

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

MONITORING KVALITETA VODE JEZERA PALIĆ, LUDAŠ I KANALA PALIĆ-LUDAŠ U 2020. GODINI

Godišnji izveštaj



**ISPITIVANJA SU OBAVLJENA NA OSNOVU PROGRAMA MONITORINGA
POVRŠINSKIH VODA ZA 2020. GODINU**



Direktor Zavoda za javno zdravlje

Spec. dr med. Vesna Vukmirović

Načelnik Centra za higijenu i humanu ekologiju

Spec. dr med. Sanja Darvaš

Rukovodilac Odeljenja za fizičko-hemijska ispitivanja

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.

Izveštaj pripremili

Božana Đurašković, dipl. biolog
Martina Crnković, master hemičar

Saradnici

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

1. PROGRAM ISPITIVANJA POVRŠINSKIH VODA U 2020. 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 2020. godinu.

Lista lokaliteta uzorkovanja

Oznaka lokaliteta	Naziv lokaliteta
1.	Jezero Palić – I nasip
2.	Jezero Palić – II nasip
3.	Jezero Palić – III nasip
4.	Jezero Palić – IV sektor - sredina jezera
5.	Jezero Palić – IV sektor - izliv iz jezera
6.	Kanal Palić-Ludaš
7.	Jezero Ludaš – severni deo
8.	Jezero Ludaš – srednji deo
9.	Jezero Ludaš – južni deo
10.	Sektor I-laguna I
11.	Sektor I-laguna II
12.	Sektor I-laguna III

- Uzorkovanje, fizičko-hemijsko i hidrobiološko ispitivanje kvaliteta vode jezera Palić vršeno je na pet 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 2020.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. Uzorkovanje

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 2020. 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 K19/19, broj IV-404-304/2019 od 21.06.2019. godine i sa 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.

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 - I 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 2020. 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.

Na lokalitetu Jezero Ludaš - severni deo, određene su i koncentracije toksičnih teških metala i metaloida, kao i organskih polutanata.

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 74/11)
- Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS 50/12)
- Pravilnika o opasnim materijama u vodama (Sl. glasnik SR Srbije 31/82)
- Pravilnika o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine (Sl. glasnik RS 37/11), (Serbian Water Quality Index (SWQI))



Slika 3. Jezero Palić - II 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 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.



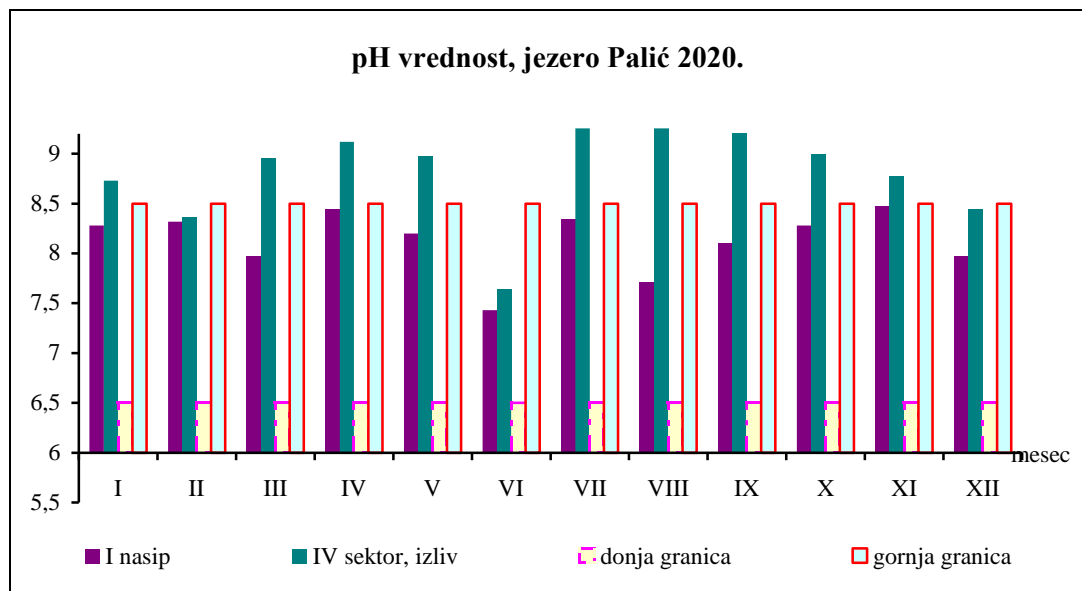
Slika 4. Jezero Palić - III nasip

2.1.1. pH VREDNOST

pH vrednosti vode na svim lokalitetima Palićkog jezera su više u odnosu na vrednosti tokom 2019. godine.

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

U 2020. godini je od 16 izmerenih pH vrednosti vode IV sektora 9 vrednosti prevazilazilo propisanu granicu za klasu i namenu, na osnovu "Uredbe", Sl. glasnik RS 50/12 i „Pravilnika“, Sl. glasnik RS 74/11, što je u odnosu na prošlu godinu značajno pogoršanje kvaliteta vode.

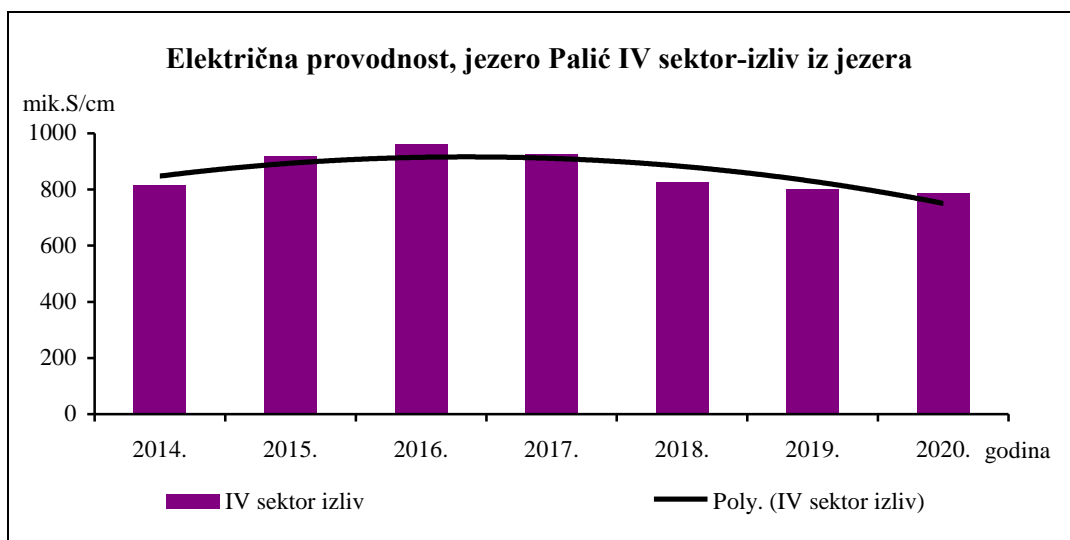


Grafikon 1. JEZERO PALIĆ, pH vrednost

2.1.2. ELEKTRIČNA PROVODNOST

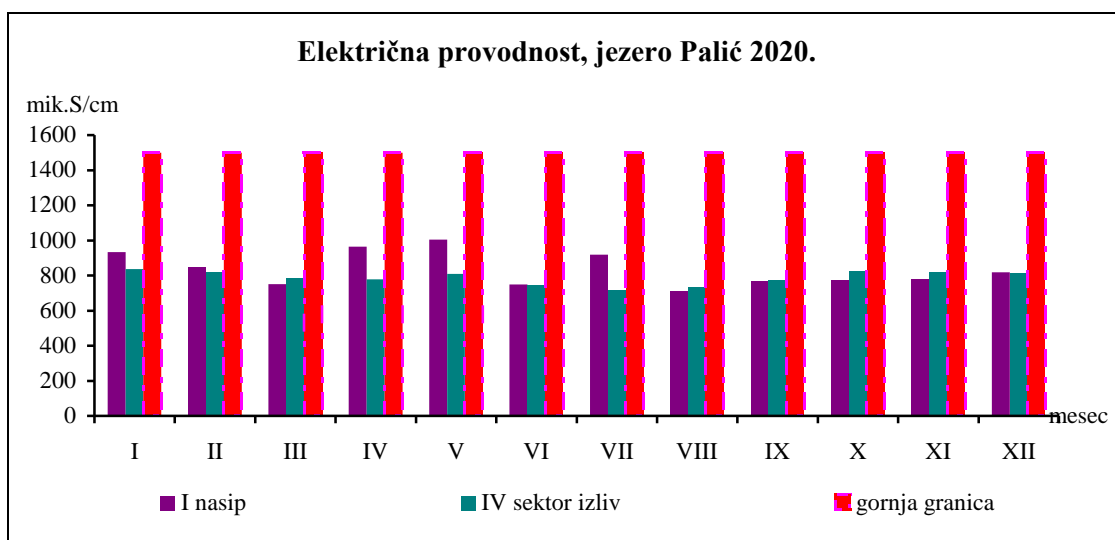
Vrednosti električne provodnosti vode na I nasipu su niže u odnosu na prethodnu godinu. Prosečna vrednost električne provodnosti u 2018. godini iznosila je 1004 μ S/cm, u 2019. godini 913 μ S/cm, dok je u 2020. godini 834 μ S/cm.

I u 2020. godini nastavlja se trend postepenog smanjenja vrednosti električne provodnosti vode IV sektora. Na lokalitetu „izliv iz jezera“ prosečna vrednost električne provodnosti vode u 2019. godini je bila 801 μ S/cm, a u 2020. godini 787 μ S/cm.



Grafikon 2. JEZERO PALIĆ, IV sektor električna provodnost, μ S/cm, trend do 2020.

Električna provodnost vode turističkog dela jezera je u skladu sa propisanom granicom za klasu i namenu, na osnovu "Uredbe", Sl. glasnik RS 50/12.

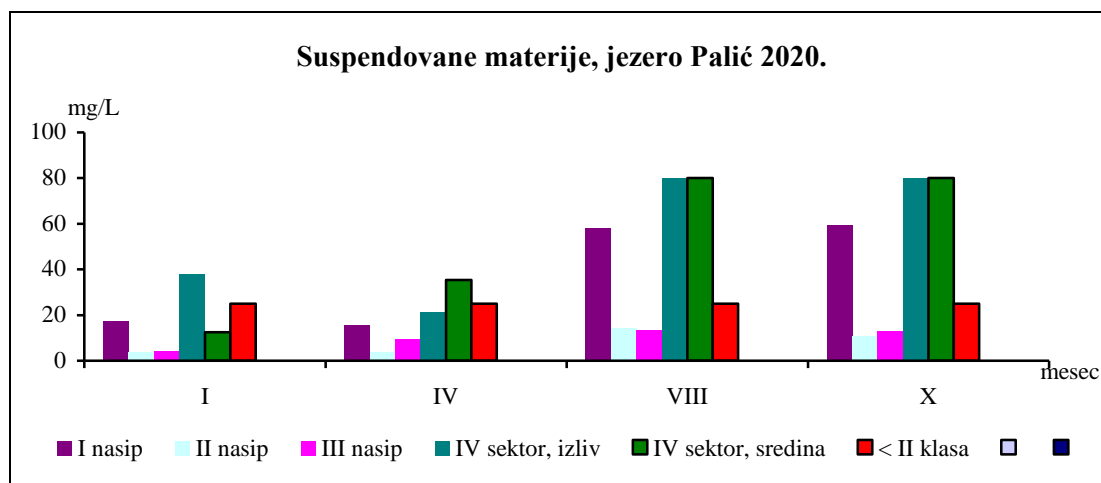


Grafikon 3. JEZERO PALIĆ, električna provodnost, μ S/cm

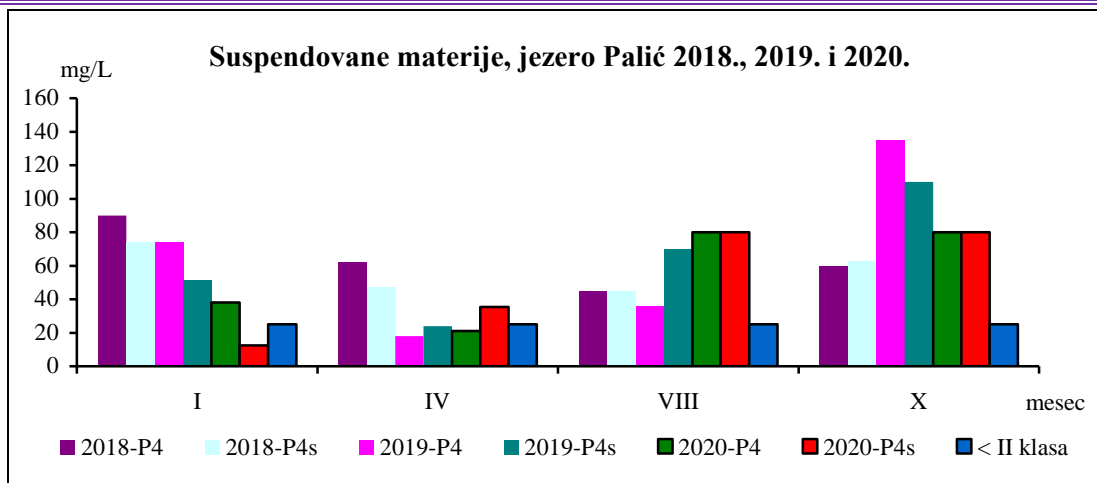
2.1.3. SUSPENDOVANE MATERIJE

U januaru, aprilu, avgustu i oktobru 2020. godine određene su koncentracije suspendovanih materija na svih pet lokaliteta jezera.

Povišene vrednosti izmerene su u turističkom delu jezera u toku druge polovine godine. Ova visoka vrednost je posledica intenzivnije produkcije fitoplanktona, čija je brojnost u avgustu mesecu iznosila rekordnih 241.80×10^6 ind/L. Ne uočava se sezonsko variranje vrednosti suspendovanih materija u vodi IV sektora.



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



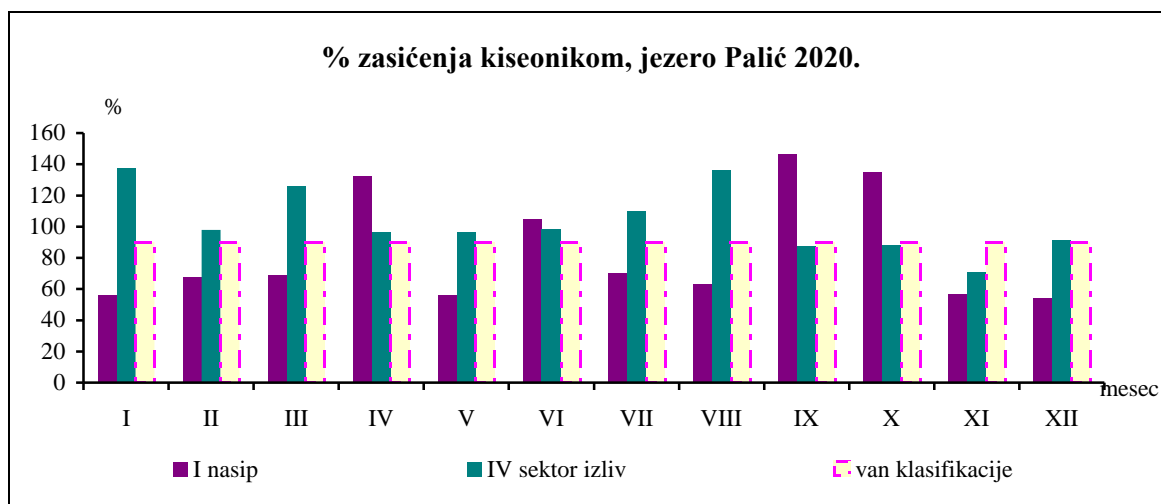
Grafikon 5. JEZERO PALIĆ, suspendovane materije IV sektor, 2018., 2019. i 2020. (mg/L)

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 (146.7%) u mesecu septembru 2020. godine. U decembru mesecu je detektovana najniža koncentracija kiseonika (6.72 mg/L; 54.2%) u vodi I sektora jezera Palić.

U turističkom delu jezera tokom godine prisutni su periodi izražene supersaturacije kao posledica hiperprodukcije fitoplanktona, što negativno utiče na ceo ekosistem.

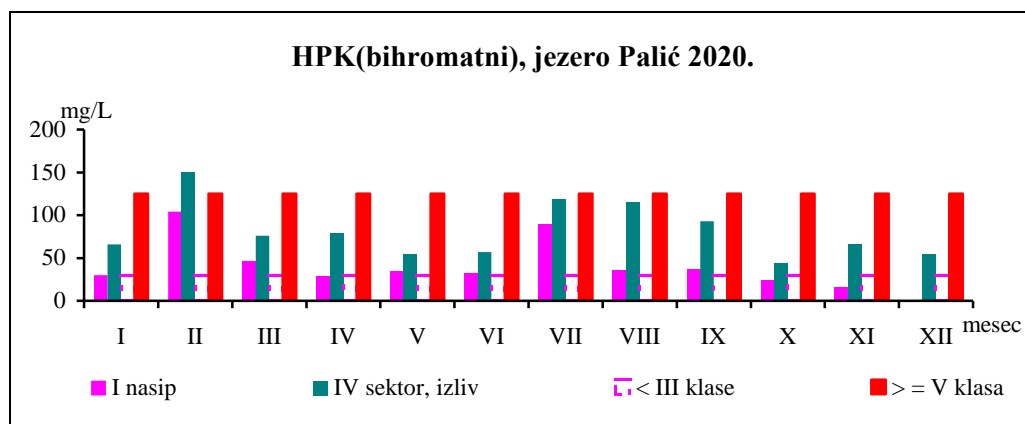


Grafikon 6. JEZERO PALIĆ, % zasićenja kiseonikom

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 na nivou prethodne godine.

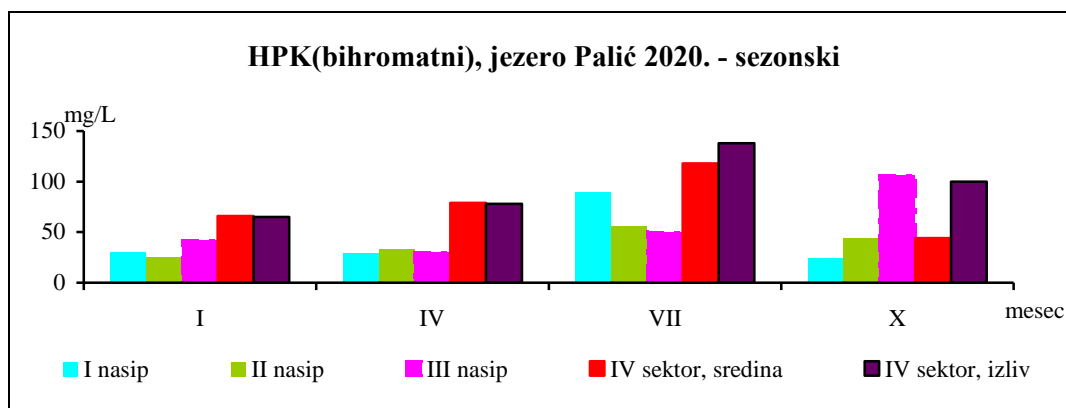
Prosečna vrednost u 2020. godini u vodi I sektora je dva puta manja nego u vodi IV sektora – izliv iz jezera, kao što je bio slučaj i prethodne 2019. godine.



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

Koncentracije organskih materija u turističkom delu jezera, izražene preko hemijske potrošnje kiseonika, i dalje su veoma visoke za površinske vode. Uočava se maksimum u februaru mesecu (HPK=150 mg/L) na lokalitetu - izliv iz jezera.

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

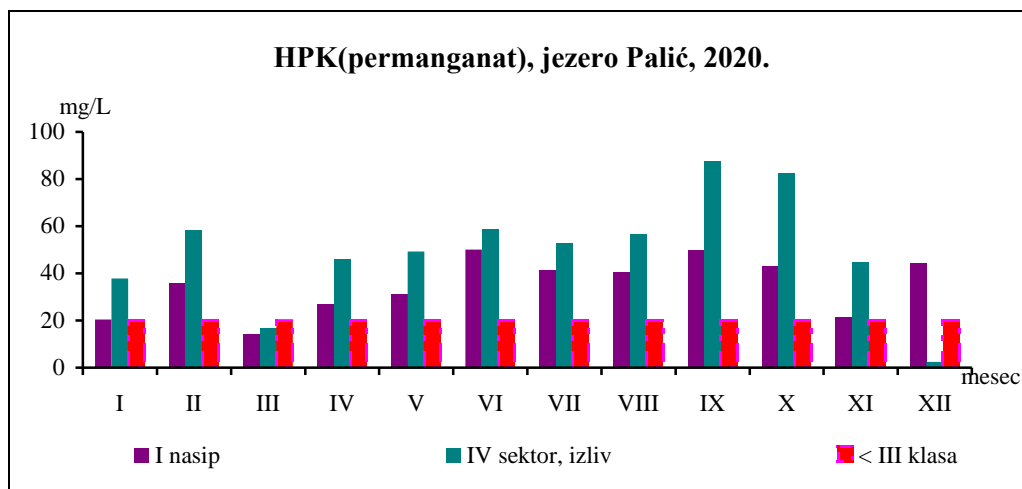


Grafikon 8. JEZERO PALIĆ, HPK (bihromatna), mg/L sezonske vrednosti na svim lokalitetima.

2.1.6. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA ($KMnO_4$)

Vrednosti hemijske potrošnje kiseonika, HPK-po Kubel-u, su neujednačene i značajno više u odnosu na prošlogodišnje, naročito u turističkom delu jezera.

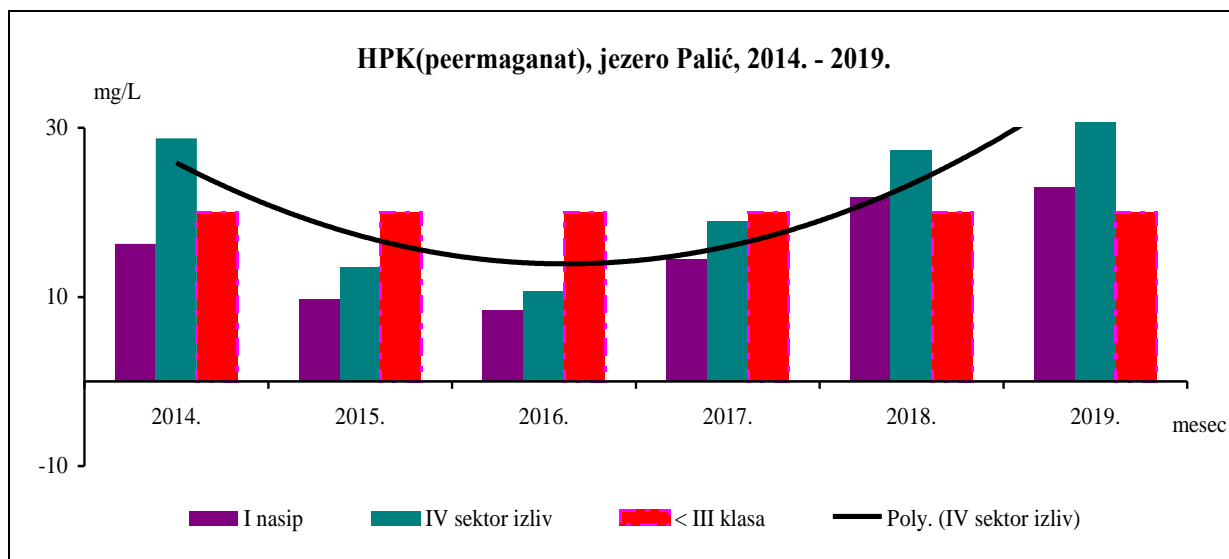
Ne postoji jasno izražen sezonski karakter. Uočava se izuzetno negativan trend ovog parametra na oba lokaliteta, sa mogućim negativnim uticajem na režim kiseonika.



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 50/12), voda ima „slab“ i „loš“ ekološki status .

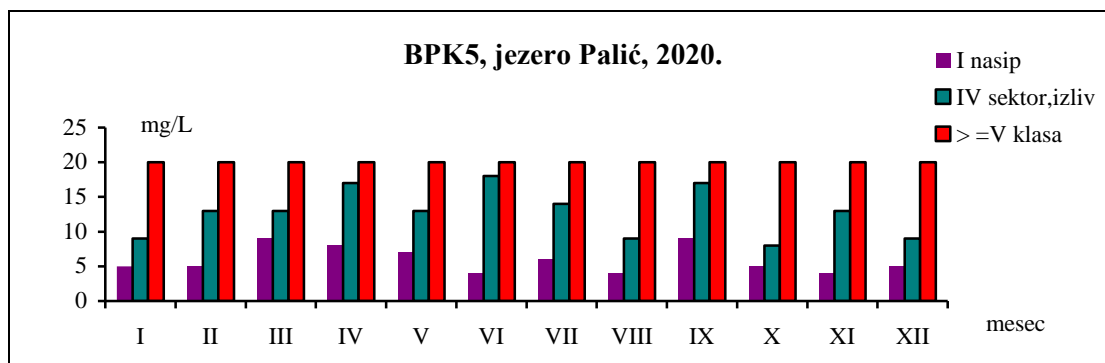
Od 2016. godine raste prosečna godišnja vrednost hemijske potrošnje kiseonika ($KMnO_4$), tako da je u 2020. godini četverostruko uvećana.



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

2.1.7. PETODNEVNA BIOLOŠKA POTROŠNJA KISEONIKA

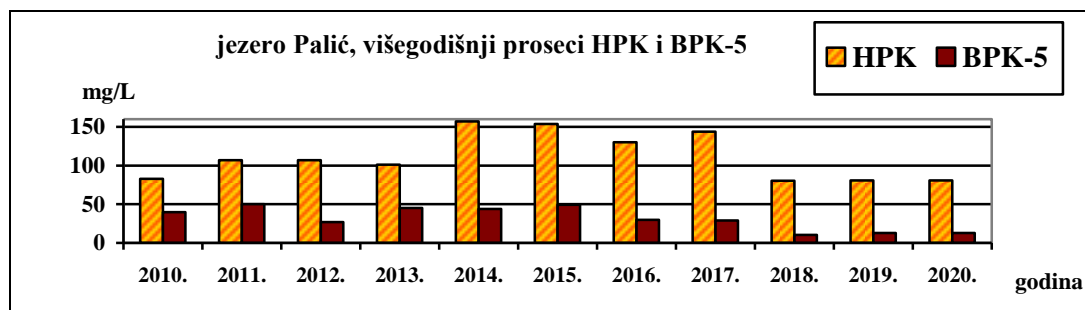
Vrednosti BPK₅ su i dalje veoma visoke za površinske vode i ukazuju na visok stepen opterećenja organskim materijama. Vrednosti BPK₅ u prvom sektoru i u IV sektoru – izliv iz jezera su približno jednake vrednostima iz 2019. godine. U odnosu na vrednosti BPK₅ iz 2018. godine primećuje se značajan pad vrednosti.



Grafikon 11. JEZERO PALIĆ, BPK₅, mg/L

Prosečna vrednost BPK₅ 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 50/12 i 74/11).



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

2.1.8. NITRATNI AZOT

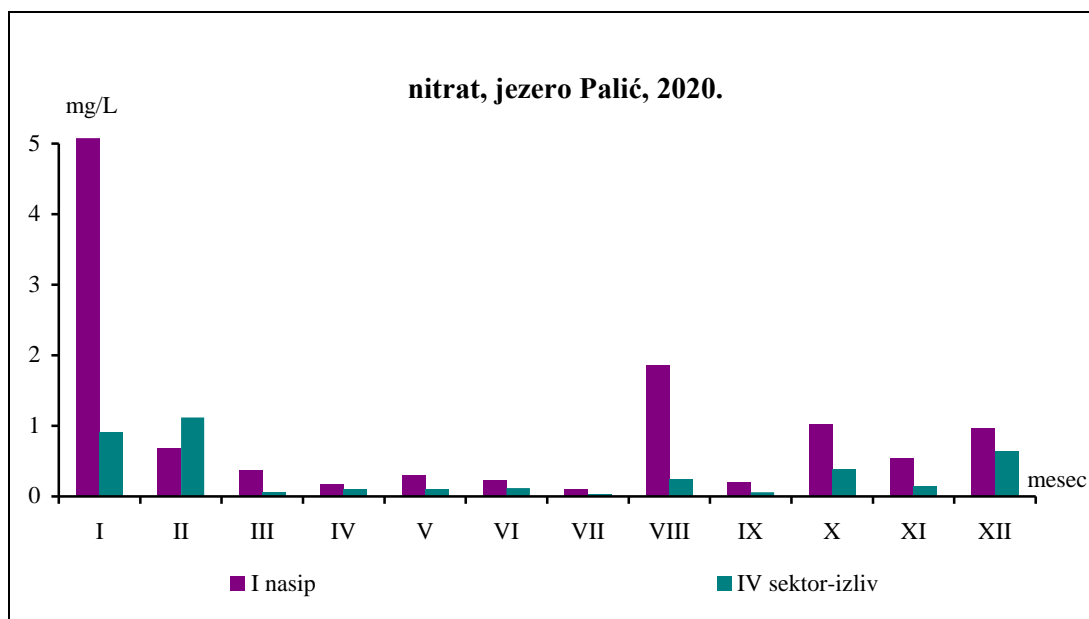
Koncentracije nitratnog azota u vodi I sektora u 2020. godini su više u odnosu na 2019. godinu (prosečna vrednost 2019. god. je iznosila 0.45 mg/L, a 2020. god. 0.98 mg/L).

U turističkom delu jezera vrednosti su više u zimskom u odnosu na letnji period.

Koncentracije nitratnog azota u vodi IV sektora su još uvek u okviru I klase.

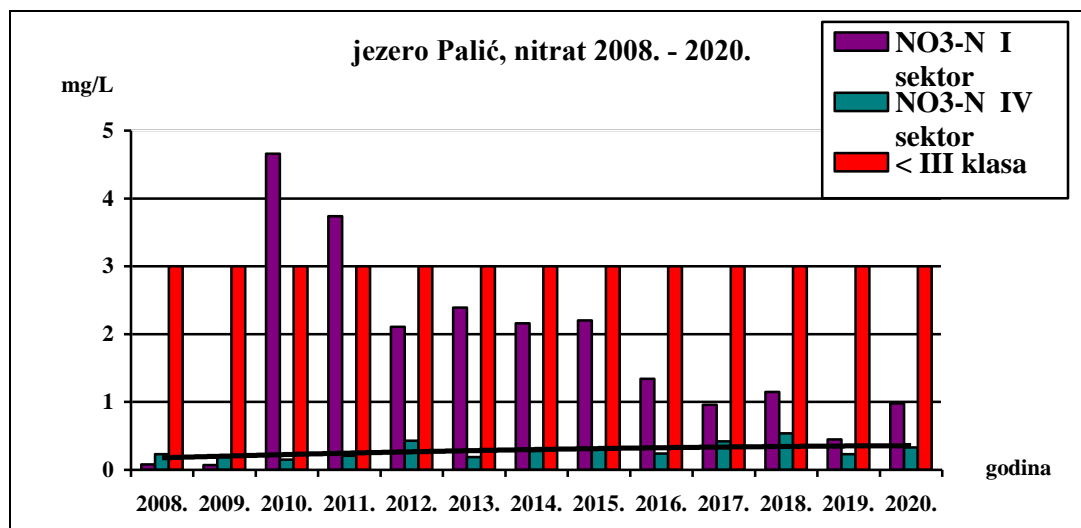
2020. godine dolazi do neznatnog porasata koncentracije nitratnog azota u odnosu na 2019. godinu.

Voda IV sektora u pogledu ovog parametra zadovoljava uslove propisane za namenu ("Uredba", Sl. glasnik RS 50/12; „Pravilnik“, Sl. glasnik RS 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.

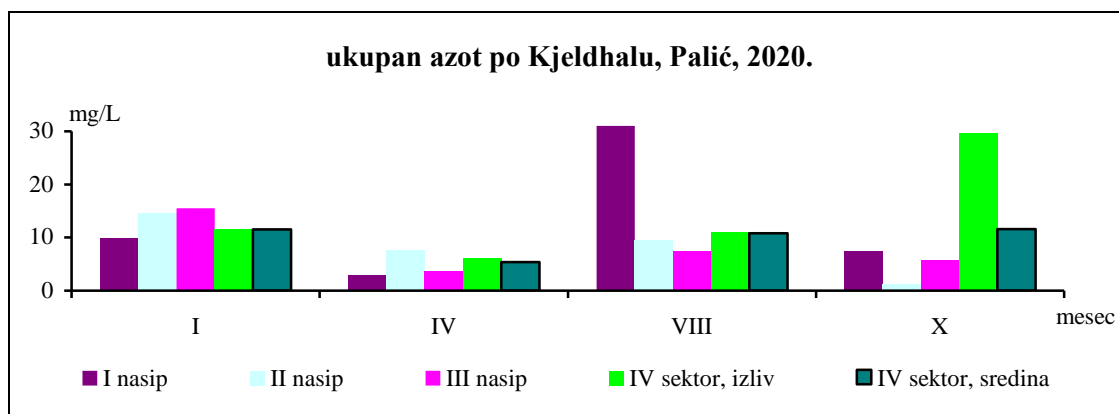


Grafikon 14. JEZERO PALIĆ, višegodišnje prosečne koncentracije nitratnog azota, mg/L

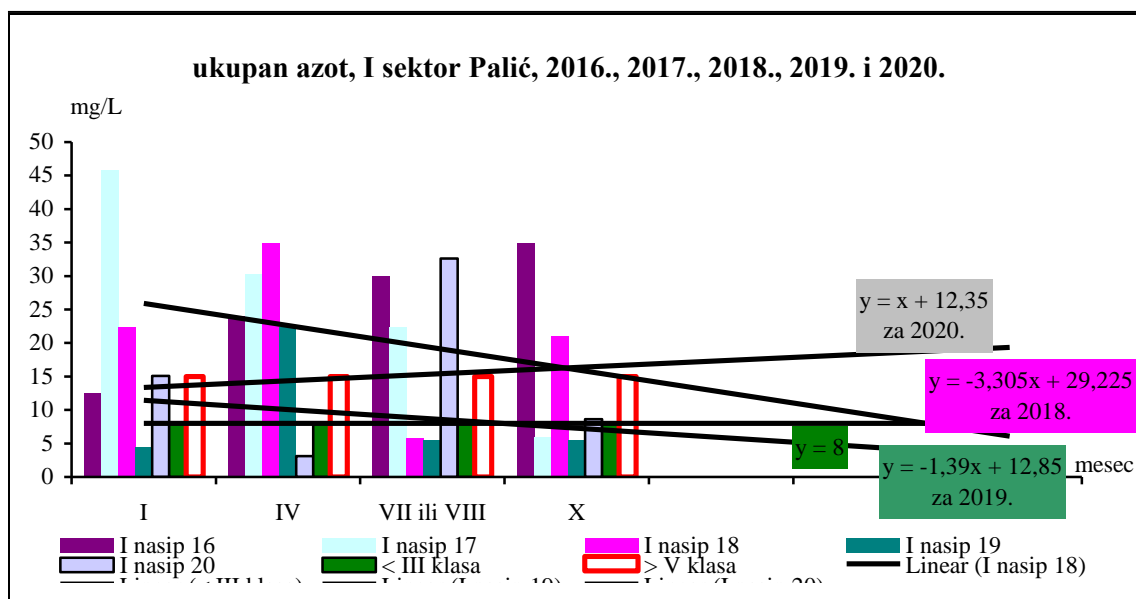
2.1.9. UKUPAN AZOT PO KJELDHAL-U I UKUPAN AZOT

U toku 2020. godine sezonski su određene koncentracije ukupnog azota po Kjeldhalu na svih pet lokaliteta jezera.

U vodi prvog i četvrtog sektora koncentracije su više u 2020. godini, u odnosu na 2019. godinu. Na ostalim lokalitetima jezera koncentracije su manje u 2020. godini, ali i dalje su izmerene vrednosti ovog parametra na svim lokalitetima povišene.

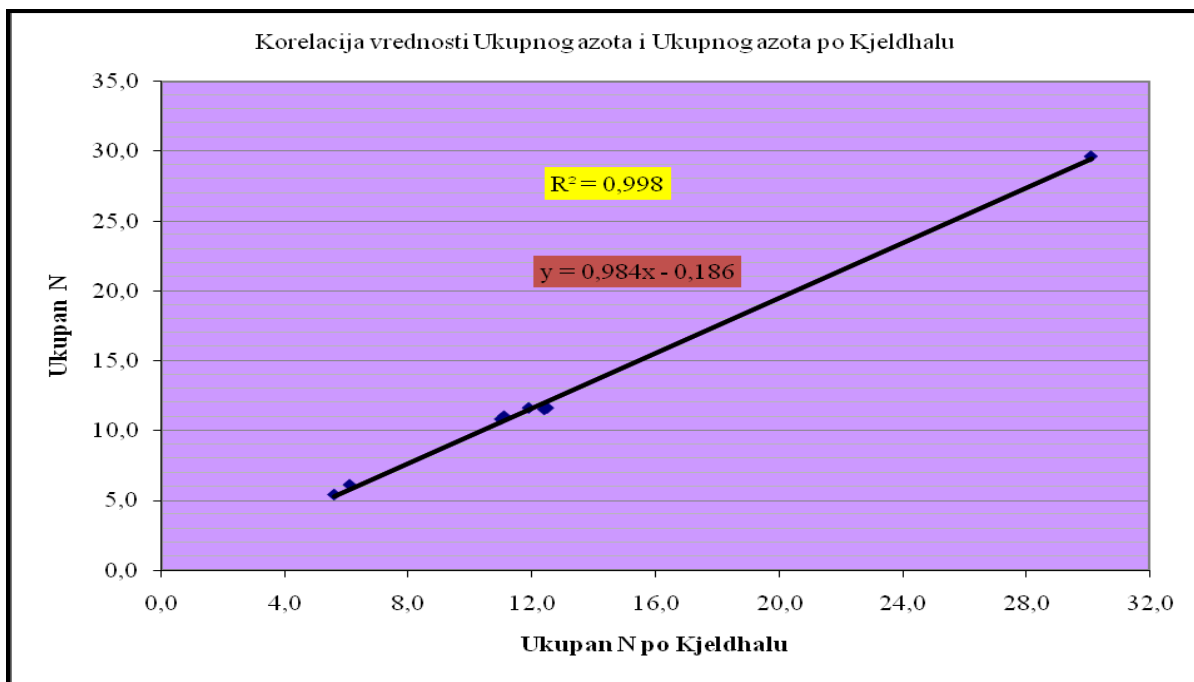


Grafikon 15. JEZERO PALIĆ, ukupan azot po Kjeldhalu - sezonski, mg/L

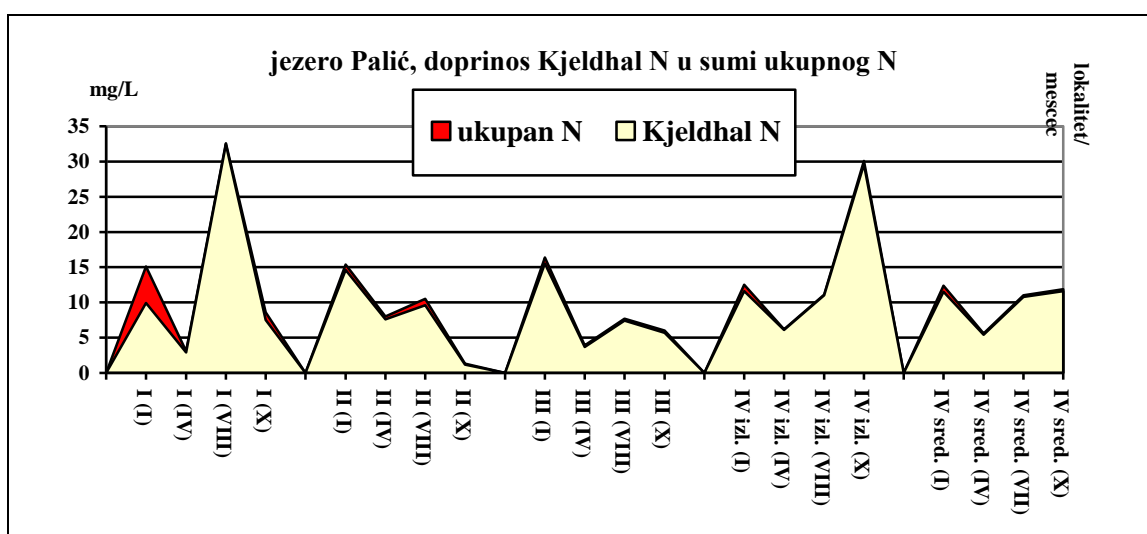


Grafikon 16. JEZERO PALIĆ, I sektor ukupan azot od 2016. do 2020., mg/L

U 2020. godini dolazi do porasta koncentracije ukupnog azota na I nasipu.



Grafikon 17. JEZERO PALIĆ, korelacija ukupnog azota sa ukupnim azotom po Kjeldhalu, mg/L



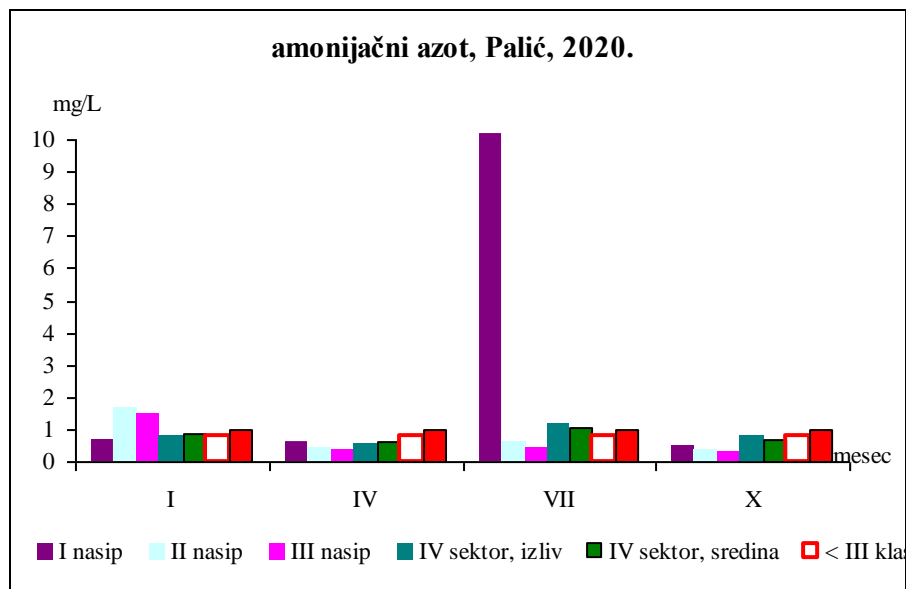
Grafikon 18. JEZERO PALIĆ, ukupnog azota i ukupnog azota po Kjeldhalu, mg/L

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

2.1.10. AMONIJAČNI AZOT

Vrednosti za amonijačni azot u toku 2020. godine su izrazito neujednačene (u vodi I sektora od 0.49 do 21.70 mg/L). Visoka temperatura vode i velika mikrobiološka aktivnost su faktori koji favorizuju prisustvo velike količine amonijačnog azota. U periodu od maja do avgusta, uočene su izrazito visoke koncentracije amonijačnog azota na I nasipu.

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.).



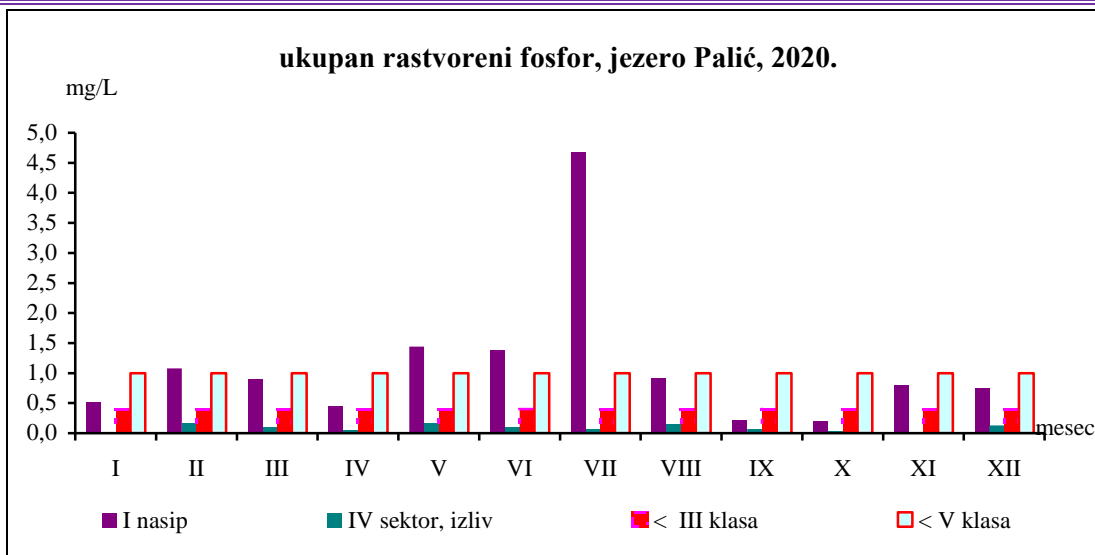
Grafikon 19. JEZERO PALIĆ, amonijačni azot - sezonski, mg/L

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

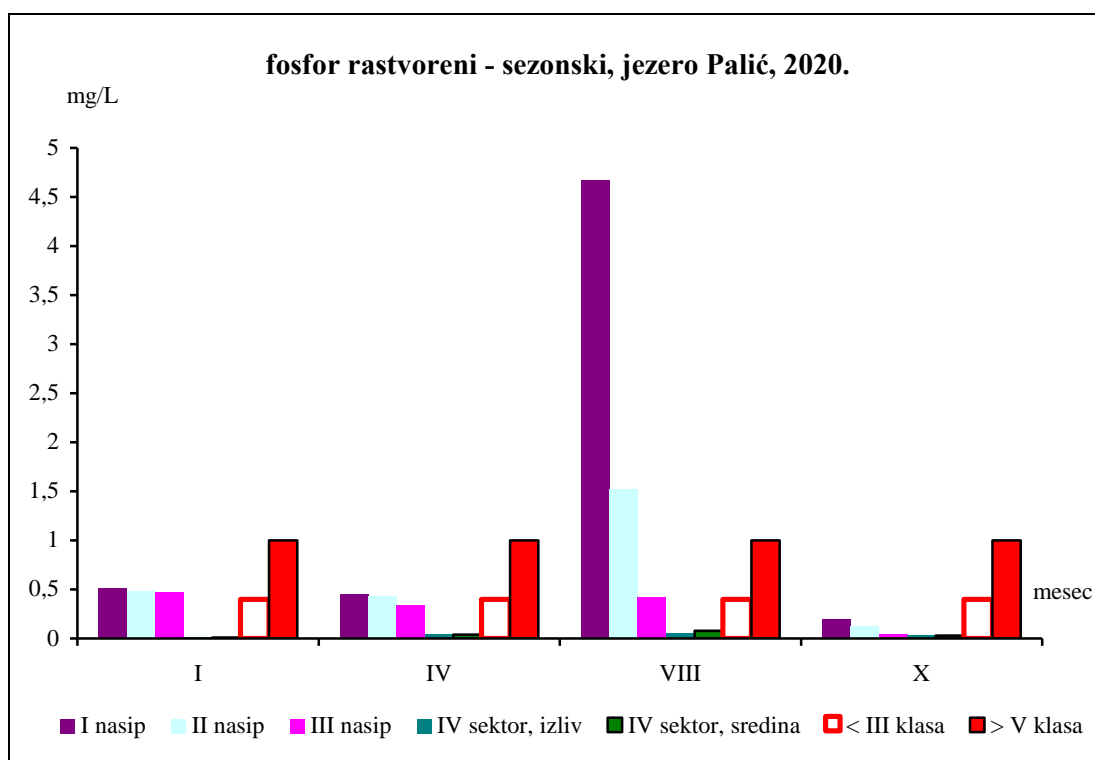
2.1.11. UKUPAN RASTVORENI FOSFOR

Prosečna koncentracija ukupnog rastvorenog fosfora u 2020. godini na I nasipu (1.108 mg/L) i u turističkom delu jezera (0.088 mg/L) je niža u odnosu na vrednosti iz prošle godine.

U mesecu julu 2020. godine, na prvom nasipu, zabeleženje maksimum od 4.67 mg/L koji je veći od maksimalne godišnje vrednosti za 2019. godinu (2.76 mg/L).

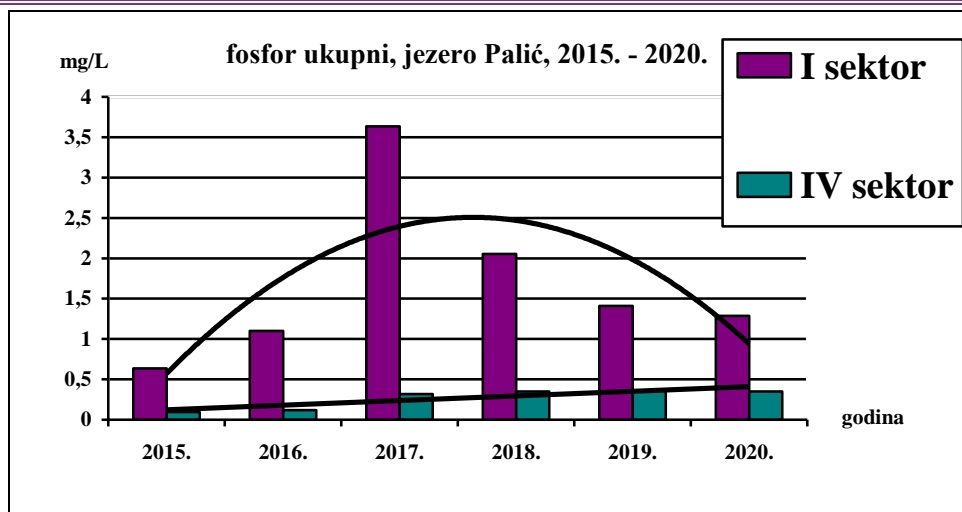


Grafikon 20. JEZERO PALIĆ, ukupan rastvoreni P, mg/L



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

Na osnovu vrednosti ukupnog rastvorenog fosfora, kvalitet vode IV sektora je veći deo perioda III klase (Sl. glasnik RS 50/12 i 74/11), odnosno „umerenog“ ekološkog statusa.



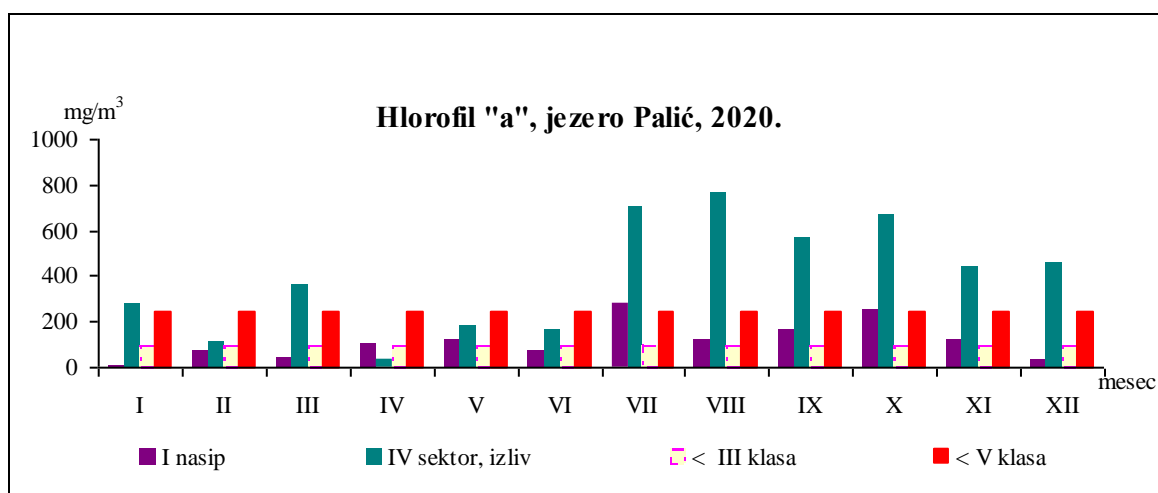
Grafikon 22. JEZERO PALIĆ, ukupan fosfor, mg/L

Trend pada prosečnih vrednosti ukupnog fosfora u vodi I sektora prisutan je i u 2020. 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 2020. godini su niže u odnosu na 2019. godinu (maksimum u avgustu mesecu 2020. godine – 776 mg/m³, maksimum u oktobru mesecu 2019. godine - 1171 mg/m³).

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



Grafikon 23. JEZERO PALIĆ, hlorofil "a", mg/m³

Loš kvalitet vode turističkog dela jezera i tokom 2020. godine značajno je uslovljen velikim prilivom nutrijentima opterećene vode iz prethodnih sektora, difuznim izvorima zagađenja, neadekvatno rešenom kanalizacionom mrežom u naselju Palić (individualna domaćinstva, zoološki vrt i dr.), 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 četiri puta u toku godine, a rezultati ispitivanja predstavljeni su u tabelama.



Slika 5. Uzorkovanje sedimenta

-Februar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7.03	7.16	7.13	6.99	7.07
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	93.0	91.6	96.7	97.5	98.8
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	7.0	8.4	3.3	2.5	1.2
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	111	684	445	282	147
5.	Ukupan azot	mg/kg	896	911	818	1598	284
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	1768	2302	823	4437	867

-April

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7.06	7.19	7.16	7.04	7.06
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	93.7	90.3	74.8	96.1	95.8
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	6.3	9.7	25.2	3.9	4.2
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	243.2	413.0	275.2	267.5	301.9
5.	Ukupan azot	mg/kg	1104	2036	3334	890.4	1072
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	6767	2511	1865	1129	1078

-Jul

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7.07	7.16	7.12	7.03	7.06
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	97.3	94.7	95.6	92.1	94.5
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	2.7	5.3	4.4	7.9	5.5
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	309.0	30.0	4.0	81.0	389.3
5.	Ukupan azot	mg/kg	952.8	1632	792	925	1519.4
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	1231.8	1240.1	2543.6	2016.5	2383.1

-Oktobar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7.07	7.14	7.15	7.12	7.14
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	93.8	87.1	85.9	86.3	57.6
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	6.2	12.9	14.1	13.7	42.4
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	84.1	282.7	504.3	563.7	474.4
5.	Ukupan azot	mg/kg	1652.9	2864.4	1729.5	1563.6	1175.4
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	984	2204	4035	2541	6474

Rezultati ispitivanja sedimenta ukazuju da je pH vrednost ujednačena na svim lokalitetima.

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

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.

Velika brojnost fitoplanktona u celom jezeru, kao i nataložena organska materija u sedimentu nepovoljno utiču na režim kiseonika, naročito u toku letnjih meseci. Tada, u uslovima povećane oblačnosti i visokih temperatura, u ranim jutarnjim časovima dolazi do „kritične“ (izuzetno niske) koncentracije rastvorenog kiseonika u vodi što u značajnoj meri može da ugrozi riblji fond jezera.






2.1.14. SERBIAN WATER QUALITY INDEX (SWQI)

Na osnovu Pravilnika o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine, Sl. glasnik R.S. 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, 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 2020. godine kvalitet vode IV sektora jezera Palić opisan je kao "loš",.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SWQI sredina	67	-	-	64	-	-	47	-	-	61	-	-
		-	-		-	-		-	-		-	-
SWQI izliv	60	53	56	63	59	55	50	58	61	50	62	56
												

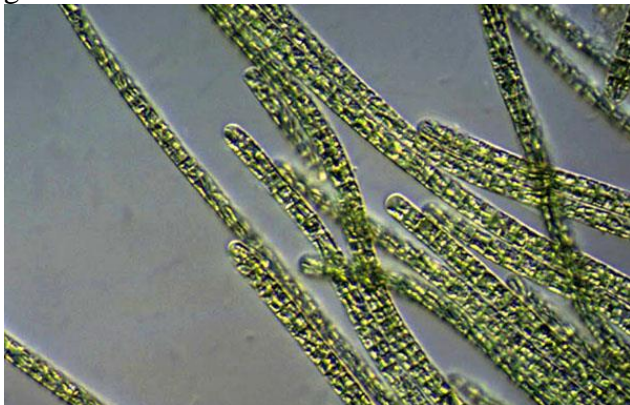
Na osnovu Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, (Sl. glasnik RS 74/11), „nije postignut dobar status jezera“.

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 2020. godine je bila „van klase“.

2.1.15. FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

U sastavu fitoplanktona i fitoperifitona turističkog dela jezera Palić u 2020. godini utvrđeno je prisustvo 35 vrsta *Chlorophyta*, 23 vrste *Bacillariophyta*, 15 vrsta *Cyanophyta* i 5 vrsta *Euglenophyta*. Broj determinisanih vrsta modrozelenih algi je manji u odnosu na 2019. godinu.



Slika 6. *Oscillatoria agardhii*

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 69.7% do 94.9%.

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

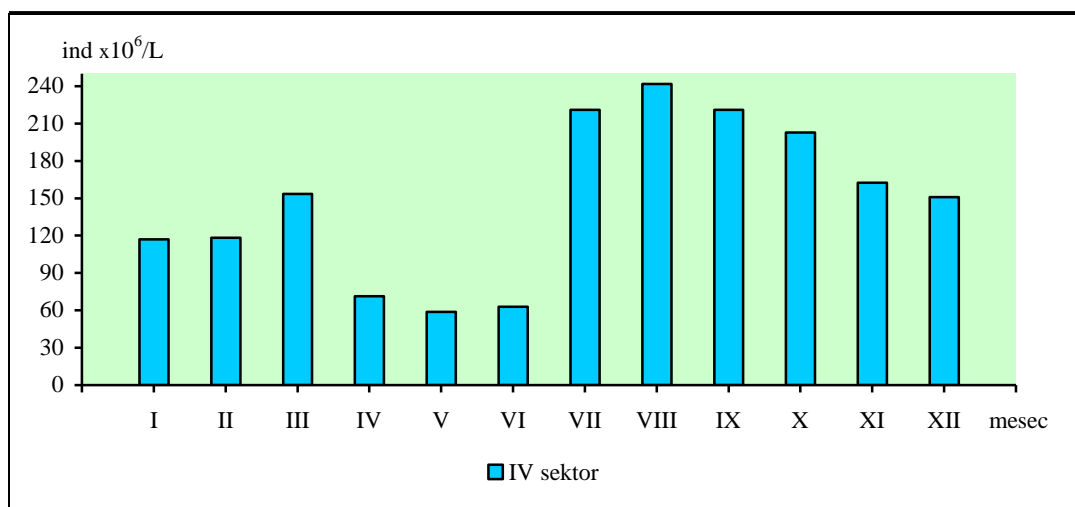
Procentualna zastupljenost modrozelenih algi u zajednici određuje „loš“ ekološki status vode, odnosno V klasu kvaliteta tokom cele godine („Pravilnik“, Sl. glasnik RS 74/11).

2020. godine se zadržava trend hiperprodukcije fitoplanktona, naročito u drugoj polovini perioda. Maksimalna brojnost registrovana je u avgustu – 241.80×10^6 ind/L.

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

Jezero i dalje ostaje destabilizovani politrofični hidroekosistem, u kome je izražen snažan negativan uticaj *Cyanophyta*.

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



Grafikon 24. JEZERO PALIĆ, broj individua fitoplanktona, x10⁶/L

2.1.16. ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

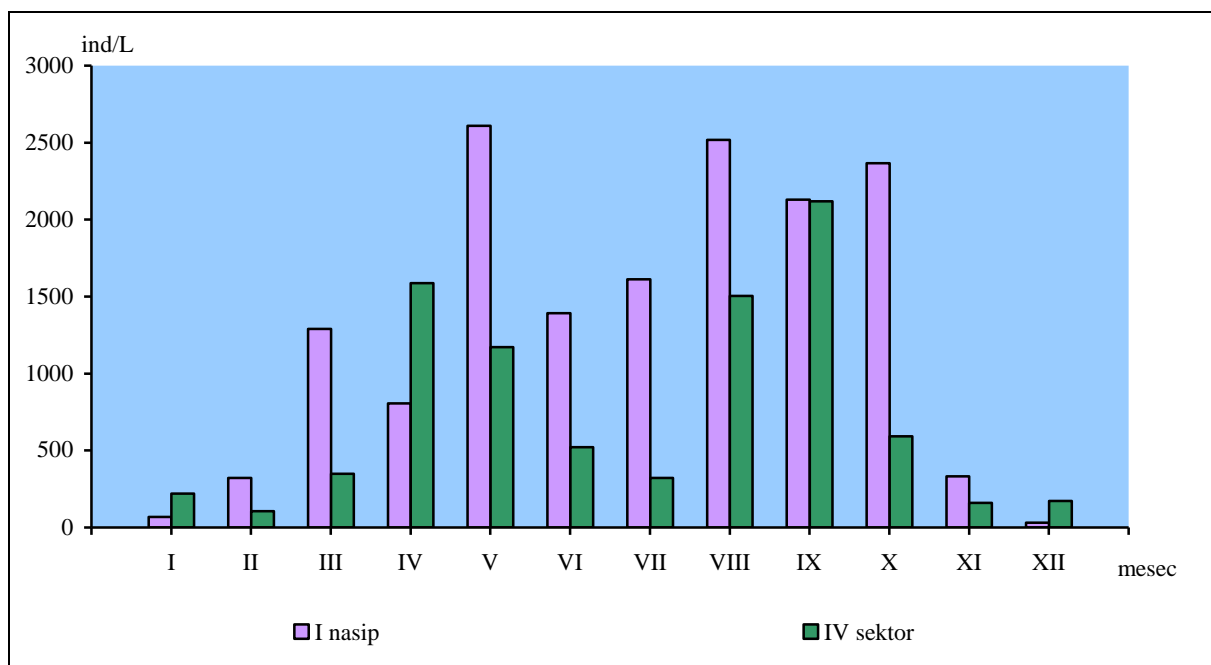
U sastavu zooplanktona i zooperifitona IV sektora jezera Palić determinisane su grupe *Rotatoria* (15 predstavnika) i *Copepoda* (3 predstavnika). Tokom 2020. godine nije uočeno prisustvo predstavnika grupe *Cladocera*.

U kvalitativnom sastavu zajednice zooplanktona turističkog sektora, često su bile prisutne vrste: *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis* var. *tecta*, *Trichocerca pusilla*, *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 2020. godine, prisutan je na lokalitetu - IV sektor jezera.

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

Veća brojnost zooplanktona na lokalitetu – I nasip uočena je u periodu mart - oktobar. Maksimalna vrednost od 2610 ind/L zabeležena je u maju mesecu.



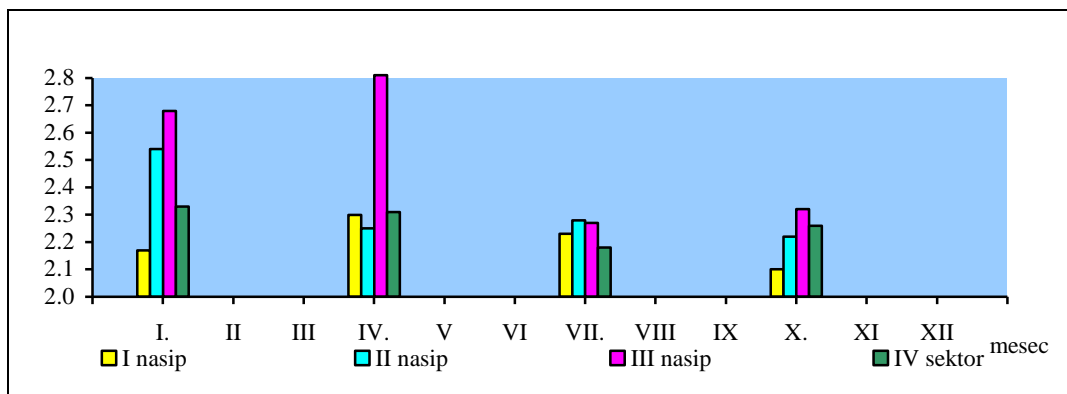
Grafikon 25. JEZERO PALIĆ, broj individua zooplanktona, ind/L

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

Tokom 2020. godine uočeno je povećanje saprobnosti na lokalitetu –III nasip jezera Palić.

Vrednosti indeksa saprobnosti ukazuju da je voda na ostalim lokalitetima bila uglavnom II klase kvaliteta, osim u januaru (II nasip i IV sektor) i aprilu (IV sektor), 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 26. JEZERO PALIĆ, saprobni indeks "S" po Pantle-Buck – u

2.1.18. MAKROZOOBENTOS

Ispitivanje faune dna jezera Palić tokom 2020. godine realizovano je u aprilu i julu, na lokalitetima predviđenim programom ispitivanja. Određen je kvalitativan i kvantitativan sastav zajednice *Chironomidae* i *Oligochaeta*.



Slika 7. *Limnodrilus hoffmeisteri*

U okviru zajednice *Chironomidae*, na lokalitetima I nasip i II nasip determinisana je vrsta *Glyptotendipes sp.*, a na lokalitetima II nasip i III nasip, vrsta *Chironomus plumosus*.

Maksimalna brojnost larvi hironomida utvrđena je u julu, na lokalitetu I nasip – 1110 ind/m².

Na lokalitetima I, II i III nasip, u sastavu zajednice *Oligochaeta* determinisano je ukupno pet vrsta familije *Tubificidae*: *Limnodrilus claparedeianus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus hoffmeisteri f. parva*, *Limnodrilus udekemianus* i *Tubifex tubifex* (I nasip- 5 vrsta, II nasip- 3 vrste, III nasip- 4 vrste). Procentualno najzastupljenije u zajednici bile su vrste *Limnodrilus hoffmeisteri* i *Tubifex tubifex*.

U turističkom delu jezera tokom 2020. godine determinisana je samo vrsta *Limnodrilus hoffmeisteri*.

Maksimalna brojnost oligoheta utvrđena je u aprilu, na lokalitetu III nasip – 2753 ind/m².

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

2.1.19. MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA

Tokom izveštajnog perioda 2020. godine, kao i tokom prethodne tri godine, na mikrobiološku ispravnost je analizirano ukupno 36 uzoraka jezerske vode, od kojih 8 uzoraka IV sektora – turističkog dela Palićkog jezera. 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 8 uzoraka uzetih tokom 2020. godine sa IV sektora – turističkog dela Palićkog jezera su odgovarali zahtevima za II-III klasu površinskih voda, koje su pogodne za kupanje, rekreaciju i sportove na vodi, isto kao i 2019. godine. Na kvalitet vode turističkog dela jezera Palić značajan uticaj imaju difuzni izvori zagađenja, a količina i karakter izvora zagađenja još uvek nisu u potpunosti stavljeni pod kontrolu. Nepotpuno odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda naselja dodatno opterećuje vodu jezera. Postoje planovi za unapređenje stanja, povećava se pokrivenost Palića javnom kanalizacijom, u toku su aktivnosti na formiranju zaštitnog pojasa oko samog jezera, itd.

Što se tiče mikrobioloških pokazatelja na ostalim lokalitetima, rezultati su sledeći:

- Kanal Palić-Ludoš - 3 uzorka (75%) je bilo sa mikrobiološkim nalazom koji odgovara IV ili V klasi kvaliteta, zbog većeg broja ukupnih koliforma, koliforma fekalnog porekla, crevnih enterokoka.
- Jezero Ludaš – severni deo - 3 uzorka (75%) je bilo sa mikrobiološkim nalazom koji odgovara IV ili V klasi kvaliteta površinske vode, zbog većeg broja ukupnih koliforma, koliforma fekalnog porekla, crevnih enterokoka (*Enterococcus faecalis*) i aerobnih heterotrofa.
- Jezero Ludaš – južni deo – 1 uzorak (25%) uzet u aprilu je imao nalaz broja crevnih enterokoka (*Enterococcus faecalis*) koji odgovara IV klasi kvaliteta.

Opis IV, odnosno V klase odgovara slabom ili lošem ekološkom statusu prema klasifikaciji datoj u pravilniku kojim se propisuju parametri ekološkog i hemijskog statusa za površinske vode.

Na ostalim lokalitetima uzorkovanja svi pregledani uzorci su odgovarali II/III klasi kvaliteta prema graničnim vrednostima za mikrobiološke parametre.

2.2. KANAL PALIĆ-LUDAŠ

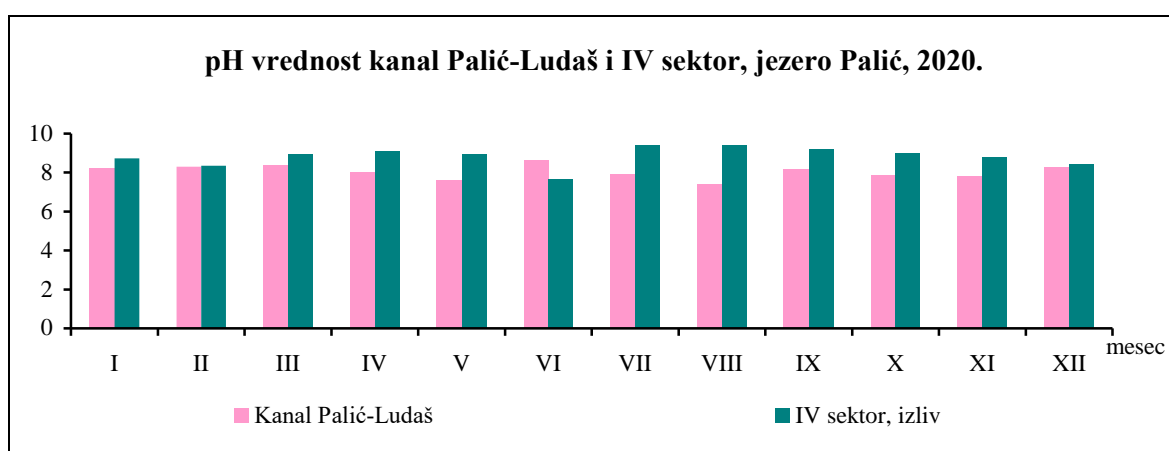
Voda jezera Palić se putem kanala Palić-Ludaš uliva u Ludaško jezero.

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.

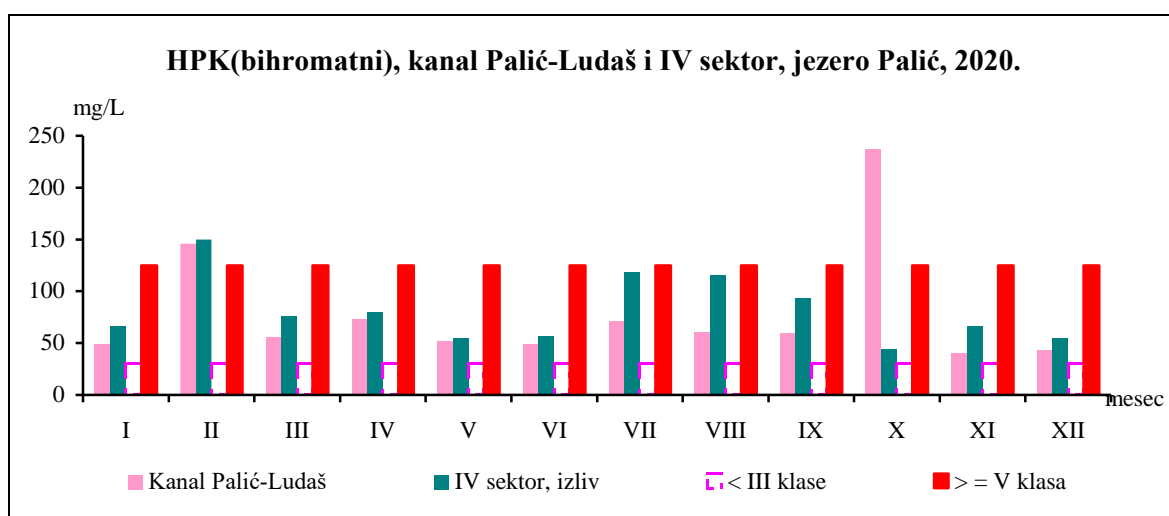
pH vrednosti vode kanala Palić-Ludaš i IV sektora jezera Palić su veoma slične, što ukazuje da je voda kanala najvećim delom poreklom iz IV sektora jezera Palić.

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

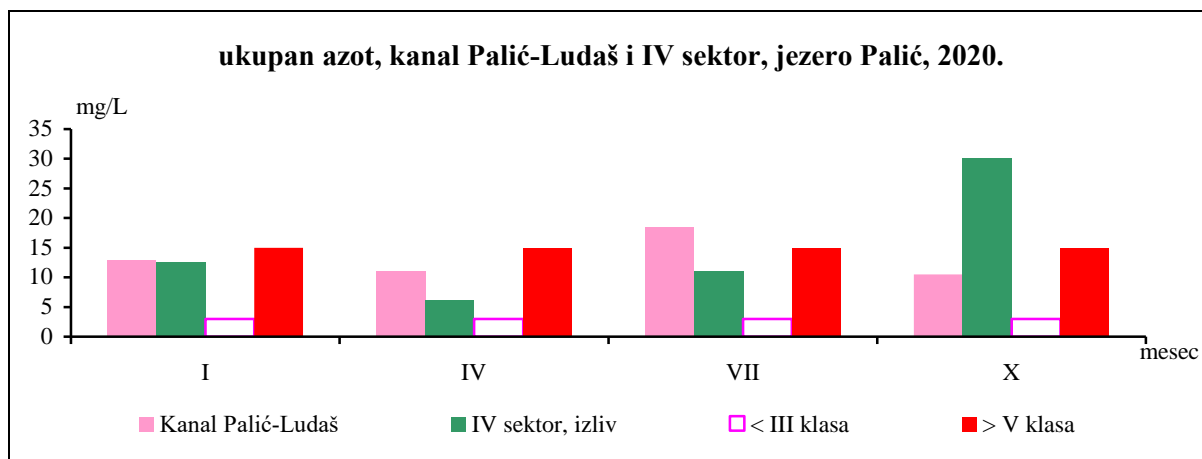
Kanal Palić-Ludaš je organski izuzetno opterećen, i na osnovu vrednosti HPK (bihromatna) voda tokom većeg dela godine ima karakteristike IV klase, na osnovu "Uredbe", Sl. glasnik RS 50/12.



Grafikon 28. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, HPK bihromatni

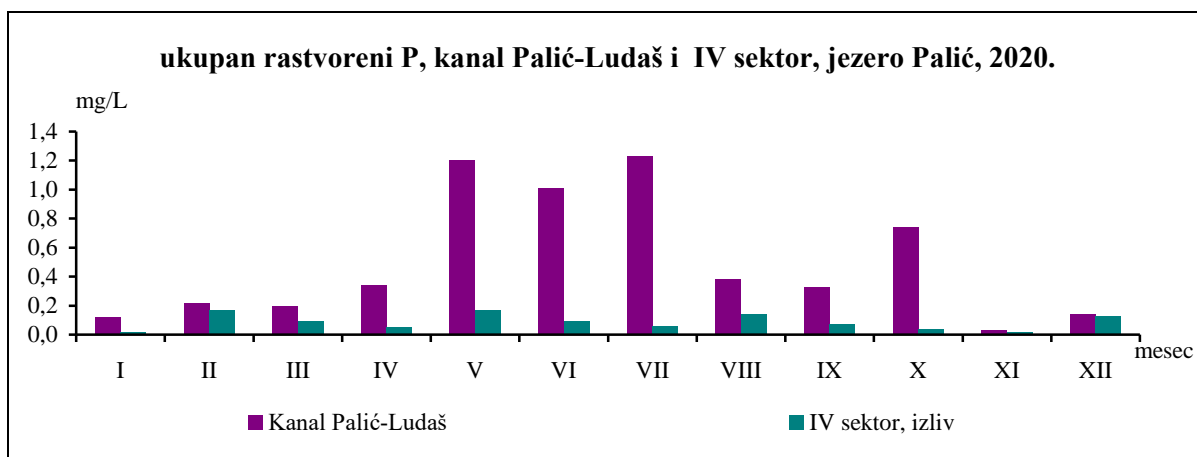
Pored veoma velikog organskog opterećenja, voda kanala Palić-Ludaš sadrži i veliku količinu nutrijenata. Koncentracije ukupnog azota i fosfora su na nivou koncentracija u IV sektoru jezera Palić ili više, zbog direktnog uticaja neprečišćenih komunalnih voda i podzemne vode iz I izdani, koja je jako opterećena komunalnim vodama iz domaćinstava (veliki broj objekata nije priključen na javnu kanalizaciju ili nije izgrađena).

Visoke koncentracije ukupnog azota svrstavaju vodu kanala Palić-Ludaš u IV ili V klasu ("Uredba", Sl. glasnik RS 50/12).



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

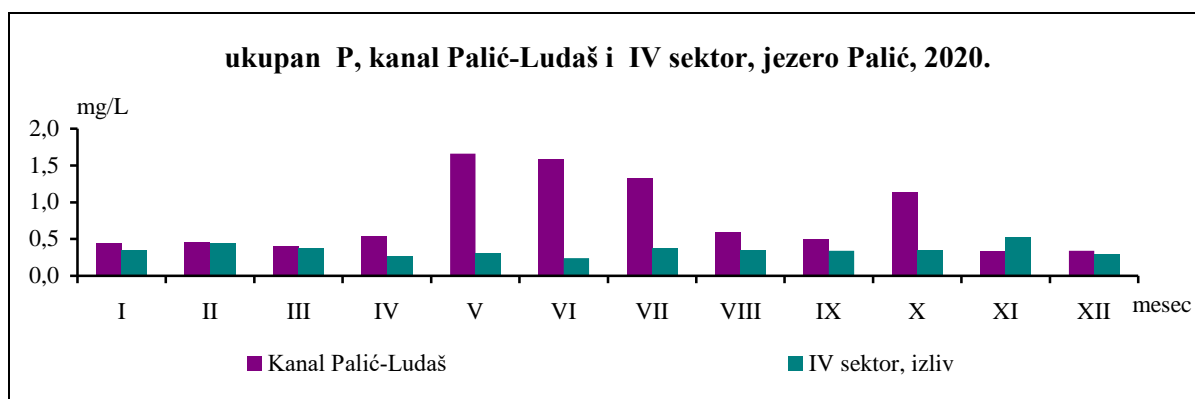
Više koncentracije ukupnog rastvorenog fosfora u vodi kanala u odnosu na „izvorište“ (IV sektor –izliv iz jezera, Palić), posledica su većeg doprinosa difuznih izvora zagađenja (uticaj veštačkih đubriva sa okolnih parcela i prevashodno deterdženata iz neprečišćenih komunalnih voda sa svih gore navedenih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



Grafikon 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.

Ukupan fosfor u vodi kanala Palić-Ludaš je tokom 2020. godine bio viši od ukupnog fosfora sa lokaliteta IV sektor –izliv iz jezera, Palić.



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

U toku 2020. 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	40	34	37	34	29	29	26	56	47	49	55	30
kanal PL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Na osnovu prezentovanih rezultata voda kanala Palić-Ludaš je tokom 2020. godine bila veoma lošeg kvaliteta, i kao takva dodatno opteretila jezero Ludaš organskom materijom i nutrijentima (naročito fosforom).

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.

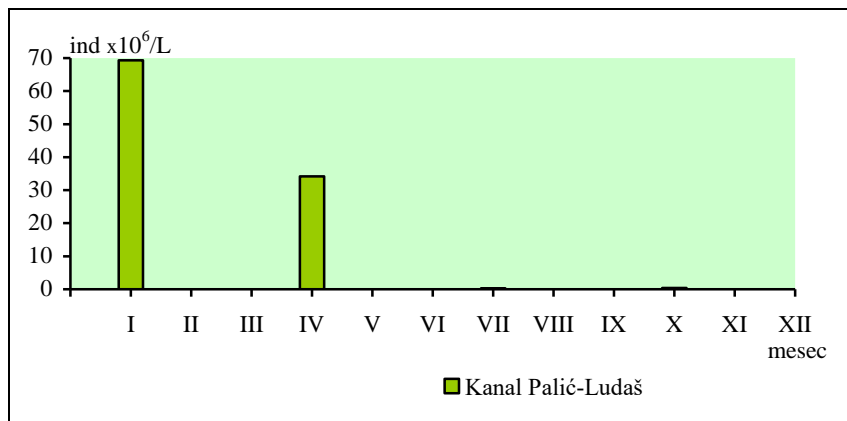
FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

U sastavu fitoplanktona i fitoperifitona, na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš, utvrđeno je prisustvo 25 vrsta *Chlorophyta*, 14 vrsta *Euglenophyta*, 13 vrsta *Bacillariophyta* i 9 vrsta *Cyanophyta*.

U pogledu brojnosti tokom 2020. godine dominirala je vrsta - *Oscillatoria agardhii*.

Kvantitativna zastupljenost modrozelenih algi u zajednici fitoplanktona kretala se od 62.5% do 93.9%.

Tokom 2020. godine uočene su velike oscilacije u pogledu brojnosti algi u vodi kanala. Maksimalna vrednost registrovana je u januaru mesecu - 69.30×10^6 ind/L.



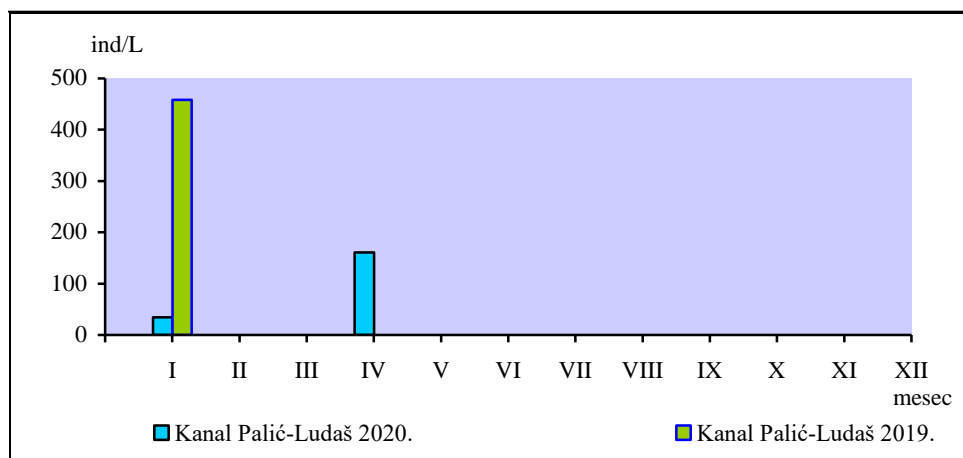
Grafikon 32. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, broj individua fitoplanktona, $\times 10^6$ /L

ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

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

Tokom 2020. godine prisutan je izuzetno mali broj vrsta u zajednici, kao i smanjena brojnost zooplanktona, do potpunog odsustva (jul i oktobar). Nije uočeno prisustvo predstavnika grupe *Cladocera*.

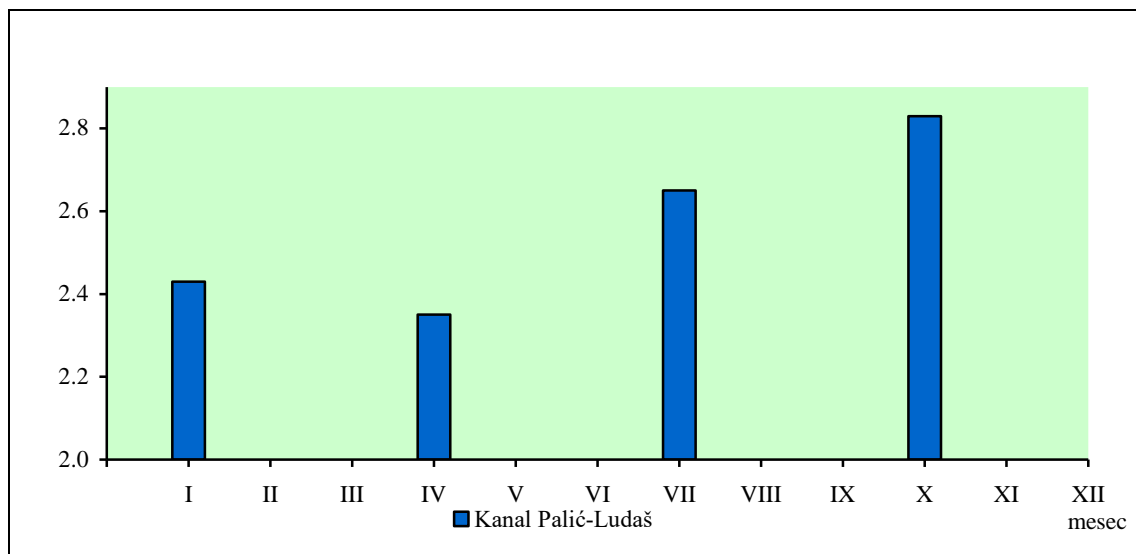
Brojnost zooplanktona u aprilu mesecu bila je – 161 ind/L.



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

SAPROBNI INDEKS "S" PO PANTLE - BUCK – u

Tokom 2020. godine vrednosti indeksa saprobnosti, na osnovu zajednice planktona i perifitona, na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš, bile su u granicama α - β i α mezosaprobnosti.



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

MAKROZOOBENTOS

Rezultati ispitivanja makrozoobentosa na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš tokom 2020. 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, koji je recipijent otpadnih voda naselja Palić, procednih voda iz septičkih jama, ocednih voda sa okolnog zemljišta i infrastruktura i zagađivača na slivu.

Nedostatak sistema za odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda naselja Palić i nekontrolisano i direktno ulivanje neprečišćenih voda u Ludaš, doprinosi daljem pogoršanju kvaliteta jezerske vode što je i uzročno-posledično povezano sa povećanjem količine mulja.



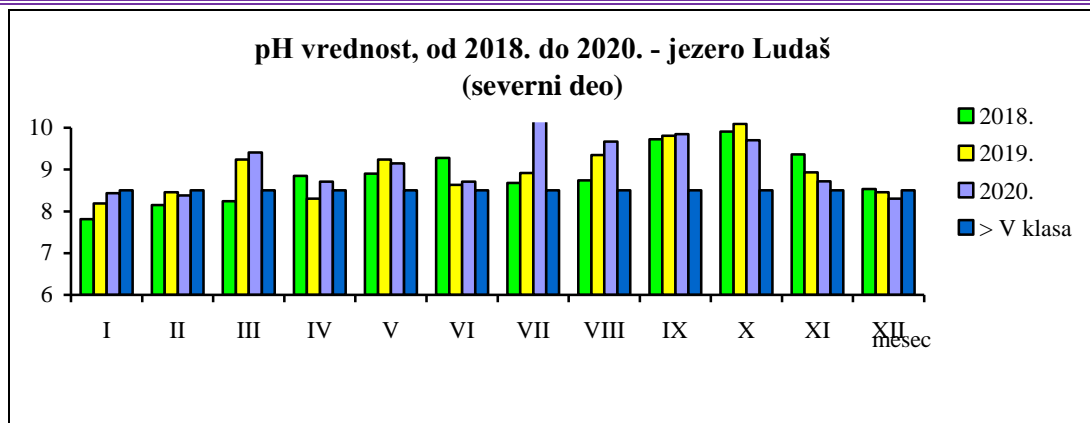
Slika 9. Južni Ludaš

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 na nivou prošlogodišnjih, i kao takve ne zadovoljavaju uslove kvaliteta propisane „Uredbom“ za predviđenu namenu. Maksimalna vrednost u 2020. godini (pH=10.20) izmerena je u julu mesecu, dok je u 2019. godini (pH=10.07), izmerena u oktobru mesecu, što je još jedan pokazatelj da se izgubila svaka sezonska „različitost“ kvaliteta vode. Ove visoke vrednosti su posledica životne aktivnosti izuzetno brojne zajednice fitoplanktona, koja preko karbonat/hidrokarbonat puferskog sistema rastvara resuspendovani mulj i usvaja iz njega nutrijente, u prvom redu fosfor.

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

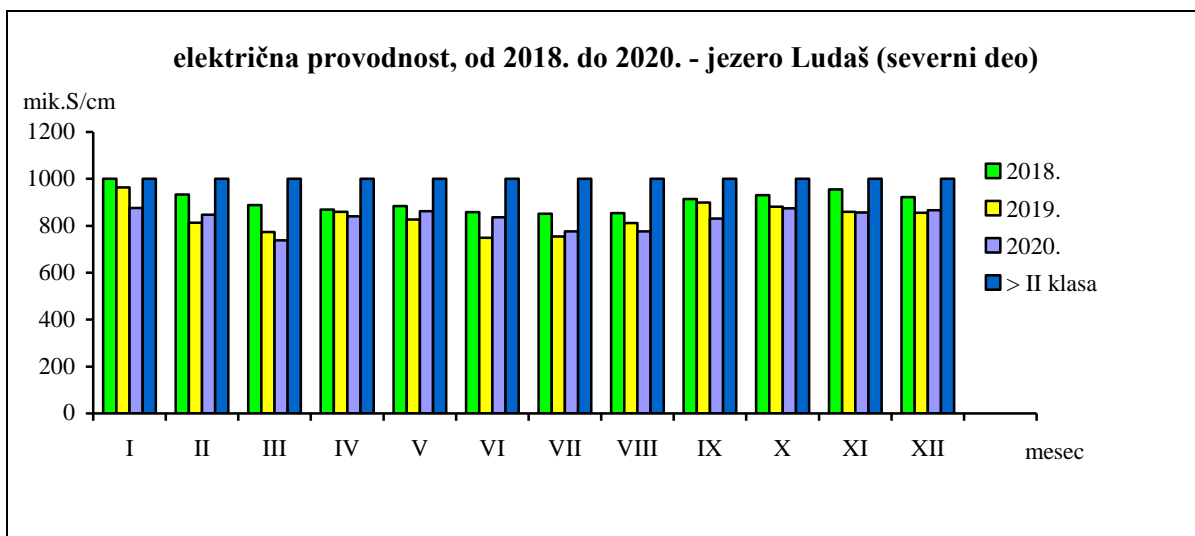


Grafikon 35. JEZERO LUDAŠ, pH vrednost

2.3.2. ELEKTRIČNA PROVODNOST

U severnom delu jezera vrednosti električne provodnosti u 2020. godini približno su jednake u odnosu na 2019. godinu.

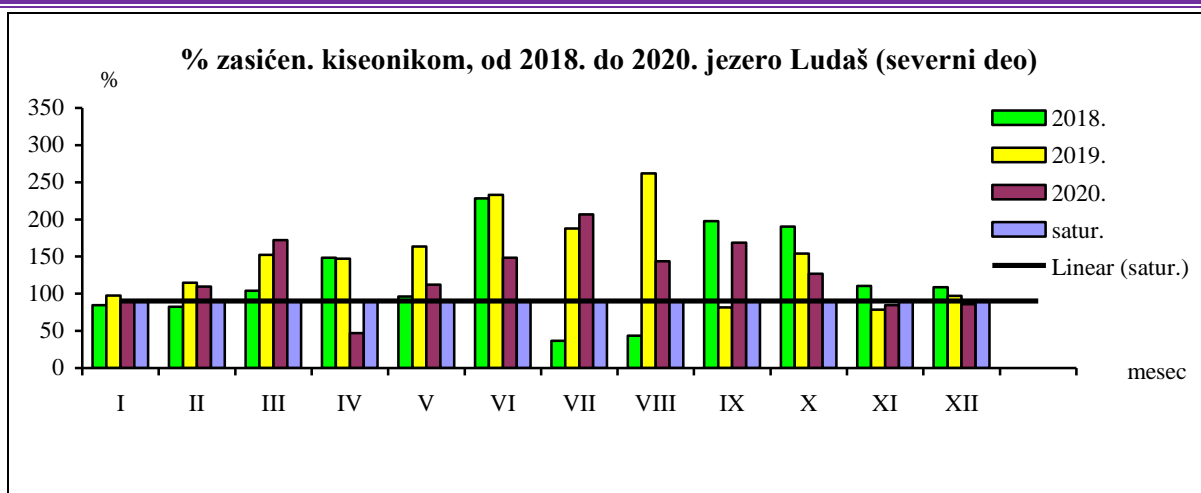
Električna provodnost, kao pokazatelj ukupne količine soli u vodi, svrstava jezero na ovom lokalitetu u I-II klasu kvaliteta tokom celog izveštajnog perioda (Uredba, Sl. glasnik RS 50/12).



Grafikon 36. JEZERO LUDAŠ, električna provodnost, μ 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 47.1 % (april) do 206.6 % (jul).



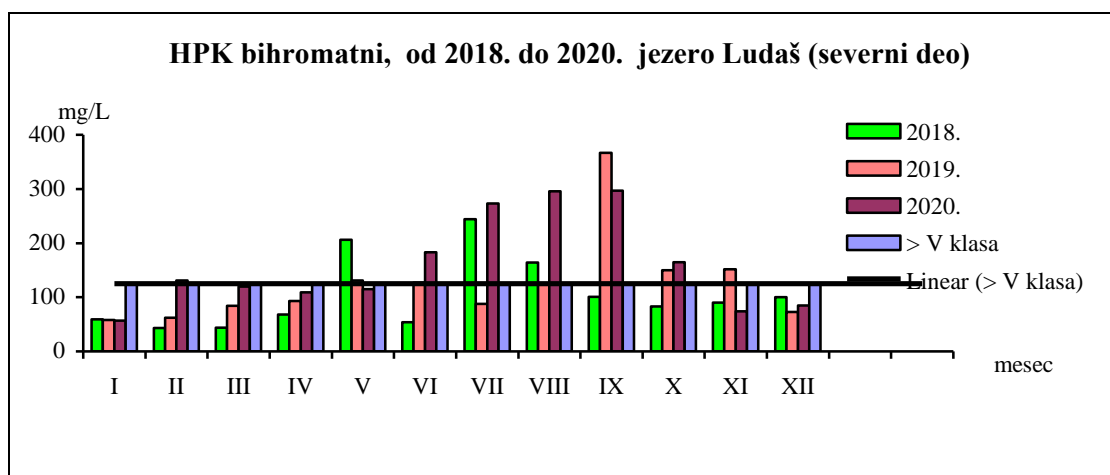
Grafikon 37. JEZERO LUDAŠ, zasićenost kiseonikom, % O₂

2.3.4. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA (bihromatna)

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

Ekstremno visoke vrednosti su zabeležene u periodu jun – oktobar. Maksimum u 2020. godini (297 mg/L) je niži od maksimuma u 2019. godini (367 mg/L).

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



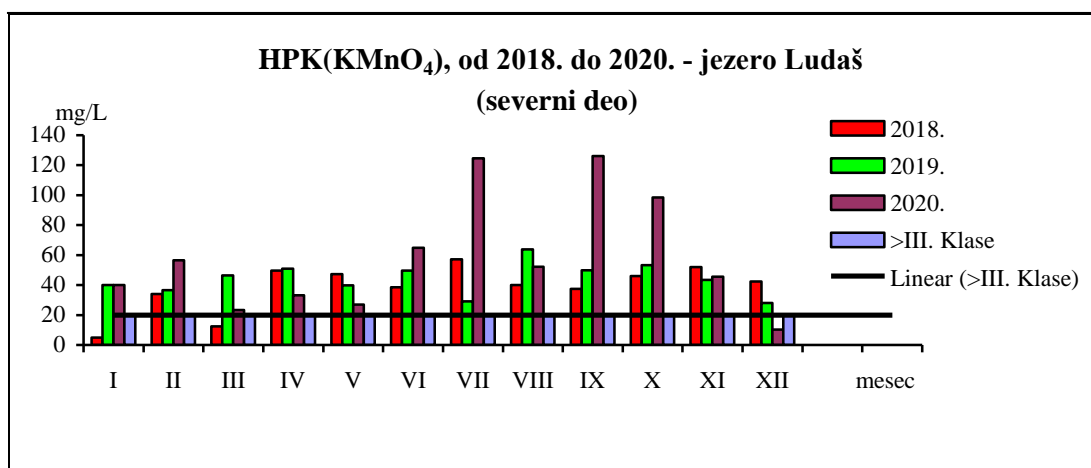
Grafikon 38. JEZERO LUDAŠ, HPK (bihromatna), mg/L



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.



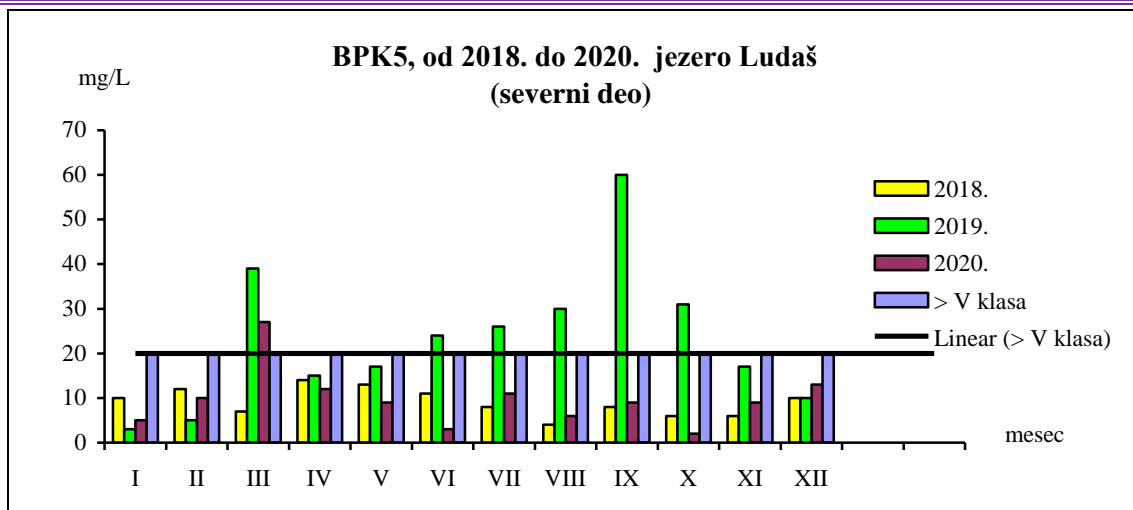
Grafikon 39. JEZERO LUDAŠ, HPK (iz utroška $KMnO_4$), mg/L

2.3.6. PETODNEVNA BIOLOŠKA POTROŠNJA KISEONIKA

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

Vrednosti biološke potrošnje kiseonika nakon pet dana, tokom ispitivanog perioda su relativno ujednačene. Minimum je zabeležen u oktobru – 2 mg/L, a maksimum u martu mesecu – 27 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 40. JEZERO LUDAŠ, BPK₅, mg/L

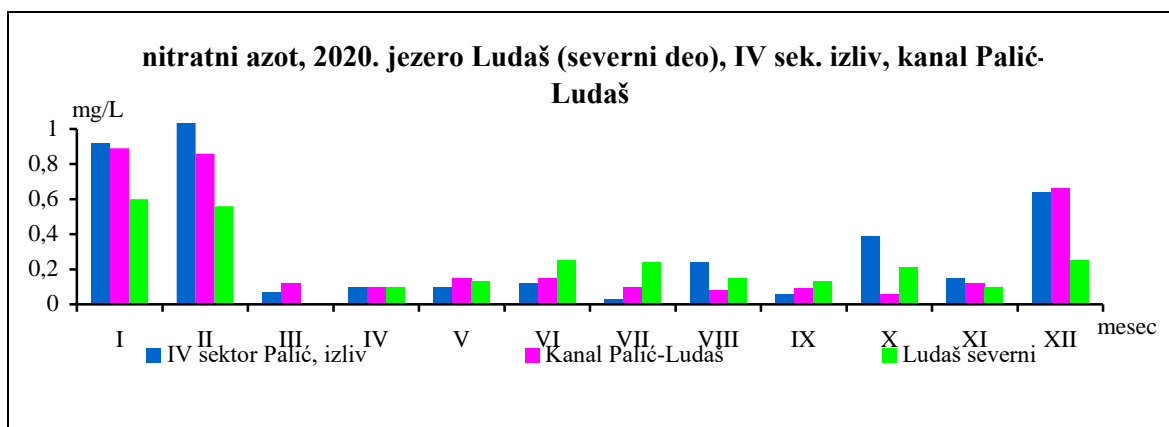


Slika 11. Vizitorski centar

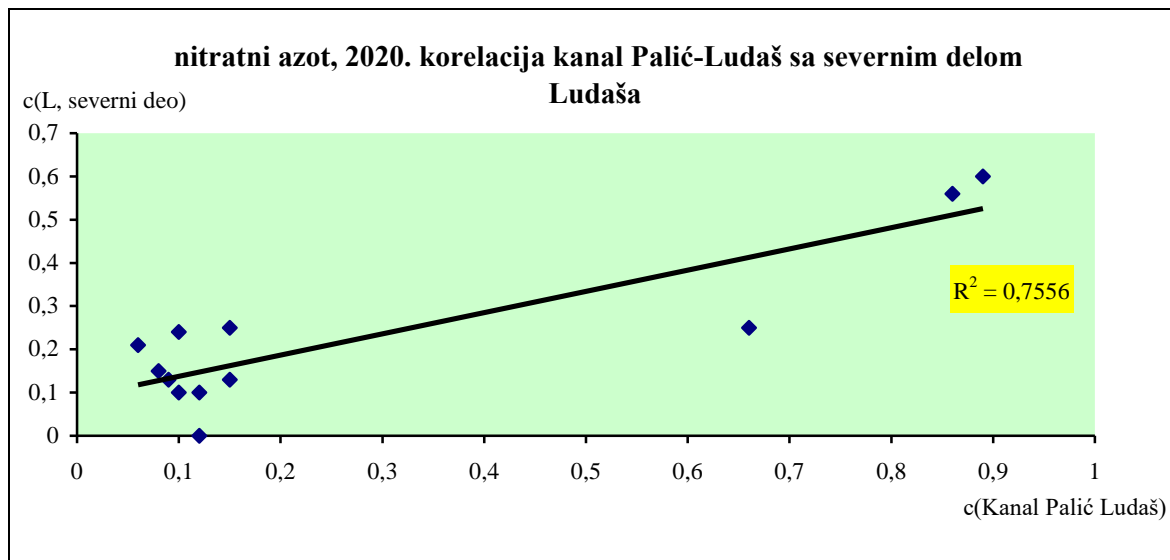
2.3.7. NITRATNI AZOT

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

Koncentracija nitrata na ovom lokalitetu direktno zavisi od koncentracije nitrata u vodi Palićkog jezera. To još jednom potvrđuje da je kvalitet vode Ludaškog jezera veoma zavisian od količine i kvaliteta vode koja „pristiže“ iz Palićkog jezera.



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



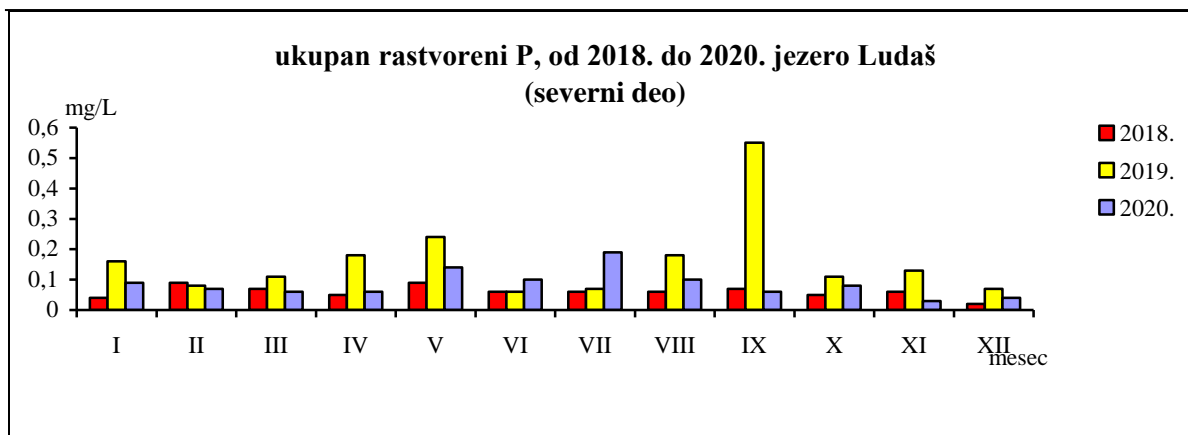
Grafikon 42. JEZERO LUDAŠ, korelacija sa IV sektorom Palića, izliv iz jezera, nitratni azot, mg/L

2.3.8. UKUPAN RASTVORENI FOSFOR

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

Najviša vrednost u 2020. godini izmerena je u julu i iznosi 0.19 mg/L (II klasa). Maksimalna vrednost u 2019. godini je iznosila 0.55 mg/L (IV klasa).

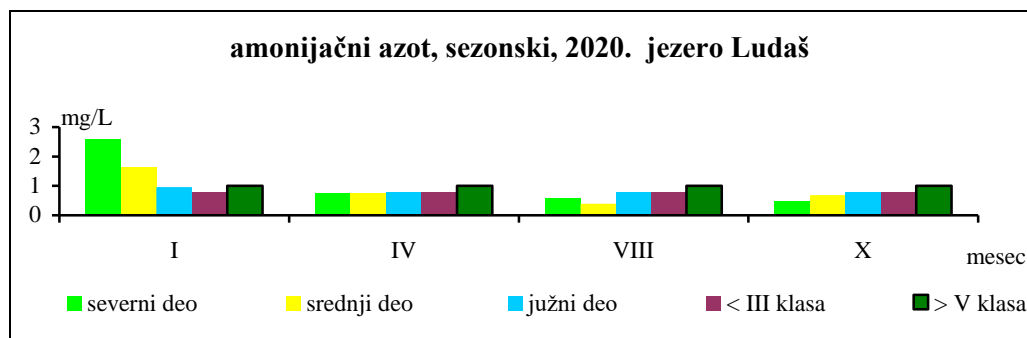
Tokom 2020. godine uočava se smanjenje koncentracije ukupnog rastvorenog fosfora na ovom lokalitetu.



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

2.3.9. AMONIJAČNI AZOT

Vrednosti amonijačnog azota tokom 2020. godine određuju „umeren“ ekološki status vode jezera, osim u januaru mesecu kada je kvalitet vode na severnom i srednjem delu jezera na osnovu ovog parametra odgovarao V klasi kvaliteta.



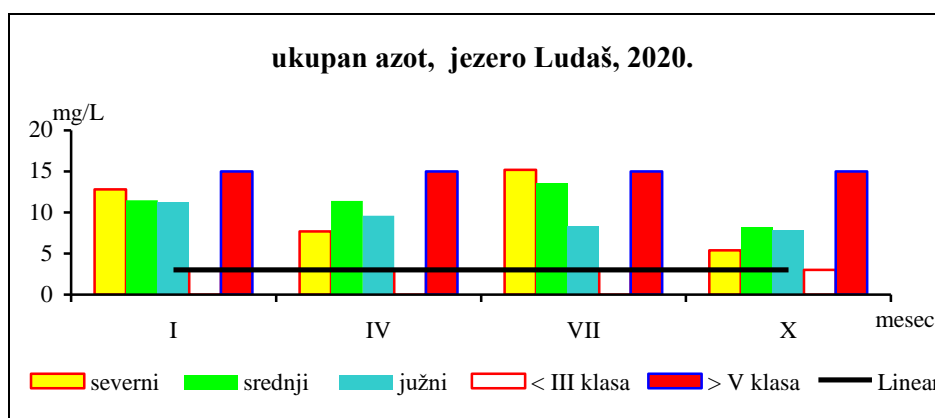
Grafikon 44. JEZERO LUDAŠ, amonijačni azot- sezonski , mg/L

2.3.10. UKUPAN AZOT

Vrednosti ukupnog azota u 2020. godini su određene sezonski, na sva tri lokaliteta jezera Ludaš.

Postoji značajan pad koncentracije ukupnog azota na severnom i srednjem delu jezera.

Na osnovu klasifikacije (Sl. glasnik RS 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).

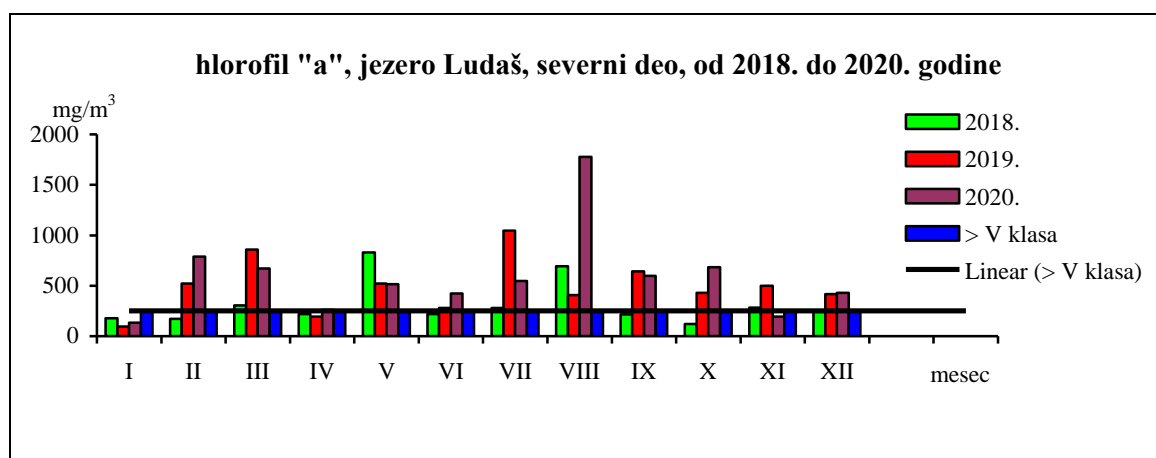


Grafikon 45. JEZERO LUDAŠ, ukupan azot - sezonski , mg/L

2.3.11. HLOROFIL "a"

Vodu severnog dela jezera karakteriše visok sadržaj hlorofila "a". Maksimalna vrednost ovog parametra registrovana je avgustu mesecu – 1777 mg/m³. Maksimum u 2019. godini je bio neznatno manji – 1047 mg/m³.

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



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

2.3.12. JEZERSKI SEDIMENT

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

-Februar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		7.19	7.14	7.10
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	90.7	53.0	89.2
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	9.3	47.0	10.8
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	50.1	294	239
5.	Ukupan azot	mg/kg	1319	1250	927
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	5771	3853	1029

-April

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		7.31	7.26	7.14
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	90.8	51.5	86.2
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	9.2	48.5	13.8
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	415.3	210.3	383.9
5.	Ukupan azot	mg/kg	1400	1926	2367
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	2969	4666	1075

-Jul

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		7.22	7.12	7.15
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	60.9	78.9	19.7
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	39.1	21.1	80.3
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	288.0	297.0	449.0
5.	Ukupan azot	mg/kg	1632	764	777
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	17456	2318.6	784.9
7.	Arsen (As)	mg/kg	97.5	-	-
8.	Kadmijum (Cd)	mg/kg	0.39	-	-
9.	Hrom (Cr)	mg/kg	173.6	-	-

-Oktobar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		7.16	7.10	7.15
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	92.8	67.1	45.9
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	7.2	32.9	54.1
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	315.2	463.4	419.4
5.	Ukupan azot	mg/kg	1163.5	1944.0	1632.8
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	955	3487	6544

Rezultati ispitivanja sedimenta ukazuju da su pH vrednosti ujednačene na svim lokalitetima.

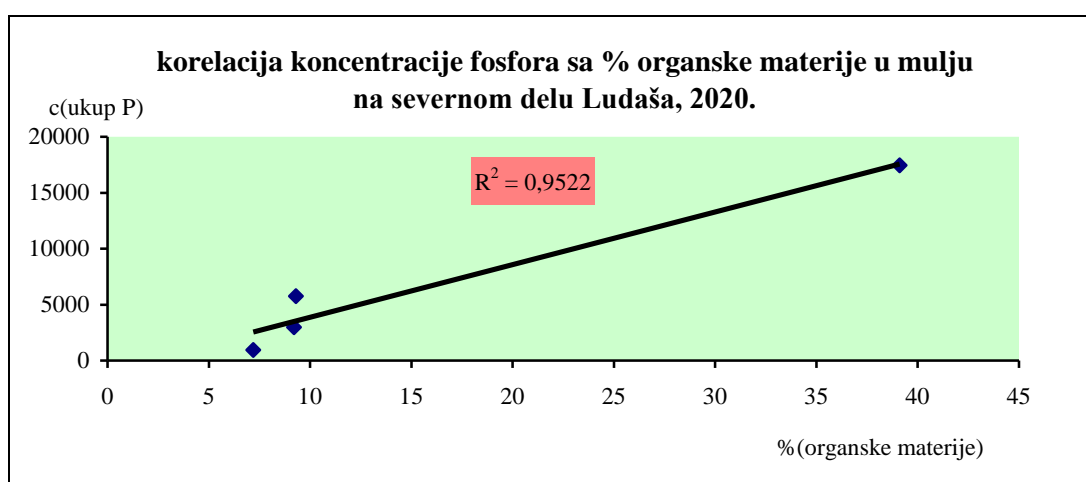
Ukupan rastvorljivi azot ima maksimum u julu mesecu na lokalitetu - južni deo jezera.

Maksimalna vrednost za ukupan azot je registrovana u aprilu mesecu na lokalitetu - južni 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 dela jezera, i ta vrednost je višestruka u odnosu na vrednosti na ostalim lokalitetima. Kvalitet sedimenta se izrazito pogoršao na lokalitetu južni deo. Veći broj parametara dostiže vrednosti karakteristične za severni i srednji deo jezera, ili čak i veće.

Postoji dobra korelacija između koncentracije ukupnog fosfora i procentnog udela organske materije u sedimentu na severnom delu jezera ($R^2=0.9522$, Grafikon 47.)



Grafikon 47. JEZERO LUDAŠ, mulj-severni deo, korelacija ukupnog fosfora i %organske materije





















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 uglendioksida i nutrijenata za dugi niz godina“ i da će sigurno održati svoju hipertrofičnost.

Neophodne su konkretne i hitne mere da bi se usporio proces zabarivanja jezera!

Koncentracije teških i toksičnih metala i metaloida u sedimentu Severnog dela jezera Ludaš su u granicama prirodnog „fona“, sem vrednosti za arsen i ukupan hrom.

2.3.13. SERBIAN WATER QUALITY INDEX (SWQI)

U toku 2020. godine kvalitet vode jezera Ludaš opisan je kao “loš”, osim u januaru mesecu kada je na južnom delu bio “veoma loš”.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Severni deo	40 	55 	44 	51 	53 	59 	42 	61 	56 	60 	67 	53 
Srednji deo	57 	- -	- -	64 	- -	- -	56 	- -	- -	55 	- -	- -
Južni deo	38 	- -	- -	55 	- -	- -	52 	- -	- -	59 	- -	- -

Na osnovu Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, Sl. glasnik RS 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 2020. godine, u zajednici fitoplanktona i fitoperifitona determinisano je ukupno 108 vrsta algi.

Kvalitativno najzastupljeniji je razdeo *Chlorophyta* sa 35 vrsta, slede razdeo *Bacillariophyta* sa 33 vrste, *Cyanophyta* sa 23 vrste, *Euglenophyta* sa 16 vrsta i *Pyrrophyta* sa jednim predstavnikom.

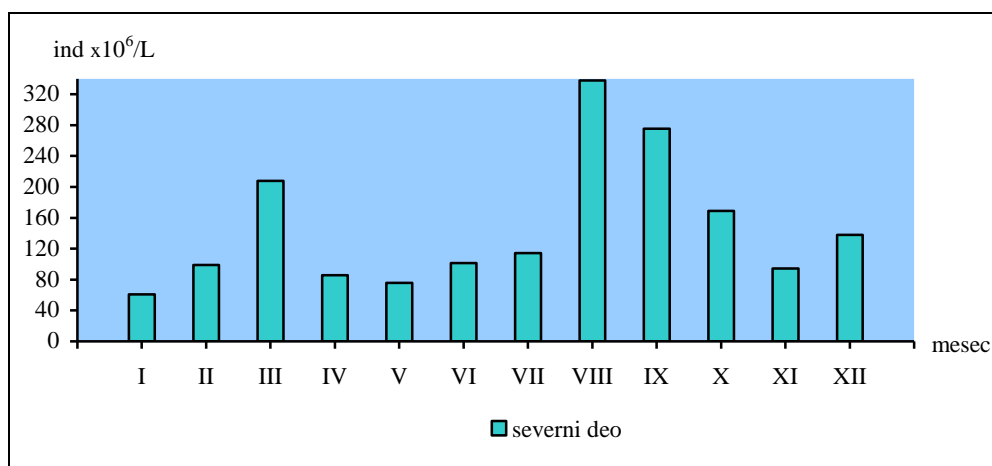
Tokom perioda ispitivanja konstantno su bile prisutne vrste rodova: *Ankistrodesmus*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Euglena*, *Cyclotella*, *Cymbella*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Stephanodiscus* i *Synedra*.

Najveću učestalost na severnom i srednjem delu jezera imaju vrste: *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flos-aquae*, *Microcystis delicatissima* i *Oscillatoria agardhii*.

Rezultati hidrobiološke analize zastupljenosti razdela u zajednici ukazuju na kvantitativnu dominaciju razdela *Cyanophyta* na severnom i srednjem delu jezera. Procentualna zastupljenost modrozelenih algi u vodi jezera kretala se od 8.3% (južni deo jezera, januar mesec) do 94.1% (severni deo jezera, decembar mesec).

Brojnost algi je konstantno velika na severnom delu jezera. Maksimum brojnosti od 338×10^6 ind/L registrovan je u avgustu mesecu.

Južni deo jezera i tokom 2020. godine zadržava specifičnost zajednice fitoplanktona, u smislu manje brojnosti.



Grafikon 48. JEZERO LUDAŠ, broj individua fitoplanktona, $\times 10^6/L$



Slika 12. *Microcystis flos-aquae*

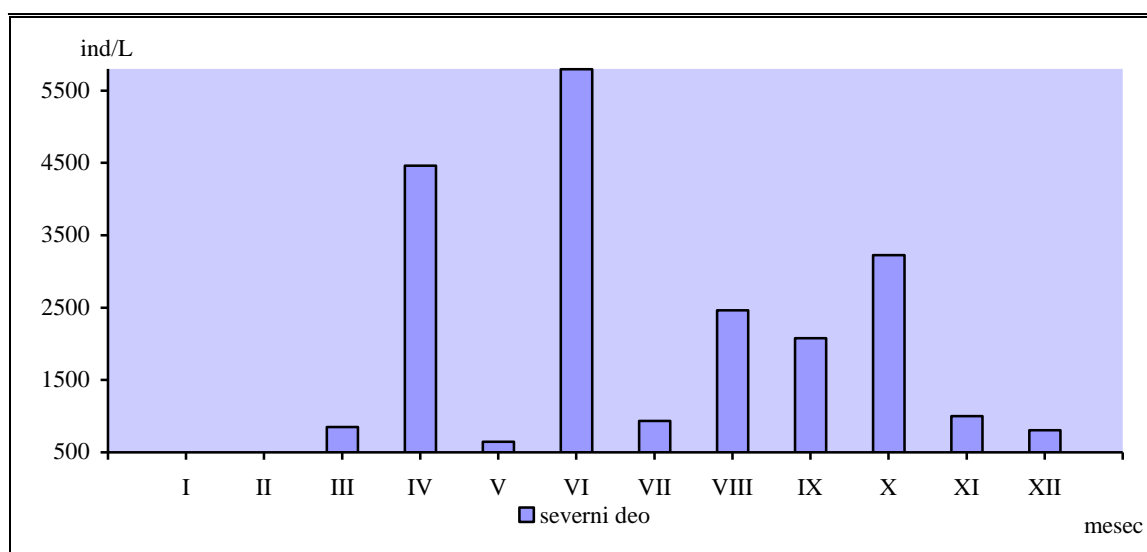
2.3.15. ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

Kvalitativnu i kvantitativnu dominaciju u zajednici zooplanktona i zooperifitona jezera Ludaš, kao i prethodnih godina ima grupa *Rotatoria* sa 33 predstavnika. Na svim lokalitetima prisutni su i predstavnici grupe *Copepoda*.

U aprilu i julu, na srednjem i južnom delu jezera, determinisana je vrsta *Chydorus sphaericus* – predstavnik *Cladocera*.

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

Povećana brojnost zooplanktona na severnom delu Ludaša uočena je u aprilu i junu. Maksimalna brojnost registrovana tokom 2020. godine bila je – 5795 ind/L.



Grafikon 49. JEZERO LUDAŠ, broj individua zooplanktona, ind/L

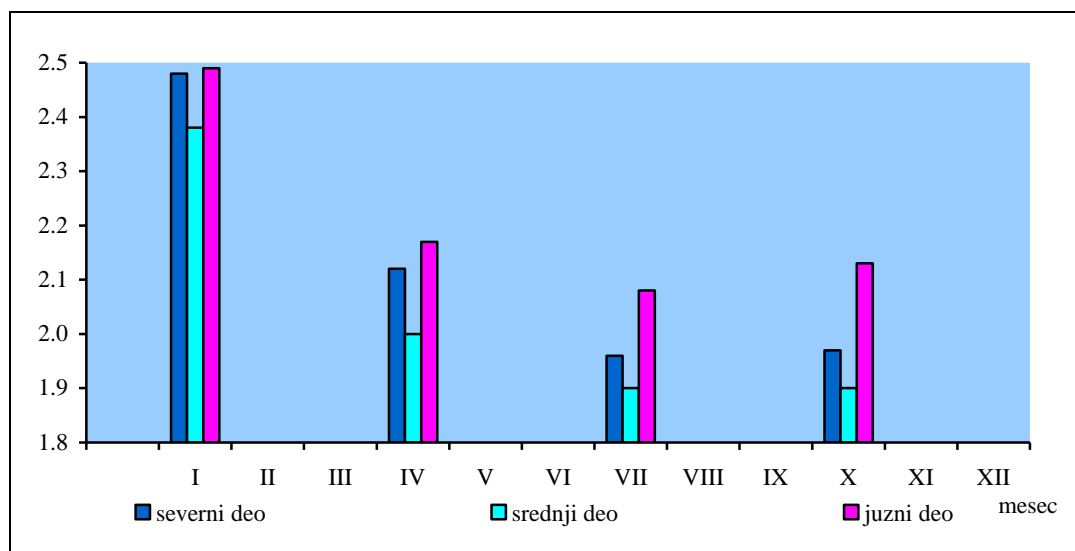


Slika13. *Chydorus sphaericus*

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 2020. godine bio u granicama β mezosaprobnosti (II klasa kvaliteta), osim u januaru, kada je voda imala karakteristike II-III klase kvaliteta.

Kvantitativna dominacija modrozelenih algi u zajednici fitoplanktona konstantno uslovljava niži stepen saprobnosti tokom letnjih i jesenjih meseci na severnom i srednjem delu jezera.



Grafikon 50. JEZERO LUDAŠ, saprobni indeks "S" po Pantle-Buck-u

2.3.17. MAKROZOOBENTOS

Ispitivanje faune dna jezera Ludaš tokom 2020. godine ukazuje na malobrojno prisustvo predstavnika zajednice *Chironomidae* na južnom delu jezera.

U okviru zajednice determinisana je samo vrsta *Chironomus plumosus*.

Sedimenti su opterećeni ogromnom količinom organske materije i potencijalni su izvor redukcionih procesa, što dodatno povećava nestabilnost sistema i uslovljava odsustvo makrozoobentosa.

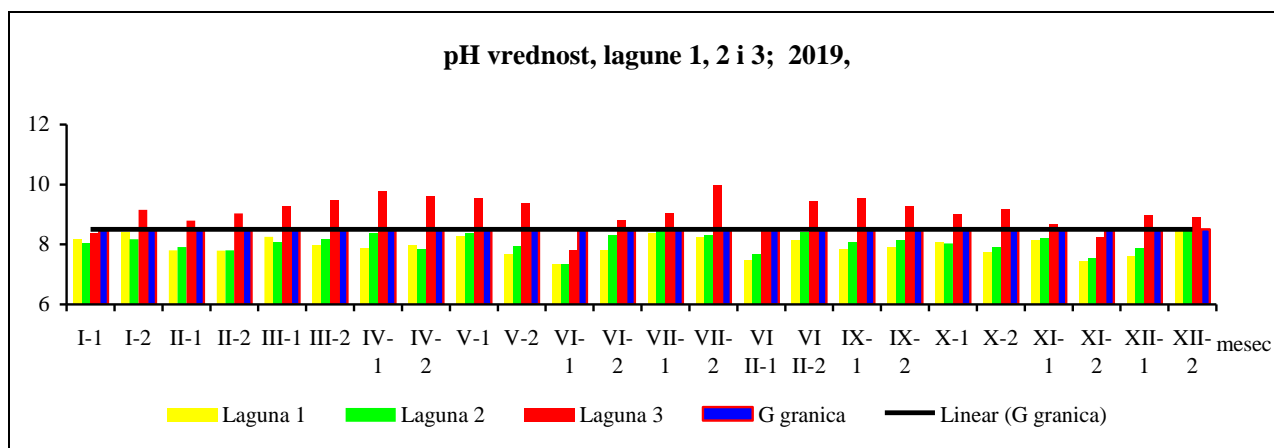
2.4. JEZERO PALIĆ, I SEKTOR -LAGUNE

Od jula meseca 2019. godine, uveden je monitoring na tri nova lokaliteta, vezana za I sektor jezera Palić - laguna 1, laguna 2 i laguna 3.

Lagune su locirane između PPOV grada Subotica i I sektora jezera Palić. Do proširenja programa je došlo nakon probnog ispitivanja u decembru mesecu 2018. godine.

Godišnjim programom ispitivanja za 2019./2020. godinu, uzorkovanja i fizičko-hemijska ispitivanja vode iz laguna vršena su dvonedeljnom dinamikom.

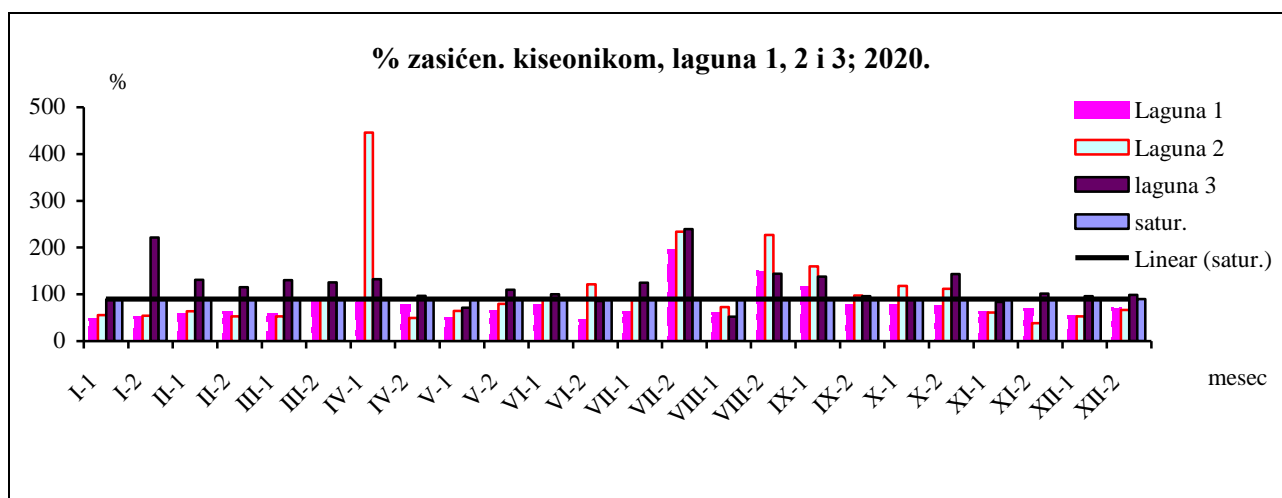
pH vrednosti vode lagune 1 i lagune 2 su veoma slične, dok su u laguni 3 vrednosti nešto više zbog veće brojnosti i aktivnosti fitoplanktona (znatno viša vrednost za hlorofil „a“).



Grafikon 51. LAGUNE 1, 2 i 3, pH vrednost

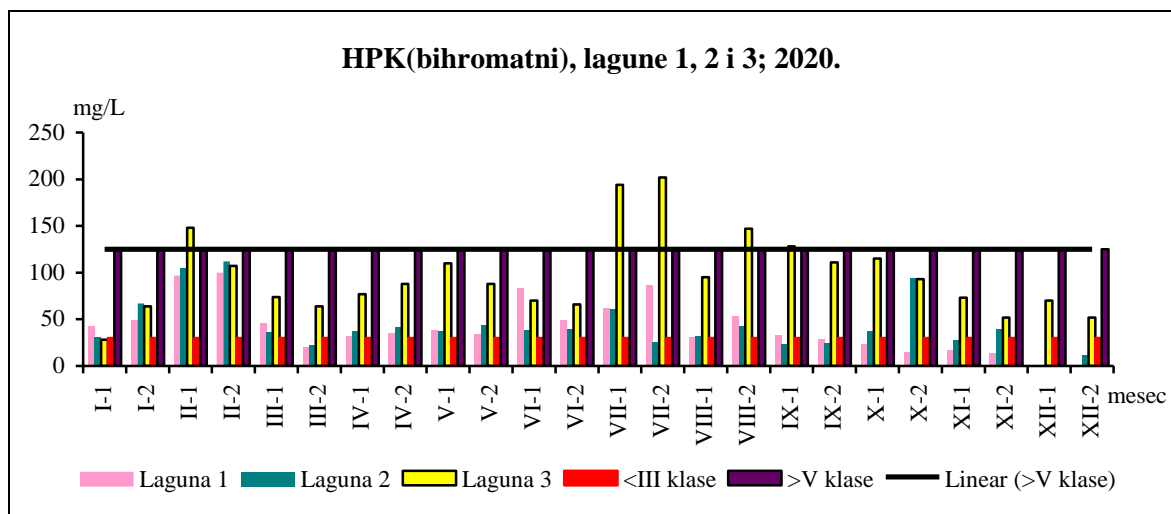
Vrednosti rastvorenog kiseonika u vodi sve tri lagune pokazuju da je kiseonični režim neujednačen, od izraženih supersaturacija (445.8% > 90%) do vrednosti ispod granice prihvatljivosti (38.1%).

Izrazito visoke vrednosti registrovane su u prvoj polovini aprila u laguni 2 (445.8%) i u drugoj polovini jula i avgusta u svim lagunama.



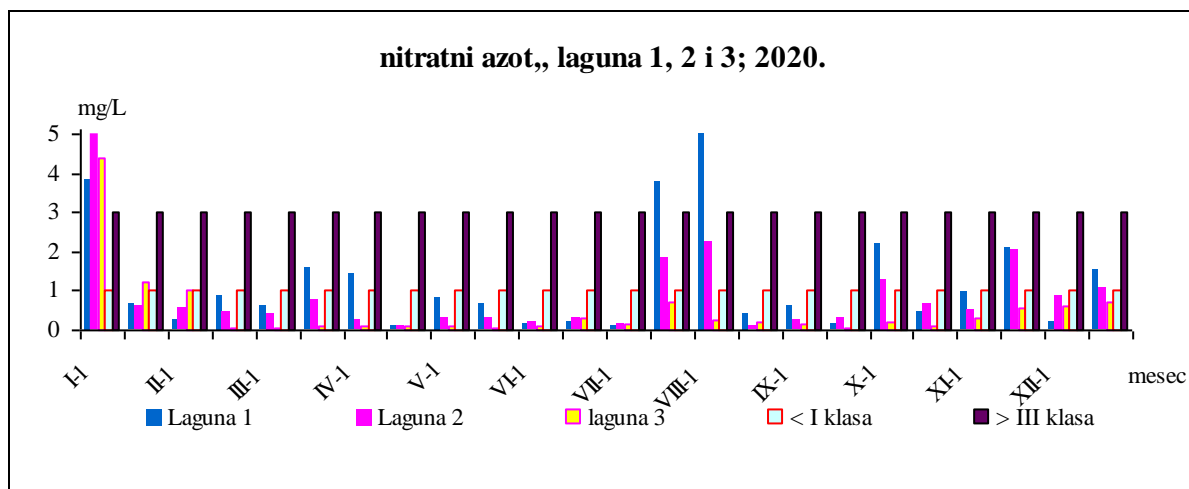
Grafikon 52. LAGUNE 1, 2 i 3, zasićenost kiseonikom, % O₂

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 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).



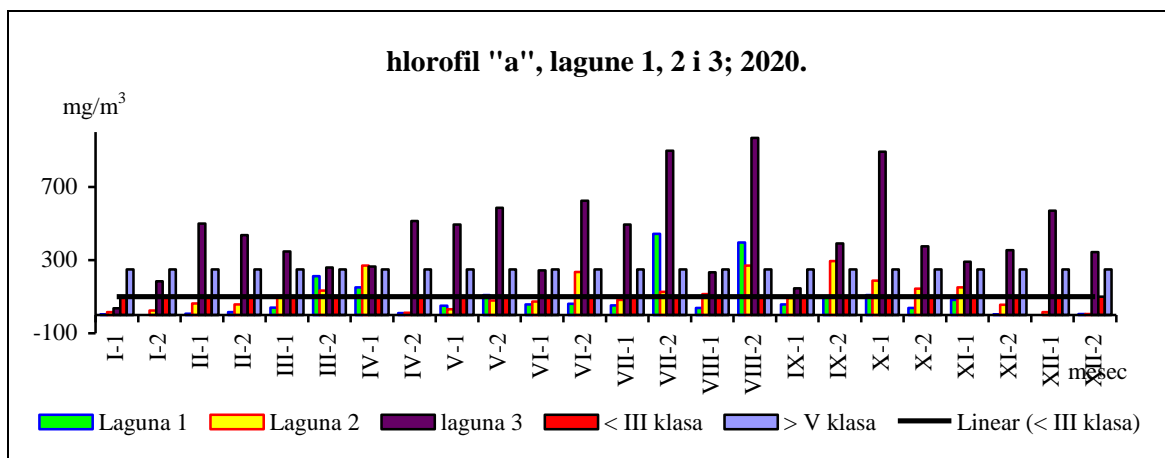
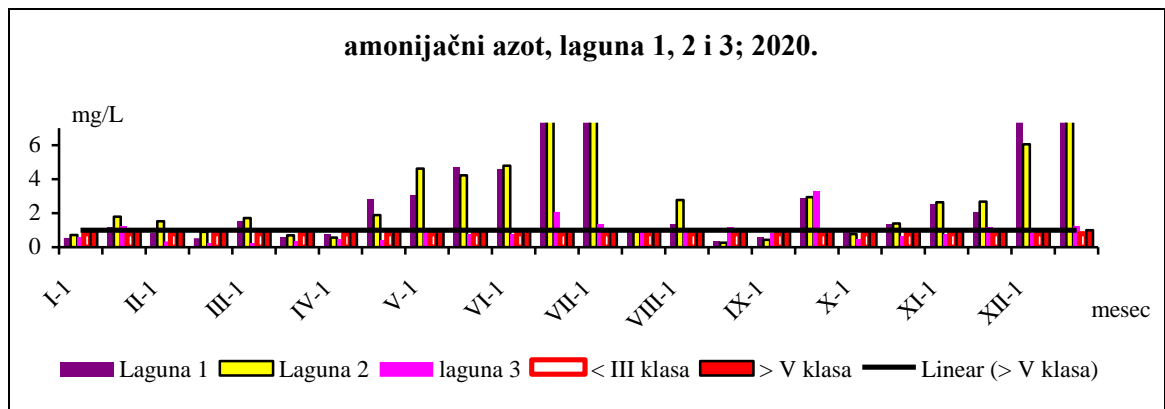
Grafikon 53. LAGUNE 1, 2 i 3, HPK bihromatni

Koncentracije nitratnog azota u vodi laguna su neujednačene i kreću se od I do IV klase. Najviše koncentracije nitrata u toku ispitivanja registrovane su u prvoj polovini januara na sva tri lokaliteta.

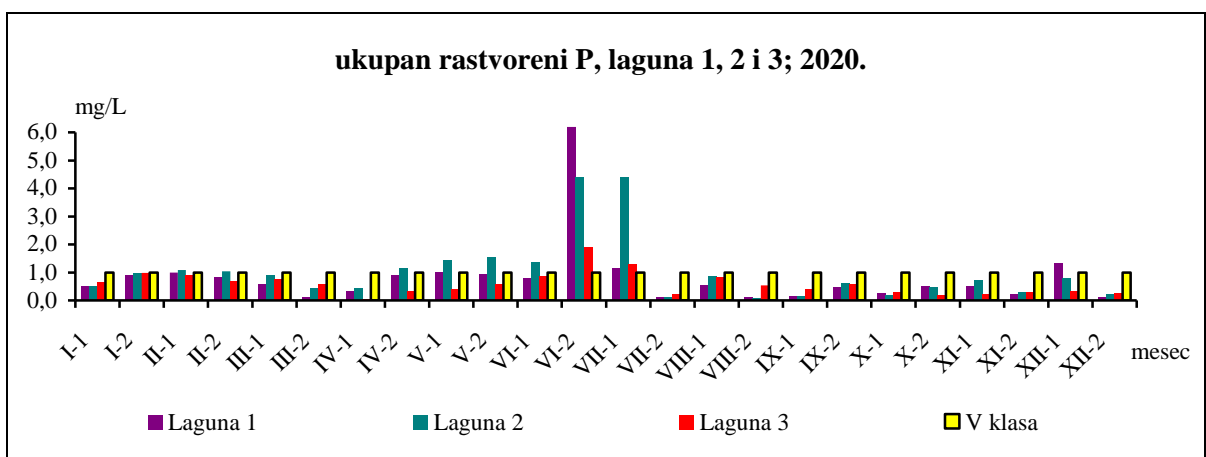


Grafikon 54. LAGUNE 1, 2 i 3, nitratni azot, mg/L

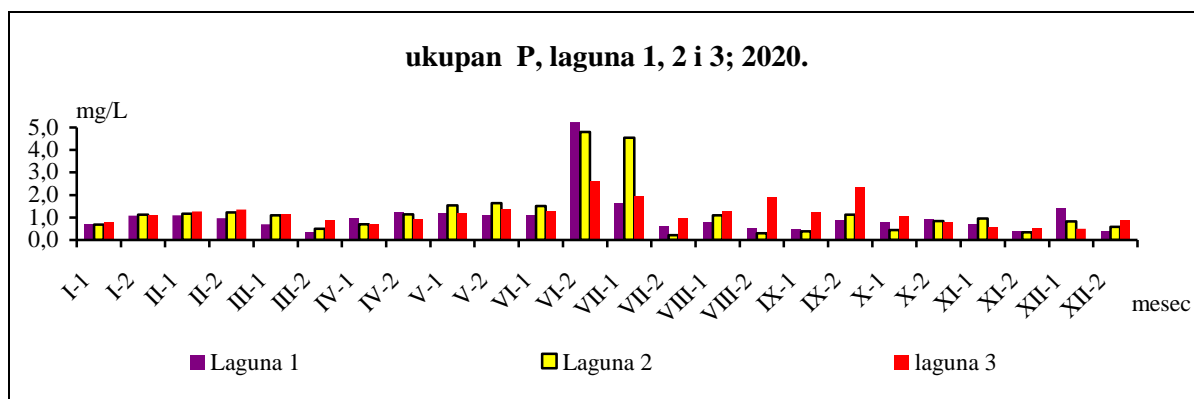
Vrednosti za amonijačni azot u toku ispitivanog perioda su neujednačene. U vodi lagune 1 i lagune 2, izmerene koncentracije amonijačnog azota svrstavaju vodu u IV ili V klasu. Visoka temperatura vode i velika mikrobiološka aktivnost su faktori koji favorizuju prisustvo velike količine amonijačnog azota, 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 znatno niže, ali su zato koncentracije hlorofila „a“ višestruko više. U toku 2020. godine maksimalna koncentracija hlorofila „a“ je iznosila 969 mg/m^3 u drugoj polovini avgusta meseca.



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).



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



Grafikon 58. LAGUNE 1, 2 i 3, ukupan fosfor, mg/L

U toku 2020. godine, na osnovu vrednosti Serbian Water Quality Index-a (SWQI), kvalitet vode laguna je u većem delu ispitivanog perioda opisan kao „loš“.

Na lokalitetima laguna 1 i laguna 3, tokom 2020. godine, u dva navrata 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	40	49	49	42	48	58	57	60	44	38	45	34
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Laguna 2	47	41	49	41	45	66	55	56	55	53	51	53
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Laguna 3	55	36	59	62	58	56	48	60	45	53	58	52
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

mesec	VII /1	VII /2	VIII /1	VIII /2	IX /1	IX /2	X/1	X/2	XI/1	XI/2	XII/1	XII/2
Laguna 1	48	49	55	58	70	75	65	75	62	66	48	45
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Laguna 2	50	53	58	55	70	79	71	78	66	52	48	44
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Laguna 3	48	49	53	38	58	74	68	71	67	68	53	53
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Na osnovu prezentovanih rezultata tokom 2020. 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.

Laguna 3 sadrži značajnu količinu organske materije i izuzetno visoke koncentracije hlorofila „a“, što stvara mogućnost i potrebu za hidrobiološkom analizom vode.

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

Bitan pokazatelj stanja je i količina mulja u lagunama, te se stoga predlaže proširenje programa dodatnim sezonskim ispitivanjem sedimenta na sva tri lokaliteta.