

ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVLJE SUBOTICA  
CENTAR ZA HIGIJENU I HUMANU EKOLOGIJU

# MONITORING KVALITETA VODE JEZERA PALIĆ, LUDAŠ I KANALA PALIĆ-LUDAŠ U 2018. GODINI

Godišnji izveštaj



**ISPITIVANJA SU OBAVLJENA NA OSNOVU PROGRAMA MONITORINGA  
POVRŠINSKIH VODA ZA 2018. 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.  
Vjekoslav Kezić, dipl.hem.  
Zita Kolar, hem.tehn.  
Andrijana Stevanović, hem. tehn.  
Dragana Pavlović, hem.tehn.  
Tanja Rakić, hem.tehn.  
Nada Đurić, hem. tehn.  
Nataša Filep, hem.tehn.

Izveštaj pripremili

Božana Đurašković, dipl. biolog  
Vjekoslav Kezić, dipl. hem.

Saradnici

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

# 1. PROGRAM ISPITIVANJA POVRŠINSKIH VODA U 2018. 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 2018. 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

- Uzorkovanje i 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, amonijaka, nitrita, Kjeldhal azota, mineralnog i ukupnog azota, ortofosfata, suspendovanih materija i sadržaja anjonskih tenzida, obavljeno je četiri puta u toku 2018.godine.(uz napomenu da se amonijačni azot od jula meseca radi mesečnom dinamikom, pa je stoga uzeto osam uzoraka).
- 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 pod ledom*

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 2018. godini obavljena su u skladu sa programom ispitivanja površinskih voda, a specificirana su: Ugovorom o javnoj nabavci male vrednosti broj II-404-276/2017 od 01.07.2017. godine i Ugovora o javnoj nabavci usluge monitoringa parametara životne sredine-vazduh, voda, buka i zemljište, redni broj JN K49/18, broj IV-404-473/2018 od 01.09.2018. 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. 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 2018. godine na svim lokalitetima tokom sva četiri godišnja doba.

Analizom mulja obuhvaćena su hemijski parametri: pH vrednost, neorganski i organski deo sedimenta, ukupan rastvorljivi azot, ukupan azot i ukupan fosfor, dok su na lokalitetu Jezero Ludaš - severni deo, određene 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) i
- 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 5. 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.



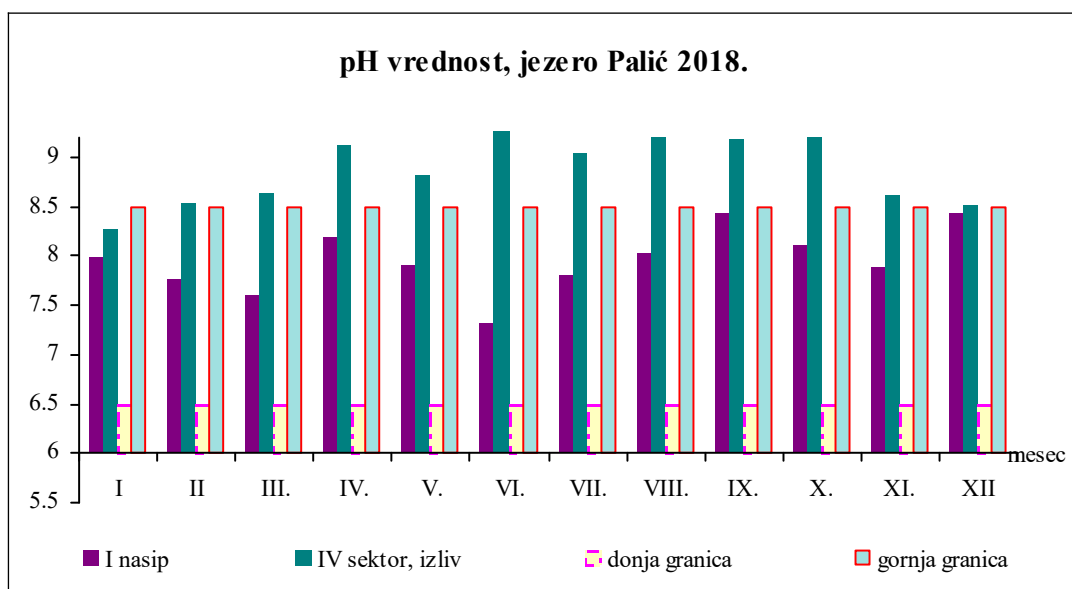
*Slika 4. Jezero Palić- turistički deo*

### 2.1.1. pH VREDNOST

pH vrednosti vode na svim lokalitetima Palićkog jezera su više u odnosu na vrednosti tokom 2017. godine, osim na I nasipu, gde su vrednosti na prošlogodišnjem nivou..

Maksimalne pH vrednosti vode tokom 2018. 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 ).

Vrednosti prevazilaze propisanu granicu za klasu i namenu, na osnovu "Uredbe", Sl. glasnik RS 50/12 i „Pravilnika“, Sl. glasnik RS 74/11.

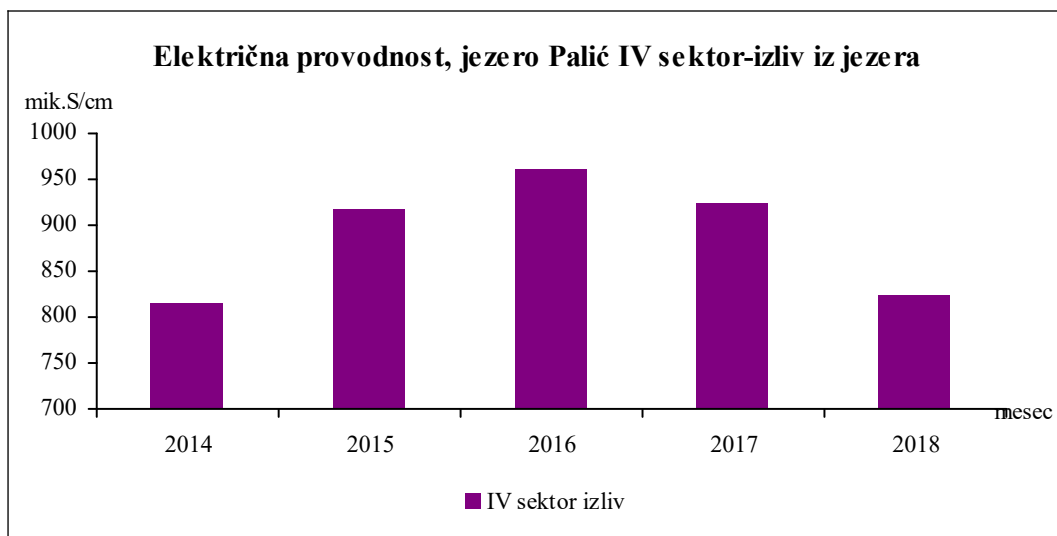


*Grafikon 1. JEZERO PALIĆ, pH vrednost*

### 2.1.2. ELEKTRIČNA PROVODNOST

U odnosu na prethodnu godinu, vrednosti električne provodnosti vode na I nasipu su značajno niže. Prosečna vrednost električne provodnosti u 2016. godini iznosila je  $1071\mu\text{S}/\text{cm}$ , u 2017. godini  $1072\mu\text{S}/\text{cm}$ , dok je u 2018. godini  $1004\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ovo je najverovatnije posledica veće količine padavina tokom perioda ispitivanja.

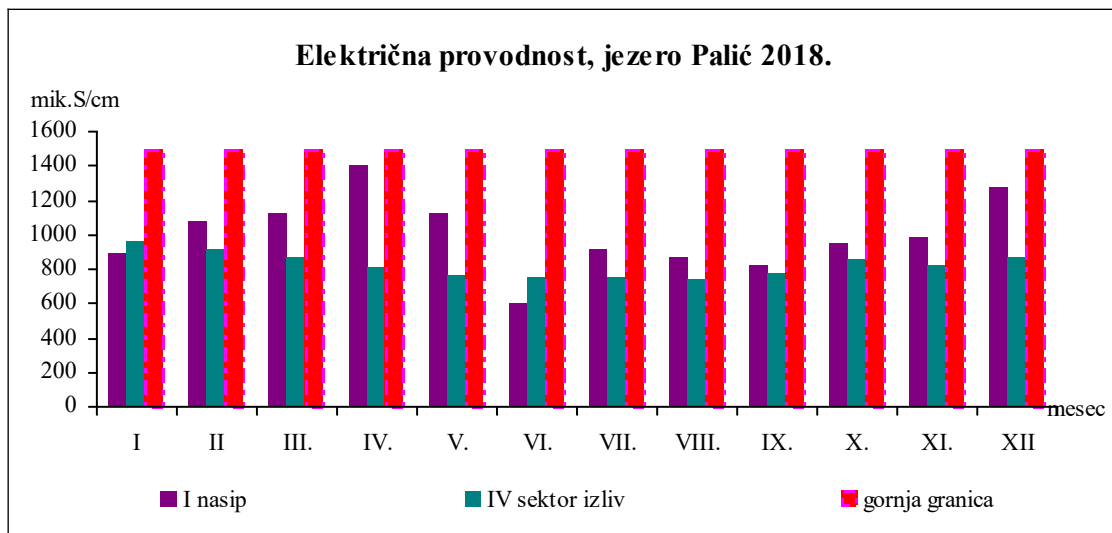
Vrednosti električne provodnosti vode IV sektora su bile povećane u periodu od 2014 do 2016. godine, od tada se javlja trend postepenog smanjenja. Na lokalitetu „izliv iz jezera“ prosečna vrednost električne provodnosti vode u 2017. godini je bila  $925\mu\text{S}/\text{cm}$ , a u 2018. godini  $824\mu\text{S}/\text{cm}$ .



*Grafikon 2. JEZERO PALIĆ, IV sektor električna provodnost,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , trend do 2018.*

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



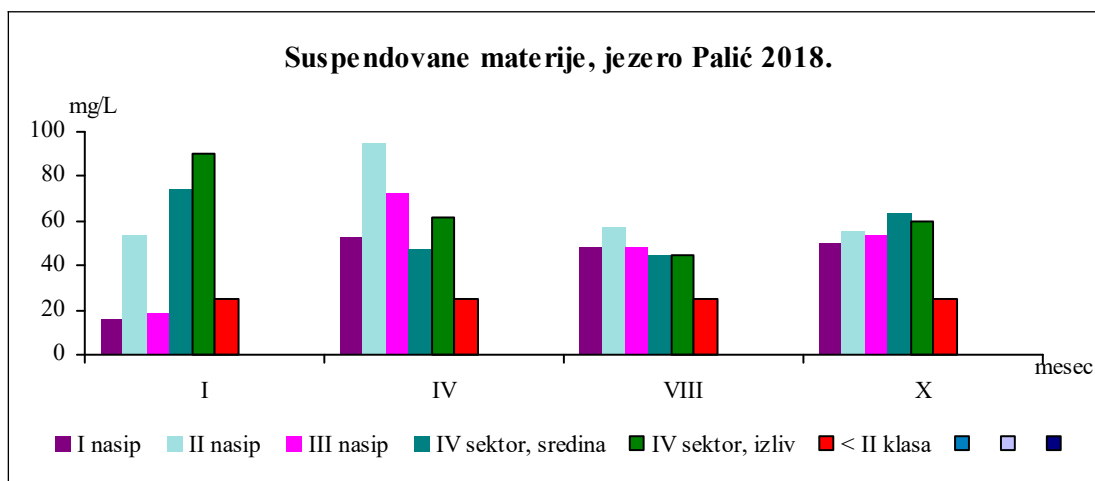


*Grafikon 3. JEZERO PALIĆ, električna provodnost,  $\mu$ S/cm*

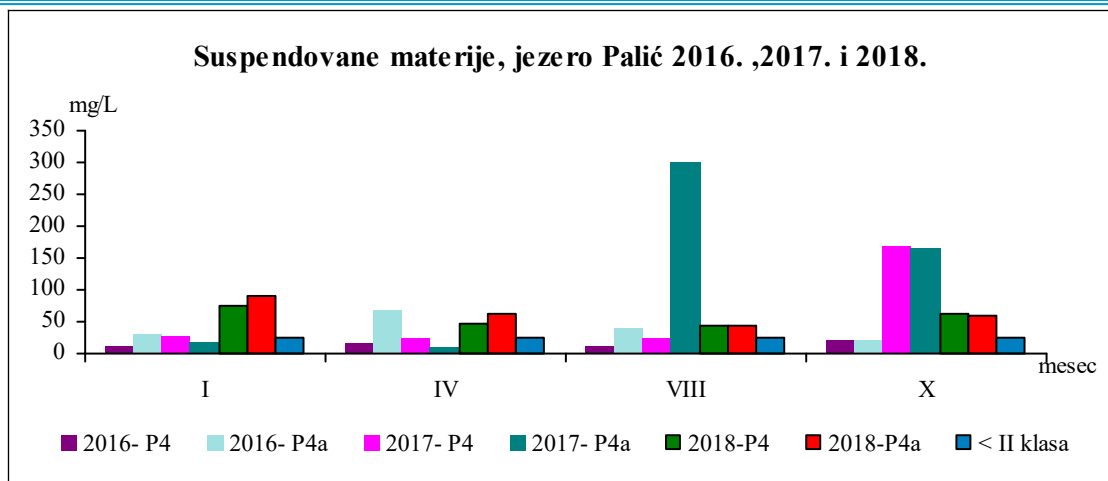
### 2.1.3. SUSPENDOVANE MATERIJE

U toku 2018. godine, u januaru, aprilu, avgustu i oktobru određene su koncentracije suspendovanih materija na svih pet lokaliteta jezera.

Povišene vrednosti izmerene su u turističkom delu jezera tokom cele godine, naročito u januaru mesecu. 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, 2016.,2017. i 2018.mg/L

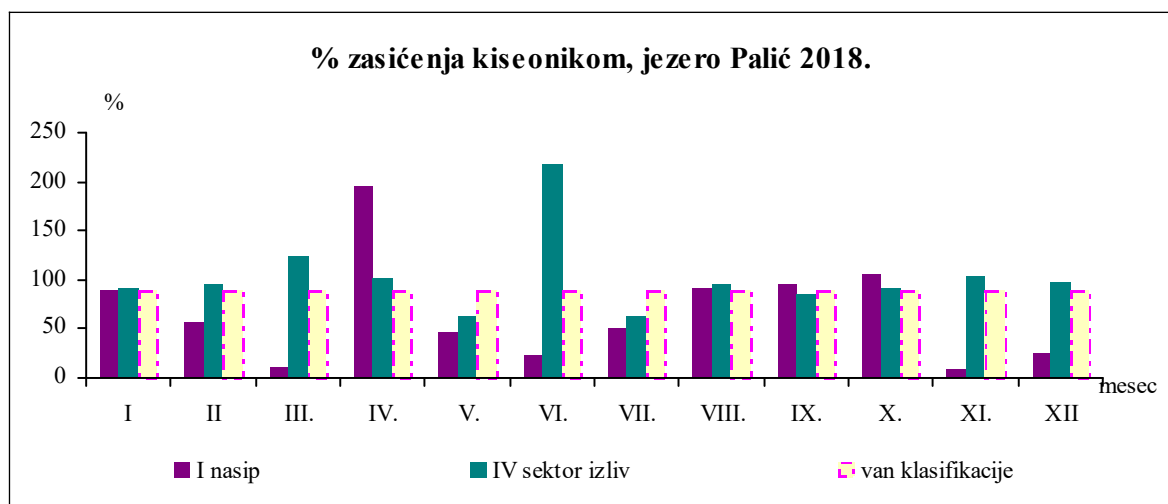
Na grafikonu 5. se može uočiti veoma velika razlika u količini suspendovanih materija u vodi IV sektora jezera Palić u 2016. godini u odnosu na vrednosti iz 2017. i 2018.godine.

Zabeležene visoke vrednosti ukazuju na „loš“ kvaliteta vode jezera Palić i na kumulativan efekat nepovoljnih životnih uslova u jezeru.

#### 2.1.4. ZASIĆENOST KISEONIKOM

Režim kiseonika je konstantno neujednačen u vodi I sektora, sa izraženom supersaturacijom u aprilu mesecu i tokom jeseni 2018. godine. U martu mesecu je detektovana najniža koncentracija kiseonika u vodi prvog sektora jezera Palić.

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

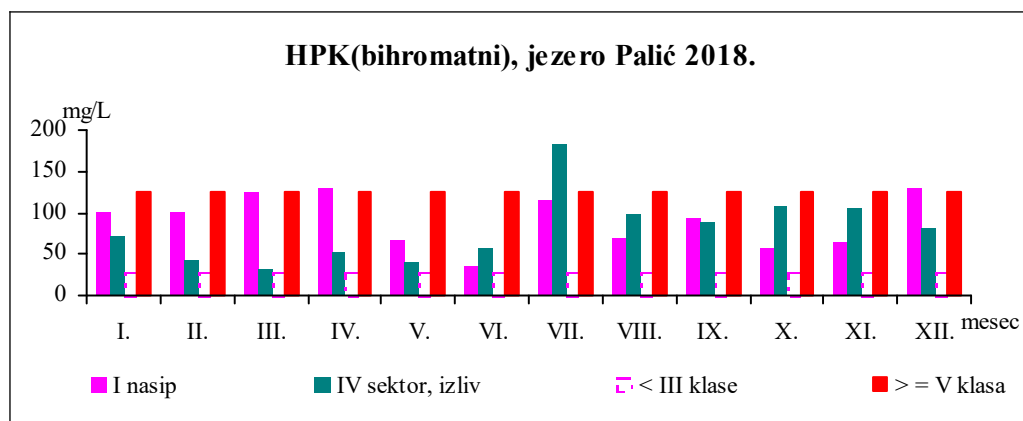


Grafikon 6. JEZERO PALIĆ, % zasićenja kiseonikom

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

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

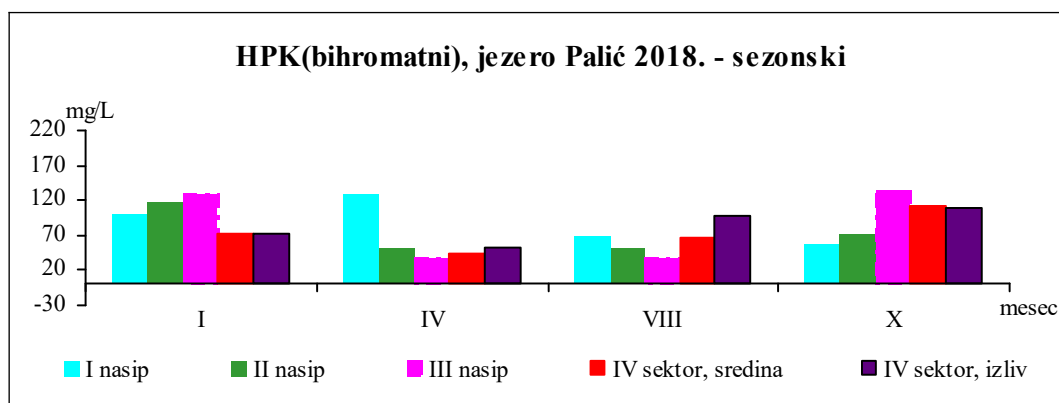
Kada se uporede prosečne vrednosti ovog parametra u vodi prvog sektora jezera i IV sektora–izliv iz jezera, uočava se dijametralno suprotna situacija u odnosu na 2017. godinu. Prosečna vrednost HPK u vodi prvog sektora je viša u odnosu na prosečnu vrednost u vodi IV sektora–izliv iz jezera. U 2017. godini je zabeležena najveća razlika u prosečnim vrednostima između vode prvog sektora jezera i vode IV sektora–izliv iz jezera ( prosečna vrednost HPK u vodi IV sektora je neočekivano oko tri puta veća u odnosu na vrednost sa I nasipa ). Ova situacija u 2018. godini je najverovatnije posledica povećanog unutrašnjeg opterećenja vode I sektora (velika količina organske materije u mulju), difuznog zagađenja vode I sektora sa okolne deponije (procedne i ocedne vode), otvorenih kolektora otpadnih voda i okolnih septičkih jama.



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 julu mesecu (HPK=182mg/L) na lokalitetu - izliv iz jezera.

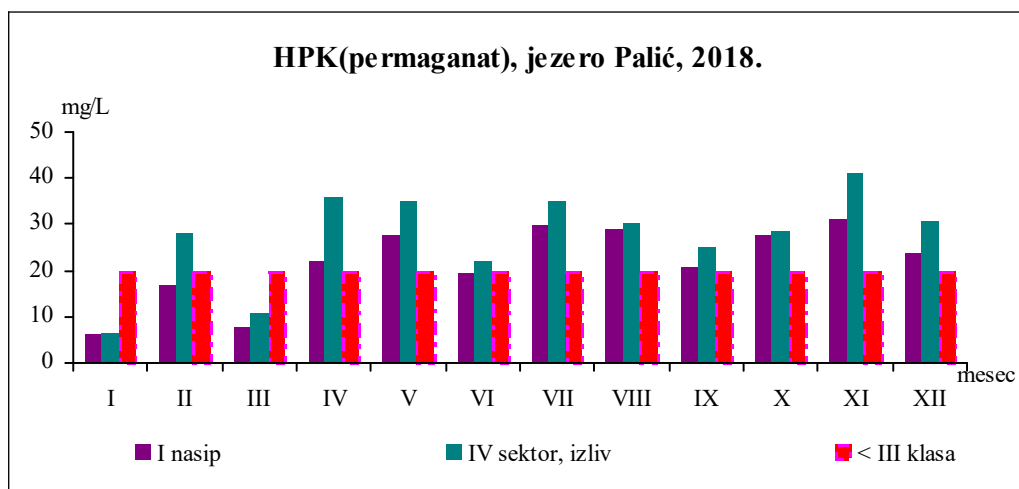
Na osnovu klasifikacije (Sl. glasnik RS 50/12) po ovom parametru, voda jezera Palić ima „slab“ ekološki status, ali se i dalje ne može koristiti ni u jednu svrhu.



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

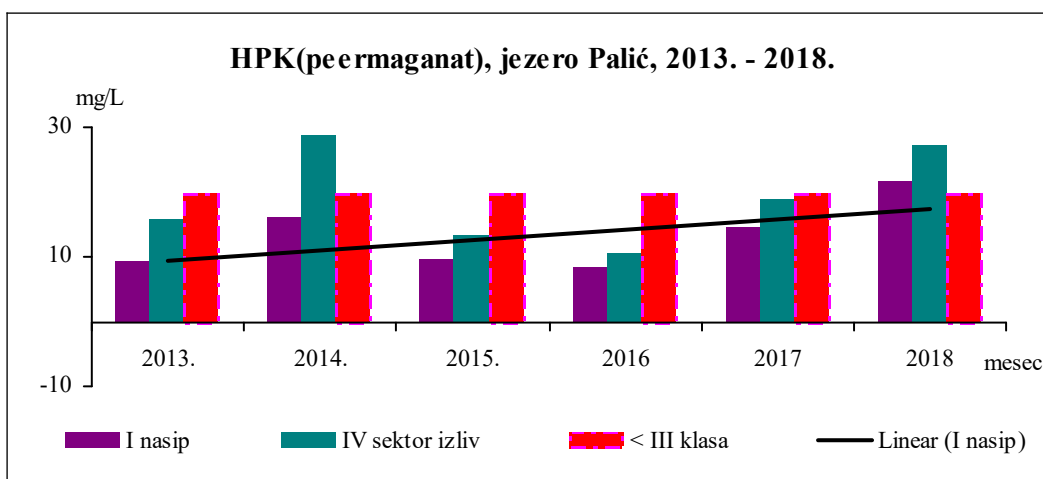
#### 2.1.6. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA ( $KMnO_4$ )

Vrednosti hemijske potrošnje kiseonika, HPK- po Kubel-u, su neujednačene i značajno više u odnosu na prošlogodišnje. 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 klase (Sl. glasnik RS 50/12), voda ima „slab“ ekološki status - što predstavlja pogoršanje u odnosu na 2017. godinu.

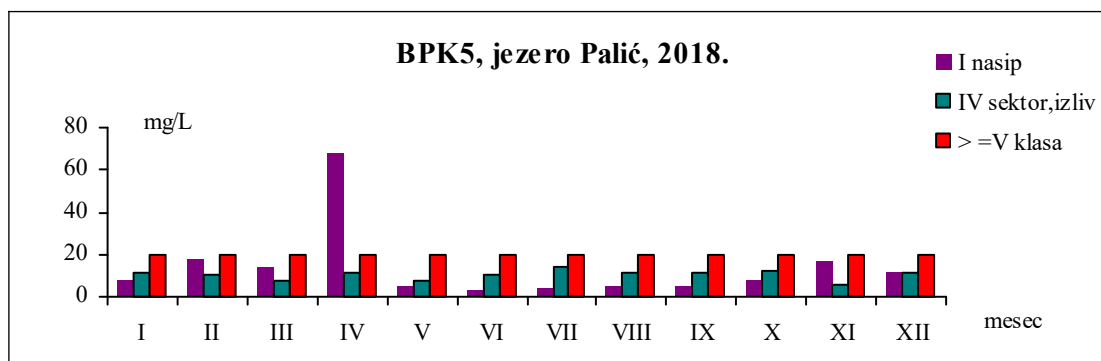


Grafikon 10. JEZERO PALIĆ, HPK (utrošak  $KMnO_4$ ), mg/L

### 2.1.7. PETODNEVNA BIOLOŠKA POTROŠNJA KISEONIKA



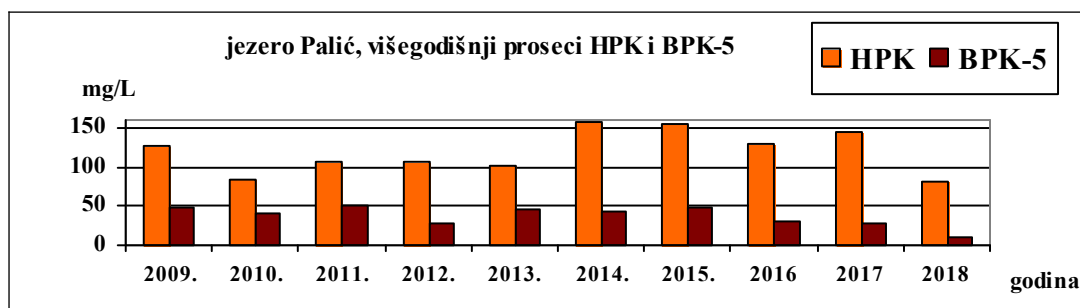
Vrednosti BPK<sub>5</sub> su i dalje veoma visoke za površinske vode i ukazuju na visok stepen opterećenja organskim materijama, naročito u vodi I sektora u aprilu mesecu (BPK<sub>5</sub>=68.0mg/L).



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

Prosečna vrednost BPK<sub>5</sub> u vodi turističkog dela jezera je 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).



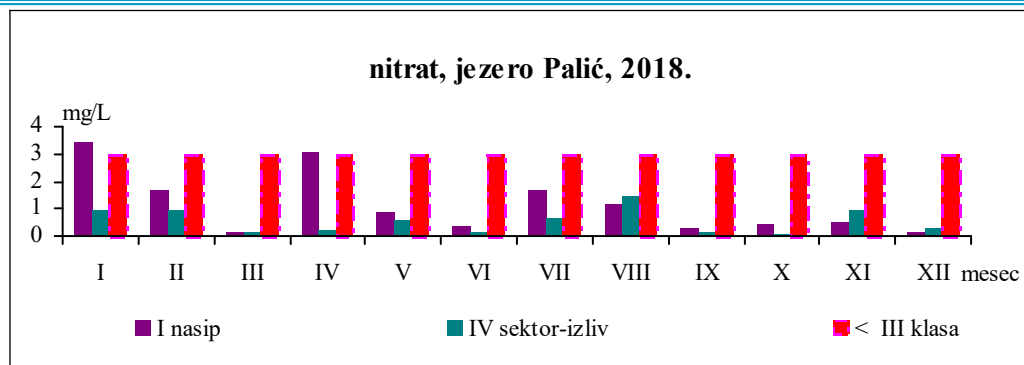
Grafikon 12. JEZERO PALIĆ, IV sektor-izliv iz jezera, HPK i BPK<sub>5</sub>, mg/L

### 2.1.8. NITRATNI AZOT

Koncentracije nitratnog azota u vodi I sektora u 2018. godini su više u odnosu na 2017. godinu (prosečna vrednost 2018. god. -1.15mg/L; 2017. god. -0.96mg/L). Treba konstatovati da se koncentracija nitrata u vodi drugog i trećeg sektora jezera Palić ujednačila na godišnjem nivou i da postoji veoma izraženo sezonsko variranje. Vrednosti su više nego u vodi četvrtog sektora jezera Palić i potencijalni su izvor azota u budućnosti.

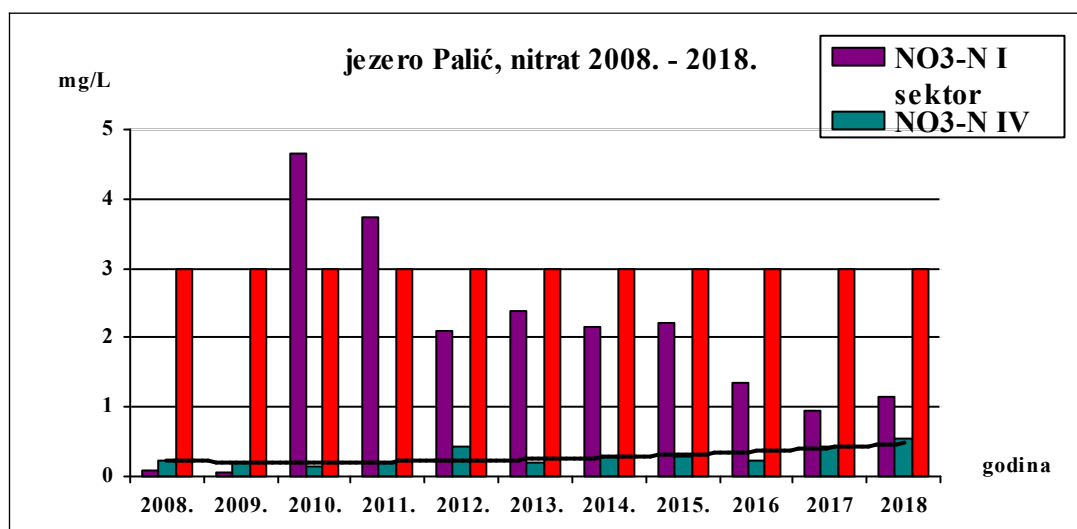
U turističkom delu jezera vrednosti su ujednačene i značajno su više od prošlogodišnjih. Koncentracije nitratnog azota su još uvek u okviru I klase, ali postoji trend rasta. Amonijačni azot je zastupljeniji oblik „mineralnog azota“ i daleko više utiče na proces eutrofizacije.

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 se zadržava povišena koncentracija u vodi I sektora jezera i da je vrednost u protekle tri godine ujednačena.

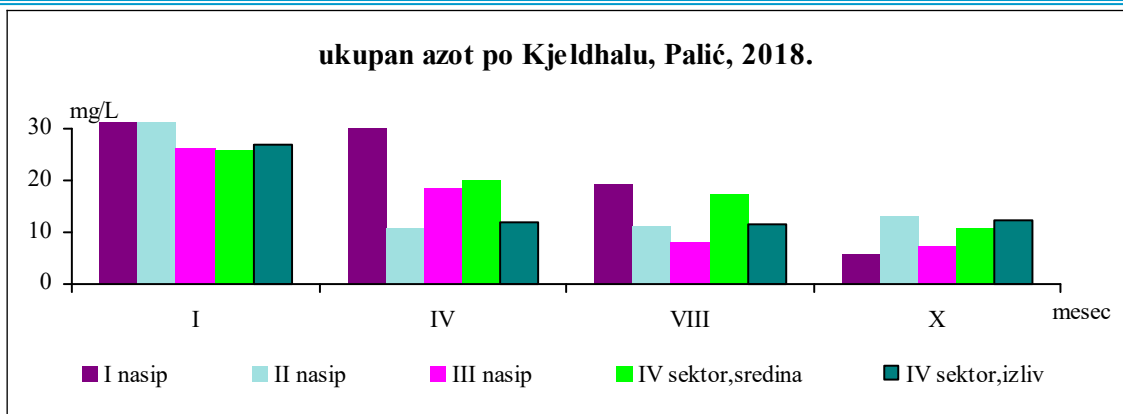


Grafikon 14. JEZERO PALIĆ, višegodišnje prosečne koncentracije nitratnog azota, mg/L

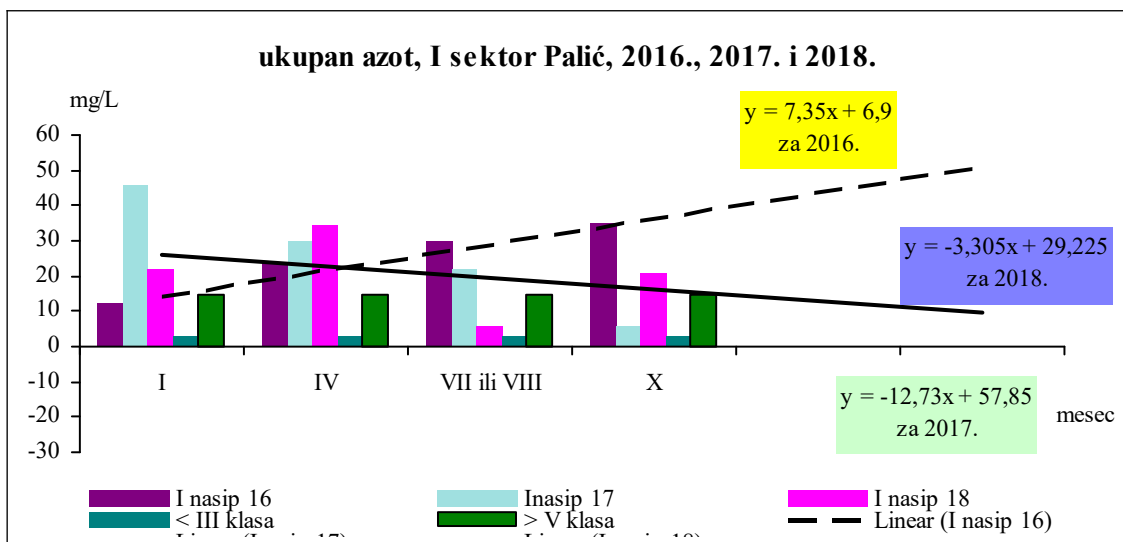
### 2.1.9. UKUPAN AZOT PO KJELDHAL-U I UKUPAN AZOT

U toku 2018. godine sezonski su određene koncentracije ukupnog azota po Kjeldhalu na svih pet lokaliteta jezera.

Povišene vrednosti izmerene su na svim lokalitetima. Prisutan je trend smanjenja koncentracija na svim lokalitetima, izuzev u vodi IV sektora jezera Palić gde je značajno porasla vrednost prosečne koncentracije na oba lokaliteta (IV sektor- sredina jezera: prosečna koncentracija 2017. godine - 14.98mg/L; 2018. godine - 23.91mg/L; IV sektor – izliv iz jezera: prosečna koncentracija 2017. godine - 18.40mg/L; 2018. godine - 25.43mg/L).

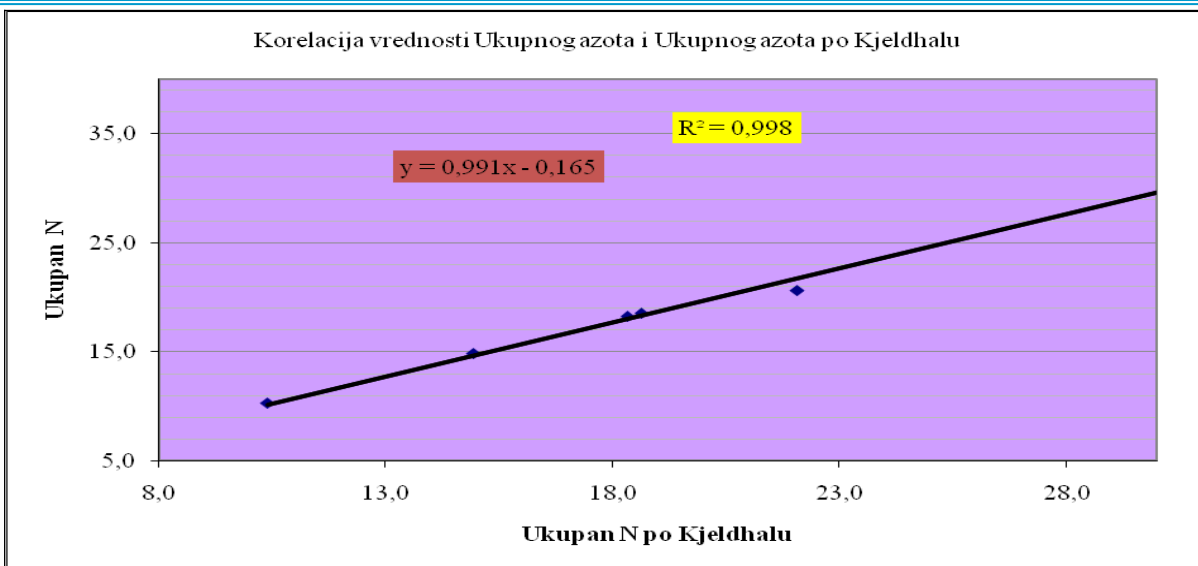


Grafikon 15. JEZERO PALIĆ, ukupan azot po Kjeldhalu - sezonski, mg/L

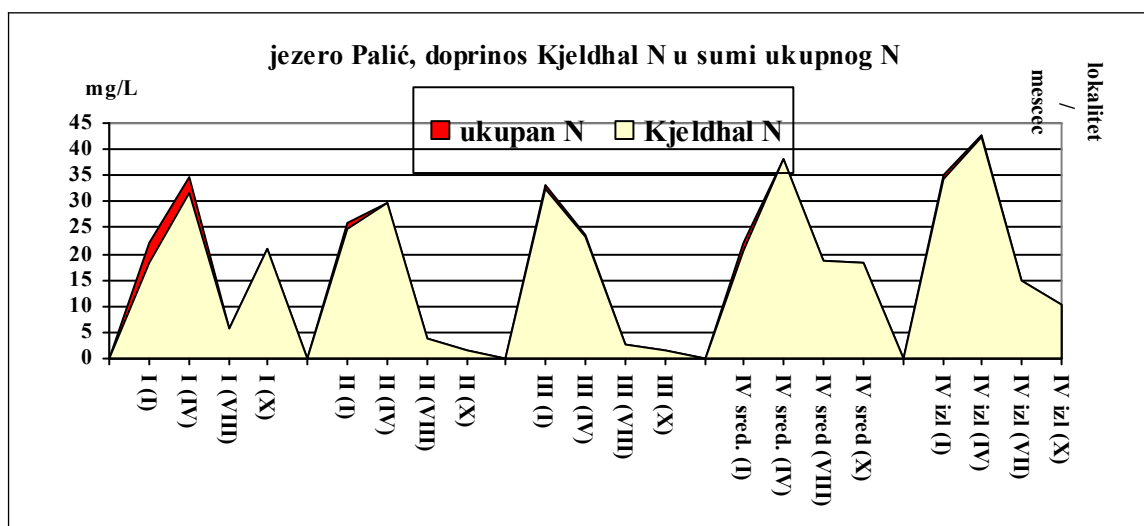


Grafikon 16. JEZERO PALIĆ, I sektor ukupan azot - 2016. i 2017, mg/L

Tokom 2018. godine izražen je trend pada koncentracije ukupnog azota na I nasipu jezera Palić, ali ne tako izrazito kao u 2017. godini. Prilike su znatno bolje nego u 2016. godini kada je bio prisutan izraziti rast koncentracije ukupnog azota u vodi I sektora jezera Palić. Očekujemo da će se „usporiti“ trend smanjenja koncentracije ukupnog azota u narednoj godini (2019.) zbog povećanog uticaja mulja iz I sektora i okolnih zagađivača (deponije, otvorenog kanala, odlagališta mulja i ostalo).



Grafikon 17. JEZERO PALIĆ, korelacija ukupan azot sa ukupnim azotom po Kjeldhalu, mg/L



Grafikon 18. 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 smanjio na II i III nasipu, a povećao na I nasipu jezera u odnosu na 2017. godinu.

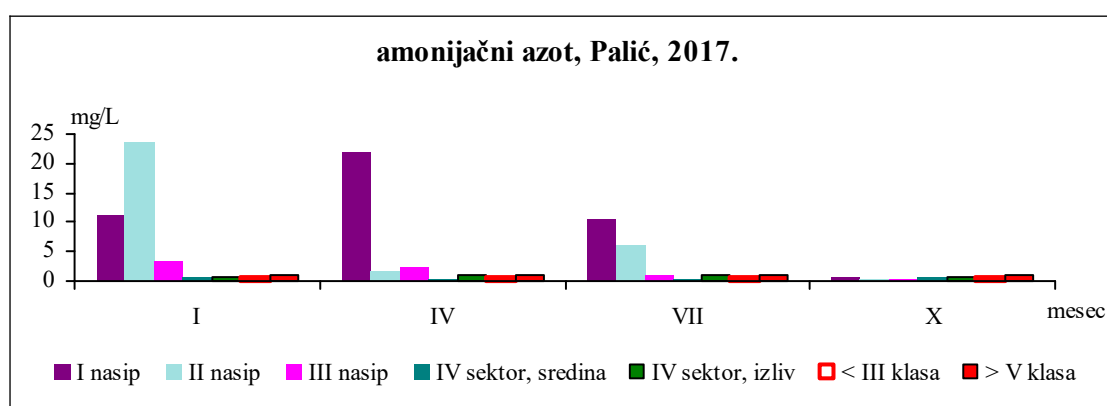


### 2.1.10. AMONIJAČNI AZOT

U toku 2017. godine, u januaru, aprilu, julu i oktobru određene su koncentracije amonijačnog azota na svih pet lokaliteta jezera. Zbog važnosti i doprinosa ovog parametra na opšte stanje jezera, od jula meseca 2018. godine uvodi se monitoring mesečnom dinamikom.

Vrednosti za amonijačni azot u toku godine su neujednačene. Visoka temperatura vode i velika mikrobiološka aktivnost su faktori koji favorizuju prisustvo velike količine amonijačnog azota. Na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda ovi isti faktori favorizuju nitrifikaciono/denitrifikacione procese što dovodi do njegovog smanjenja. Uočene su izrazito visoke koncentracije amonijačnog azota od oktobra do decembra 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 isl.).



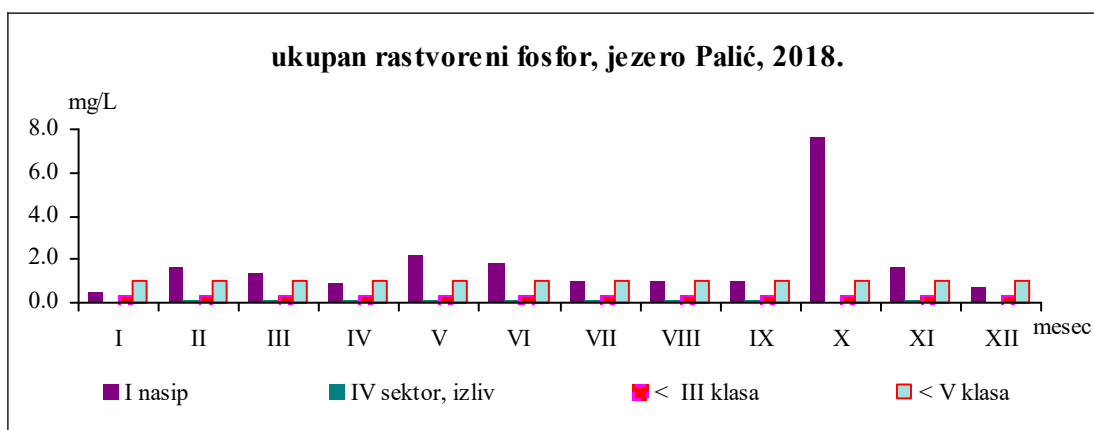
*Grafikon 19. JEZERO PALIĆ, amonijačni azot - sezonski , mg/L*

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.

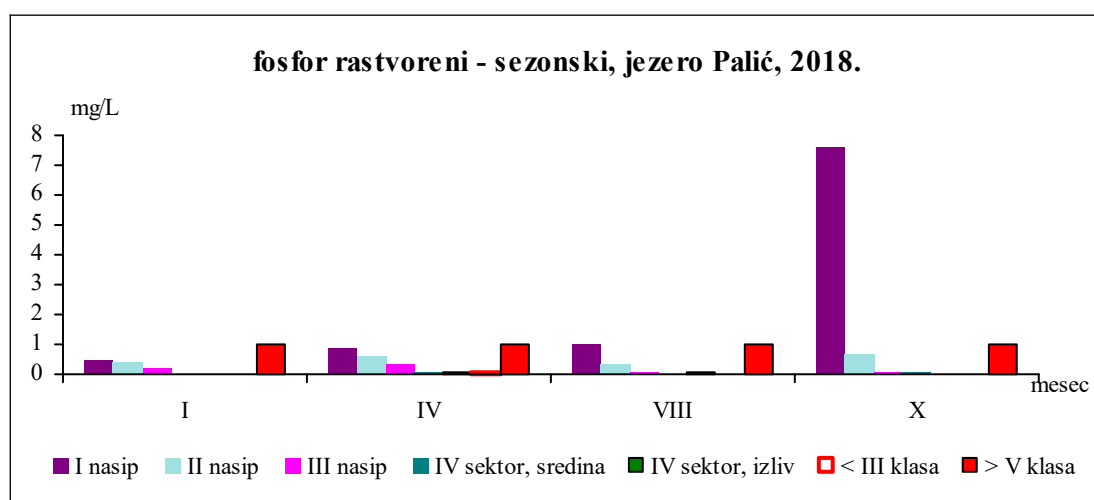
### 2.1.11. UKUPAN RASTVORENI FOSFOR

Tokom perioda ispitivanja povećane su koncentracije ukupnog rastvorenog fosfora na I nasipu (V klasa). Prosečna vrednost ukupnog rastvorenog fosfora je viša u 2018. godini (1.786mg/L) u odnosu na prosečne vrednosti u 2017. (1.442mg/L), 2016. (0.936mg/L) i 2015. godini (0.809mg/L). Ovaj trend rasta je „veoma loš“ jer će se određeni deo tog fosfora „provući“ do IV sektora sa svim svojim negativnim posledicama. U mesecu oktobru zabeležen je izrazit maksimum na prvom nasipu (7.59mg/L).

U turističkom delu jezera vrednosti ukupnog rastvorenog fosfora su više u odnosu na prošlogodišnje (2018. godina - 0.070mg/L; 2017. godina - 0.053mg/L). Ovaj parametar treba uzeti sa rezervom, jer je godišnja prosečna koncentracija ukupnog fosfora u 2018. godini (0.350mg/L) viša od vrednosti u 2017. godini (0.318mg/L) i u 2016. godini (0.121 mg/L), što predstavlja realnu sliku stanja. Ovo uslovljava trend rasta biološke produkcije, gde se velika količina fosfora neprestano „ugrađuje“ u fitoplankton jezera. Potpuno je izgubljen sezonski karakter variranja brojnosti fitoplanktona.



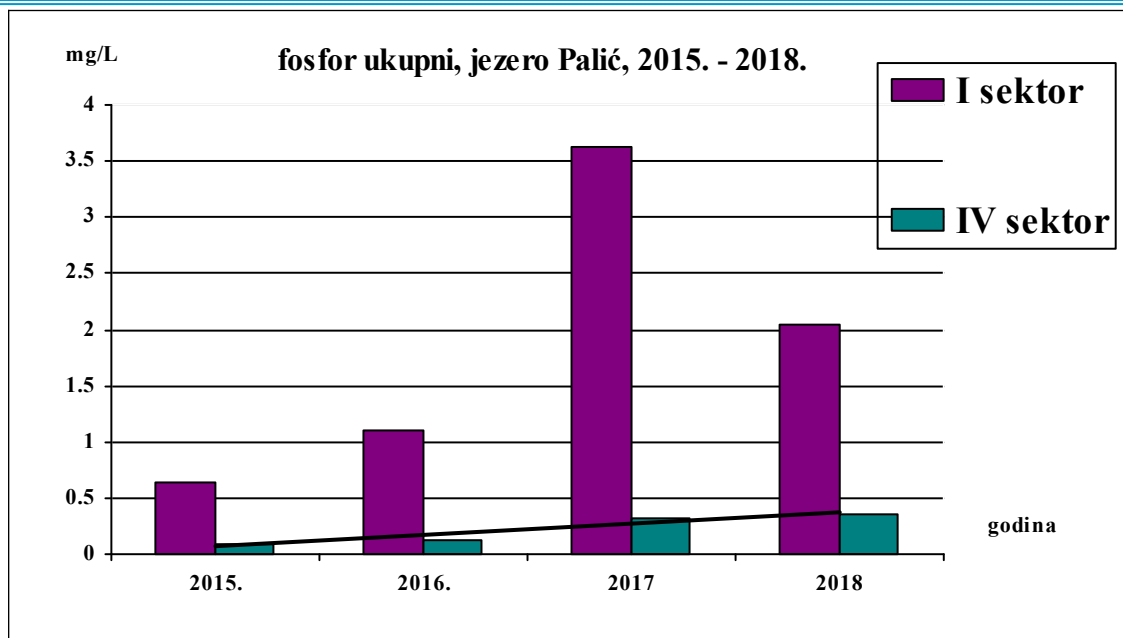
*Grafikon 20. JEZERO PALIĆ, ukupan rastvoreni P, mg/L*



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

Visoke koncentracije fosfora tokom 2018. godine su uslovile veliku organsku produkciju u turističkom delu i ostvarile izuzetno negativan uticaj na jezero, naročito u novembru i decembru mesecu.

Na osnovu vrednosti ukupnog rastvorenog fosfora, kvalitet vode IV sektora se kreće od II do IV klase (Sl. glasnik RS 50/12 i 74/11), odnosno, od „dobrog“ do „slabog“ ekološkog statusa.



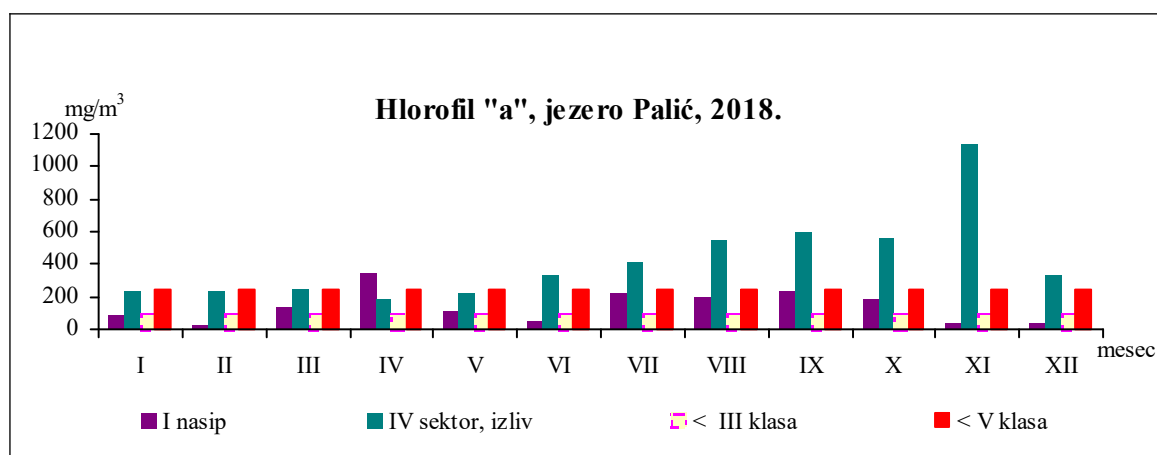
Grafikon 22. JEZERO PALIĆ, ukupan fosfor, mg/L

Veliku opasnost predstavlja trend rasta ukupnog fosfora u višegodišnjem periodu, u vodi turističkog dela jezera. Pozitivna promena je što je prosečna vrednost ukupnog fosfora u vodi I sektora, u 2018. godini niža u odnosu na 2017. godinu i očekuje se da će to dovesti do smanjen ukupnog fosfora u vodi IV sektora.

#### 2.1.12. HLOROFIL "a"

Prisutne su ekstremno visoke vrednosti hlorofila "a" u vodi IV sektora (maksimum u novembru mesecu - 1140mg/m<sup>3</sup>).

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/m<sup>3</sup>

Loš kvalitet vode turističkog dela jezera i tokom 2018. godine značajno je uslovljen velikim prilivom nutrijentima opterećene vode iz predhodnih 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. Rezultati ispitivanja predstavljeni su u tabeli.



Slika 5. Uzorkovanje sedimenta

-Januar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7.24	7.08	7.11	7.31	7.19
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	93.6	80.1	96.5	98.6	96.8
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	6.4	19.9	3.5	1.4	3.2
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	477	846	803	1410	2929
5.	Ukupan azot	mg/kg	552	2887	1029	2830	4031
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	<b>7192</b>	1933	790	681	360

-Maj

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7.18	7.04	7.07	7.26	7.25
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	93.1	93.3	89.2	95.3	89.3
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	6.9	6.7	10.8	4.7	10.7
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	1372	778	669	664	600
5.	Ukupan azot	mg/kg	1735	2504	1188	1566	1707
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	1099	1123	2389	2000	2723



-Septembar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7.19	7.24	7.09	7.05	7.01
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	91.3	95.3	87.0	89.5	86.8
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	8.7	4.7	13.0	10.5	13.2
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	70.6	341	436	283	589
5.	Ukupan azot	mg/kg	3091	3153	2684	1086	1309
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	<b>8438</b>	1404	4158	2625	2714

-Oktobar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	I nasip	II nasip	III nasip	IVsektor sredina	IVsektor izliv
1.	pH vrednost		7.13	7.20	7.06	7.02	6.99
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	91.5	86.7	85.7	97.0	98.7
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	8.5	13.3	14.3	3.0	1.3
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	531	503	1248	449	1051
5.	Ukupan azot	mg/kg	967	3686	2494	574	5311
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	4170	4326	1635	1052	495

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 januaru i posebno u septembru mesecu na I nasipu.

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

Velika brojnost fitoplanktona u vodi 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.

Uzimajući u obzir gore navedene okolnosti i izrazito „veoma loš“ ekološki status vode IV sektora u novembru i decembru mesecu, očekuju se kritični periodi tokom 2019. godine.






### 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 2018. godine kvalitet vode **četvrtog sektora jezera Palić** opisan je kao “loš”, osim u junu mesecu, na lokalitetu - izliv iz jezera kada je bio “veoma loš”.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SWQI sredina	58 	-	-	58 	-	-	-	45 	-	63 	-	-
SWQI izliv	58 	57 	62 	58 	46 	36 	40 	45 	59 	60 	60 	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 2018. godine je bila „van klase“.

### 2.1.15. FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

U sastavu fitoplanktona i fitoperifitona turističkog dela jezera Palić u 2018. godini utvrđeno je prisustvo 35 vrsta *Chlorophyta*, 20 vrsta *Bacillariophyta*, 13 vrsta *Cyanophyta* i 4 vrste *Euglenophyta*. Broj determinisanih vrsta modrozelenih algi je manji u odnosu na 2017. godinu.



Slika 6. Turistički sektor- uзорak vode

Tokom perioda ispitivanja, kvantitativnu dominaciju u IV sektoru jezera, kao i prethodnih godina imao je razdeo *Cyanophyta*. Kvantitativna zastupljenost ovog razdela u zajednici kretala se od 61.7% do 93.3%. U pogledu brojnosti, uočena je stalna dominacija modrozelenih algi - *Oscillatoria agardhi*, *Lyngbia limnetica*, *Cylindrospermopsis raciborskii* i *Oscillatoria putrida*.

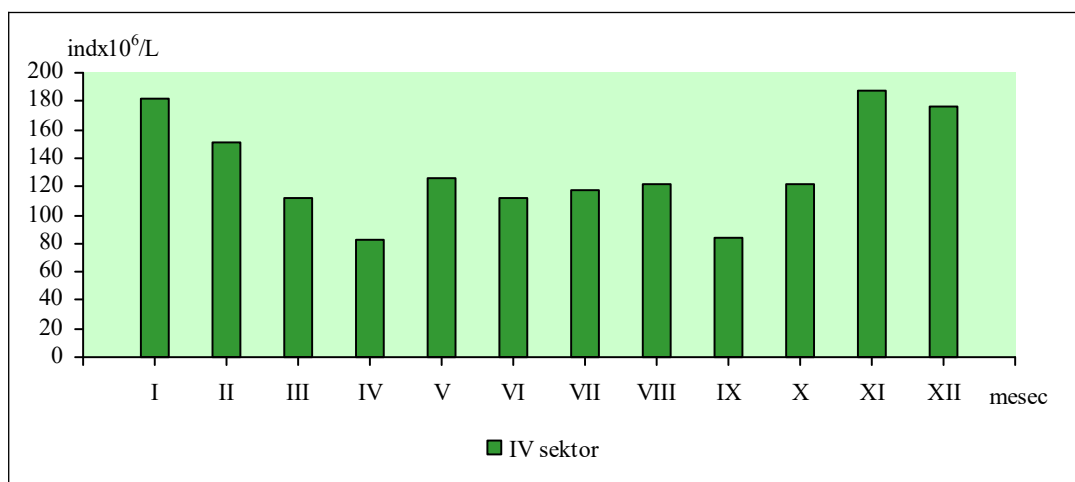
Procentualna zastupljenost modrozelenih algi u zajednici određuje „loš“ ekološki status vode, odnosno V klasu kvaliteta tokom cele godine („Pravilnik“, Sl. glasnik RS 74/11 ).

2018. godine se zadržava trend hiperprodukcije fitoplanktona. Maksimalna brojnost registrovana je u novembru –  $187.20 \times 10^6$  ind /L.

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

Jezero ima osobine krajnje destabilizovanog hipertrofičnog hidroekosistema gde je snažan negativan uticaj *Cyanophyta*.

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



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

### 2.1.16. ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

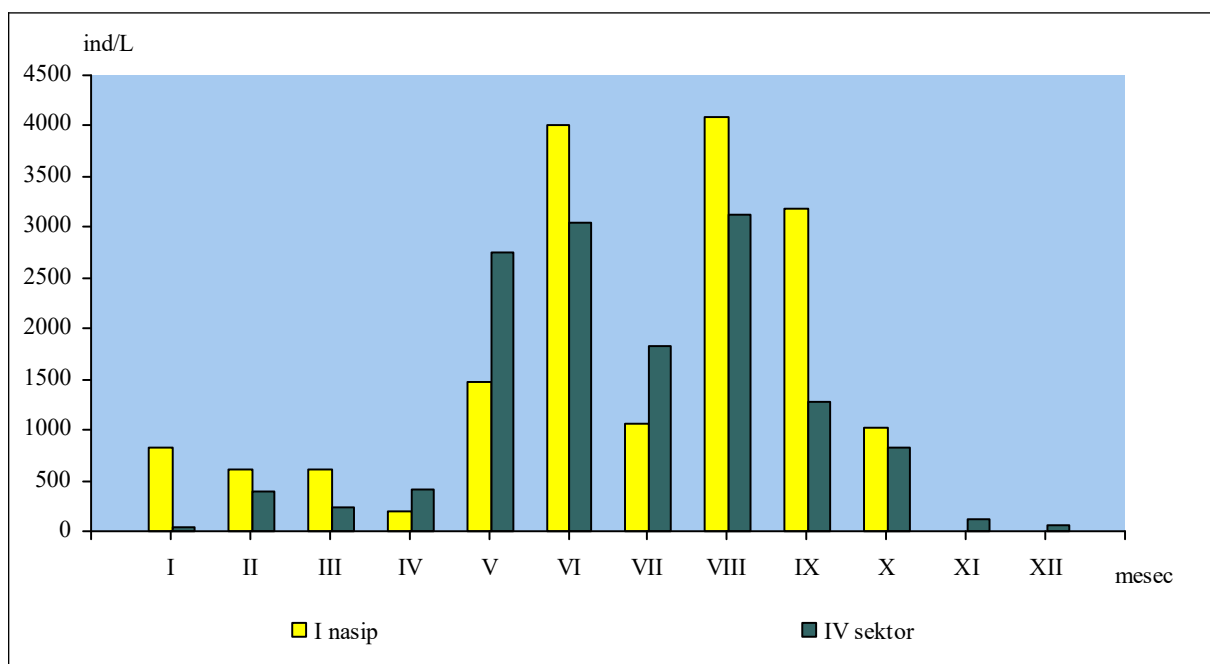
U sastavu zooplanktona i zooperifitona IV sektora jezera Palić determinisane su grupe *Rotatoria* (16 predstavnika) i *Copepoda* (3 predstavnika). Tokom 2018. godine nije uočeno prisustvo predstavnika grupe *Cladocera*.

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

Dominantno prisustvo predstavnika grupe *Rotatoria* u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu zajednice karakteriše sva četiri lokaliteta jezera Palić. Najveći broj vrsta zooplanktona prisutan je na I nasipu.

Tokom perioda ispitivanja, na lokalitetima I, II i III nasip, nije registrovano prisustvo predstavnika grupe *Cladocera*.

Velika brojnost zooplanktona uočena je na lokalitetu – I nasip, u junu i avgustu. Maksimalna vrednost od 4732 ind/L zabeležena je u avgustu mesecu, na III nasipu jezera.



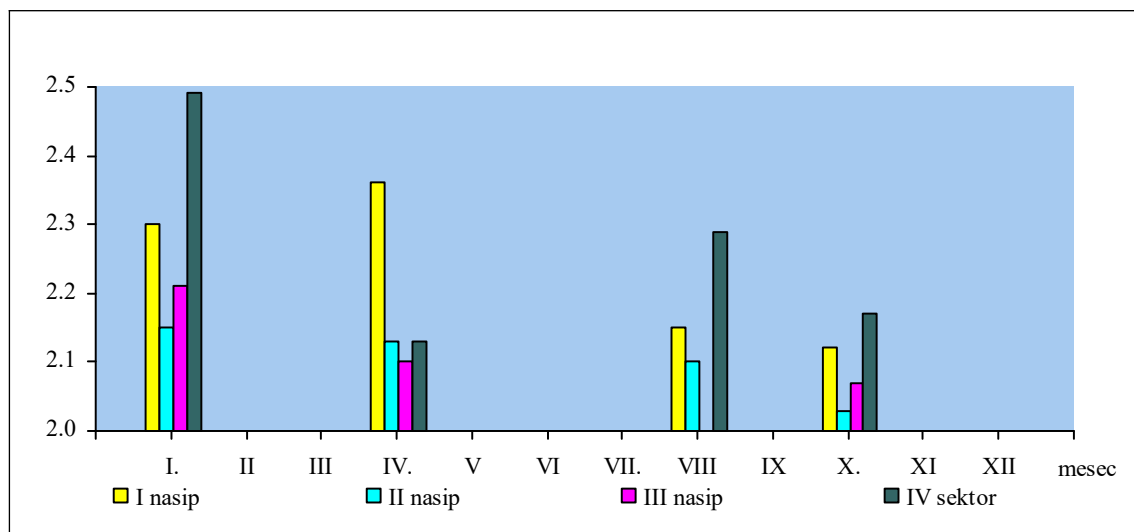
Grafikon 25. JEZERO PALIĆ, broj individua zooplanktona, ind/L

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

Tokom 2018. godine nisu uočene promene saprobnosti na ispitivanim lokalitetima jezera Palić.

Vrednosti indeksa saprobnosti ukazuju da je voda na svim lokalitetima bila II klase kvaliteta, osim u januaru (IV sektor) i aprilu (I nasip), kada je imala karakteristike II-III klase kvaliteta.

U turističkom delu jezera potpuna dominacija *Cyanophyta* 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 2018. godine realizovano je u maju i septembru, na lokalitetima predviđenim programom ispitivanja. Određen je kvalitativan i kvantitativan sastav zajednice *Chironomidae* i *Oligochaeta*.



Slika 7. *Chironomus plumosus*

U okviru zajednice *Chironomidae*, na lokalitetima III nasip i turistički deo jezera Palić, determinisana je vrsta *Chironomus plumosus*, a na lokalitetu I nasip vrsta *Phytotendipes sp.*

Maksimalna brojnost larvi hironomida utvrđena je aprilu mesecu, na lokalitetu I nasip – 755 ind/m<sup>2</sup>.

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*). Procentualno najzastupljenije bile su vrste *Limnodrilus hoffmeisteri* i *Tubifex tubifex*.

U turističkom delu jezera tokom 2018. godine potpunu dominaciju ima vrsta *Limnodrilus hoffmeisteri*, dok se kao subdominantna javlja vrsta *Limnodrilus helveticus*.

Maksimalna brojnost oligoheta utvrđena je u maju mesecu, na lokalitetu I nasip – 710 ind/m<sup>2</sup>.

Sve determinisane vrste makrozoobentosa su indikatori  $\alpha$ -mezo i  $\alpha$ -polisaprobnosti. Nepovoljni uslovi u sedimentu jezera i dalje sprečavaju opstanak većeg broja vrsta makrozoobentosa.

#### 2.1.19. MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA

Tokom izveštajnog perioda 2018. godine, kao i tokom 2017. i 2016. godine, na mikrobiološku ispravnost analizirano je 8 uzoraka jezerske vode IV sektora – turističkog dela Paličkog jezera.

Uzorci vode jezera Palić su uzeti sa svih lokaliteta sezonskom dinamikom.

Tumačenje rezultata ispitivanja rađeno je na osnovu važeće zakonske regulative: Uredbe 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; i Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda; (Sl. glasnik RS, br. 74/2011).

Na osnovu rezultata mikrobioloških ispitivanja, kao i 2017. godine, 7 uzoraka vode Paličkog jezera je odgovaralo zahtevima za II-III klasu površinskih voda koje su pogodne za kupanje, rekreaciju i sportove na vodi., dok 1 uzorak nije odgovarao zbog povećanog broja Ukupnih koliformnih bakterija.

Na kvalitet vode turističkog dela jezera Palić, značajan uticaj imaju difuzni izvori zagađenja, a količina i karakter rasutih izvora zagađenja još uvek nisu u potpunosti stavljeni pod kontrolu. Nepotpuno odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda naselja dodatno opterećuje vodu jezera. Postoji stalna tendencija i planovi za smanjenje broja i tipova izvora difuznog zagađenja (povećava se pokrivenost Paličkog naselja javnom kanalizacijom, postoje planovi i projekti za formiranje zaštitnog pojasa oko samog jezera isl.).

Važna je dostupnost informacija javnosti o potencijalnim rizicima u slučaju kupanja i rekreacije, kao i o preporukama za primenu preventivnih mera sa ciljem zaštite zdravlja ljudi.

## 2.2. KANAL PALIĆ-LUDAŠ

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

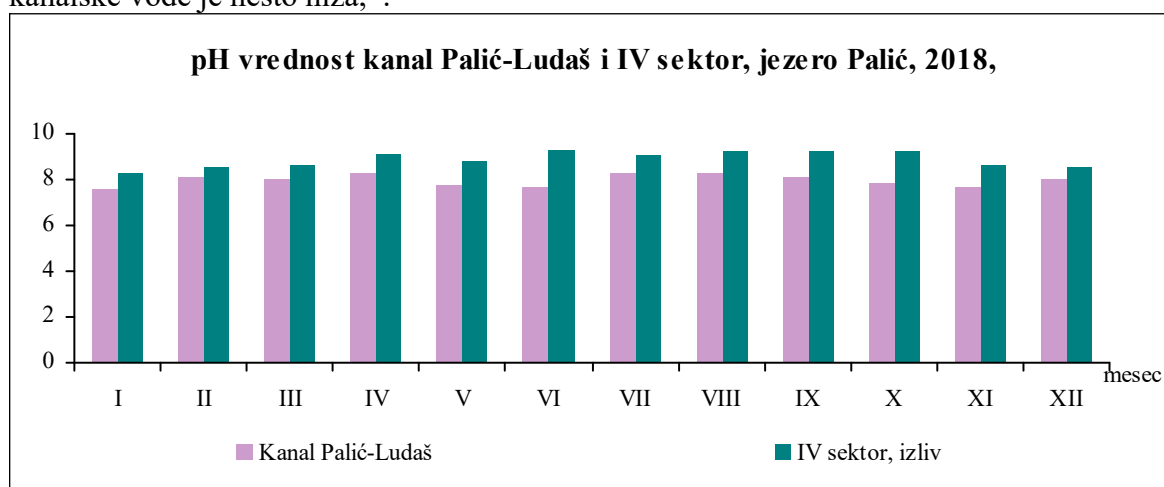
Kanal Palić-Ludaš je ujedno i prijemnik komunalnih, delimično prečišćenih otpadnih voda naselja Palić i Hajdukovo, industrijskih otpadnih voda i voda iz direktnih bespravnih priključaka iz domaćinstava. Kanal je melioracionog karaktera, odnosi višak i atmosferskih i podzemnih voda.

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

Godišnjim programom ispitivanja za 2015. godinu izmenjena je učestalost uzorkovanja i analiza, tako da su poređenja rezultata moguća samo sa 2015. , 2016. i 2017. godinom.

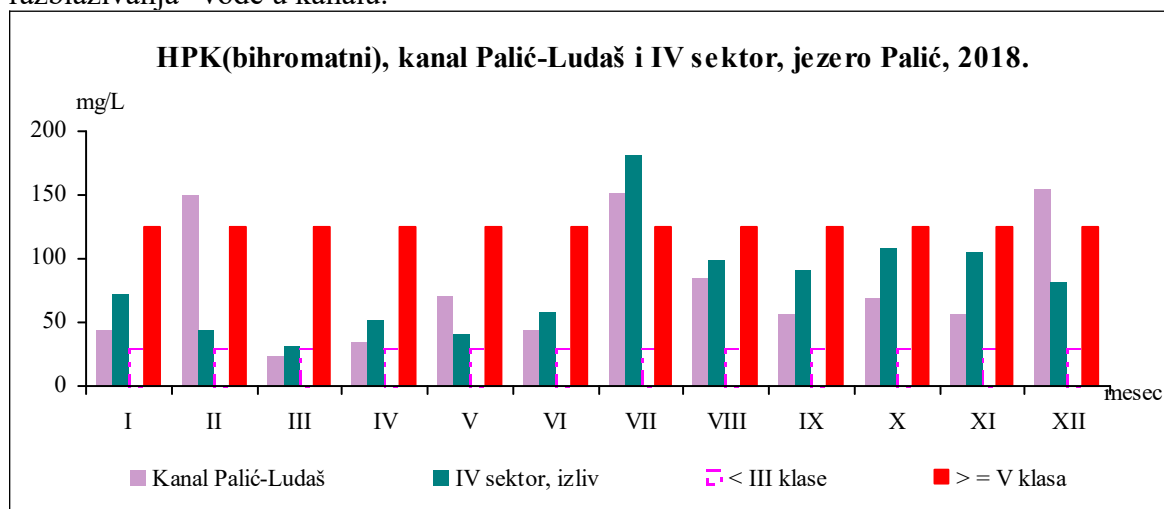
pH vrednosti vode kanala Palić-Ludaš i IV sektora jezera Palić su veoma slične, što ukazuje da je voda kanala najvećim delom poreklom iz jezera Palić.

Zbog uticaja podzemnih, ocednih i neprečišćenih otpadnih voda, pH vrednost kanalske vode je nešto niža, .



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. Razlike u sadržaju organske materije između IV sektora jezera Palić i kanala Palić –Ludaš se javljaju jedino tokom kišnog perioda kada dolazi do „intenzivnijeg razblaživanja“ vode u kanalu.

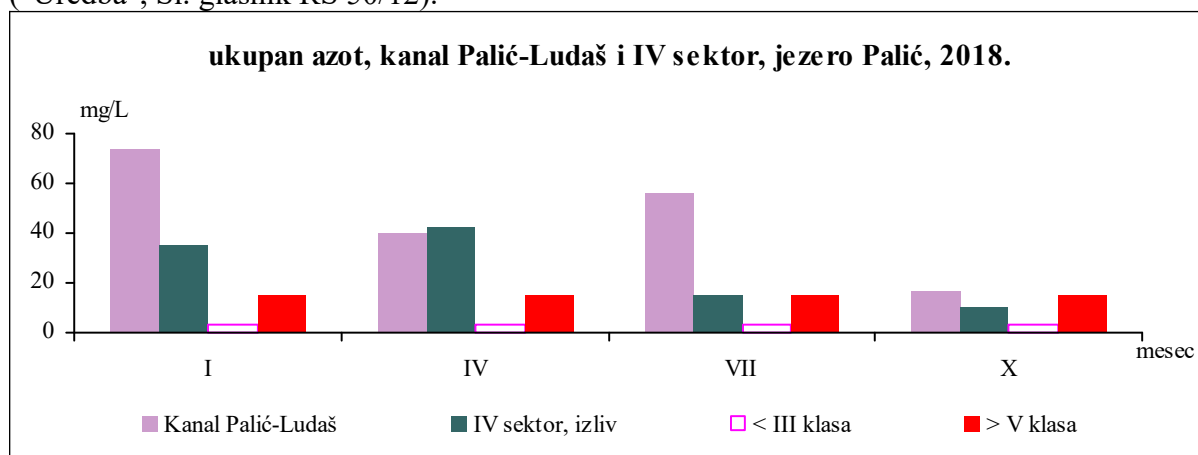


Grafikon 28. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, HPK bihromatni



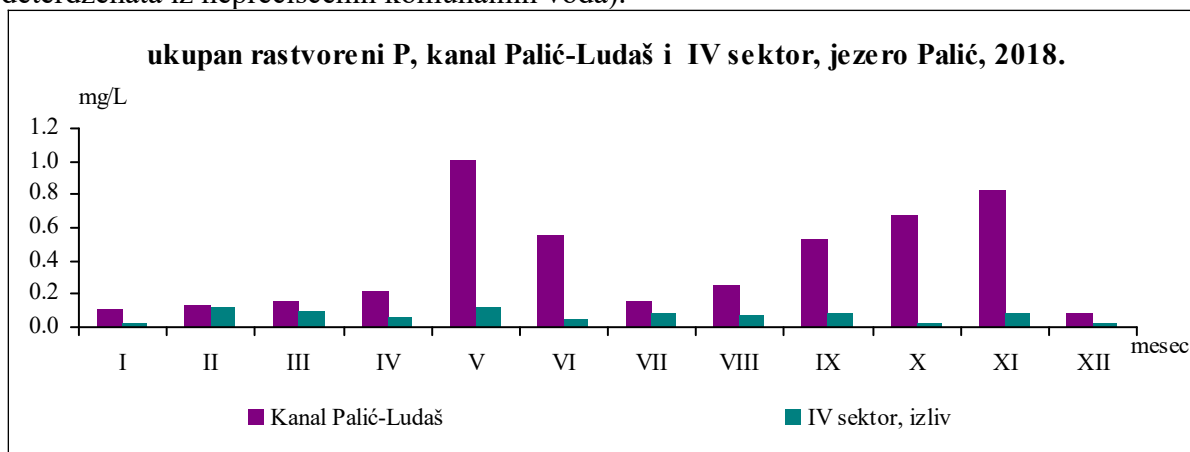
Pored veoma velikog organskog opterećenja, voda kanala Palić-Ludaš sadrži i veliku količinu nutrijenata. Koncentracije ukupnog azota i fosfora su na nivou koncentracija u IV sektoru jezera Palić ili više, zbog direktnog uticaja neprečišćenih komunalnih voda.

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



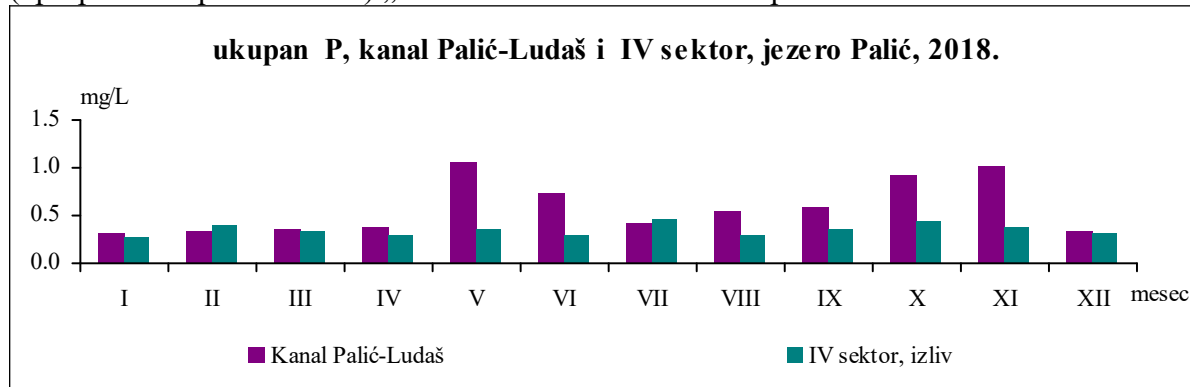
Grafikon 29. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, ukupan azot, mg/L

Velike koncentracije ukupnog rastvorenog fosfora u vodi kanala posledica su većeg doprinosa difuznih izvora zagađenja (uticaj veštačkih đubriva sa okolnih parcela i deterđženata iz neprečišćenih komunalnih voda).



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

Stvarni pokazatelj opterećenosti vode kanala je ukupan fosfor, koji direktno dodatno negativno utiče na vodu jezera Ludaš, gde alge promenom mikrouslova u direktnom kontaktu, (npr. promena pH vrednosti) „nađu“ način da obezbede neophodne količine fosfora za sebe.



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

U toku 2018. godine, na osnovu vrednosti Serbian Water Quality Index-a (SWQI), kvalitet vode **kanala Palić-Ludaš** uglavnom je opisan kao „veoma loš“.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SWQI	46	31	46	35	43	33	33	21	34	32	41	33
kanal PL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Na osnovu prezentovanih rezultata voda kanala Palić-Ludaš je tokom 2018. godine bila 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.

U cilju postizanja boljeg uvida u kvalitet vode kanala predlaže se uvođenje određivanja koncentracije sulfida i vodonik-sulfida, mesečnom dinamikom, u Program monitoringa vode kanala Palić -Ludaš.

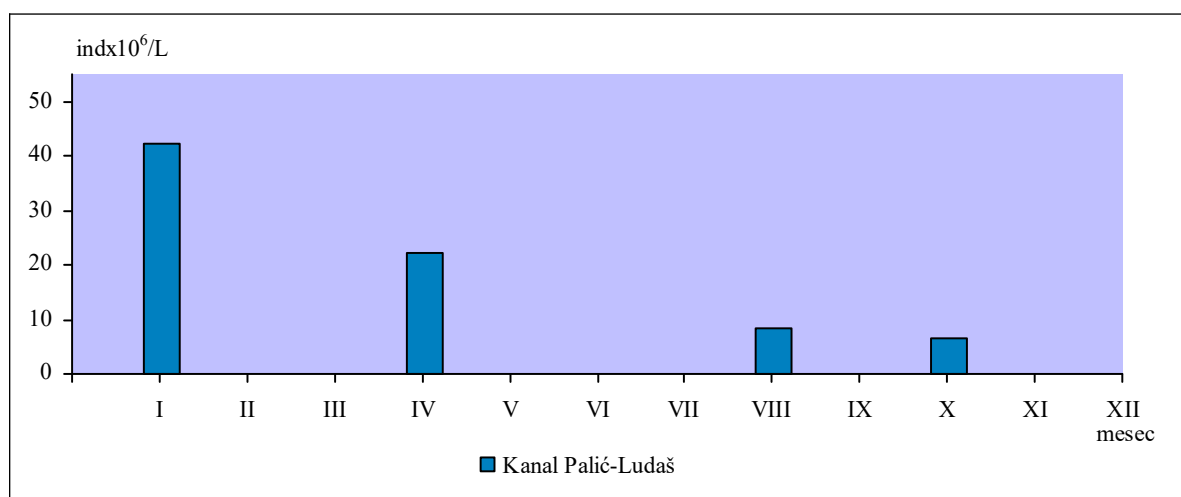
### FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

U sastavu fitoplanktona i fitoperifitona, na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš, utvrđeno je prisustvo 34 vrste *Chlorophyta*, 16 vrsta *Bacillariophyta*, 12 vrsta *Cyanophyta* i 9 vrsta *Euglenophyta*.

Stalnu kvantitativnu dominaciju, kao i tokom 2017. godine, imao je razdeo *Cyanophyta*. U pogledu brojnosti tokom 2018. godine dominirale su vrste - *Oscillatoria agardhii* i *Lyngbya limnetica*.

Kvantitativna zastupljenost modrozelenih algi u zajednici fitoplanktona kretala se od 78.1% do 90.8%.

Početak 2018. godine uočena je povećana brojnost algi u vodi kanala, sa tendencijom smanjenja tokom daljeg perioda ispitivanja. Maksimalna vrednost registrovana je u januaru mesecu -  $42.30 \times 10^6$  ind /L.



Grafikon 32. KANAL PALIĆ-LUDAŠ, broj individua fitoplanktona, x10<sup>6</sup>/L

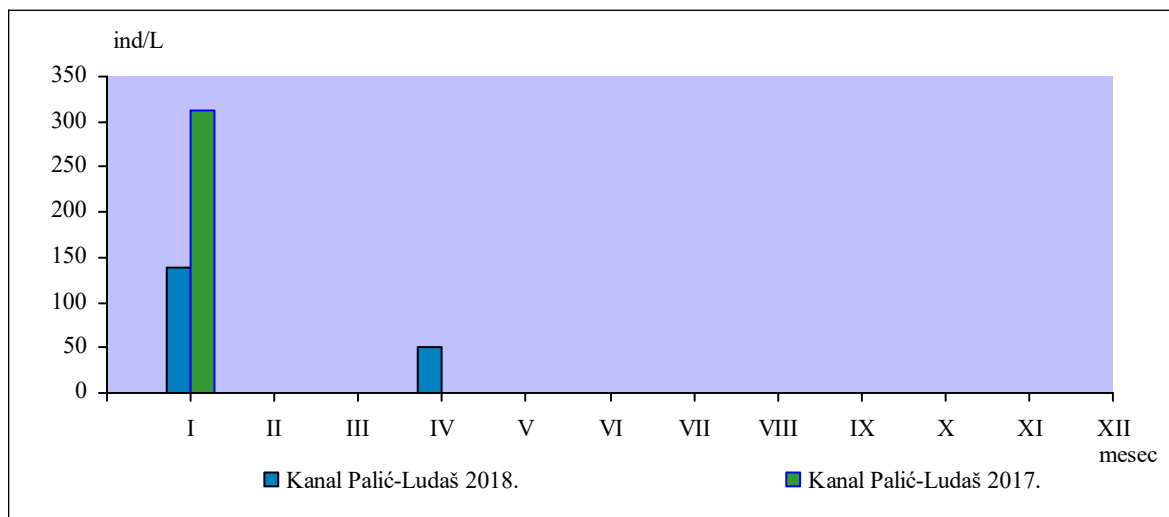
## ZOOPLANKTON I ZOOPERIFITON

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

Tokom 2018. godine na ovom lokalitetu prisutan je mali broj vrsta u zajednici, kao i smanjena brojnost zooplanktona, do potpunog odsustva (avgust i oktobar). Nije uočeno prisustvo predstavnika grupe *Cladocera*.

U kvalitativnom sastavu zajednice determinisane su vrste *Euchlanis dilatata*, *Lecane closterocerca*, *Lecane luna* i *Cyclops vicinus*.

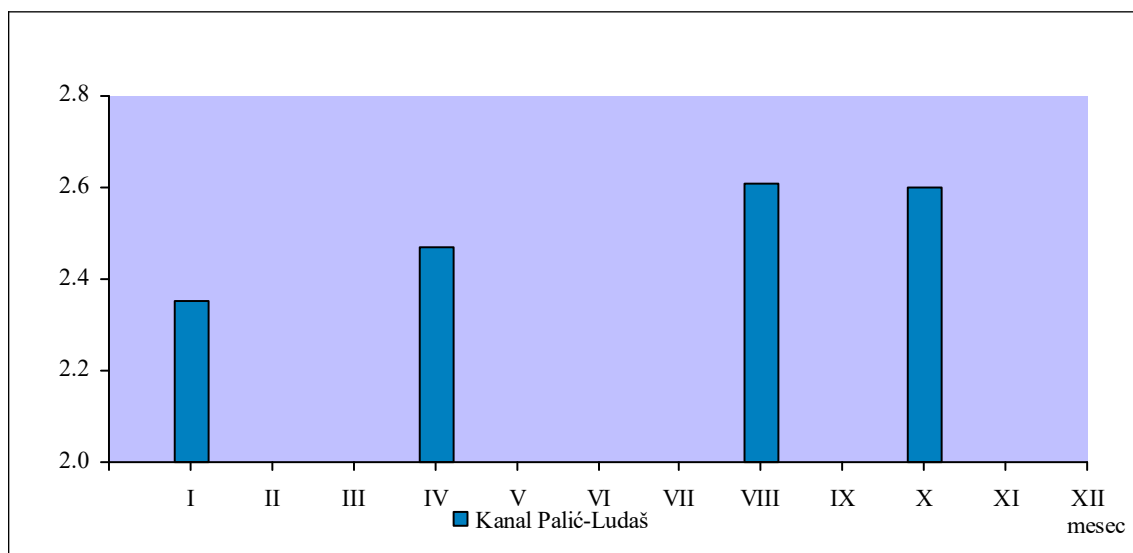
Maksimalna brojnost registrovana je u januaru mesecu – 138 ind/L.



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

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

Tokom 2018. godine vrednosti indeksa saprobnosti, na osnovu zajednice planktona i perifitona, na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš, bile su u granicama  $\alpha$ - $\beta$  i mezosaprobnosti.



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

## MAKROZOOBENTOS

Rezultati ispitivanja makrozoobentosa na lokalitetu - kanal Palić-Ludaš tokom 2018. godine ukazuju na 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, ocednih voda 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.



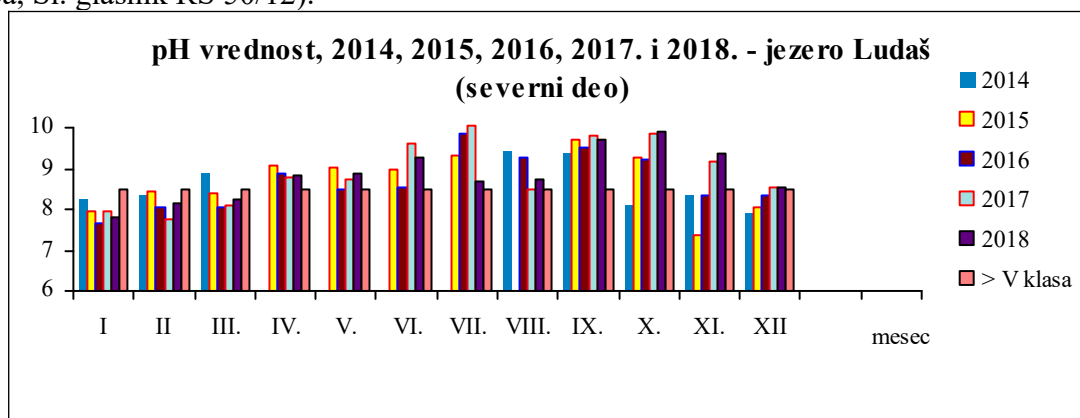
Slika 9. Severni Ludaš

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 na nivou prošlogodišnjih, i kao takve ne zadovoljavaju uslove kvaliteta propisane „Uredbom“ za predviđenu namenu. Maksimalna vrednost 2018. godine (pH=9.91), kao i prethodne godine (pH=10.06), izmerena je u julu mesecu. 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 odgovara „lošem“ ekološkom statusu (Uredba, Sl. glasnik RS 50/12).

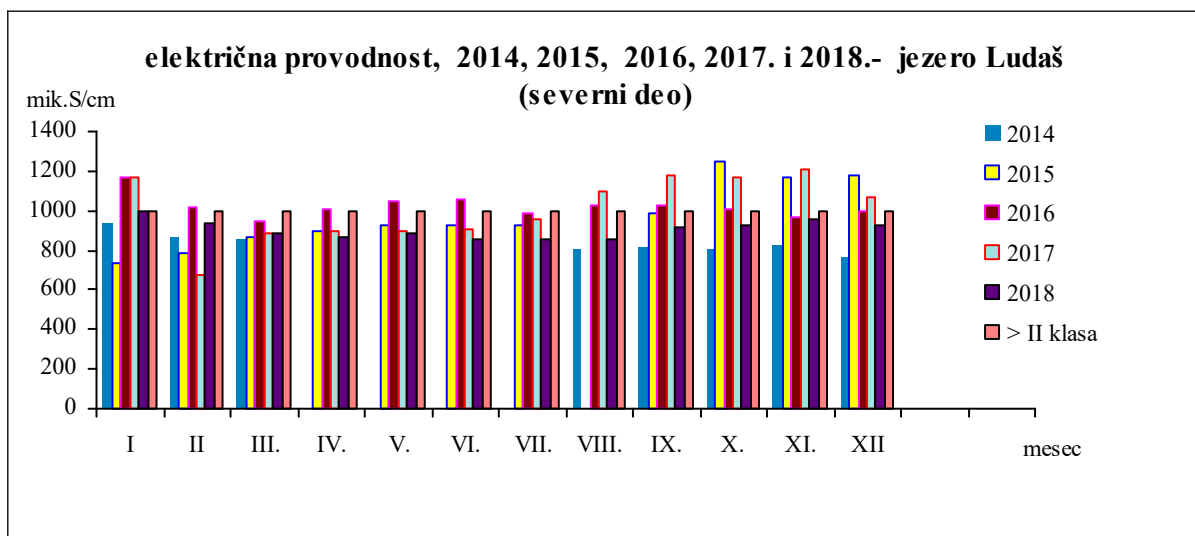


Grafikon 35. JEZERO LUDAŠ, pH vrednost

### 2.3.2. ELEKTRIČNA PROVODNOST

U severnom delu jezera vrednosti električne provodnosti u 2018. godini niže su u odnosu na 2017. godinu, usled veće količine padavina.

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).

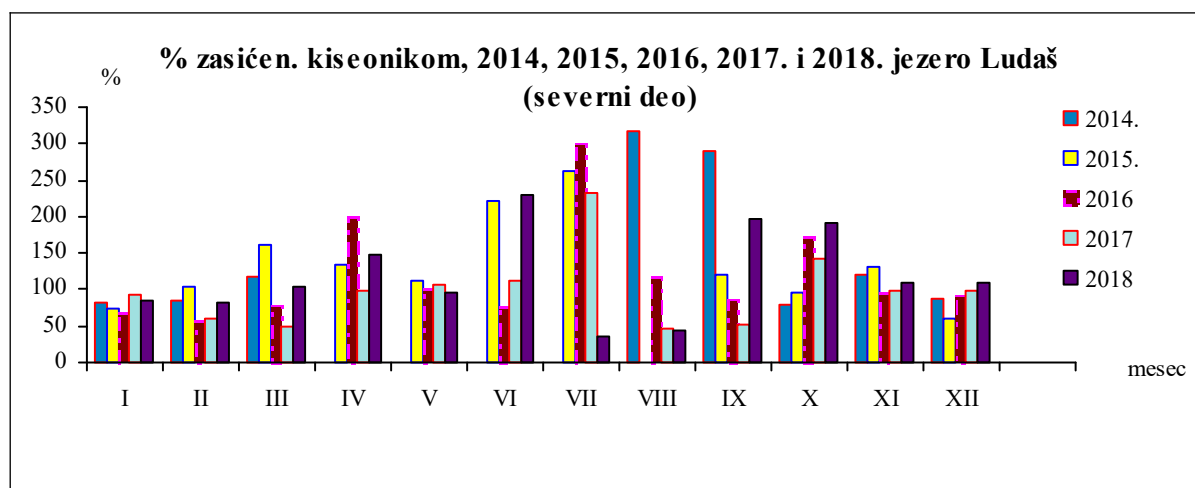


Grafikon 36. JEZERO LUDAŠ, električna provodnost,  $\mu\text{S}/\text{cm}$

### 2.3.3. ZASIĆENOST KISEONIKOM

Vrednosti rastvorenog kiseonika u vodi severnog dela jezera pokazuju da je kiseonični režim neujednačen, bez uobičajenih izraženih supersaturacija u letnjem i jesenjem periodu.

Izrazito niske vrednosti registrovane su u julu i avgustu mesecu, kada je najveća opasnost od pojave jutarnjeg nedostatka kiseonika, naročito u slučaju povećane oblačnosti.



Grafikon 37. JEZERO LUDAŠ, zasićenost kiseonikom, %  $\text{O}_2$

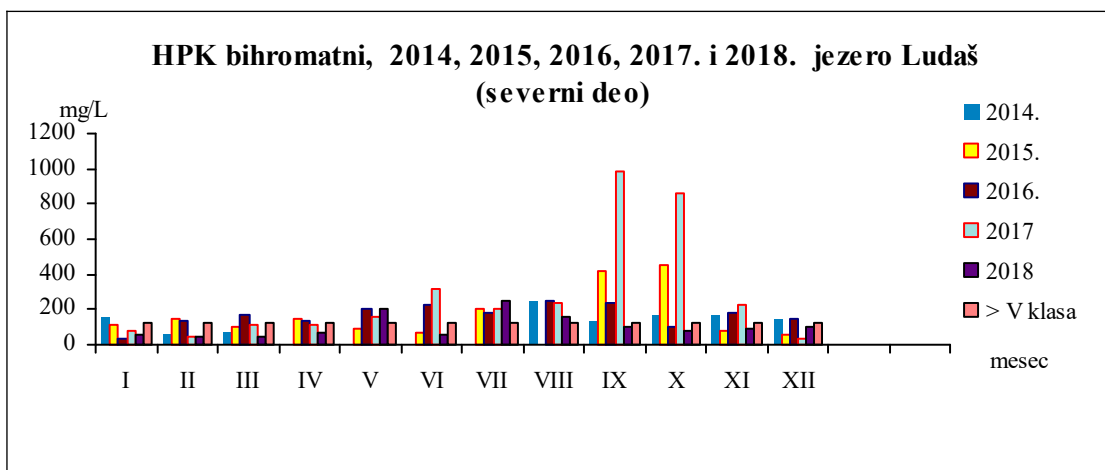
### 2.3.4. HEMIJSKA POTROŠNJA KISEONIKA (bihromatna)



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

Ekstremno visoke visoke vrednosti su zabeležene u periodu maj -septembar. Kao posledica došlo je do smanjenja koncentracije rastvorenog kiseonika u samom jezeru, naročito u avgustu mesecu

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



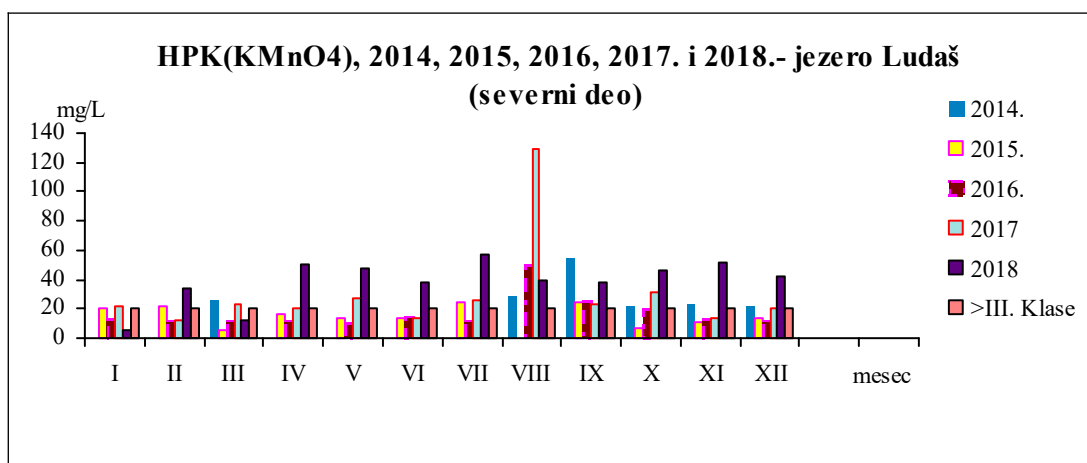
Slika 10. Steni Ludaš

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



Organsko opterećenje izraženo preko hemijske potrošnje kiseonika iz utroška  $\text{KMnO}_4$  svrstava vodu severnog Ludaša u IV klasu u većem delu godine, što odgovara „slabom“ ekološkom statusu. Tokom letnjih meseci voda je bila IV klase, i imala je „slab“ ekološki status (Uredba, Sl.glasnik RS 50/12). Treba napomenuti da se trend porasta vrednosti gledajući 2017. godinu približio tome, da je većim delom 2018. godine voda bila IV klase kvaliteta i bez prisustva očekivanog sezonskog variranja po pitanju ovog parametra. Sve to nam još više govori o veoma lošem stanju u kome se nalazi jezero Ludaš. Postoji jasna tendencija životnih uslova u samom „jezeru“ koja će jezero Ludaš polako ali sigurno „trajno svrstati“ u močvarne ekosisteme.

U 2018. godini maksimalna vrednost određena je u avgustu (57.20mg/L) i novembru mesecu (52.11mg/L).



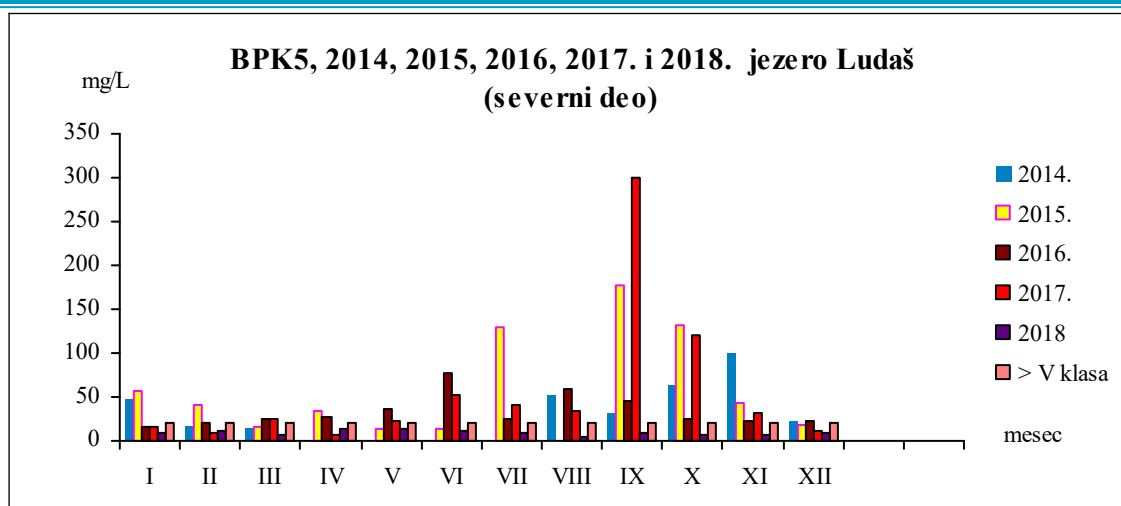
Grafikon 39. JEZERO LUDAŠ, HPK (iz utroška  $\text{KMnO}_4$ ), mg/L

### 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 „lošem“ ekološkom statusu ("Uredba", Sl. glasnik RS 50/12 i „Pravilnik“, Sl. glasnik RS 74/11).

Vrednosti biološke potrošnje kiseonika nakon pet dana su izrazito neujednačene i sa velikim oscilacijama. Minimum je zabeležen u avgustu – 4 mg/L, a maksimum u aprilu mesecu -12mg/L .

Velike oscilacije vrednosti u toku godine ukazuje na veliku podložnost jezera spoljnim uticajima, pa samim tim i veliku nestabilnost celog sistema. Treba napomenuti da je situacija u 2018. godini bila „bolja“, u prvom redu zbog veće količine padavina. To definitivno ukazuje na „ranjivost“ i „preosetljivost“ jezera na spoljne uticaje, kao posledice njegove male dubine i velike količine mulja koji je u resuspendovanom stanju.



Grafikon 40. JEZERO LUDAŠ, BPK<sub>5</sub>, mg/L



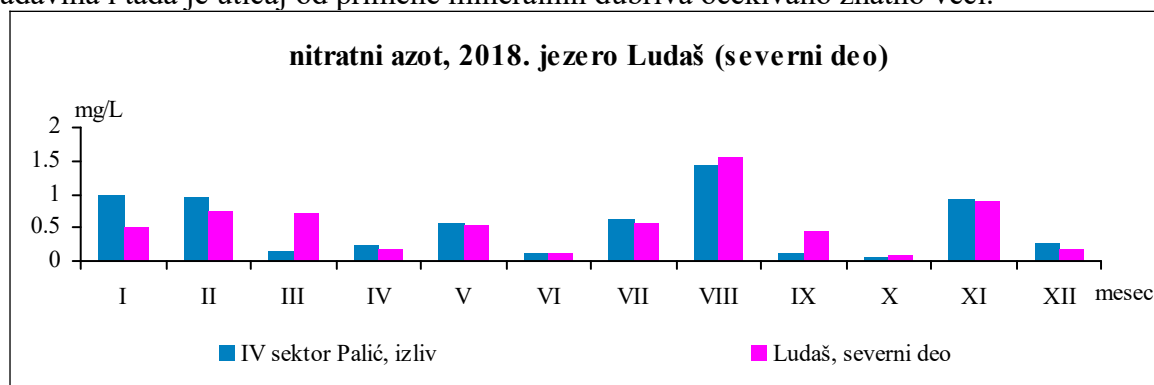
Slika 11. Severni Ludaš – Sunjog čarda

### 2.3.7. NITRATNI AZOT

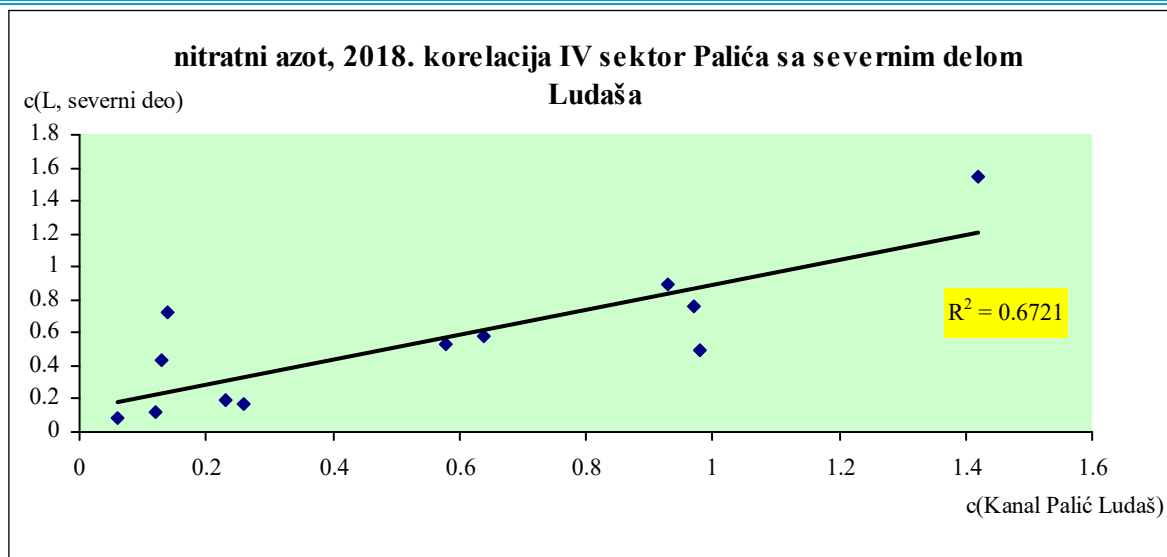
Koncentracije nitratnog azota u vodi severnog dela jezera su neujednačene i u granicama I klase ("Uredba", Sl. glasnik RS 50/12 i „Pravilnik“, Sl. glasnik RS 74/11).

Koncentracija nitrata na ovo lokalitetu direktno zavisi od koncentracije nitrata u vodi Palićkog jezera (koficijent korelacije  $R^2=0.672$ ). To još jednom potvrđuje da je kvalitet vode Ludaškog jezera veoma zavisian od količine i kvaliteta vode koja „pristiže“ iz Palićkog jezera.

Prošle godine smo poredili severni deo Ludaškog jezera i Kanal Palić-Ludaš po pitanju nitratnog azota. To se može raditi samo u sušnim godinama, kada je prinos nitratnog azota sa oranica i iz okolnih bašta minimalan. 2018. godina je bila sa većom količinom padavina i tada je uticaj od primene mineralnih đubriva očekivano znatno veći.



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



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

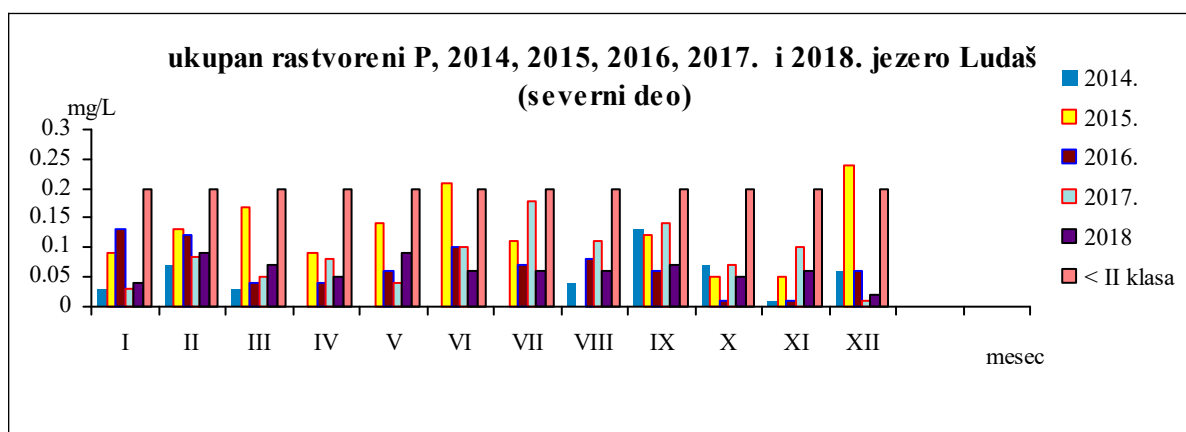
### 2.3.8. UKUPAN RASTVORENI FOSFOR

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

Najviša vrednost izmerena u maju iznosi 0.09mg/L, što odgovara I klasi.

Visoka koncentracija ukupnog rastvorenog fosfora u jezeru Ludaš ima direktan negativan uticaj i dodatno pogoršava kvalitet vode.

Voda Ludaškog jezera ima veliki potencijal za rast koncentracije ukupnog rastvorenog fosfora usled mikrobioloških i drugih procesa raspadanja ostaka biljnog i životinjskog sveta, prevashodno fitoplanktona. U maju mesecu ukupan fosfor je 11.1 puta veći od ukupnog rastvorenog fosfora.

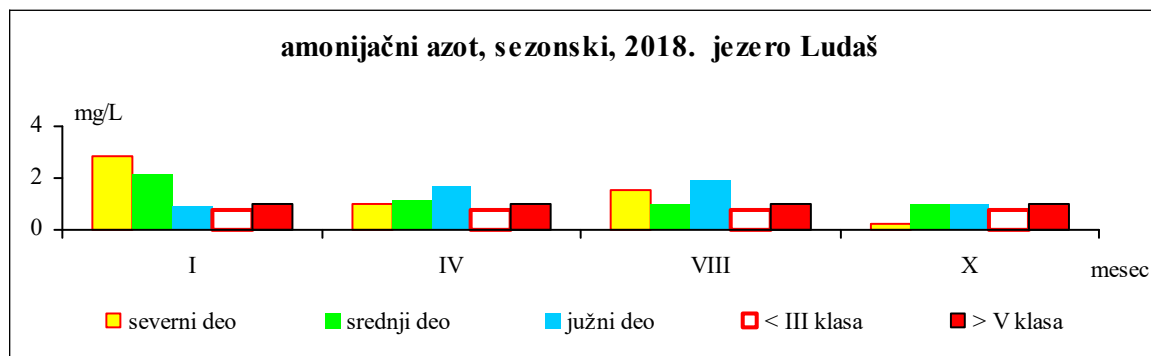


Grafikon 43. JEZERO LUDAŠ, ukupan rastvoreni P, mg/L

### 2.3.9. AMONIJAČNI AZOT

Od jula meseca 2018. godine uvedena je mesečna dinamika ispitivanja koncentracije amonijačnog azota na severnom delu jezera Ludaš.

Vrednosti amonijačnog azota u januaru mesecu su bile izrazito visoke na svim lokalitetima, a posebno na severnom delu (V klase). U pogledu ovog parametra, nije zanemarljiv ni uticaj difuznih izvora zagađenja (slivanje đubriva sa okolnih oranica, visok nivo podzemnih voda koje infiltriraju septičke jame okolnih domaćinstava, uticaj procednih i ocednih voda sa deponije - naročito na I sektoru i sl.). Kanal Palić-Ludaš predstavlja „pritoku“ Ludaškog jezera koja je izuzetno zagađena. Ovo zagađenje se posebno ispoljava u sušnim godinama, kada je udeo procednih voda iz septičkih jama i otpadnih voda iz bespravno priključenih kanalizacija mnogo veći u odnosu na atmosferske vode koje sadrže veoma malu količinu amonijačnog azota.



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

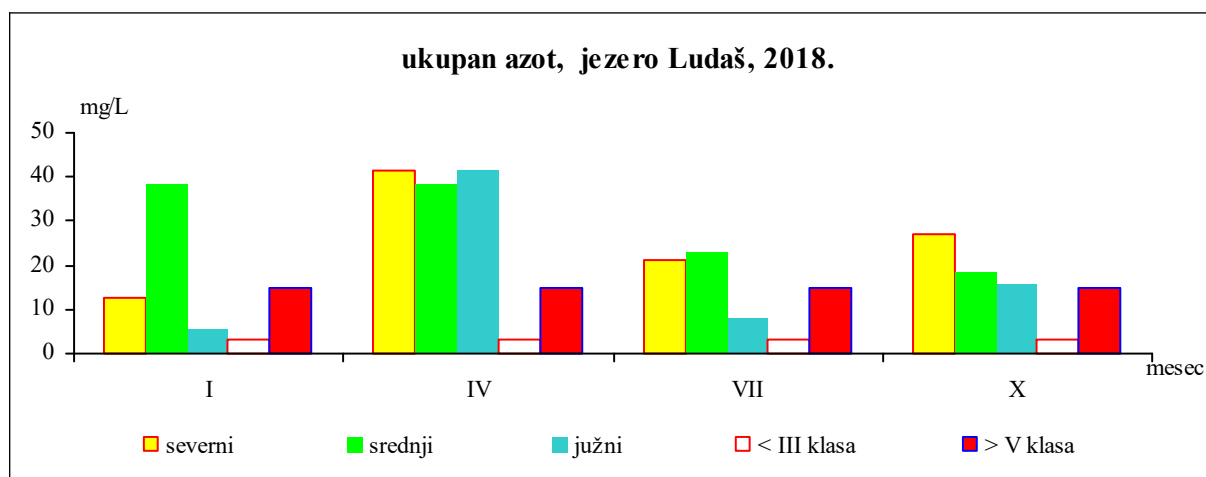
#### 2.3.10. UKUPAN AZOT

Vrednosti ukupnog azota u 2018. godini su određene sezonski, na sva tri lokaliteta jezera Ludaš.

Postoji trend rasta koncentracije ukupnog azota na svim lokalitetim, koji je najviše izražen na severnom delu jezera. Kao posledica dolazi do dodatnog povećanja ukupnog azota i na srednjem i južnom delu.

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

Jezero Ludaš je u velikoj meri poprimilo karakteristike močvarno-barskog ekosistema. Negativne promene su svake godine sve uočljivije i izraženije.

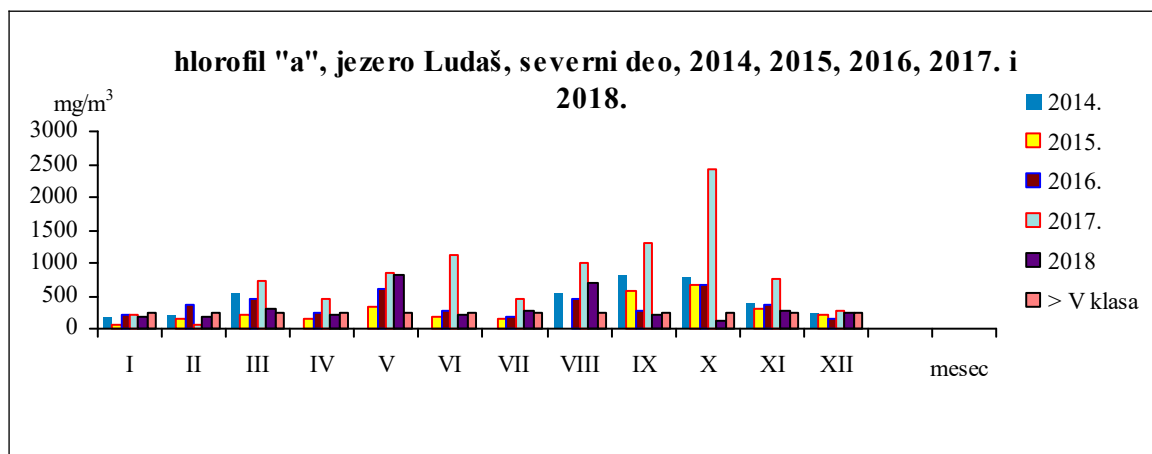


Grafikon 45. JEZERO LUDAŠ, ukupan azot - sezonski , mg/L

#### 2.3.11. HLOROFIL "a"

Vodu severnog dela jezera karakteriše visok sadržaj hlorofila "a". U toku godine veoma visoke koncentracije su određene u maju i avgustu. Maksimalna vrednost ovog parametra registrovana je maju mesecu – 831mg/m<sup>3</sup>. Maksimum u 2017. godini je bio znatno veći (2422mg/ 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 50/12).



*Grafikon 46. JEZERO LUDAŠ, hlorofil "a", mg/m<sup>3</sup>*

### 2.3.12. JEZERSKI SEDIMENT

Ispitivanje sedimenta obavljeno je četiri 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		7.24	7.31	7.09
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	64.1	66.2	95.9
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	35.9	33.8	4.1
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	499	3667	1454
5.	Ukupan azot	mg/kg	1114	3961	1650
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	13634	3666	1174

-Maj

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		7.21	7.17	7.06
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	90.8	54.6	87.5
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	9.2	45.4	12.5
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	729	827	977
5.	Ukupan azot	mg/kg	2439	2812	2808
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	1680	4849	960

-Septembar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		7.14	7.12	7.29
2.	Neorganski deo sedimenta	%	58.7	57.4	90.4

	(Žareni ostatak (600°C))				
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	41.3	42.6	9.6
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	438	550	592
5.	Ukupan azot	mg/kg	2570	1743	3042
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	9817	3649	1204
7.	Arsen (As)	mg/kg	<b>111.25</b>	-	-
8.	Kadmijum (Cd)	mg/kg	0.38	-	-
9.	Hrom (Cr)	mg/kg	<b>137.44</b>	-	-
10.	Bakar (Cu)	mg/kg	62.08	-	-
11.	Živa (Hg)	mg/kg	<0.18	-	-
12.	Olovo(Pb)	mg/kg	27.02	-	-
13.	Nikl (Ni)	mg/kg	54.01	-	-
14.	Cink (Zn)	mg/kg	109.74	-	-

-Oktobar

R.br.	PARAMETRI	Jed. mere	Severni deo	Srednji deo	Južni deo
1.	pH vrednost		7.21	7.16	7.32
2.	Neorganski deo sedimenta (Žareni ostatak (600°C))	%	68.3	53.8	90.0
3.	Organski deo sedimenta (Gubitak žarenjem (600°C))	%	31.6	46.1	10.0
4.	Ukupan rastvorljivi azot	mg/kg	1105	233	130
5.	Ukupan azot	mg/kg	1377	837	176
6.	Ukupan fosfor	mg/kg	<b>18092</b>	2644	1119

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

Ukupan rastvorljivi azot ima maksimum u oktobru mesecu na lokalitetu - severni deo što je u skladu sa intenzivnim mikrobiološkim procesima.

Maksimalna vrednost za ukupan azot je registrovana u januaru mesecu na lokalitetu - severni deo, što je u direktnoj korelaciji sa najmanjom mikrobiološkom aktivnosti usled niskih temperatura, koje doprinose i većoj rastvorljivosti molekularnog amonijaka.

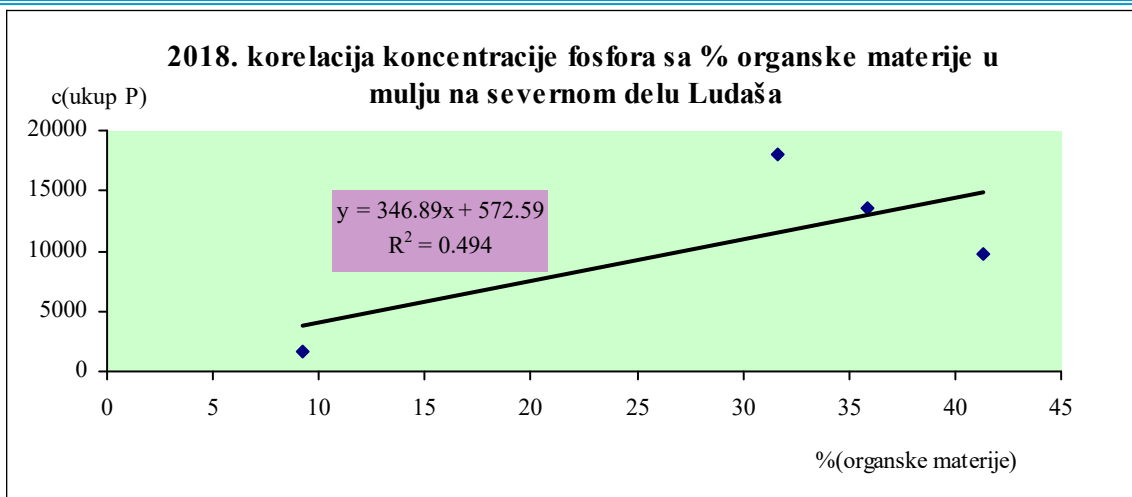
Vrednosti organskog i neorganskog dela sedimenta, na lokalitetima -severni i -srednji deo jezera, idu sve više u pravcu porasta udela organskog dela u odnosu na neorganski.

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 njena vrednost je višestruka u odnosu na vrednosti na ostalim lokalitetima ( u oktobru mesecu vrednost ukupnog fosfora je više od 7 puta veća u odnosu na srednji deo jezera i više od 16 puta veća u odnosu na južni deo jezera).

Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja sedimenta ukazuju na različit kvalitet mulja na severnom i južnom delu jezera Ludaš, naročito u pogledu koncentracije ukupnog fosfora.

Postoji dobra korelacija između koncentracije ukupnog fosfora i procentnog udela organske materije u sedimentu na severnom delu jezera.

**Veoma visoka koncentracija (enormno visoka 18.1g/kg) ukupnog fosfora u mulju. ubrzava proces eutrofizacije i dovodi do zabarivanja Ludaškog jezera, naročito njegovog severnog dela.**



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 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 živu koje nisu beznačajne. Uzimajući u obzir veliku mikrobiološku aktivnost, postoji velika verovatnoća da dođe do metilovanja žive od strane mikroorganizama. Metilovana živa ima mnogo veću pokretljivost i mnogo lakše „ulazi“ u žive organizme. Toksičnost metilovane žive je više puta veća nego u jonskom obliku, a pogotovo sa elementarnom.

### 2.3.13. SERBIAN WATER QUALITY INDEX (SWQI)

U toku 2018. godine kvalitet vode jezera Ludaš opisan je kao “loš”, osim u junu i julu na lokalitetu - severni deo i avgustu mesecu na lokalitetu - južni deo, kada je bio “veoma loš”.

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Severni deo	62 ●	56 ●	66 ●	39 ●	57 ●	34 ●	37 ●	46 ●	41 ●	61 ●	56 ●	56 ●
Srednji deo	63 ●	-	-	49 ●	-	-	-	42 ●	-	53 ●	-	-
Južni deo	67 ●	-	-	51 ●	-	-	-	31 ●	-	44 ●	-	-

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.

**Mi apelujemo na osnovu svoje stručne i „ljudske“ zabrinutosti na sve zainteresovane strane/stranke naše i svetske javnosti za hitnu akciju i pomoć u svakom pogledu (kao i prošle godine) jer se situacija iz godine u godinu pogoršava.**

**U stručnoj literaturi postoji termin „vremenski tempirana bomba“. Po svojim karakteristikama jezero Palić, a naročito jezero Ludaš su u takvom stanju gotovo čitavu deceniju!**



### 2.3.14. FITOPLANKTON I FITOPERIFITON

U jezeru Ludaš tokom 2018 godine, u zajednici fitoplanktona i fitoperifitona determinisano je ukupno 113 vrsta algi.

Kvalitativno najzastupljeniji je razdeo *Chlorophyta* sa 38 vrsta, slede razdeo *Bacillariophyta* sa 24 vrste, *Cyanophyta* sa 23 vrste, *Euglenophyta* sa 16 vrsta, i *Pyrrophyta* sa dva predstavnika.

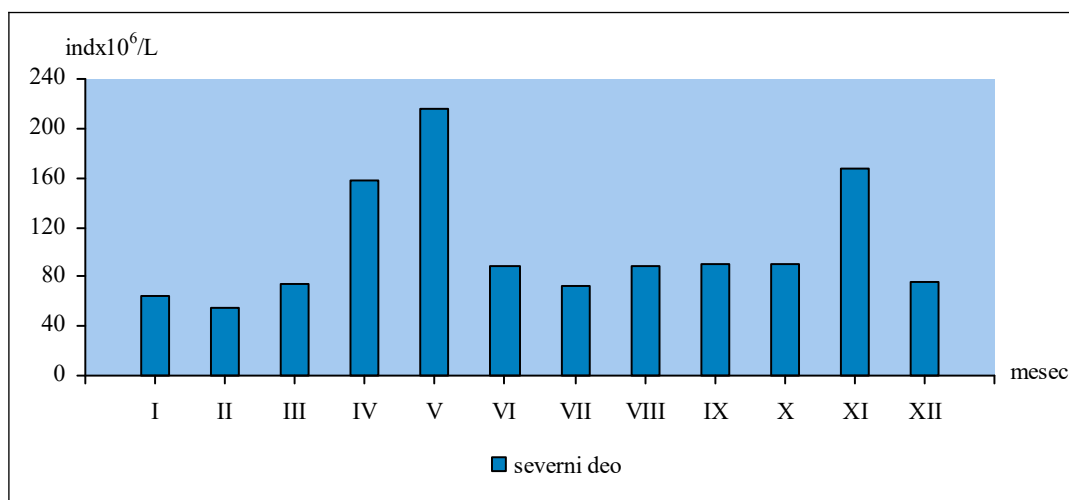
Tokom perioda ispitivanja konstantno su bile prisutne vrste rodova: *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Schroederia*, *Cylindrospermopsis*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Euglena*, *Cyclotella*, *Cymbella*, *Nitzschia*, *Stephanodiscus* i *Synedra*.

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

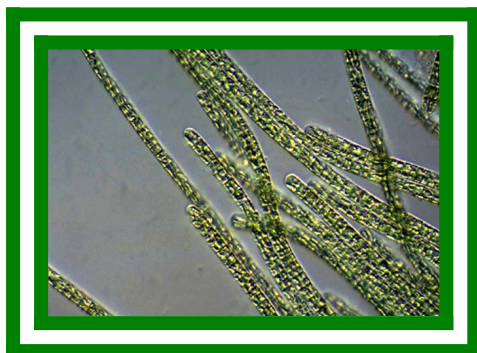
Rezultati hidrobiološke analize zastupljenosti razdela u zajednici, kao i prethodnih godina, potvrđuju stalnu kvantitativnu dominaciju razdela *Cyanophyta* u vodi severnog i srednjeg dela jezera, i razdela *Bacillariophyta* i *Pyrrophyta* na južnom delu jezera. Procentualna zastupljenost modrozelenih algi kretala se od 5.0% (južni deo jezera, januar mesec) do 87.7% (severni deo jezera, decembar mesec).

Brojnost algi je konstantno velika na severnom delu jezera, posebno u aprilu, maju i novembru. Maksimum brojnosti od  $216 \times 10^6$  ind/L registrovan je u maju mesecu.

Južni deo jezera i tokom 2018. godine zadržava svoju specifičnost zajednice fitoplanktona, u smislu manje brojnosti.



Grafikon 48. JEZERO LUDAŠ, broj individuala fitoplanktona, x10<sup>6</sup>/L



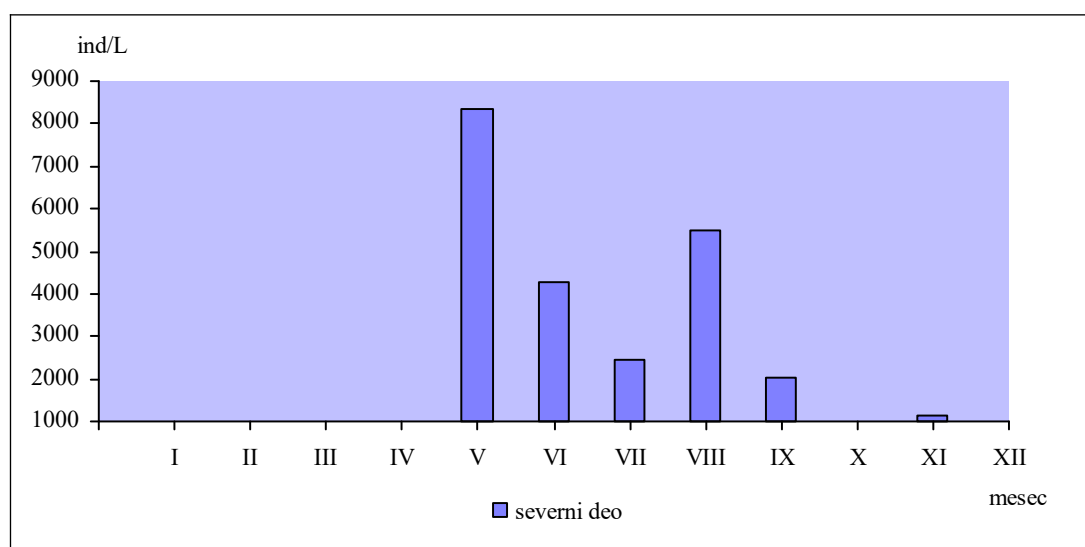
Slika 12. *Oscillatoria agardhii*

### 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 38 predstavnika. Na svim lokalitetima prisutni su i predstavnici grupe *Copepoda*. U aprilu mesecu, na severnom i srednjem delu jezera determinisane su vrste *Bosmina longirostris* i *Chydorus sphaericus* – predstavnici *Cladocera*.

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

Brojnost zooplanktona na severnom delu Ludaša je povećana u periodu maj-novembar. Maksimalna brojnost je registrovana u maju mesecu – 8367 ind/L.



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

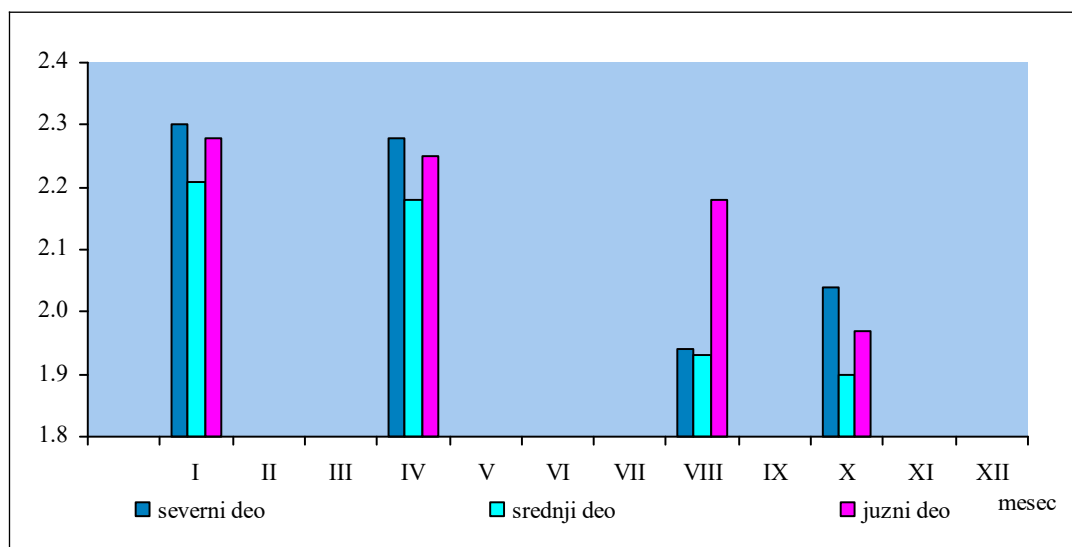


Slika 13. *Brachionus diversicornis*

### 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 2018. godine u granicama  $\beta$  mezosaprobnosti ( II klasa 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 severnog, srednjeg i južnog dela jezera Ludaš tokom 2018. godine ukazuje na potpuno odsustvo predstavnika zajednice *Chironomidae* i *Oligochaeta*.

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