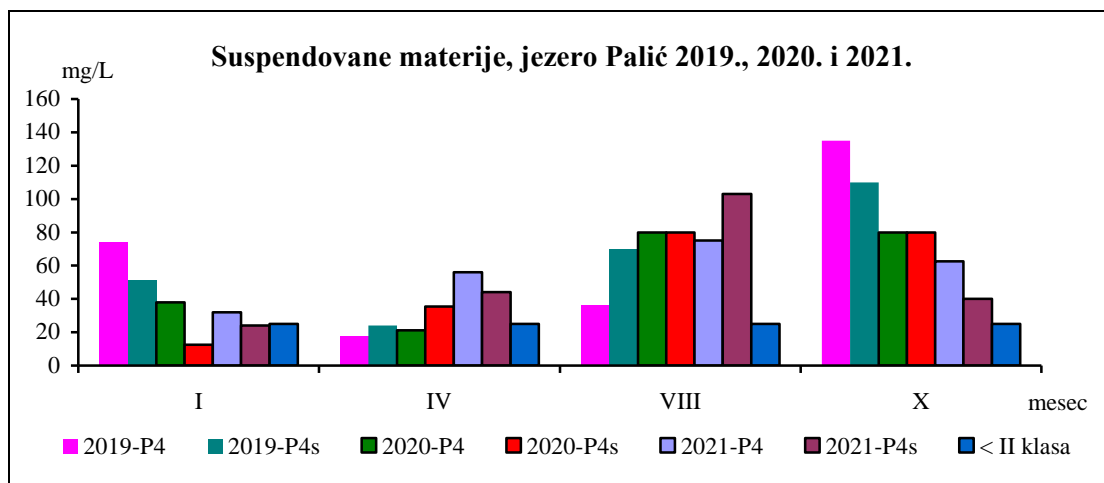
### 2.1.3. SUSPENDOVANE MATERIJE

U januaru, aprilu, avgustu i oktobru 2021. godine određene su koncentracije suspendovanih materija na svih pet lokaliteta jezera.

Povišene vrednosti izmerene su u turističkom delu jezera, što je posledica intenzivne produkcije fitoplanktona na ovom lokalitetu. Ne uočava se sezonsko variranje vrednosti suspendovanih materija u vodi IV sektora.



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



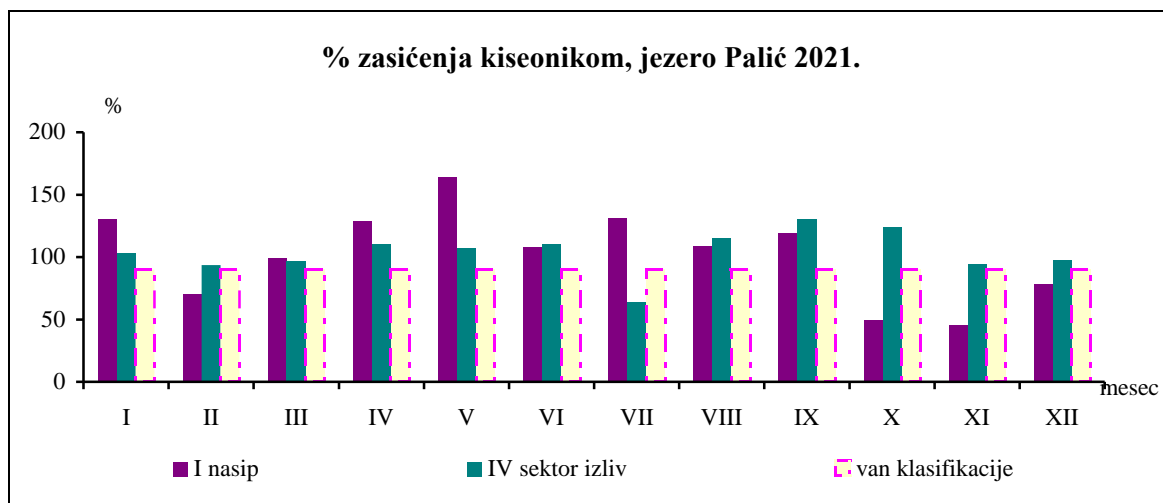
Grafikon 5. JEZERO PALIĆ, suspendovane materije IV sektor, 2019., 2020. i 2021. (mg/L)

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 (163,9%) u mesecu maju 2021. godine. U novembru mesecu je detektovana najniža koncentracija kiseonika (5,08 mg/L; 45,5%) u vodi I sektora jezera Palić.

U turističkom delu jezera tokom cele godine je prisutna supersaturacija kao posledica hiperprodukcije fitoplanktona, što negativno utiče na ceo ekosistem.

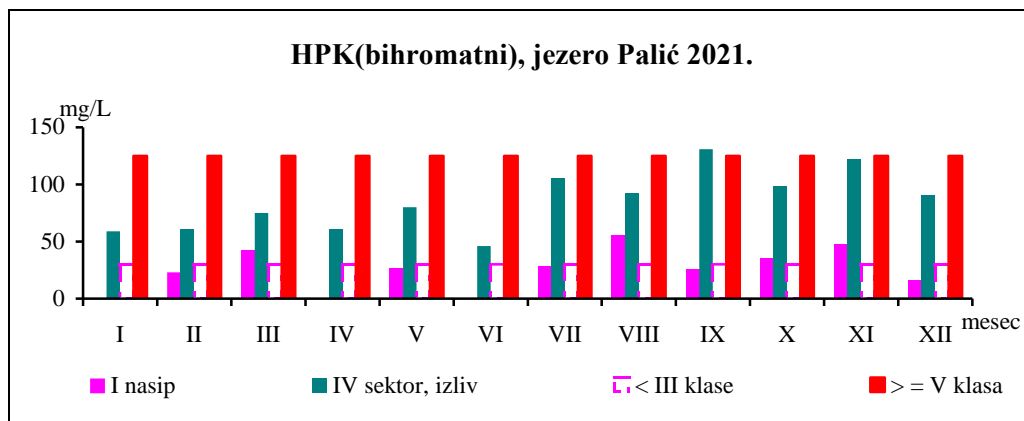


Grafikon 6. JEZERO PALIĆ, % zasićenja kiseonikom

### 2.1.5. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA (bihromatna)

Visoke vrednosti HPK rezultat su visoke koncentracije organskih materija. Prosečna vrednost HPK u vodi turističkog dela jezera je viša u odnosu na prethodnu godinu.

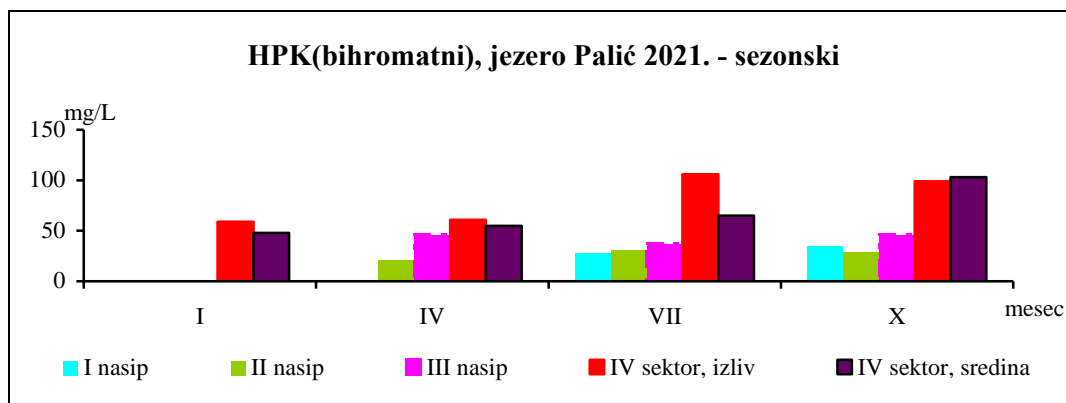
Prosečna vrednost HPK u vodi I sektora je znatno manja nego u vodi IV sektora – izliv iz jezera, što predstavlja višegodišnji trend po pitanju ovog parametra.



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 septembru mesecu (HPK=131 mg/L) na lokalitetu - izliv iz jezera.

Na osnovu klasifikacije („Sl. glasnik RS“, br. 50/12) po ovom parametru, voda jezera Palić ima „slab“ ekološki status i ne može se koristiti ni u jednu svrhu bez prethodnog tretmana.

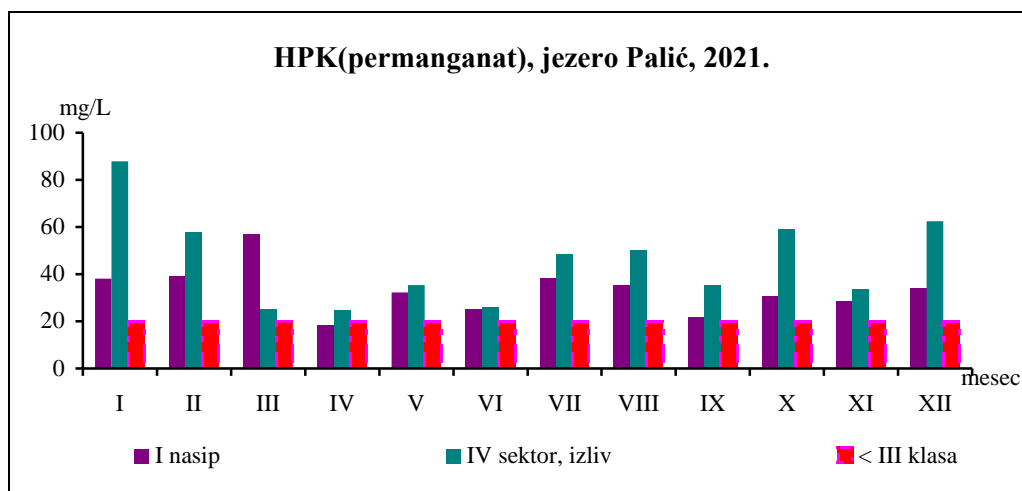


Grafikon 8. JEZERO PALIĆ, HPK (bihromatna), mg/L sezonske vrednosti na svim lokalitetima.

### 2.1.6. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA (KMnO<sub>4</sub>)

Vrednosti hemijske potrošnje kiseonika, HPK-po Kubel-u, su neujednačene i na nivou prošlogodišnjih vrednosti.

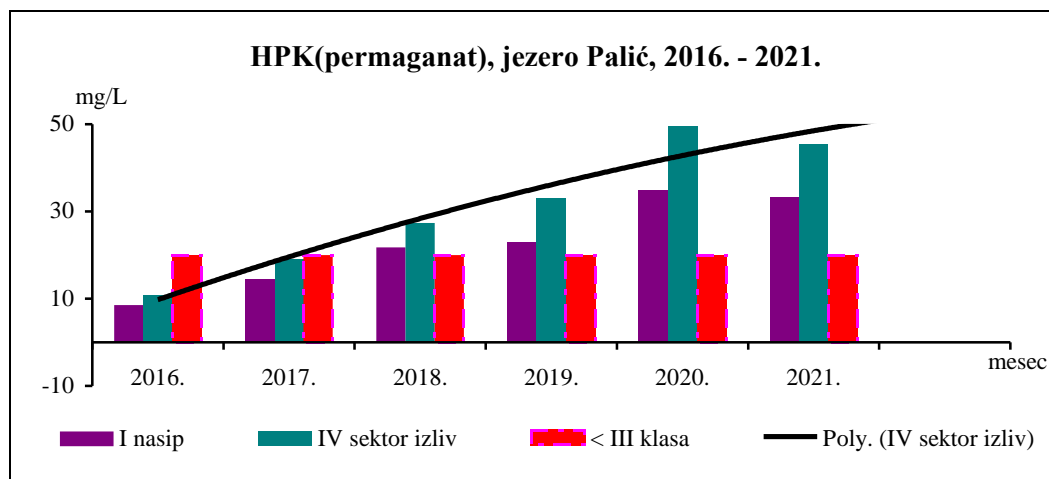
Ne postoji jasno izražen sezonski karakter. Uočava se izuzetno negativan trend ovog parametra na oba lokaliteta, sa mogućim negativnim uticajem na režim kiseonika.



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

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

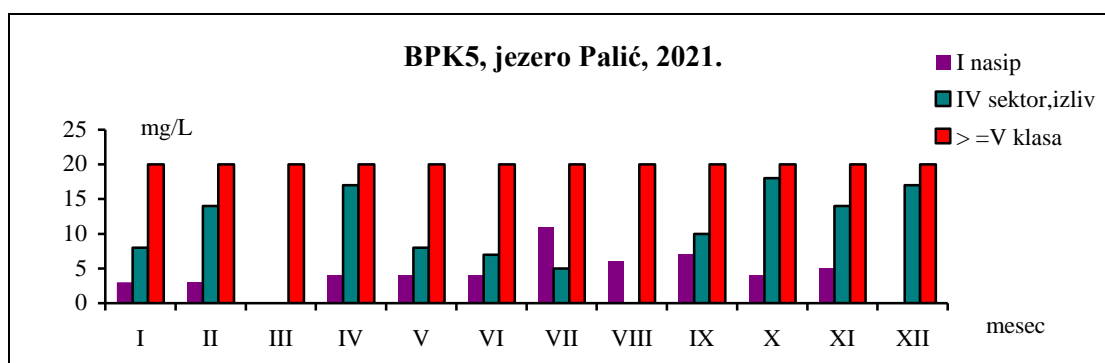
Od 2016. godine raste prosečna godišnja vrednost hemijske potrošnje kiseonika ( $KMnO_4$ ). U 2021. godini vrednost hemijske potrošnje kiseonika ( $KMnO_4$ ) je ostala na istom nivou kao u 2020. godini.



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

### 2.1.7. PETODNEVNA BIOLOŠKA POTROŠNJA KISEONIKA

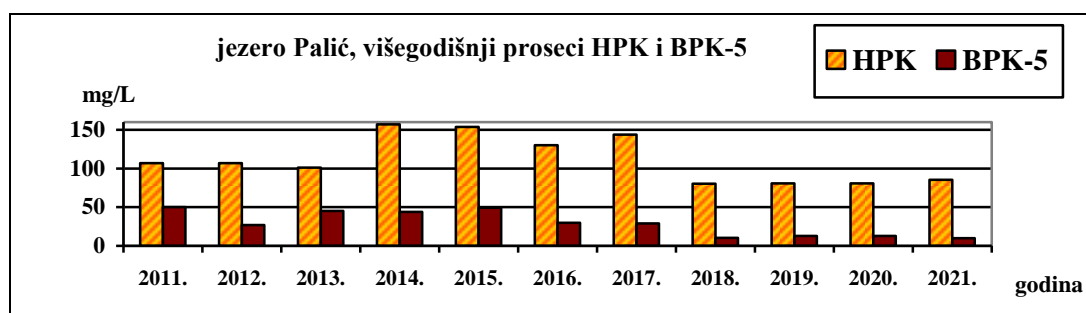
Vrednosti BPK<sub>5</sub> su i dalje visoke za površinske vode i ukazuju na visok stepen opterećenja organskim materijama. Vrednosti BPK<sub>5</sub> na I i IV sektoru – izliv iz jezera su manje u odnosu na vrednosti iz 2020. godine.



Grafikon 11. JEZERO PALIĆ, BPK<sub>5</sub>, mg/L

Prosečna vrednost BPK<sub>5</sub> u vodi turističkog dela jezera je i dalje po Uredbi u okviru IV klase i određuje „slab“ ekološki status.

Voda kao takva nije namenjena za kupanje i rekreaciju („Sl. glasnik RS“, br. 50/12 i 74/11).



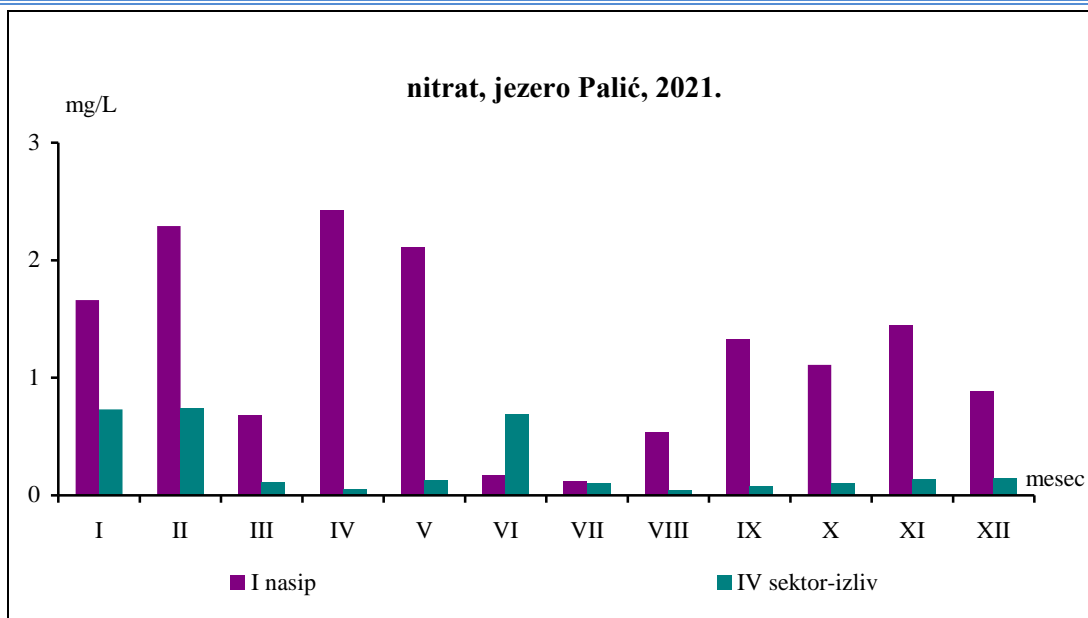
Grafikon 12. JEZERO PALIĆ, IV sektor-izliv iz jezera, HPK i BPK<sub>5</sub>, mg/L

### 2.1.8. NITRATNI AZOT

Koncentracije nitratnog azota u vodi I sektora u 2021. godini su više u odnosu na 2020. godinu (prosečna vrednost 2020. god. 0,98 mg/L, a 2021. god. je iznosila 1,23 mg/L).

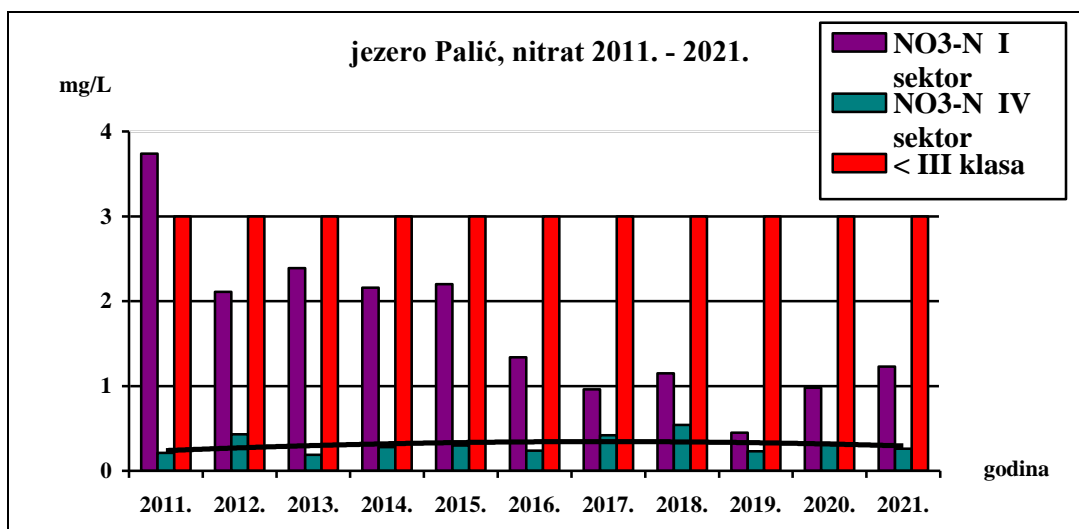
Koncentracije nitratnog azota u vodi IV sektora su još uvek u okviru I klase. U 2021. godini prosečna godišnja koncentracija nitrata je niža u odnosu na 2020. godinu.

Voda IV sektora u pogledu ovog parametra 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 i da razlika u mnogome zavisi od konstantnosti i stepena efikasnosti rada Postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda grada Subotica.



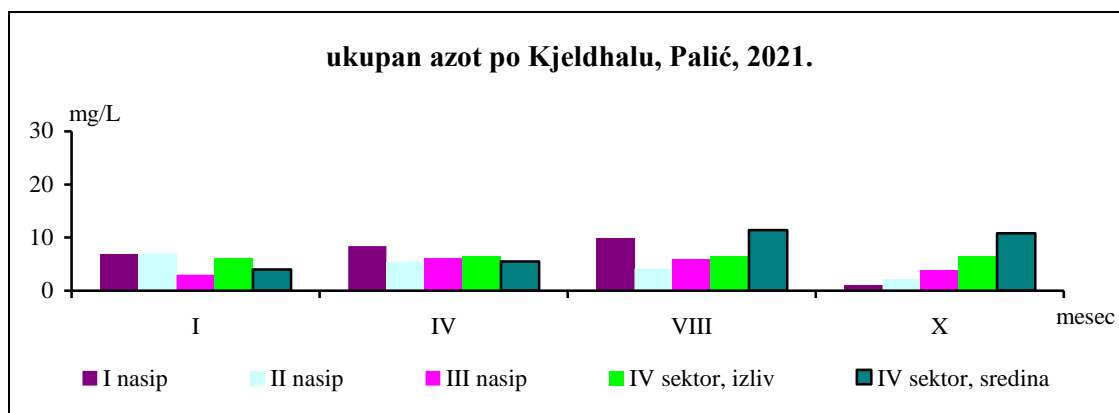
Grafikon 14. JEZERO PALIĆ, višegodišnje prosečne koncentracije nitratnog azota, mg/L

### 2.1.9. UKUPAN AZOT PO KJELDHAL-U I UKUPAN AZOT

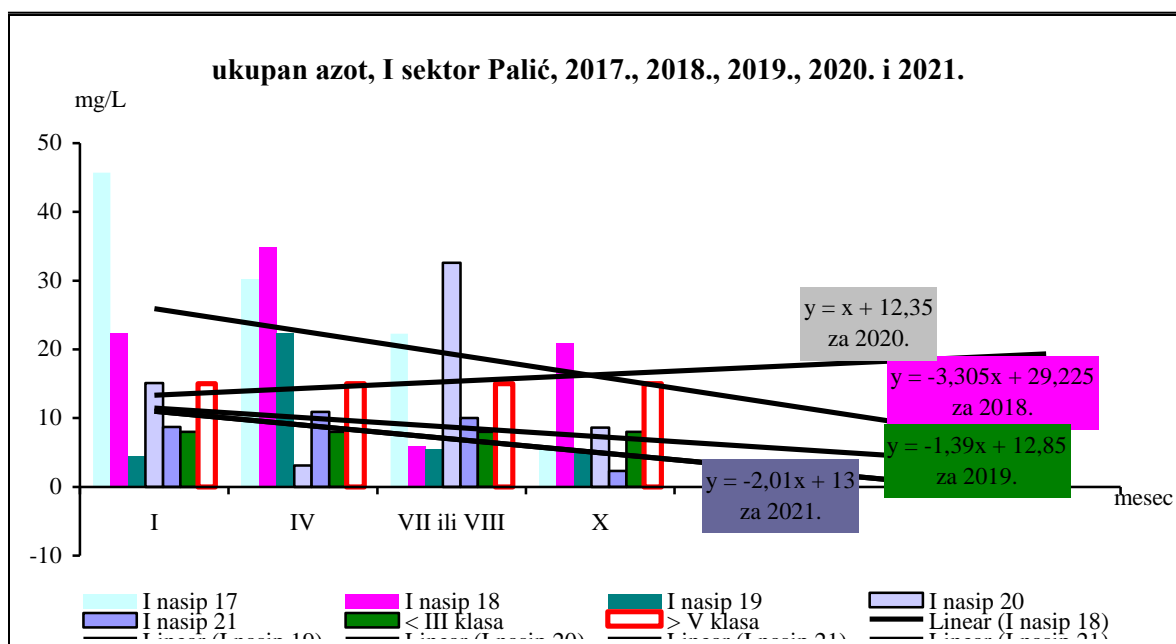


U toku 2021. godine sezonski su određene koncentracije ukupnog azota po Kjeldhalu na svih pet lokaliteta jezera.

U 2021. godini došlo je do smanjenja koncentracije ukupnog azota po Kjeldhalu na svih pet lokaliteta jezera, ali su vrednosti ovog parametra i dalje povišene.

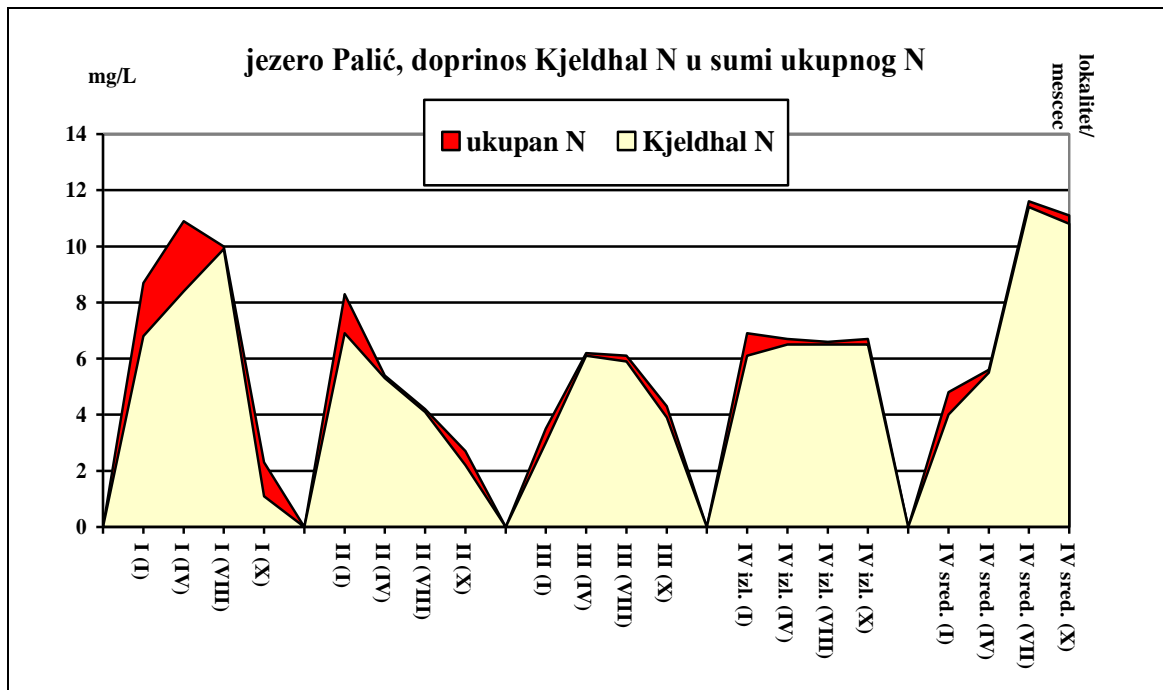


Grafikon 15. JEZERO PALIĆ, ukupan azot po Kjeldhalu - sezonski, mg/L



Grafikon 16. JEZERO PALIĆ, I sektor ukupan azot od 2017. do 2021., mg/L

U 2021. godini dolazi do smanjenja koncentracije ukupnog azota na I nasipu.



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

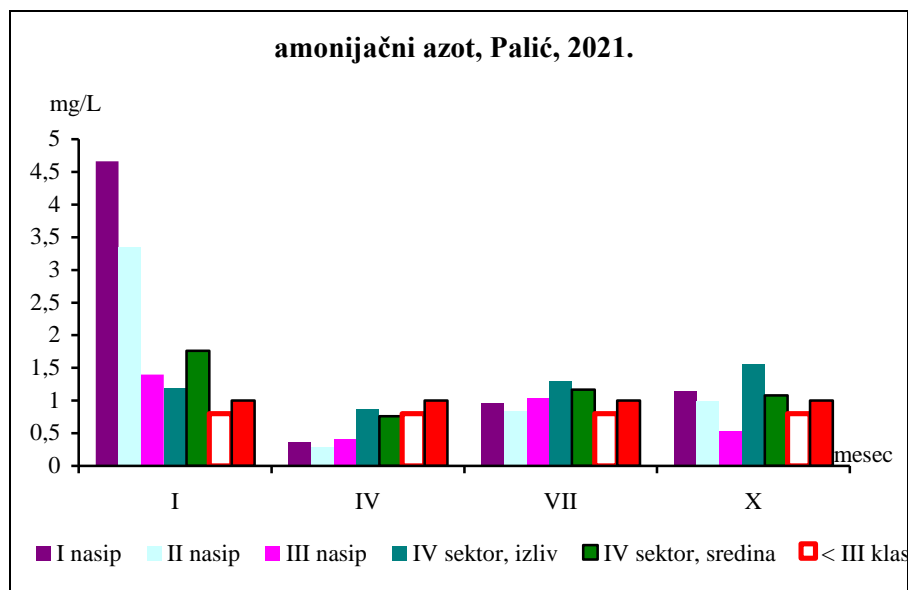
Upoređivanjem vrednosti ukupnog azota i ukupnog azota po Kjeldhal-u uočava se da je doprinos ukupnog azota po Kjeldhalu u konačnoj sumi za ukupan azot dominantan na svim lokalitetima. Doprinos koncentracije nitratnog azota u sumi za ukupan azot se povećao na I nasipu.

#### 2.1.10. AMONIJAČNI AZOT

Vrednosti za amonijačni azot u toku 2021. godine su neujednačene (u vodi I sektora

od 0,12 do 4,66 mg/L).

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



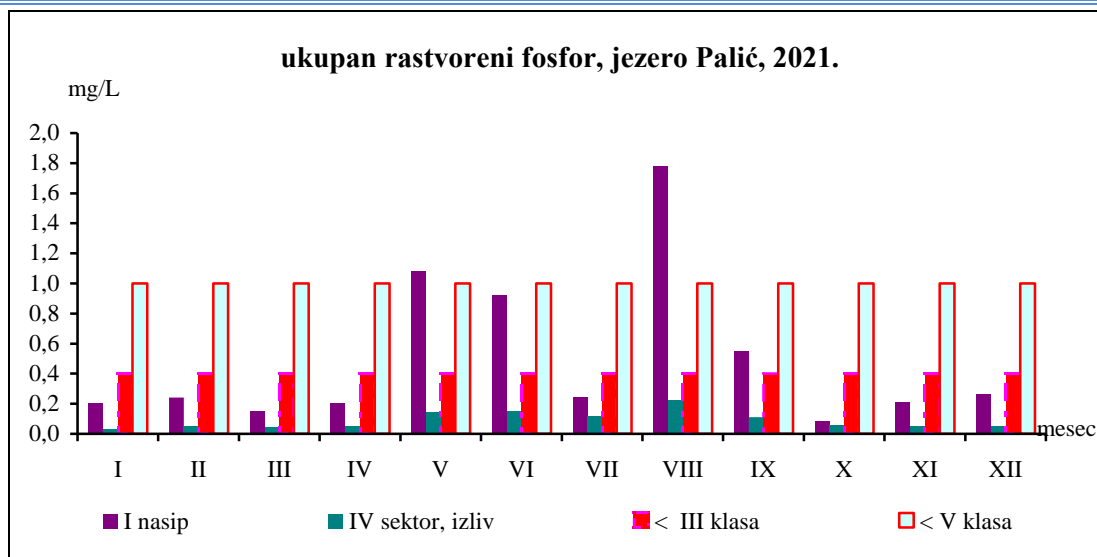
Grafikon 18. JEZERO PALIĆ, amonijačni azot - sezonski , mg/L

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).

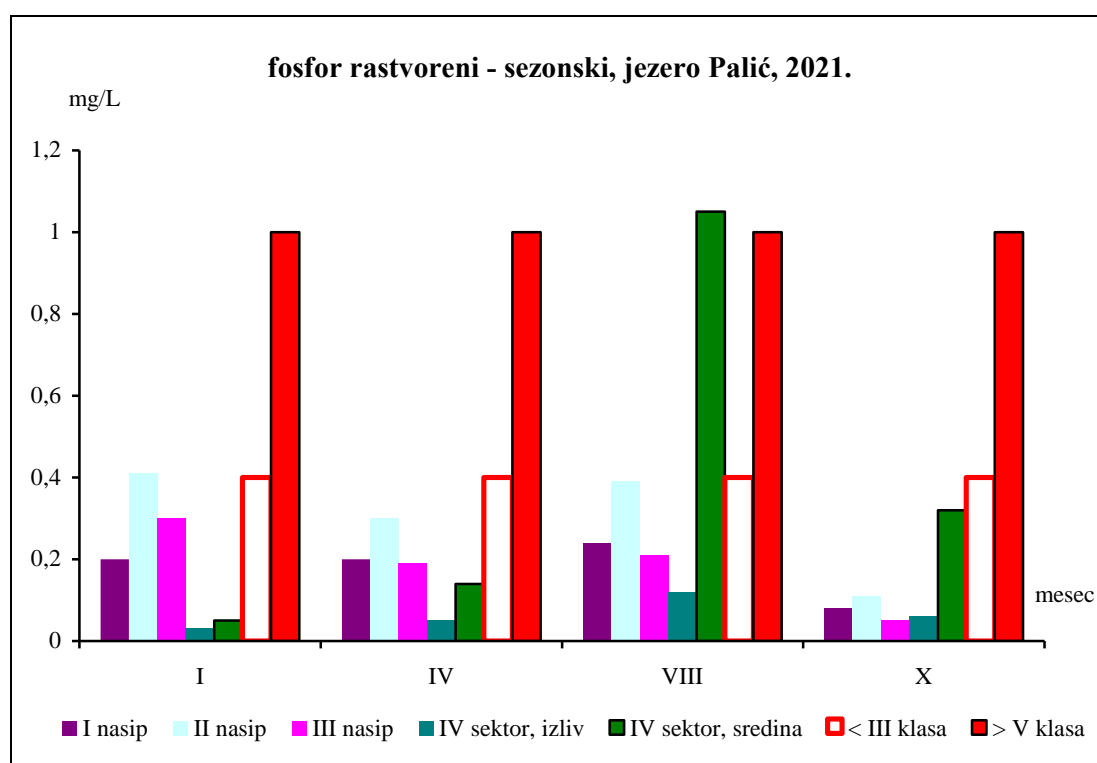
#### 2.1.11. UKUPAN RASTVORENI FOSFOR

Prosečna koncentracija ukupnog rastvorenog fosfora u 2021. godini na I nasipu (0,493 mg/L) je niža u odnosu na vrednost iz prošle godine, a na turističkom delu jezera (0,089 mg/L) je na nivou prošlogodišnje vrednosti.

U mesecu maju 2021. godine, na prvom nasipu, zabeležen je maksimum od 1,78 mg/L koji je manji od maksimalne godišnje vrednosti za 2020. godinu (4,67 mg/L).

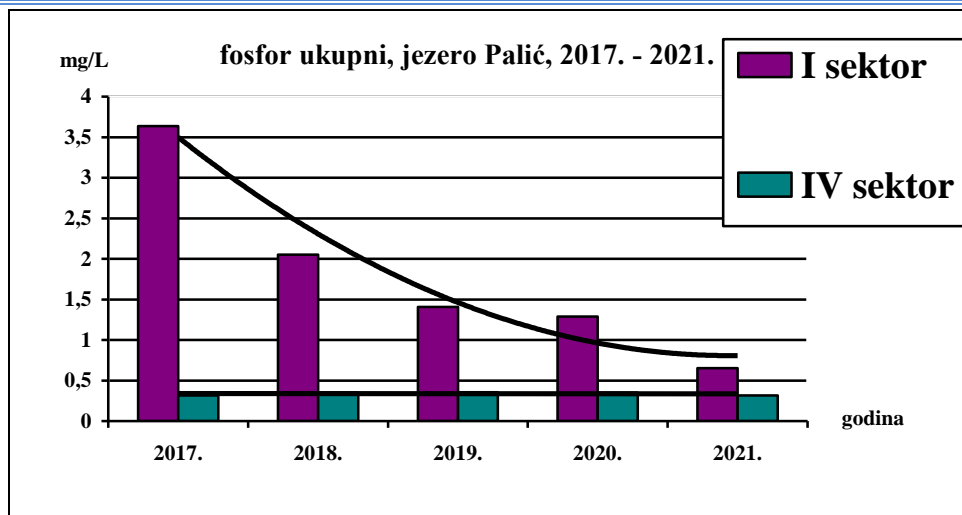


*Grafikon 19. JEZERO PALIĆ, ukupan rastvoreni P, mg/L*



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

Na osnovu vrednosti ukupnog rastvorenog fosfora, kvalitet vode IV sektora veći deo perioda pripada III klasi („Sl. glasnik RS“, br. 50/12 i 74/11), odnosno „umerenom“ ekološkom statusu. U mesecu avgustu, vrednost rastvorenog fosfora je prešla granicu V klase na osnovu čega je voda imala „loš“ ekološki status.



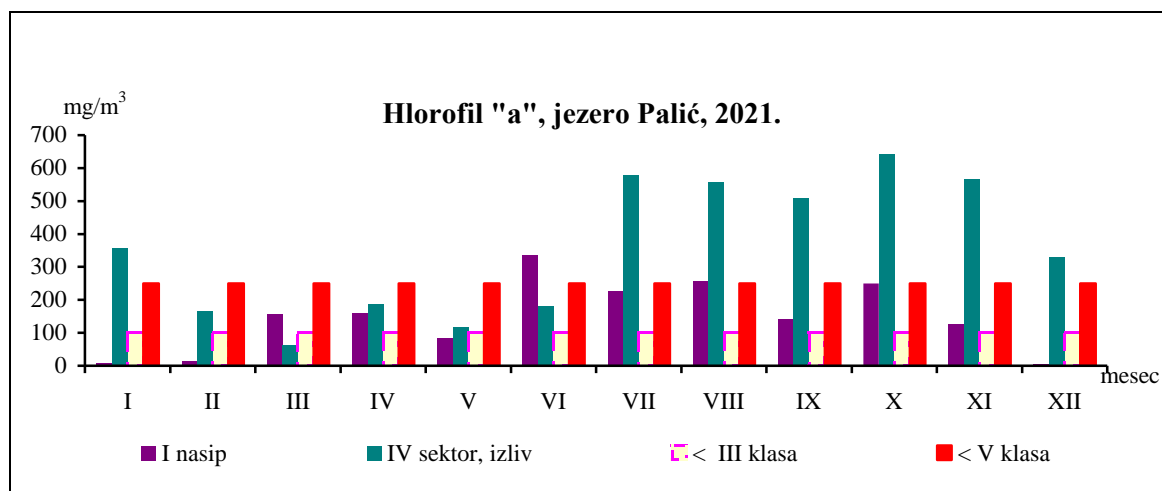
Grafikon 21. JEZERO PALIĆ, ukupan fosfor, mg/L

Trend pada prosečnih vrednosti ukupnog fosfora u vodi I sektora prisutan je i u 2021. godini. Prosečna godišnja vrednost u turističkom delu jezera je na nivou prošlogodišnje.

#### 2.1.12. HLOROFIL "a"

Vrednosti hlorofila "a" u vodi IV sektora u 2021. godini su nešto niže u odnosu na 2020. godinu (maksimum u oktobru mesecu 2021. godine – 641 mg/m<sup>3</sup>, a maksimum u avgustu mesecu 2020. godine – 776 mg/m<sup>3</sup>).

Voda je veći deo perioda ispitivanja bila V klase kvaliteta („Sl. glasnik RS“, br. 50/12 i 74/11), što podrazumeva „loš“ ekološki status.



Grafikon 22. JEZERO PALIĆ, hlorofil "a", mg/m<sup>3</sup>

Loš kvalitet vode turističkog dela jezera je i tokom 2021. godine značajno uslovljen velikim prilivom nutrijentima opterećene vode iz prethodnih sektora, difuznim izvorima zagađenja, visokim nivoom podzemnih voda, i pre svega ogromnom količinom sedimenta koji je preopterećen nutrijentima i ima dominantno negativan uticaj na kvalitet vode.

#### 2.1.13. JEZERSKI SEDIMENT

Ispitivanje sedimenta obavljeno je tri puta u toku godine, a rezultati ispitivanja predstavljeni su u tabelama.



Slika 5. Uzorkovanje sedimenta

-Januar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		8,10	7,92	7,98	7,69	8,10
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	90,3	95,0	85,7	97,0	98,0
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	9,7	5,0	14,3	3,0	2,0
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	146,0	95,4	153,6	213,7	135,8
5.	Ukupan azot	mg/kg	2012,4	1039,8	1978,7	449,4	630,1
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	1795	3088	2165	963	709

-April

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7,94	7,64	8,08	8,39	7,91
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	95,5	89,9	87,3	82,9	84,4
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	4,5	10,1	12,7	17,1	15,6
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	71,0	65,3	139,1	312,3	189,1
5.	Ukupan azot	mg/kg	1537,5	1642,5	1548,8	1244,4	1216,9
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	1880	<b>5314</b>	2930	<b>4122</b>	3693



-Jul

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7,87	8,01	8,10	8,50	8,63
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	86,8	93,9	90,4	86,0	89,4
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	13,2	6,1	9,6	14,0	10,6
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	740,8	758,1	619,9	348,7	437,5
5.	Ukupan azot	mg/kg	3370,4	2851,9	2755,2	1975,4	2235,4
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	2707	<b>10178</b>	<b>5400</b>	2477	3126

Rezultati ispitivanja sedimenta ukazuju da je pH vrednost ujednačena na svim lokalitetima, ali povećana u odnosu na prošlogodišnje vrednosti.

U svim sedimentima je prisutna visoka koncentracija azota i ekstremno visoka koncentracija fosfora, naročito u aprilu mesecu na I nasipu i IV sektoru, i u oktobru mesecu na II i III nasipu.

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 površinske vode i 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 2021. godine kvalitet vode IV sektora jezera Palić opisan je kao “loš”, osim u mesecu martu kada je bio “dobar”.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SWQI sredina	69 	-	-	61 	-	-	40 	-	-	45 	-	-
SWQI izliv	61 	60 	73 	61 	58 	55 	49 	60 	48 	54 	56 	55 

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 i bitno utiču na funkcionalnost ekosistema.

Voda jezera Palić na svim lokalitetima, tokom cele 2021. godine je bila „van klase“.

### 2.1.15. FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

U sastavu fitoplanktona i fitoperifitona turističkog dela jezera Palić u 2021. godini utvrđeno je prisustvo 33 vrste *Chlorophyta*, 25 vrsta *Bacillariophyta*, 13 vrsta *Cyanophyta* i 4 vrste *Euglenophyta*. U pogledu diverziteta ne uočavaju se razlike u odnosu na 2020. godinu.



Slika 6. *Nitzschia palea*

Tokom perioda ispitivanja, kvantitativnu dominaciju u IV sektoru jezera, kao i prethodnih godina imao je razdeo *Cyanophyta*. Procentualna zastupljenost ovog razdela u zajednici kretala se od 71.4% do 91.1%.

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

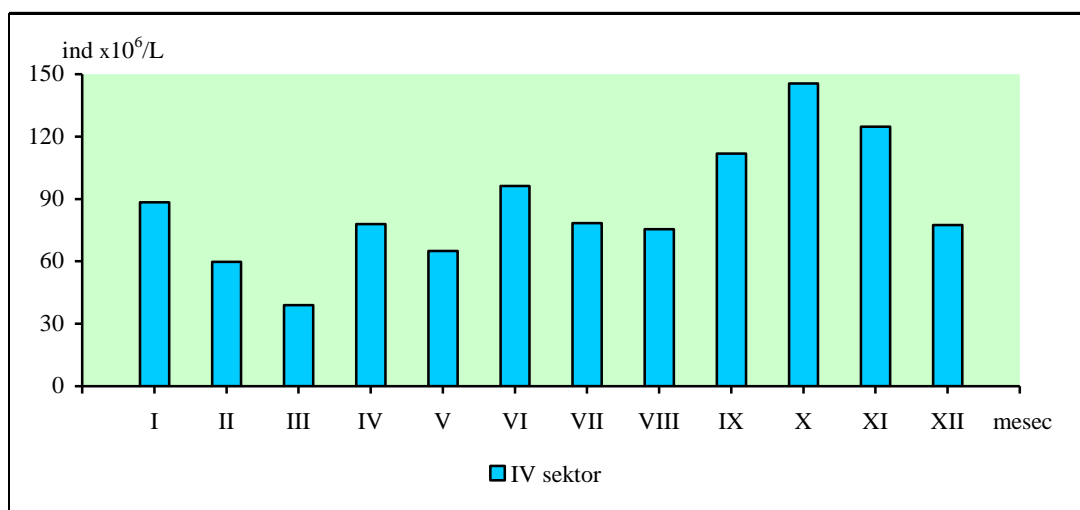
Procentualna zastupljenost modrozelenih algi u zajednici određuje „loš“ ekološki status vode, odnosno V klasu kvaliteta tokom cele godine ( „Pravilnik“, „Sl. glasnik RS“, br. 74/11).

2021. godine se zadržava trend hiperprodukcije fitoplanktona, ali se ipak uočava nešto smanjena brojnost u odnosu na 2020. godinu. Maksimalna brojnost registrovana je u oktobru –  $145.60 \times 10^6$  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 politrofični hidroekosistem, u kome je izražen snažan negativan uticaj *Cyanophyta*.

Dominacija modrozelenih algi maksimalno ugrožava kvalitet vode na ovom lokalitetu i predstavlja stalni problem.



Grafikon 23. JEZERO PALIĆ, broj individua fitoplanktona, x10<sup>6</sup>/L

### 2.1.16. ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

U sastavu zooplanktona i zooperifitona IV sektora jezera Palić determinisane su grupe *Rotatoria* (16 predstavnika), *Copepoda* (3 predstavnika) i *Cladocera* (1 predstavnik).

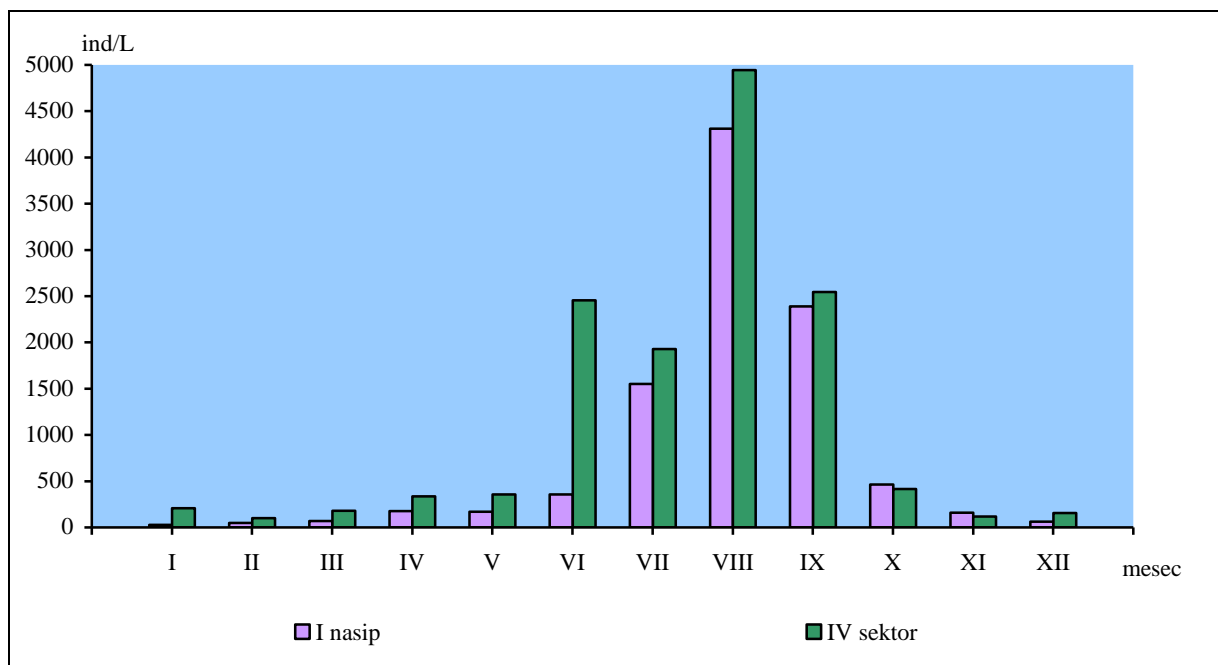
Tokom 2021. godine, nakon dužeg perioda odsustva, uočeno je prisustvo predstavnika grupe *Cladocera* (*Daphnia longispina* – oktobar mesec).

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

Dominantno prisustvo predstavnika grupe *Rotatoria* u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu zajednice uočeno je na lokalitetima - I nasip i turistički deo jezera. Najveći broj determinisanih vrsta zooplanktona i zooperifitona, tokom 2021. godine, prisutan je na lokalitetu - IV sektor jezera.

Tokom perioda ispitivanja, na lokalitetima II i III nasip, registrovano je konstantno prisustvo predstavnika grupe *Cladocera*. Determinisane su vrste: *Daphnia galeata*, *Daphnia longispina* i *Daphnia magna*.

Veća brojnost zooplanktona, na lokalitetima – I nasip i IV sektor jezera, uočena je u letnjem periodu. Maksimalna vrednost od 4946 ind/L zabeležena je u avgustu 2021. godine.

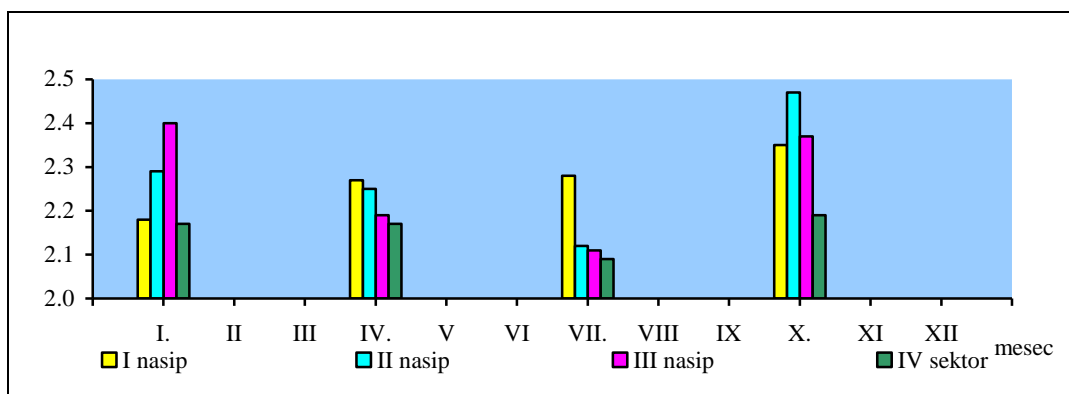


Grafikon 24. JEZERO PALIĆ, broj individua zooplanktona, ind/L

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

Vrednosti indeksa saprobnosti na svim lokalitetima jezera Palić ukazuju da je voda II klase kvaliteta, osim u januaru (III nasip) i oktobru (I nasip, II nasip i III nasip), kada je 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 25. JEZERO PALIĆ, saprobni indeks "S" po Pantle-Buck – u

### 2.1.18. MAKROZOOBENTOS

Ispitivanje faune dna jezera Palić tokom 2021. godine realizovano je u aprilu i julu, na lokalitetima predviđenim programom ispitivanja. Određen je kvalitativan i kvantitativan sastav zajednice *Chironomidae* i *Oligochaeta*.



Slika 7. *Tubifex tubifex*

U okviru zajednice *Chironomidae*, na lokalitetu I nasip determinisana je vrsta *Glyptotendipes sp.*, dok je na lokalitetima III nasip i IV sektor jezera registrovana vrsta *Chironomus plumosus*.

Maksimalna brojnost larvi hironomida utvrđena je u julu, na lokalitetu I nasip – 488 ind/m<sup>2</sup>.

Na sva četiri lokaliteta jezera Palić, 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- 6 vrsta, II nasip- 2 vrste, III nasip- 2 vrste, IV sektor- 1 vrsta). Procentualno najzastupljenije u zajednici bile su vrste *Limnodrilus hoffmeisteri* i *Tubifex tubifex*.

U turističkom delu jezera i tokom 2021. godine determinisana je samo vrsta *Limnodrilus hoffmeisteri*.

Maksimalna brojnost oligoheta utvrđena je u julu, na lokalitetu I nasip – 3463 ind/m<sup>2</sup>.

Sve determinisane vrste makrozoobentosa su indikatori  $\alpha$ -mezo i  $\alpha$ -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 6 uzoraka jezerske vode IV sektora – turističkog dela Paličkog jezera. U prethodnoj godini mikrobiološki je analizirano 8 uzoraka. Obim i vrsta ispitivanja definisani su Ugovorom o monitoringu parametara životne sredine sa Gradskom upravom Subotice. Uzorci vode jezera Palić su uzeti sa svih lokaliteta sezonskom dinamikom (januar, april, jul, oktobar).

Parametri mikrobiološkog ispitivanja su sledeći: 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 svih 6 uzoraka uzetih tokom 2021. godine sa IV sektora – turističkog dela Paličkog jezera su odgovarali zahtevima za I-II klasu površinskih voda, koje su pogodne za kupanje, rekreaciju i sportove na vodi.

Na ostalim lokalitetima za uzorkovanje uzeto je još ukupno 28 uzoraka za mikrobiološko ispitivanje. Ovi uzorci su, na osnovu mikrobioloških pokazatelja, odgovarali III do V klasi (Kanal Palić-Ludoš) kvaliteta.

Na mikrobiološki kvalitet vode jezera Palić značajan uticaj imaju difuzni izvori zagađenja, a količina i karakter izvora zagađenja još uvek nisu u potpunosti stavljeni pod kontrolu.

U okviru mera za unapređenje stanja neophodna je potpuna evidencija zagađivača u zaštićenom području, obezbeđivanje 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

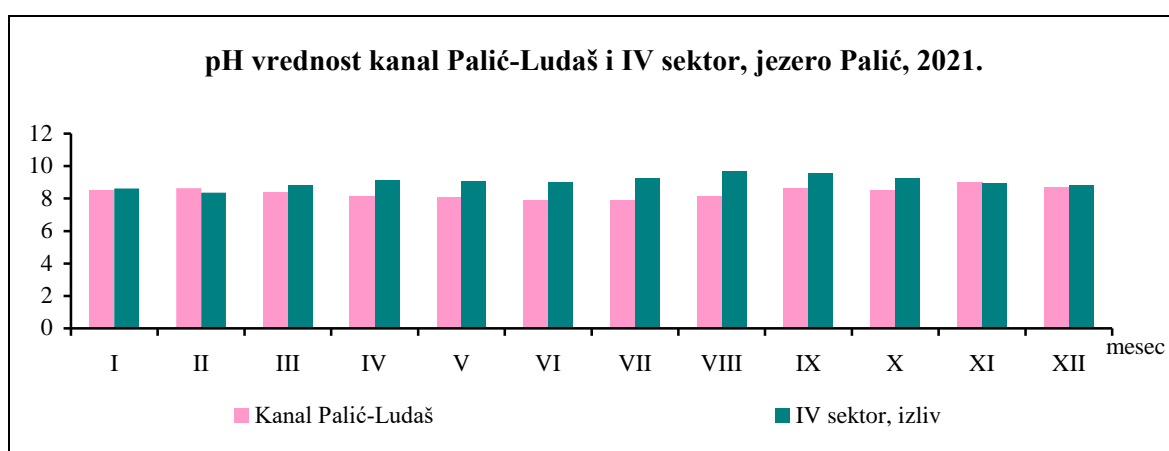
Voda jezera Palić se putem kanala Palić-Ludaš uliva u Ludaško jezero.

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.

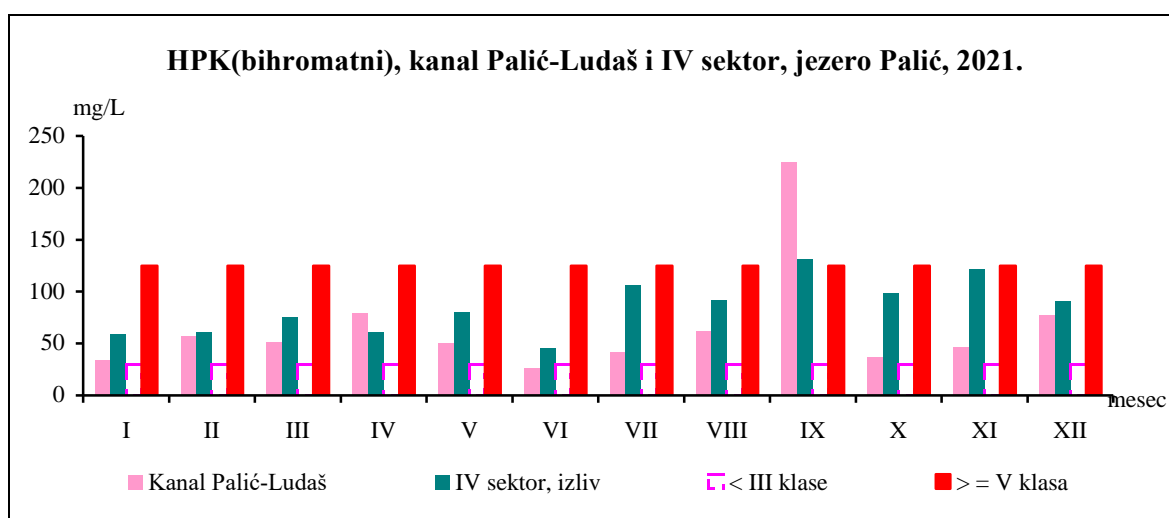
pH vrednosti vode kanala Palić-Ludaš i IV sektora jezera Palić su slične, što ukazuje da je voda kanala najvećim delom poreklom iz IV sektora jezera Palić.

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 26. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, pH vrednost*

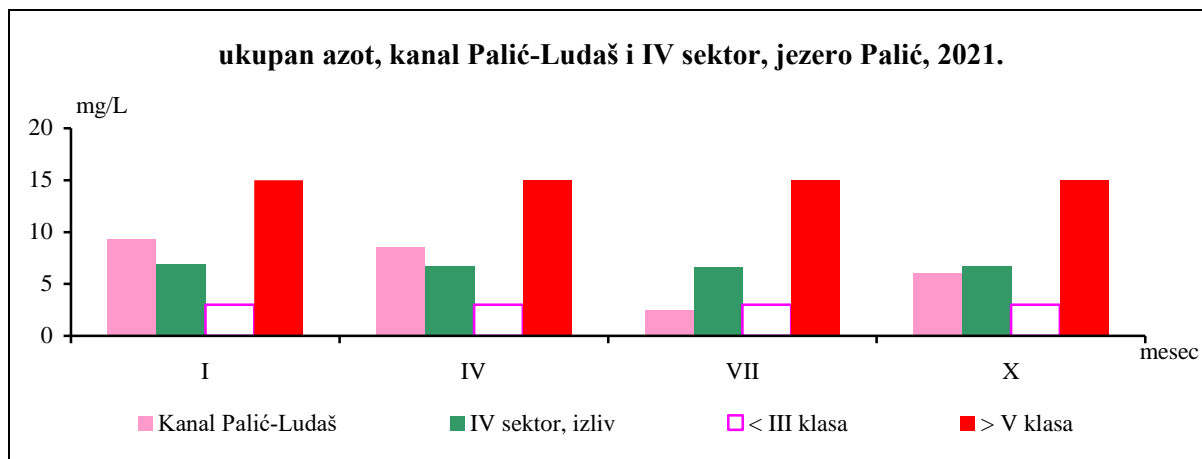
Kanal Palić-Ludaš je organski izuzetno opterećen, i na osnovu vrednosti HPK (bihromatna) voda tokom većeg dela godine ima karakteristike IV klase, na osnovu "Uredbe" („Sl. glasnik RS“, br. 50/12).



*Grafikon 27. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, HPK bihromatni*

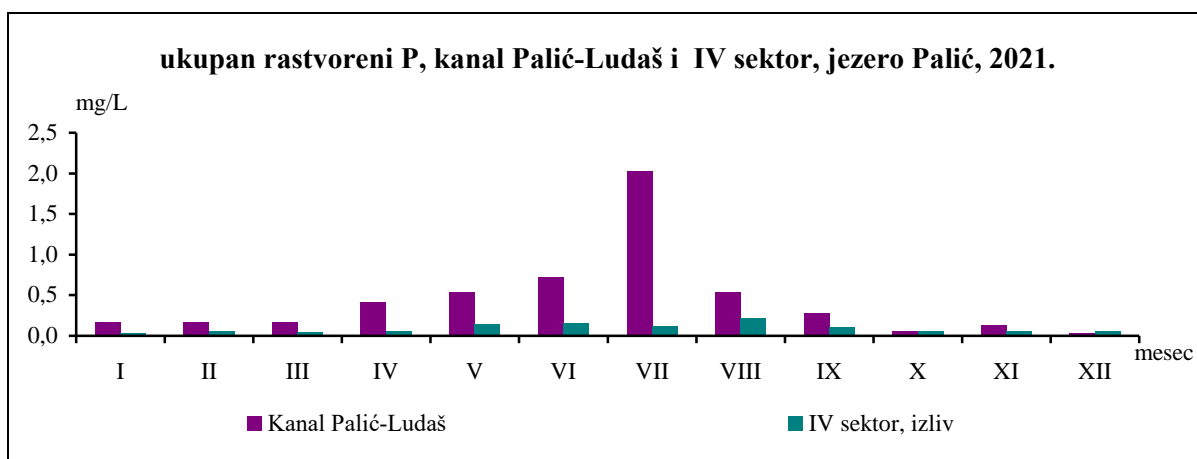
Pored veoma velikog organskog opterećenja, voda kanala Palić-Ludaš sadrži i veliku količinu nutrijenata. Koncentracije ukupnog azota i fosfora su povišene zbog direktnog uticaja neprečišćenih komunalnih voda i podzemne vode iz I izdani, koja je jako opterećena komunalnim vodama iz domaćinstava.

Koncentracije ukupnog azota svrstavaju vodu kanala Palić-Ludaš u IV klasu ("Uredba", „Sl. glasnik RS“, br. 50/12).



*Grafikon 28. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, ukupan azot, mg/L*

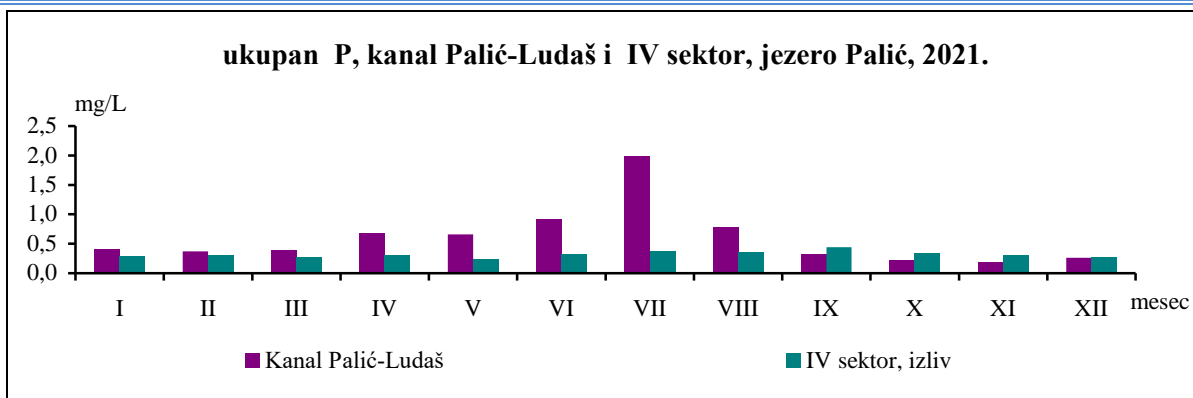
Znatno više koncentracije ukupnog rastvorenog fosfora u vodi kanala u odnosu na „izvorište“ (IV sektor – izliv iz jezera, Palić), posledica su većeg doprinosa difuznih izvora zagađenja (uticaj veštačkih đubriva sa okolnih parcela i prevashodno deterdženata iz neprečišćenih komunalnih voda sa svih gore navedenih pojava mesta).



*Grafikon 29. 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.

Do septembra 2021. godine ukupan fosfor u vodi kanala Palić-Ludaš je bio viši od ukupnog fosfora na lokalitetu IV sektor – izliv iz jezera, nakon čega je vrednost ukupnog fosfora u vodi kanala bila niža u odnosu na vrednost na lokalitetu IV sektor – izliv iz jezera.



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

U toku 2021. 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	45	41	51	35	36	44	26	32	37	49	45	56
kanal PL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Na osnovu prezentovanih rezultata voda kanala Palić-Ludaš je tokom 2021. 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.

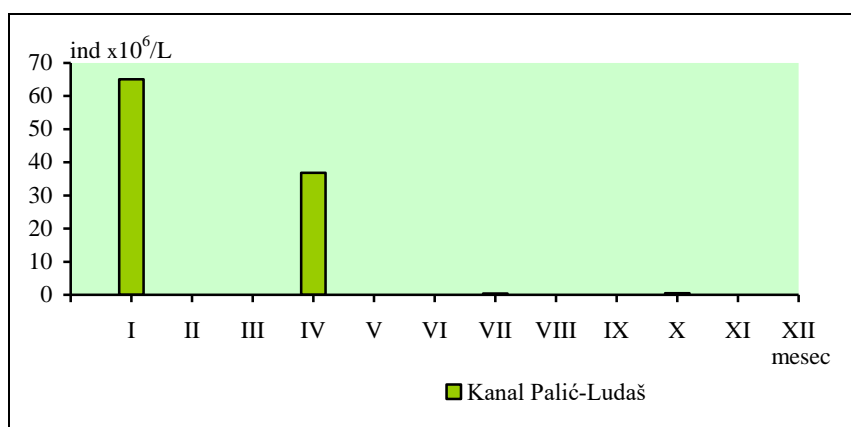
## FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

U sastavu fitoplanktona i fitoperifitona, na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš, utvrđeno je prisustvo 24 vrste *Chlorophyta*, 12 vrsta *Bacillariophyta*, 10 vrsta *Euglenophyta* i 10 vrsta *Cyanophyta*.

U pogledu brojnosti i tokom 2021. godine dominirala je vrsta - *Oscillatoria agardhii*.

Kvantitativna zastupljenost modrozelenih algi u zajednici fitoplanktona kretala se od 75.8% do 88.3%.

Tokom 2021. godine uočene su velike oscilacije u pogledu brojnosti algi u vodi kanala. Sezonske vrednosti su gotovo identične kao i 2020. godine. Maksimalna vrednost registrovana je u januaru mesecu -  $65.10 \times 10^6$  ind/L.



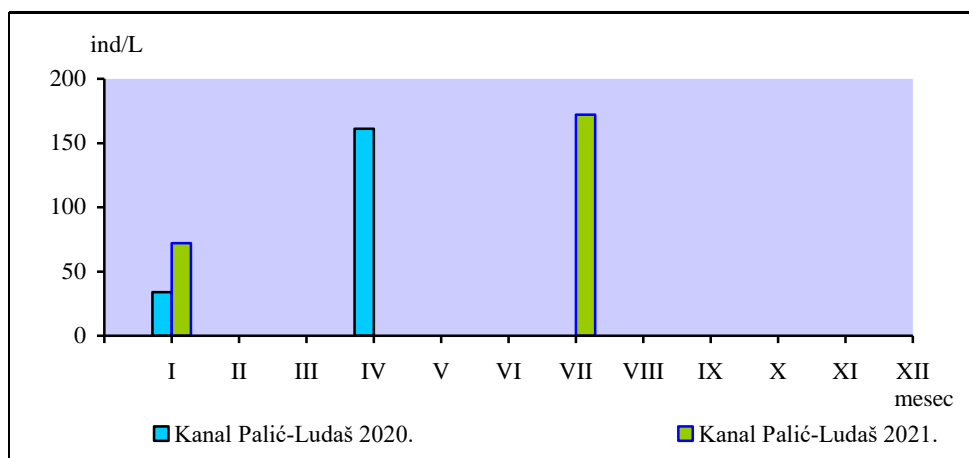
Grafikon 31. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, broj individua fitoplanktona,  $\times 10^6$ /L

## ZOOPLANKTON I ZOOOPERIFITON

U sastavu zooplanktona i zooperifitona na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš determinisane su grupe *Rotatoria* (3 predstavnika) i *Copepoda* (1 predstavnik).

Tokom 2021. godine prisutan je izuzetno mali broj vrsta u zajednici, kao i smanjena brojnost zooplanktona, do potpunog odsustva ( april i oktobar). Nije uočeno prisustvo predstavnika grupe *Cladocera*.

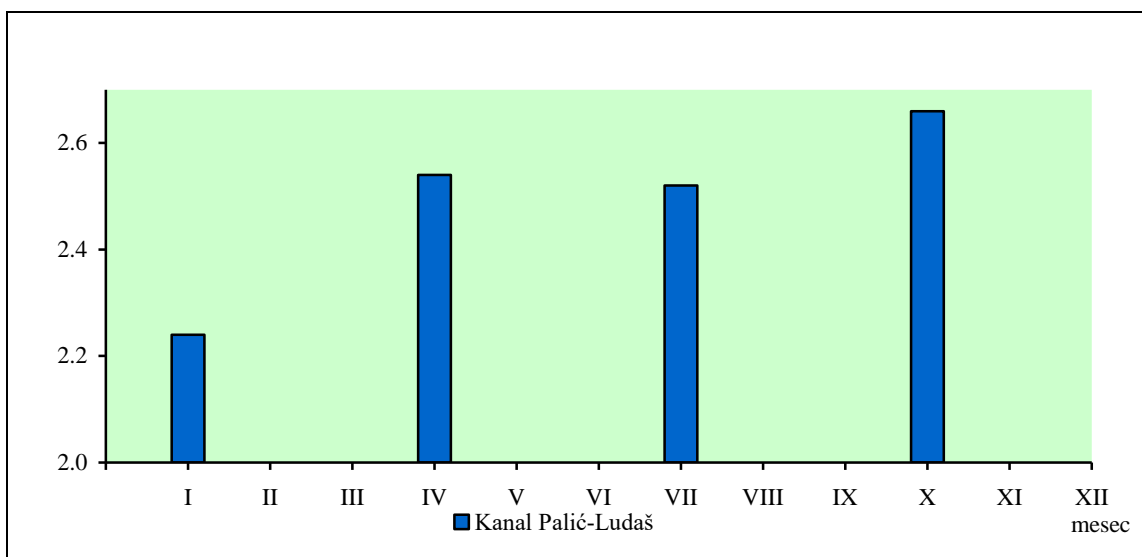
Brojnost zooplanktona u julu mesecu bila je – 172 ind/L.



Grafikon 32. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, broj individua zooplanktona, ind/L

## SAPROBNI INDEKS "S" PO PANTLE - BUCK – u

Tokom 2021. godine vrednosti indeksa saprobnosti, na osnovu zajednice planktona i perifitona, na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš, bile su uglavnom u granicama  $\alpha$ - $\beta$  mezosaprobnosti.



Grafikon 33. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, saprobni indeks "S" po Pantle-Buck-u

## MAKROZOOBENTOS

Rezultati ispitivanja makrozoobentosa na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš tokom 2021. godine ukazuju na potpuno odsustvo predstavnika zajednice *Chironomidae* i *Oligochaeta*. Nepovoljni uslovi u sedimentu isključuju opstanak faune dna.



Slika 8. 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. 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.



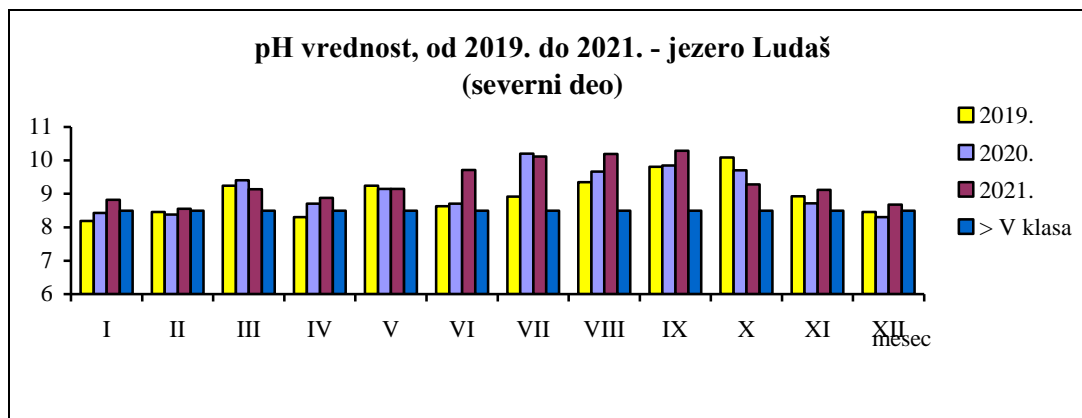
*Slika 9. Severni Ludaš*

Ispitivanja kvaliteta vode jezera Ludaš vršena su na tri lokaliteta: severni, srednji i južni deo, programom predviđenom dinamikom.

### 2.3.1. pH VREDNOST

pH vrednosti izmerene na severnom delu jezera Ludaš su više ili na nivou prošlogodišnjih, i kao takve ne zadovoljavaju uslove kvaliteta propisane „Uredbom“ za predviđenu namenu. Maksimalna vrednost u 2021. godini (pH=10,29) izmerena je u septembru, dok je u 2020. godini (pH=10,20) izmerena u julu mesecu, što je još jedan pokazatelj da se izgubila svaka sezonska „različitost“ kvaliteta vode.

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

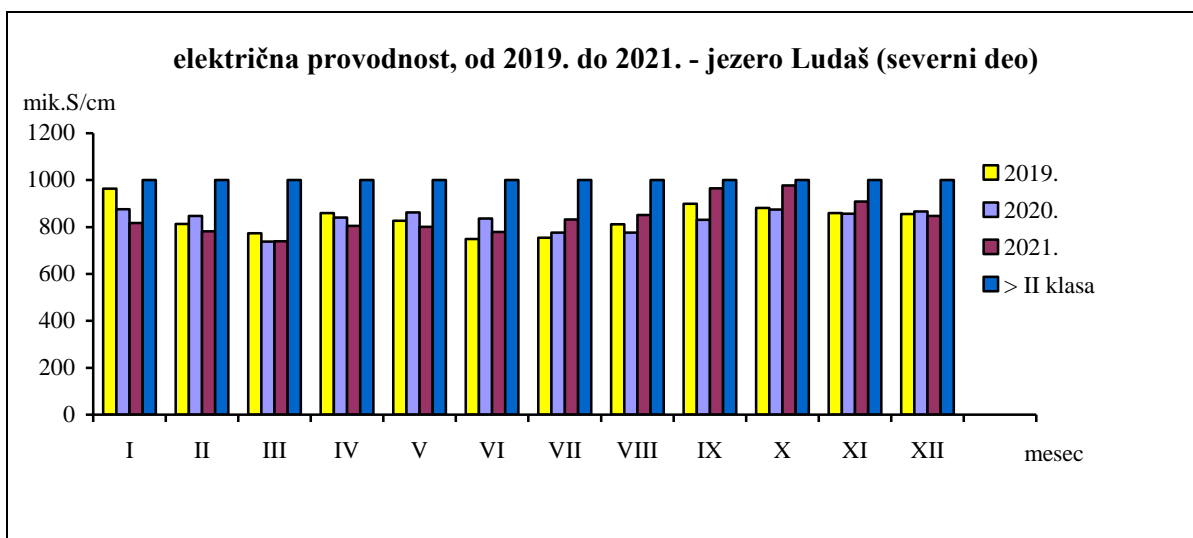


*Grafikon 34. JEZERO LUDAŠ, pH vrednost*

### 2.3.2. ELEKTRIČNA PROVODNOST

Na severnom delu jezera vrednosti električne provodnosti u 2021. godini su pretežno ujednačene i približne vrednostima iz prethodne godine.

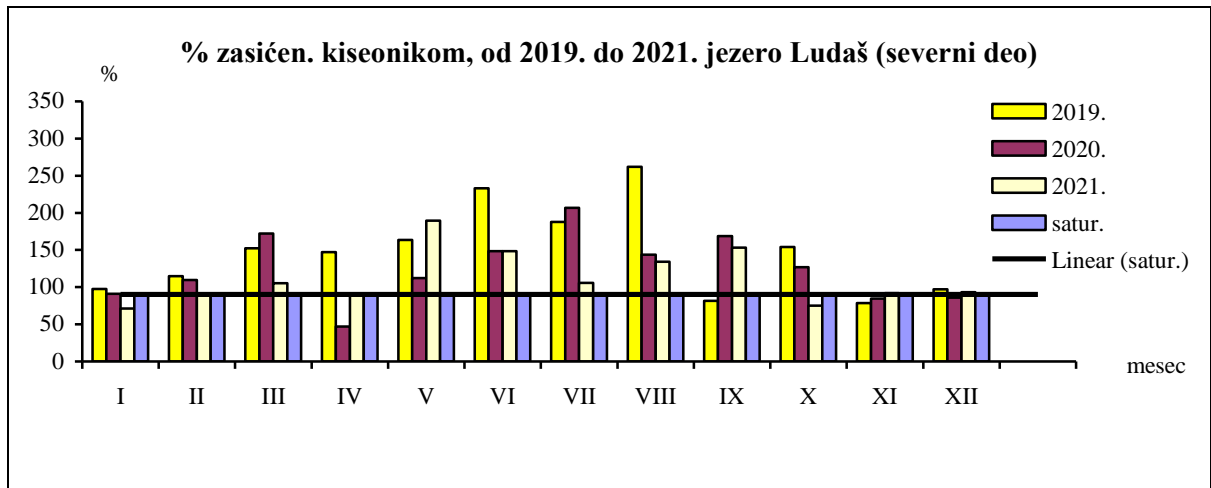
Električna provodnost, kao pokazatelj ukupne količine soli u vodi, svrstava jezero na ovom lokalitetu u I-II klasu kvaliteta tokom celog izveštajnog perioda („Uredba“, „Sl. glasnik RS“, br. 50/12).



*Grafikon 35. JEZERO LUDAŠ, električna provodnost,  $\mu$ S/cm*

### 2.3.3. ZASIĆENOST KISEONIKOM

Vrednosti rastvorenog kiseonika u vodi severnog dela jezera pokazuju da je kiseonični režim neujednačen. Procenat zasićenosti kiseonikom bio je u granicama od 71,0 % (januar) do 189,4 % (maj).



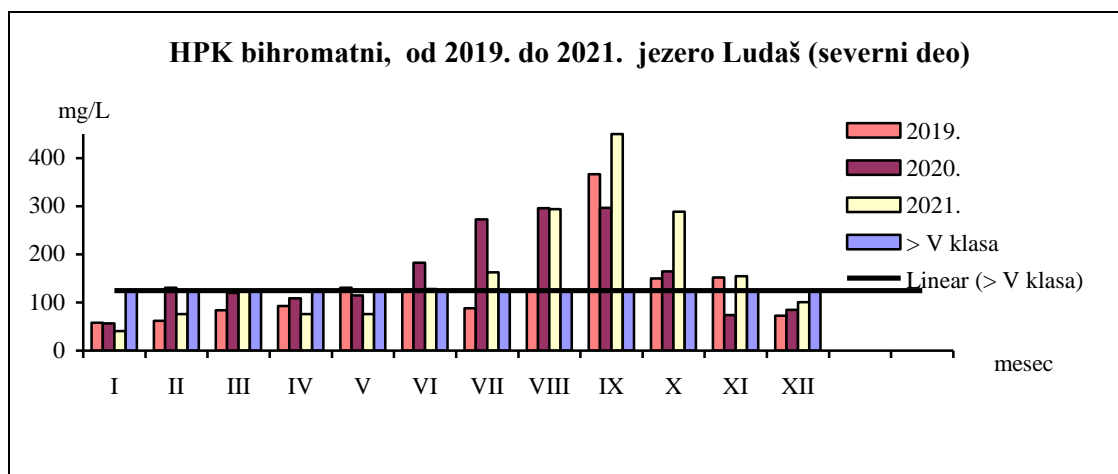
Grafikon 36. JEZERO LUDAŠ, zasićenost kiseonikom, % O<sub>2</sub>

#### 2.3.4. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA (bihromatna)

Koncentracije organskih materija u severnom delu jezera, izražene preko hemijske potrošnje kiseonika su i dalje izuzetno visoke, bliske vrednostima za komunalne otpadne vode.

Ekstremno visoke vrednosti su zabeležene u periodu jul – novembar. Maksimum u 2021. godini (450 mg/L) je viši od maksimuma u 2020. godini (297 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 37. JEZERO LUDAŠ, HPK (bihromatna), mg/L

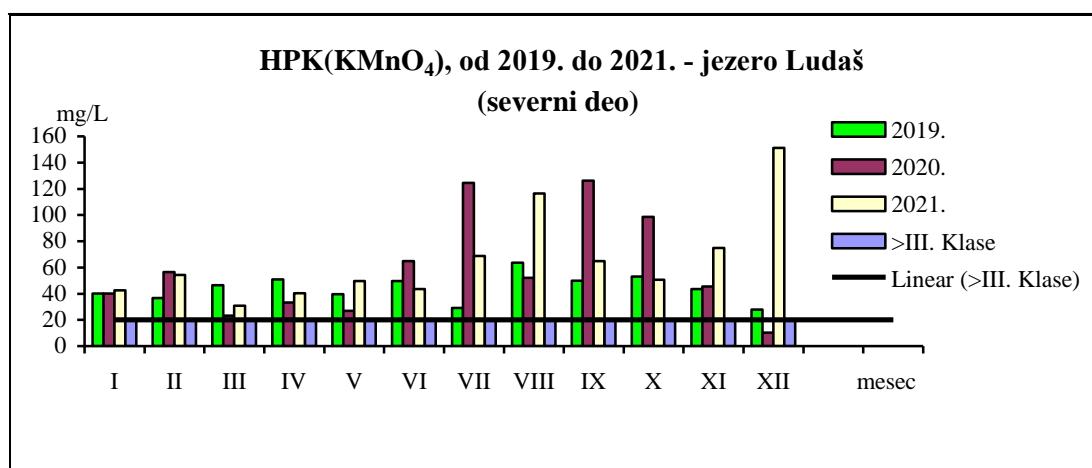




Slika 10. Srednji Ludaš

### 2.3.5. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA ( $KMnO_4$ )

Organsko opterećenje izraženo preko hemijske potrošnje kiseonika iz utroška  $KMnO_4$  svrstava vodu severnog Ludaša u V klasu u većem delu godine, što odgovara „lošem“ ekološkom statusu.



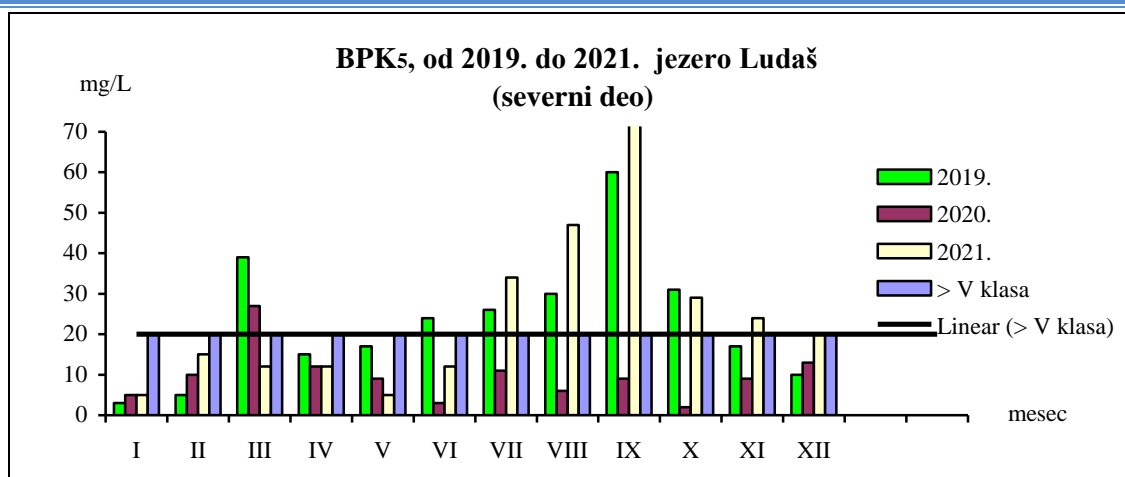
Grafikon 38. JEZERO LUDAŠ, HPK (iz utroška  $KMnO_4$ ), mg/L

### 2.3.6. PETODNEVNA BIOLOŠKA POTROŠNJA KISEONIKA

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).

Vrednosti biološke potrošnje kiseonika nakon pet dana, tokom ispitivanog perioda su relativno ujednačene osim ekstremno visoke vrednosti u septembru mesecu. Minimum je zabeležen u januaru i maju – 5 mg/L, a maksimum u septembru mesecu – 278 mg/L.

Jezero je „ranjivo“ i „preosetljivo“ na spoljne uticaje, što je posledica njegove male dubine i velike količine mulja koji je u resuspendovanom stanju.



*Grafikon 39. JEZERO LUDAŠ, BPK<sub>5</sub>, mg/L*

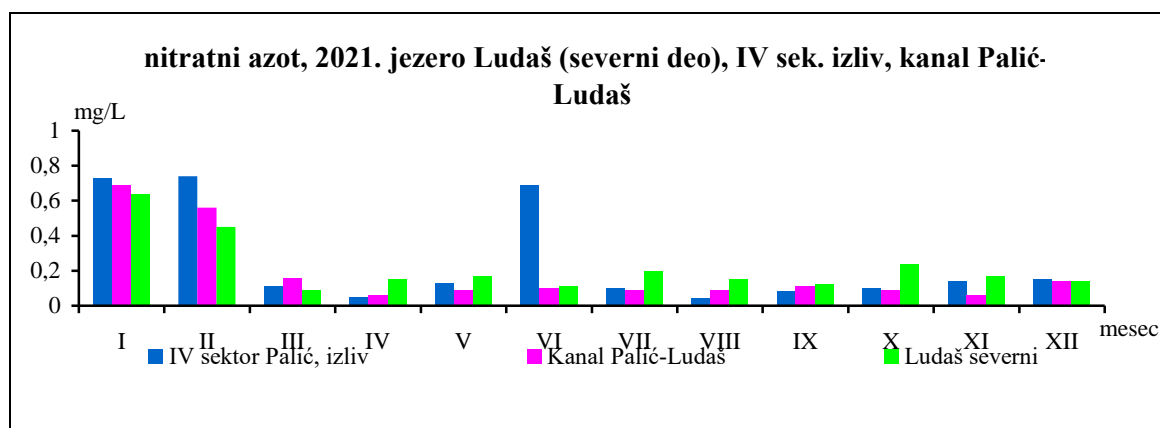


*Slika 11. Rokin salaš*

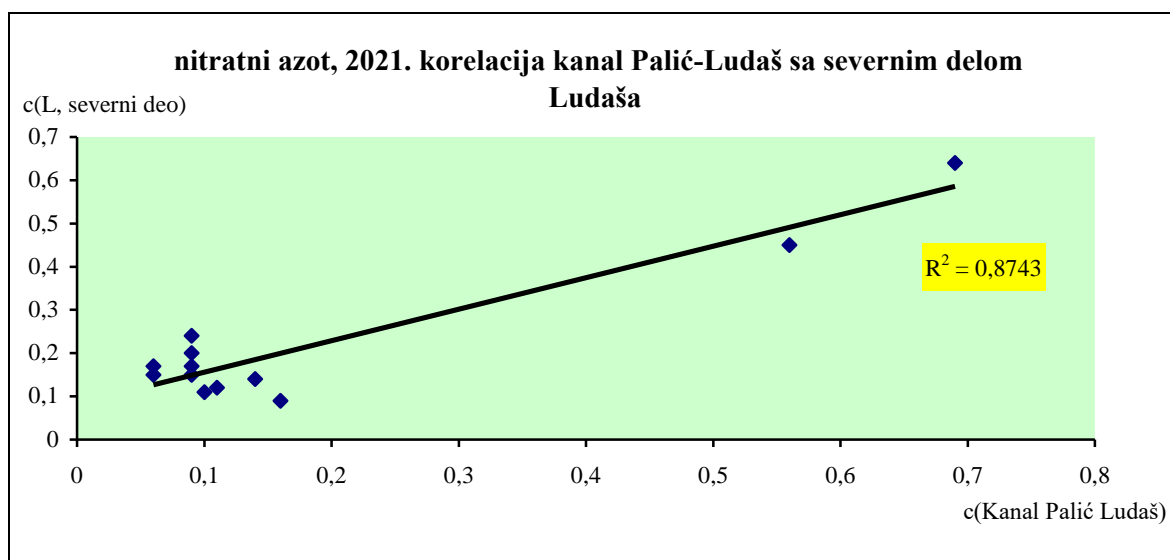
### 2.3.7. NITRATNI AZOT

Koncentracije nitrarnog azota u vodi severnog dela jezera su neujednačene i 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.



*Grafikon 40. JEZERO LUDAŠ, nitrarni azot, mg/L*



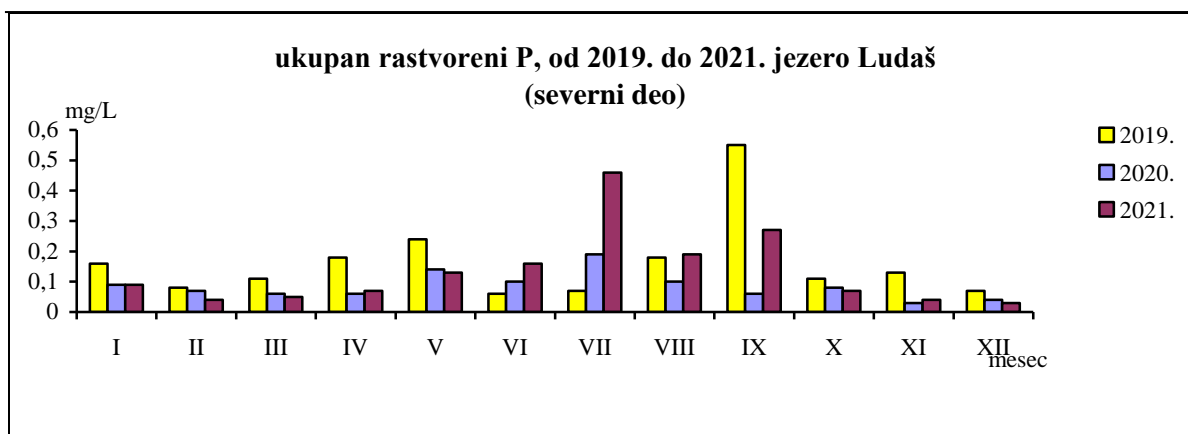
Grafikon 41. JEZERO LUDAŠ, korelacija sa kanalom Palić-Ludaš, nitratni azot, mg/L

### 2.3.8. UKUPAN RASTVORENI FOSFOR

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

Najviša vrednost u 2021. godini izmerena je u julu i iznosi 0,46 mg/L (IV klasa). Maksimalna vrednost u 2020. godini je iznosila 0,19 mg/L (II klasa).

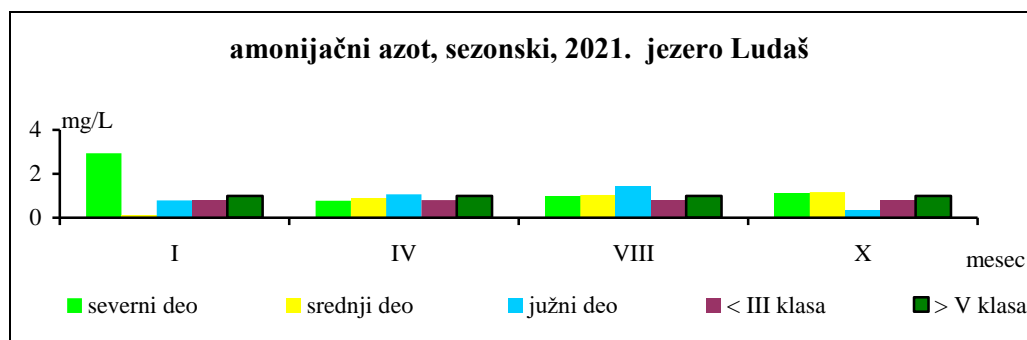
Tokom 2021. godine koncentracija ukupnog rastvorenog fosfora na ovom lokalitetu je na nivou prošlogodišnjih vrednosti, osim u periodu jun - septembar, kada je povišena.



Grafikon 42. JEZERO LUDAŠ, ukupan rastvoreni P, mg/L

### 2.3.9. AMONIJAČNI AZOT

Vrednosti amonijačnog azota tokom 2021. godine određuju „slab“ i „loš“ ekološki status vode jezera.



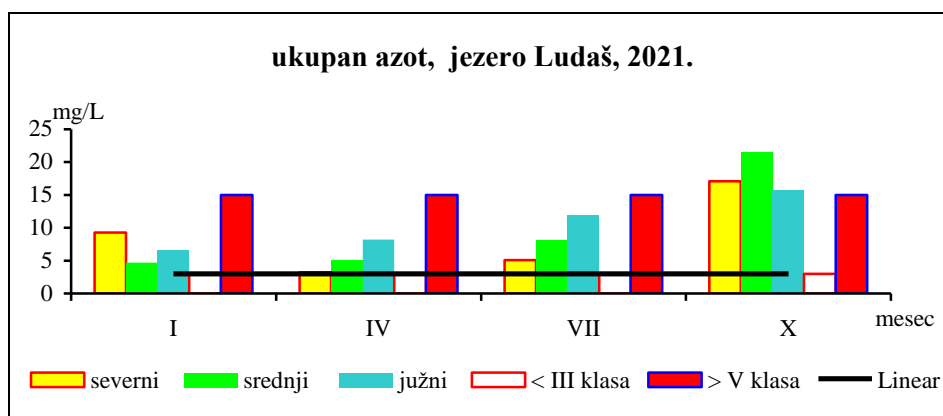
Grafikon 43. JEZERO LUDAŠ, amonijačni azot- sezonski , mg/L

### 2.3.10. UKUPAN AZOT

Vrednosti ukupnog azota u 2021. godini su određene sezonski, na sva tri lokaliteta jezera Ludaš.

Koncentracija ukupnog azota je na sva tri lokaliteta jezera manja od prošlogodišnje, osim u mesecu oktobru kada je koncentracija ukupnog azota znatno povišena na sva tri lokaliteta.

Na osnovu klasifikacije („Sl. glasnik RS“, br. 50/12) po ovom parametru, voda jezera Ludaš odgovara „slabom“ 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) i „lošem“ ekološkom statusu u oktobru.

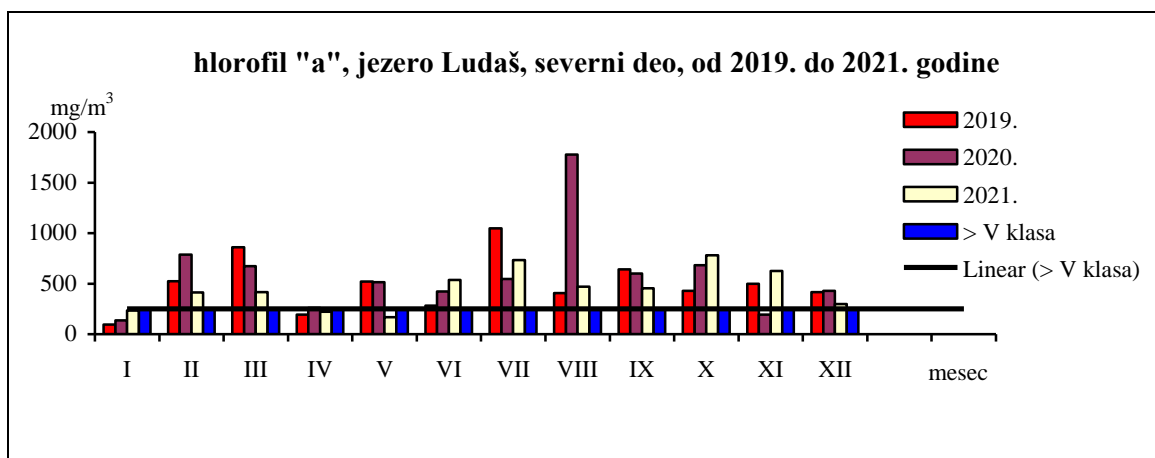


Grafikon 44. JEZERO LUDAŠ, ukupan azot - sezonski , mg/L

### 2.3.11. HLOROFIL "a"

Vodu severnog dela jezera karakteriše visok sadržaj hlorofila "a". Maksimalna vrednost ovog parametra u 2021. godini registrovana je oktobru – 781 mg/m<sup>3</sup>. Maksimum u 2020. godini je bio znatno veći – 1777 mg/m<sup>3</sup>.

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



*Grafikon 45. JEZERO LUDAŠ, hlorofil "a", mg/m<sup>3</sup>*

### 2.3.12. JEZERSKI SEDIMENT

Ispitivanje sedimenta obavljeno je tri puta u toku godine. Rezultati ispitivanja predstavljani su u tabelama.

-Januar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		8,26	8,18	8,24
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	84,6	57,4	86,3
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	15,4	42,6	13,7
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	157,9	258,0	509,3
5.	Ukupan azot	mg/kg	1452,1	1150,3	1552,4
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	2792	<b>7302</b>	1188

-April

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		8,00	8,14	8,45
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	45,2	62,7	88,8
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	54,8	37,3	11,2
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	190,6	234,0	189,9
5.	Ukupan azot	mg/kg	1731,2	1646,9	1541,6
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	<b>7768</b>	<b>4519</b>	1133

-Jul

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		8,62	8,45	8,59
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	69,5	54,0	89,4
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	30,5	46,0	10,6
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	996,4	1355,1	909,2
5.	Ukupan azot	mg/kg	1455,6	2395,0	1634,8
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	<b>15089</b>	324	1022

Rezultati ispitivanja sedimenta ukazuju da su pH vrednosti ujednačene na svim lokalitetima, ali povećane u odnosu na prošlogodišnje vrednosti.

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





















Vrednosti organskog i neorganskog dela sedimenta, na svim lokalitetima jezera, idu sve više u pravcu porasta udela organskog dela u odnosu na neorganski.

Svi sedimenti sadrže ogromnu količinu organske materije i izuzetno visoke koncentracije nutrijenata. Stalno je prisutna velika količina fosfora, naročito u sedimentu severnog i srednjeg dela jezera. Kvalitet sedimenta se izrazito pogoršao na lokalitetu južni deo. 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 2021. godine kvalitet vode jezera Ludaš opisan je kao “loš”, osim u januaru kada je na srednjem delu bio “dobar”, u julu kada je na srednjem delu bio “veoma loš” i u avgustu i 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	49 	53 	58 	61 	49 	60 	39 	38 	37 	48 	51 	53 
Srednji deo	79 	-	-	61 	-	-	35 	-	-	51 	-	-
Južni deo	70 	-	-	60 	-	-	41 	-	-	61 	-	-

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 2021. godine, u zajednici fitoplanktona i fitoperifitona determinisano je ukupno 105 vrsta algi.

Kvalitativno najzastupljeniji je razdeo *Chlorophyta* sa 38 vrsta, slede razdeo *Bacillariophyta* sa 31 vrstom, *Cyanophyta* sa 24 vrste, *Euglenophyta* sa 11 vrsta i *Pyrrophyta* sa jednim predstavnikom.

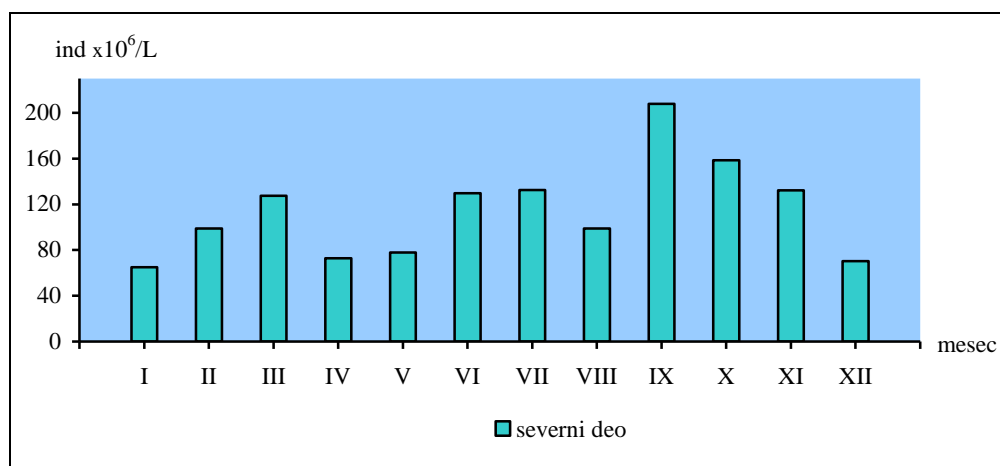
Tokom perioda ispitivanja, kao i 2020. godine, konstantno su bile prisutne vrste rodova: *Ankistrodesmus*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Euglena*, *Cyclotella*, *Cymbella*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Stephanodiscus* i *Synedra*.

Najveću učestalost na severnom i srednjem delu jezera imaju vrste: *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus opoliensis*, *Scenedesmus quadricauda*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flos-aquae*, *Microcystis delicatissima*, *Oscillatoria agardhii* i *Stephanodiscus hantzschii*.

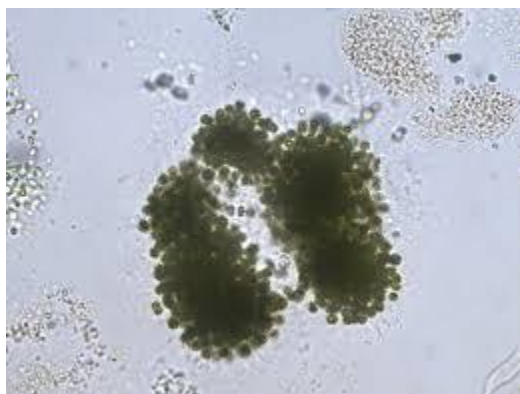
Rezultati hidrobiološke analize zastupljenosti razdela u zajednici ukazuju na potpunu kvantitativnu dominaciju razdela *Cyanophyta* na severnom i srednjem delu jezera. Procentualna zastupljenost modrozelenih algi u vodi jezera kretala se od 12% (južni deo jezera, april mesec) do 84.2% (severni deo jezera, avgust mesec).

Brojnost algi je konstantno velika na severnom delu jezera. Maksimum brojnosti od  $208 \times 10^6$  ind/L registrovan je u septembru mesecu.

Južni deo jezera i tokom 2021. godine zadržava specifičnost zajednice fitoplanktona, u smislu manje brojnosti.



Grafikon 46. JEZERO LUDAŠ, broj individua fitoplanktona,  $\times 10^6/L$



Slika 12. *Microcystis aeruginosa*



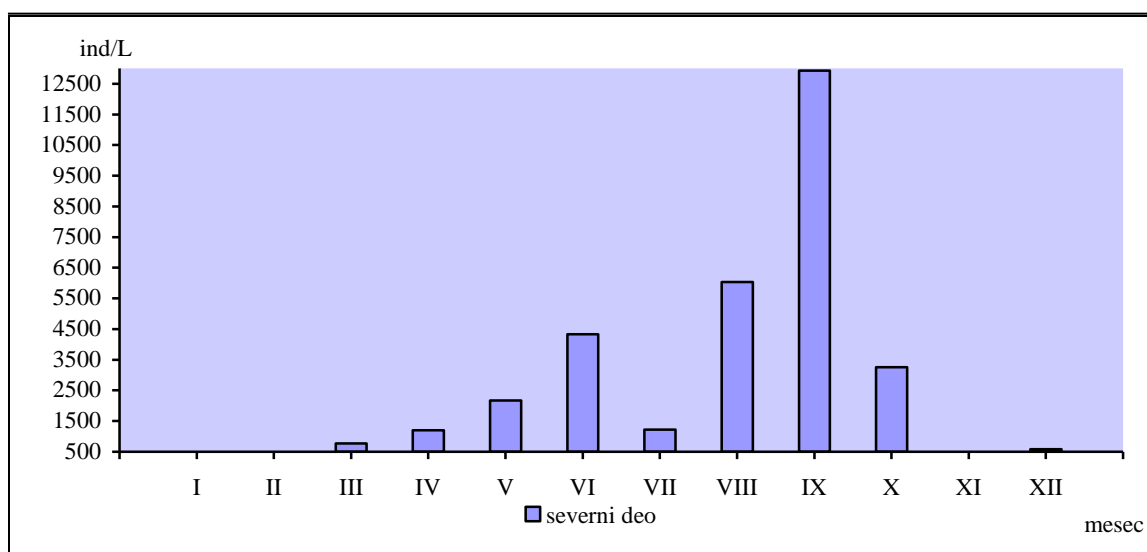
### 2.3.15. ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

Kvalitativnu i kvantitativnu dominaciju u zajednici zooplanktona i zooperifitona jezera Ludaš, kao i prethodnih godina ima grupa *Rotatoria* sa 31 predstavnikom. Na svim lokalitetima prisutni su i predstavnici grupe *Copepoda*.

Na severnom i južnom delu jezera 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*, *Trichocerca* i *Cyclops*.

Povećana brojnost zooplanktona na severnom delu Ludaša uočena je u periodu avgust-septembar. Maksimalna brojnost registrovana tokom 2021. godine bila je – 12931 ind/L.



Grafikon 47. JEZERO LUDAŠ, broj individua zooplanktona, ind/L

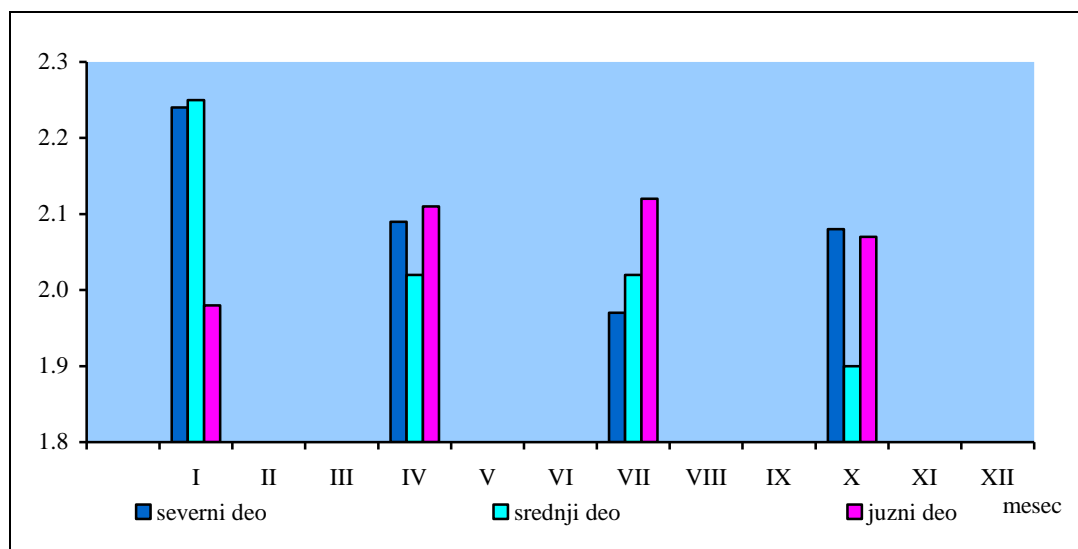


Slika 13. *Daphnia longispina*

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

Saprobiološka analiza ukazuje da je kvalitet vode severnog, srednjeg i južnog dela jezera Ludaš tokom 2021. godine bio u granicama  $\beta$  mezosaprobности ( II klasa kvaliteta).

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



Grafikon 48. JEZERO LUDAŠ, saprobni indeks "S" po Pantle-Buck-u

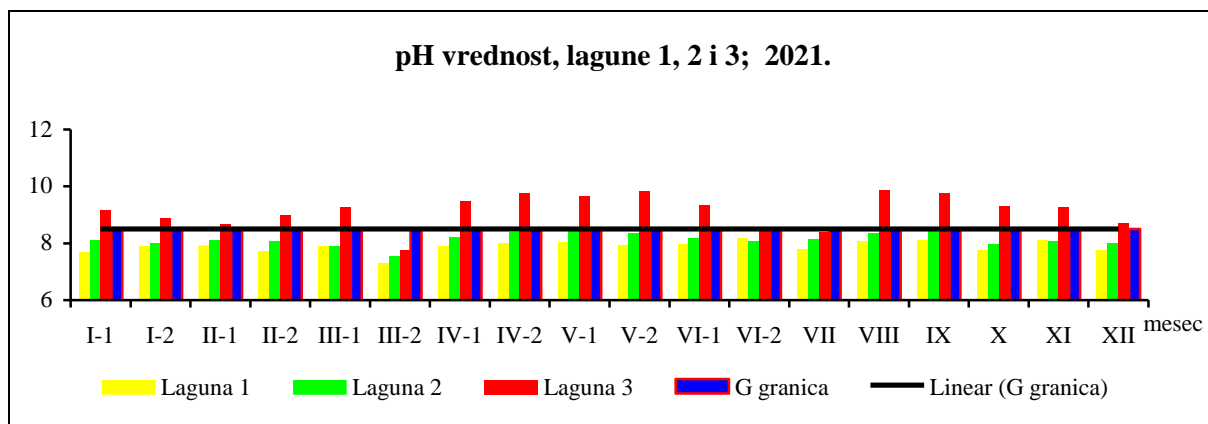
### 2.3.17. MAKROZOOBENTOS

Ispitivanje faune dna severnog, srednjeg i južnog dela jezera Ludaš tokom 2021. godine ukazuje na potpuno odsustvo predstavnika zajednice *Chironomidae* i *Oligochaeta*.

## 2.4. JEZERO PALIĆ, I SEKTOR -LAGUNE

Godišnjim programom ispitivanja za 2020./2021. godinu, uzorkovanja i fizičko-hemijska ispitivanja vode iz laguna vršena su dvonedeljnom dinamikom, a godišnjim programom ispitivanja za 2021./2022. godinu broj uzorkovanja i ispitivanja je redukovan i realizuje se mesečnom dinamikom.

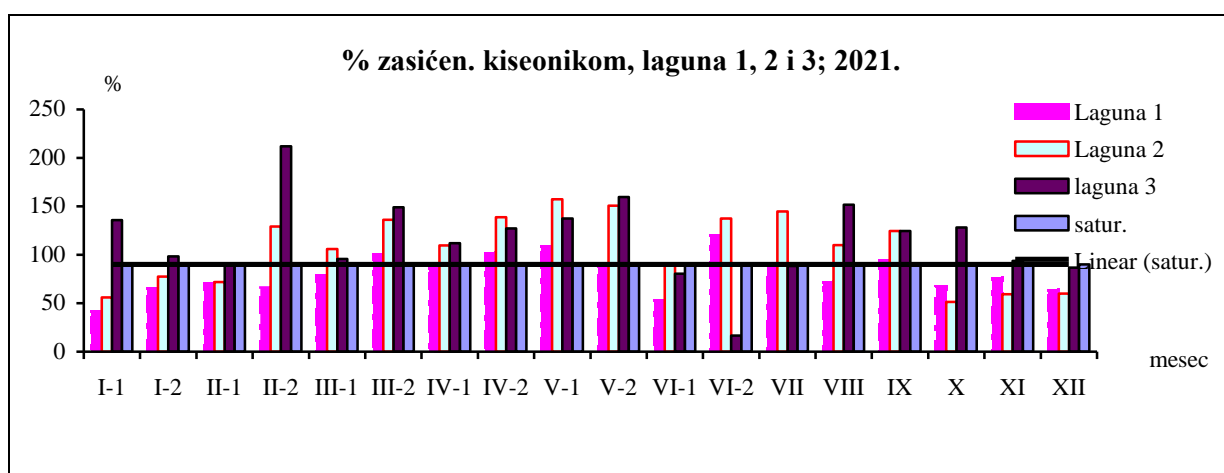
pH vrednosti vode lagune 1 i lagune 2 su veoma slične, dok su pH vrednosti u laguni 3 više zbog veće brojnosti i aktivnosti fitoplanktona (znatno viša vrednost za hlorofil „a“).



Grafikon 49. LAGUNE 1, 2 i 3, pH vrednost

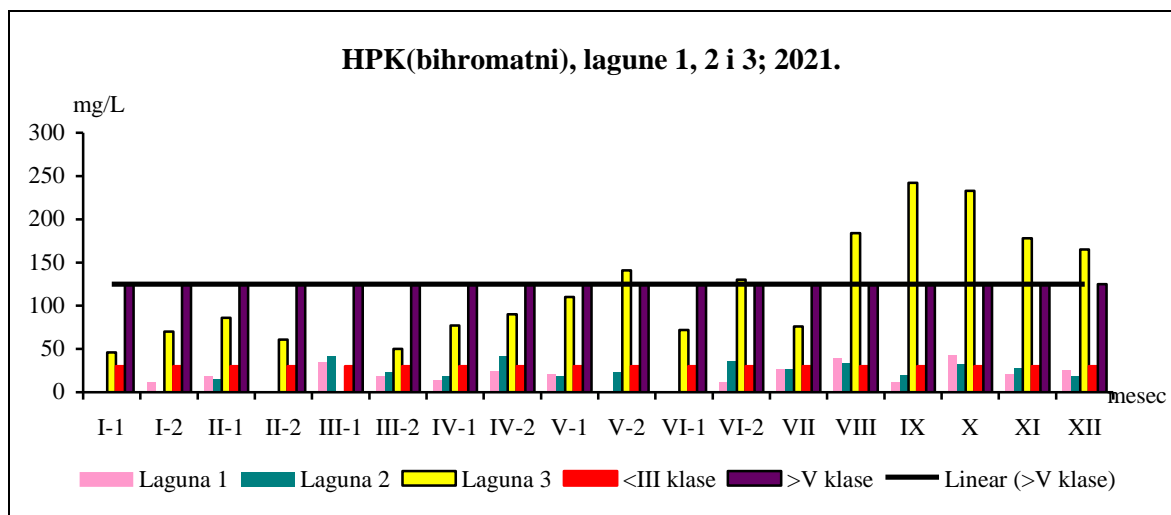
Vrednosti rastvorenog kiseonika u vodi sve tri lagune pokazuju da je kiseonični režim neujednačen, od izraženih supersaturacija (211,8% > 90%) do vrednosti ispod granice prihvatljivosti (16,7%).

Izrazito visoke vrednosti registrovane su u drugoj polovini februara u laguni 3 (211,8%) i u maju u svim lagunama.



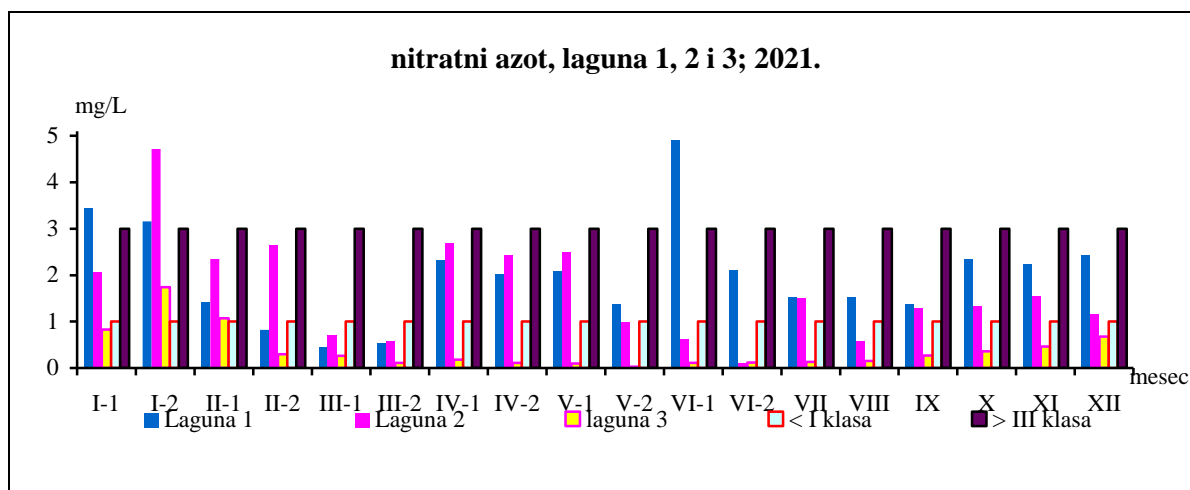
Grafikon 50. LAGUNE 1, 2 i 3, zasićenost kiseonikom, % O<sub>2</sub>

Laguna 3 je organski izuzetno opterećena i na osnovu vrednosti HPK (bihromatna) voda tokom većeg dela godine 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).



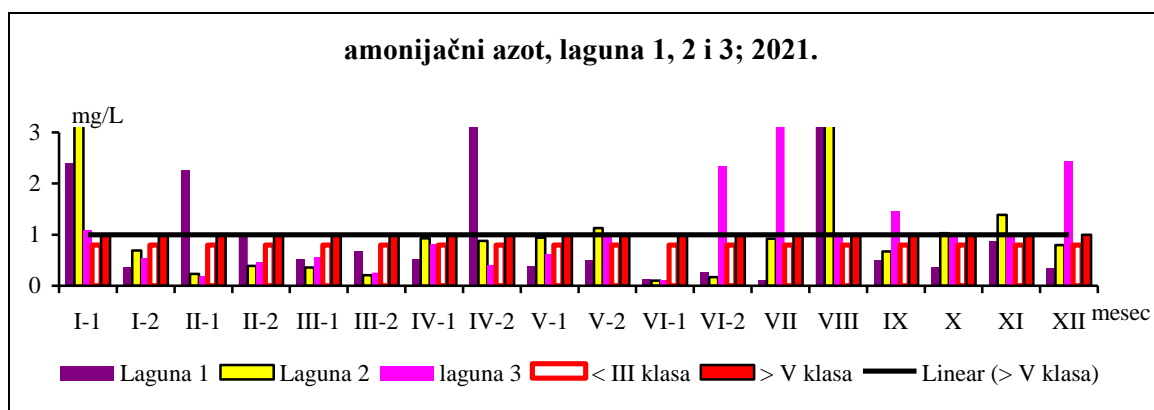
*Grafikon 51. LAGUNE 1, 2 i 3, HPK bihromatni*

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 junu na lokalitetu laguna 1.

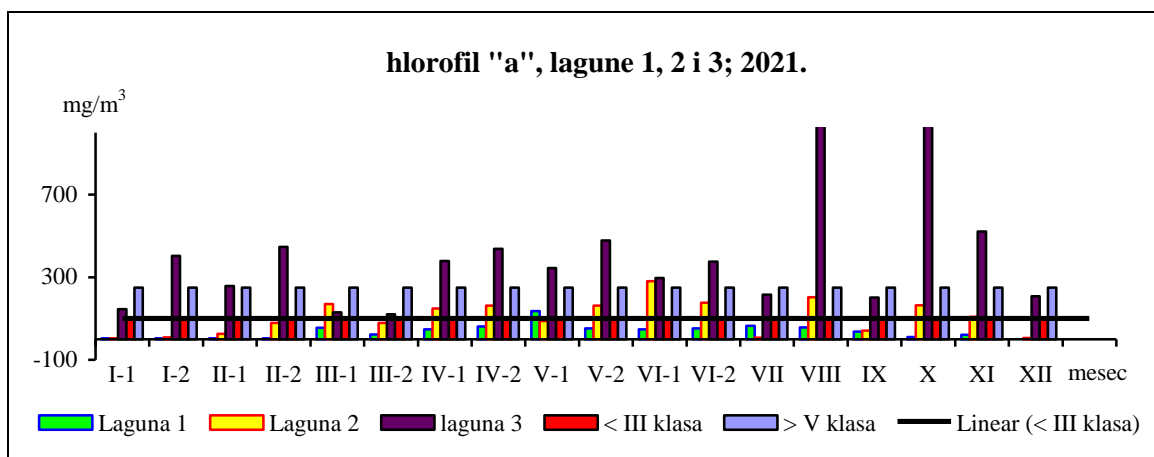


*Grafikon 52. LAGUNE 1, 2 i 3, nitratni azot, mg/L*

Vrednosti za amonijačni azot u vodi laguna u toku ispitivanog perioda su neujednačene i klasifikuju vodu od II do V klase. Visoka temperatura vode i velika mikrobiološka aktivnost su faktori koji favorizuju prisustvo velike količine amonijačnog azota, dok u isto vreme dobra osvetljenost smanjuje sadržaj amonijačnog azota ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), pošto ga alge koriste kao izvor azota za svoje metaboličke procese. Ovaj faktor je odlučujući u laguni 3, gde su koncentracije amonijačnog azota obično niže, ali su zato koncentracije hlorofila „a“ višestruko više. U toku 2021. godine maksimalna koncentracija hlorofila „a“ je iznosila 1152,3  $\text{mg/m}^3$  u avgustu mesecu.

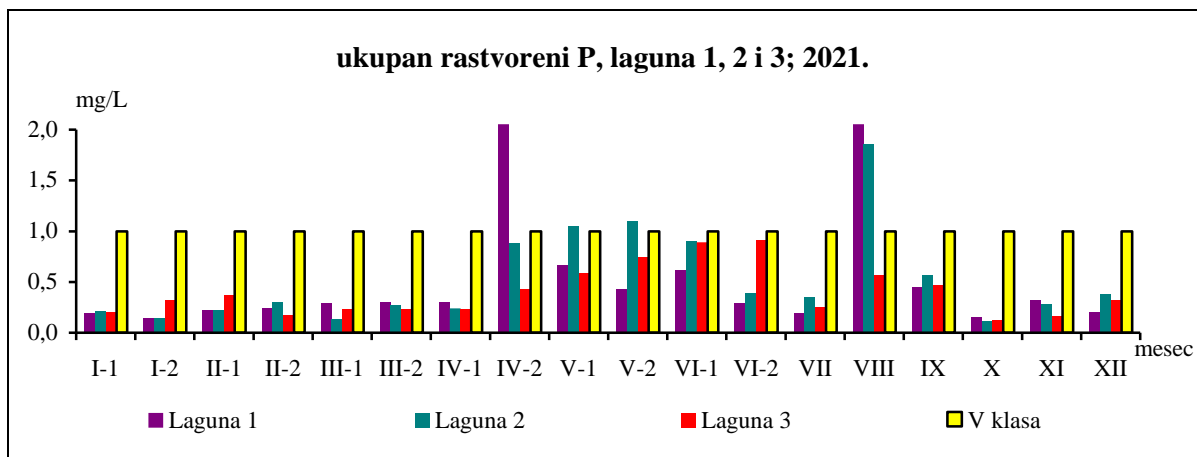


*Grafikon 53. LAGUNE 1, 2 i 3, amonijačni azot, mg/L*



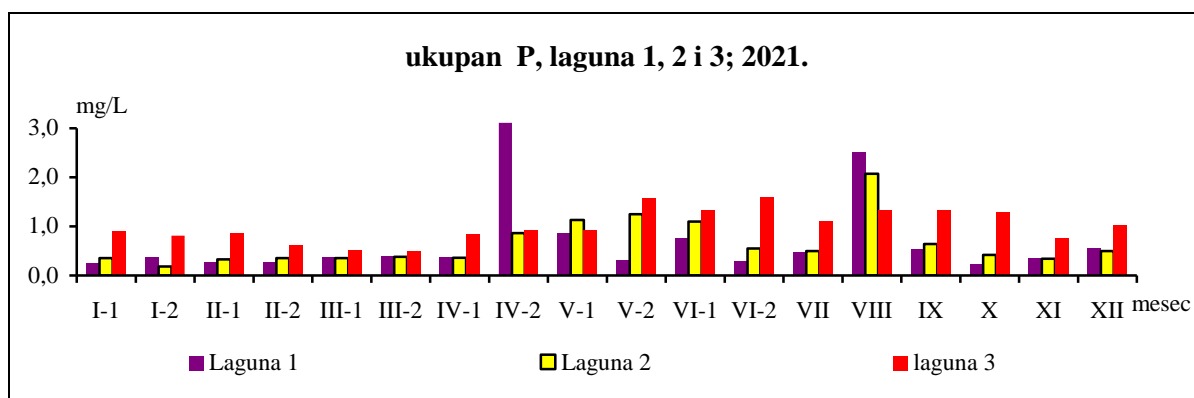
*Grafikon 54. LAGUNE 1, 2 i 3, hlorofil "a", mg/m<sup>3</sup>*

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).



Grafikon 55. 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 56. LAGUNE 1, 2 i 3, ukupan fosfor, mg/L

U toku 2021. godine, na osnovu vrednosti Serbian Water Quality Index-a (SWQI), kvalitet vode laguna je u većem delu ispitivanog perioda opisan kao „loš“.

Na lokalitetu laguna 3, u drugoj polovini meseca juna 2021. godine beležimo „veoma loš“ kvalitet vode.

mesec	I/1	I/2	II/1	II/2	III/1	III/2	IV/1	IV/2	V/1	V/2	VI/1	VI/2
Laguna 1	46	53	52	58	68	73	63	49	63	59	56	55
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Laguna 2	53	56	59	64	77	73	63	44	51	49	75	64
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Laguna 3	59	52	59	48	64	71	52	52	47	39	67	26
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

mesec	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Laguna 1	60	47	64	60	55	52
	●	●	●	●	●	●
Laguna 2	42	47	49	45	45	56
	●	●	●	●	●	●
Laguna 3	48	40	45	50	51	49
	●	●	●	●	●	●

Na osnovu prezentovanih rezultata tokom 2021. 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.

U cilju postizanja boljeg uvida u kvalitet vode laguna predlaže se uvođenje određivanja koncentracije sulfida i vodonik-sulfida, mesečnom dinamikom.