

**ТЕМЕТСКИ ИЗВЕШТАИ ОД СПРОВЕДЕНИТЕ АКТИВНОСТИ ВО ТЕКОТ НА
2023 ГОДИНА ПО ПРОЕКТОТ
"ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА АНТРОПОГЕНИТЕ ВЛИЈАНИЈА ВРЗ
ПРЕСПАНСКОТО ЕЗЕРО"(2021-2024)**



**Раководител на проектот
Д-р Елизабета Велјаноска Сарафилоска**

Во рамките на проектот "Зајакнување на капацитетите на Општина Ресен и изготвување на апликативни научно-истражувачки проекти за заштитените подрачја" во периодот ноември 2019 до јуни 2021 беа спроведени истражувања во локалитети од литоралната зона на Преспанското Езеро како и вертикален профил во една централна точка реките во близина на нивните устија. Врз основа на добиените резултати може да се констатира дека глобалниот проблем на еутрофикацијата му се заканува на Преспанското Езеро. Последните неколку децении антропогеното влијание е се повеќе и повеќе изразено, се одвива со забрзана динамика и е резултат на брзиот развој на приградските населби од двете страни на Езерото, развојот на туризмот, современиот начин на живеење на денешната цивилизација, примена на современи агротехнички мерки. Тоа предизвикува постепено нарушувањена природните процеси во езерото, што

негативно се одразува на екосистемот на езерото во целина, а посебно на поедини делови од литоралниот-крајбрежниот регион т.н. "жешки точки", каде процесите на еутрофикација се подинамични. Континуираното оптоварување со полутанти и нутриенти во комбинација со драматичното намалување на нивото на водата, сериозно го загрозуваат екосистемот на Преспанското Езеро и неговиот уникатен биодиверзитет. Имајќи го предвид големото научно значење на Преспанското Езеро, неговата мултифункционалност како резервоар за водоснабдување, риболов, спорт и рекреација, се наметнува потребата за перманентно следење на квалитетот на водата. Проектот кој произлезе врз основа на досегашните истражувања во Преспанскиот регион, концептот беше припремена во консултација со Општина Ресен (План за управување со споменикот на природата Преспанско Езеро (2018-2028) и Парк на природата Езерани план за управување (2012-2021)) и Министерството за животна средина. Концептот имаше за цел да ги идентификува антропогените и другите надворешни фактори кои создаваат жешки точки кои негативно влијаат на екосистемот на Езерото и неговите реки, ќе обезбеди јасна слика за влијанието на овие фактори и исто така ќе даде придонес и ќе помогне да се дефинираат фокусни точки и да се воспостават активности кои ќе ги намалат овие влијанија на континуирана основа.

Активностите се спроведени во рамките на грантот "Идентификација на антропогените влијанија на Преспанското Езеро", кој е финансиран од ПОНТ и трае од 2021-2024 година. Главни корисници на овој проект се Општина Ресен и ХБЗ. Грантот ќе им помогне на ХБЗ и Општина Ресен да ги зајакнат своите институционални капацитети и да го подобрат извршувањето на нивните надлежности во областа на мониторинг и заштита на животната средина.

Предлог активностите за Мониторинг кои се подготвени за дефинирање на локалитетите за истражување, динамиката на колекционирање, параметрите, методиката на колекционирање и работа во лабораторија, се базираат на Правилникот за постапките и начинот на набљудувања и мерења на квалитативните карактеристики на водите во мрежата на хидролошки станици“ („Службен весник на Република Македонија“ бр.33/10), кој е во согласност со Рамковната Директива за води (РДВ) 2000/60/ЕСи Законот за води („Службен весник на Република Македонија“ бр.87/08, бр.6/09, бр.161/09, бр.83/10, бр.51/11, бр.44/12, бр.23/13). Исто така при одредувањето на точките и параметрите за следење во предвид е земен и Експертскиот предлог за прекуграничен мониторинг систем на Преспа Парк (Expert proposal for the transboundary water monitoring system of the Prespa Park (2011)) и Акцискиот план за спас на Преспанското Езеро (подготвен од Експертска работна група за Преспанското Езеро) кој е усвоен од Влада на РСМ. Овие документи беа посочени од страна на претставниците од Министерството за животна средина на состанокот кој се одвиваше онлајн за време на подготовката на концептот. Предлог Мониторинг активностите се доставуваат за разгледување до МЖСПП.

ФИЗИЧКО ХЕМИСКИ АНАЛИЗИ

Зимска кампања 2023 година

Изготвил: Д-р Елизабета Велјаноска Сарафилоска
Одделение за физичко-хемиски истражувања

Физичко хемиските параметри претставуваат примарни показатели за моменталните промени во акватичните екосистеми кои се рефлектираат врз целокупниот жив свет и процесите кои се одвиваат во истите. Поради тоа се пристапува кон континуирано следење на овие параметри, чии вредности го одредуваат и квалитетот на водата во истражуваните примероци. Секоја промена на физичко-хемиските параметри надвор од границите одредени со законските регулативи и прописи укажуваат на алармантна состојба и потреба од примена на соодветни мерки и третмани за понатамошно користење на водата за соодветна намена.

Според добиените вредности за анализираните параметри, врз база на Уредбата за класификација на води (Сл. весник на РМ бр.18/99) извршена е категоризација на водата од предметните мерни места.

Материјал и методи

Мострите за анализа на истражуваните параметри се земани со Ruttner-ов црпец (Hydro-bios, Kiel, Германија). Примероците вода се складирали во соодветни полиетиленски шишиња прилагодени согласно стандардите за обработка на поедините параметри и транспортирани во теренски фрижидери.

Температурата, pH, електропроводливоста, турбидитетот се мерат на терен. Температурата се определува со помош на реверзибилен термометар (Welch, 1948), а pH со инструмент pH-метар WTW pH 197. Спроводливоста се одредува со помош на апаратот WTW Multilab 540. Матноста на водата се мери со инструмент Lovibond Water Testing - Tintometer Group.

Вкупно суспендирани материи, Метод 2540D во Стандардни Методи за испитување на води и отпадни води, 20-то Издание (American Public Health Association, 1998). Методата користи стаклено-vlakнест филтер за да ги задржи суспендираните материи. После филтрирањето на пробата, филтерот со суспендираните материи се суши на константна температура од 103°-105°C.

Метод 2540B претставува метод за вкупно цврсти материи, филтерот се суши на 103-105°C; 2540C метод за вкупно растворени цврсти материи, филтерот се суши на 180°C; 2540D за вкупните суспендирани цврсти материи филтерот се суши на 103-105°C; 2540E за фиксни и испарливи материи се жари на 550 °C;

Алкалитетот (вкупна алкалност) се одредува титриметриски, а методата се заснива на постепено неутрализирање на алкалните соли со помош на киселина, со присуство на метил оранж и фенолфталейн како индикатори (APHA-WWA-WPCF, 1980).

Количеството на растворен кислород се одредува во точно одредена количина вода каде што се врши негово фиксирање со раствор на манган сулфат, кон кој се додава

хлороводородна киселина и калиум јодид. Ослободениот јодид се титрира со тиосулфат во присуство на скробен индикатор (APHA-AWWA-WPCF 1980; Wetzel & Likens 1979).

Биохемиската потрошувачка на кислород, односно есенцијалниот кислородот потребен за биохемиско разградување на органските материи под дејство на микроорганизмите (во неколку денови) се определува на начин опишан погоре за растворениот кислород, откако ќе се чува пет дена на темно и на 20 °C. Овој параметар претставува разлика од почетната концентрација на кислород и таа после пет дена.

Содржината на растворените биоразградливи органски материи во водата е определувана како потрошувачка на KMnO_4 (со дигестирање во присуство на киселина и со титрација) (Bether, 1953; APHA-AWWA-WPSF 1980).

Постапката за одредување на амонијак се состои од сврзување на амонијакот со хидрохлорид до монохром, кој во реакција со фенол дава р-аминофенол, кој во реакција со натриум нитропрусид формира сино обоено соединение (Solorzano 1969, Wetzel и Likens 1979).

Нитратите од водата квантитативно се редуцираат до нитрити со помош кадмиум/бакар струготини (Strickland and Parsons, 1972; APHA-AWWA-WPCF 1980), и нитритите се сврзуваат со сулфанилна киселина и N-(1-нафтил етилен диамин дихлорид (III)) во форма на многу интензивно диамин соединение.

Вкупен фосфор – е определуван по методот на персулфатна оксидација (на 121 °C, притисок 1 at, и време 1 час) сите форми на фосфати преминуваат во ортофосфати, кои со амониум молибдат и антимон калиум тартарат формираат комплекс антимон фосфат молибдат, кој се редуцира со аскорбинска киселина до сино обоен молибдатен комплекс чиј интензитет е во функција на количеството на вкупен фосфор (Strickland и Parsons 1968; Menzel и Corwing, 1965).

Според добиените вредности за анализираните параметри, врз база на Уредбата за класификација на води (Сл. весник на РМ бр.18/99) извршена е категоризација на водата од предметните мерни места, кои беа цел на оваа студија.

Резултати и дискусија

Вредностите од анализите за физичко-хемиските параметри добиени за време на зима 2023 година, за истражуваните реки: Голема Река кај бензинска пумпа, Голема Река кај брана, Брајчинска и Кранска Река и пречистителна станица се претставени во Таб. 1.

Табела 1. Физичко хемиски параметри за Реките во сливното подрачје на Преспанското Езеро, зима 2023 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема Река	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река брана	Пречистителна станица
Температура (°C)	6	5.2	5	7.6	10.4
Боја $\text{mg l}^{-1} \text{ Pt}$	25	15-20	10-15	25-30	25
Електроспроводливост ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	167.6	40.3	40.5	167.5	449
pH	6.9	7.9	7.6	7.6	6.6
Матност (NTU)	11.6	3.9	1.7	5.1	8.9

Вкупна алкалност ($\text{mg l}^{-1}\text{CaCO}_3$)	74	18	21	80	255
Слободен CO_2 mg l^{-1}	14.08	6.336	7.04	17.6	96.8
Суспендирани материи (mg l^{-1})	24	13.4	12	21.6	17.2
Органски (mg l^{-1})	10	64	48	11	9.2
Неоргански (mg l^{-1})	14	70	52	10.5	8
Сув остаток после испарување (mg l^{-1})	272	166	133	204	267
Органски(mg l^{-1})	173	99	69	98	155
Неоргански(mg l^{-1})	99	67	64	106	112
Проток m^3/s	1.850	0.628	0.980		

Резултатите добиени за физичко-хемиските параметри во локалитетите од литоралната зона на Преспанското Езеро која ги опфаќа: Долно Дупени, Наколец, Крани, Сливница, Претор, Стење и Отешево, се претставени во Табела 2.

Табела 2. Физичко хемиски параметри во литорална зона на Преспанското Езеро зима 2023 г.

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Долно дупени	Наколец	Крани	Сливниц а	Претор	Стење	Отешево
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	9	8.3	8.5	8.6	9.6	9.8	10
Боја mg l^{-1} Pt	10-15	5	10	5	10-15	15-20	10
Електроспроводлив ост ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	238	238	249	234	220	245	256
pH	7.8	7.9	7.5	7.6	7.5	7.6	8.1
Матност (NTU)	12.1	2.6	17.2	1.65	17.8	6.7	2.9
Вкупна алкалност ($\text{mg l}^{-1}\text{CaCO}_3$)	120	119	125	120	113	125	131
Суспендирани материи (mg l^{-1})	37.6	12.4	14	12	14.8	17,7	15,8
Органски (mg l^{-1})	14.8	6	6.4	5.6	7.6	9,3	8,5
Неоргански (mg l^{-1})	22.8	6.4	7.6	6.4	7.2	8,4	7,3
Сув остаток после испарување (mg l^{-1})	157	148	138	136	147	193	167
Органски(mg l^{-1})	50	69	70	70	75	98	79
Неоргански(mg l^{-1})	107	79	68	66	72	95	88

За двата вертикални профили во Преспанското Езеро, Казан претставен со 4 длабочини (0,5м; 7м; 15м; 25м) и Централна точка со 3 длабочини (0,5м; 5м; 15м), вредностите се претставени во табелите 3 и 4.

Табела 3. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Казан, зима 2023 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Интегрирана
Просирност (м)	4,5 м				
Температура (°C)	9	8.6	8.6	8.7	9
боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	10	10-15	10-15	5-10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	245	240	244	245	246
pH	8.4	8.3	8.0	7.7	7.5
Матност (NTU)	2.3	1.7	2.3	2.5	1.7
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	115	112	110	116	115
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	11,5	9,5	7,5	7,5	9,0
Органски (mg l ⁻¹)	7	5,5	6	4,5	4,5
Неоргански (mg l ⁻¹)	4,5	6	4	3	4,5
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	151	137	145	163	148
Органски(mg l ⁻¹)	97	62	70	83	80
Неоргански(mg l ⁻¹)	54	75	75	80	68

Табела 4. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Централна Точка, зима 2023

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Централна 0м	Централна 5м	Централна 15м
Просирност (м)	3,20 м		
Температура (°C)	9	8.7	8.7
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	10-15	10-15
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	246	242	245
pH	7.5	7.9	8.2
Матност (NTU)	1.7	1.7	2.15
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	115	110	114
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	10	12	18
Органски (mg l ⁻¹)	5,7	6,5	8
Неоргански (mg l ⁻¹)	4,3	5,5	10
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	147	141	169
Органски(mg l ⁻¹)	78	76	88
Неоргански(mg l ⁻¹)	69	65	81

Температурата на водата, како примарен физички параметар, кој ги условува физичко-хемиските и биолошките процеси во акватичните екосистеми што има влијание врз основните процеси на кружење на материјата во природата (кружење на биогените елементи), покажува правопрпорционална зависност од температурата на воздухот. Најниски вредности за температурата се евидентирани во примероците од реките (од 5 °C во Брајчинска Река до 7,6 °C кај Голема Река кај Брана), кои претставуваат проточни екосистеми и се планински реки. Во литоралната зона највисока вредност е евидентирана во локалитетот Претор (9,6 °C). За време на зимскиот период евидентирана е миксија на езерото и температура во целиот вертикален профил е скоро изедначена и за двете дефинирани точки и е во опсегот 8,6 до 9 °C. Повисоки вредности за температурата се евидентирани во езерскиот појас кој е најблиску до брегот на езерото, поради малата длабочина и брзото загревање на водата, како и површинската вода од централната точка на дефинираниот вертикален профил.

Бојата на водата во локалитетите од литоралната зона на Преспанското Езеро, како и во вертикалните профили кај Казан и Централна точка за време на истражуваниот период се движи од 5-10 mg l⁻¹ Pt. Значително високи вредности за бојата на водата се регистрирани во реките, а посебно во Голема Река кај бензинска пумпа 25 mg l⁻¹ Pt и Голема Река кај брана 25-30 mg l⁻¹ Pt. Според Уредбата за класификација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99) врз основа на добиените вредности за суспендираните материи, водата од истражуваните локалитети (реки, литорална зона и вертикални профили кај Казан и Централна точка) генерално припаѓа во I-II класа. Вредностите за сувиот остаток после испарување се во границите кои укажуваат на квалитет на вода од I класа. Повисоки вредности за матноста се евидентирани во Голема Река кај бензинска пумпа 11,6 NTU, во литоралите Претор 17,8 NTU, Крани 17,2 NTU и Долно Дупени 12,1 NTU.

Вредностите за турбидитетот (матноста) во вертикалниот профил кај Казан и Централна точка се значително пониски и се во границите од 1,7 NTU (во површинските слоеви и 5 и 10 метри длабочина) до 2,5 NTU (во подлабоките слоеви односно на 15 и 25 метри длабочина).

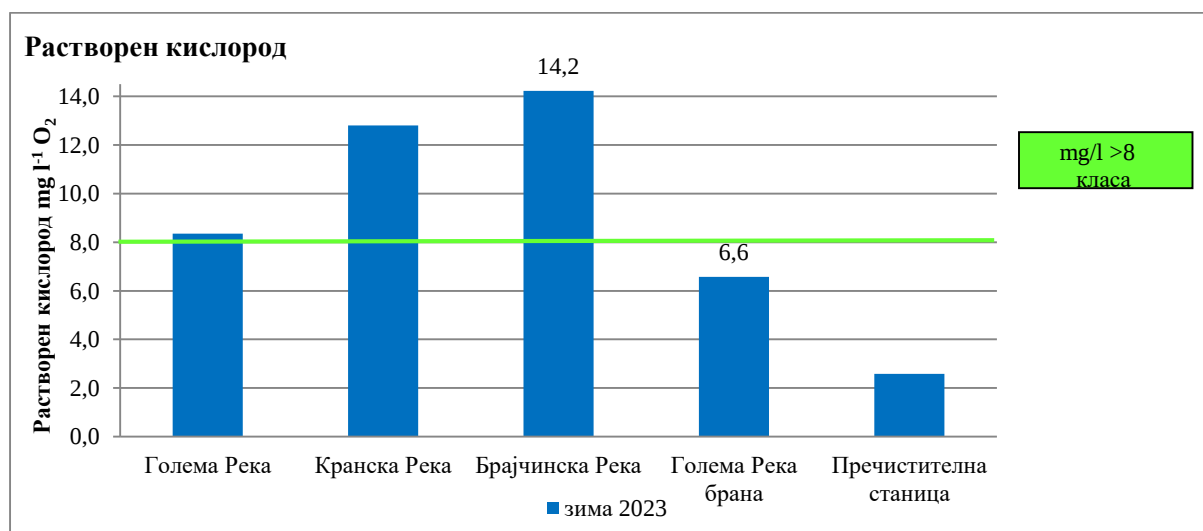
Повисоките вредности за матноста, суспендираните материи (максимална вредност евидентирана во Долно Дупени 37,6 mg l⁻¹) и вкупниот остаток после испарување (максимална вредност евидентирана во Голема Река кај брана изнесува 207 mg l⁻¹ и Голема Река кај Бензинска 272 mg l⁻¹) за време на истражуваните кампањи се должат пред сè на составот на подлогата.

Кислородните параметри претставени се со концентрациите на растворен кислород, биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена и потрошувачка на калиум перманганат потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем.

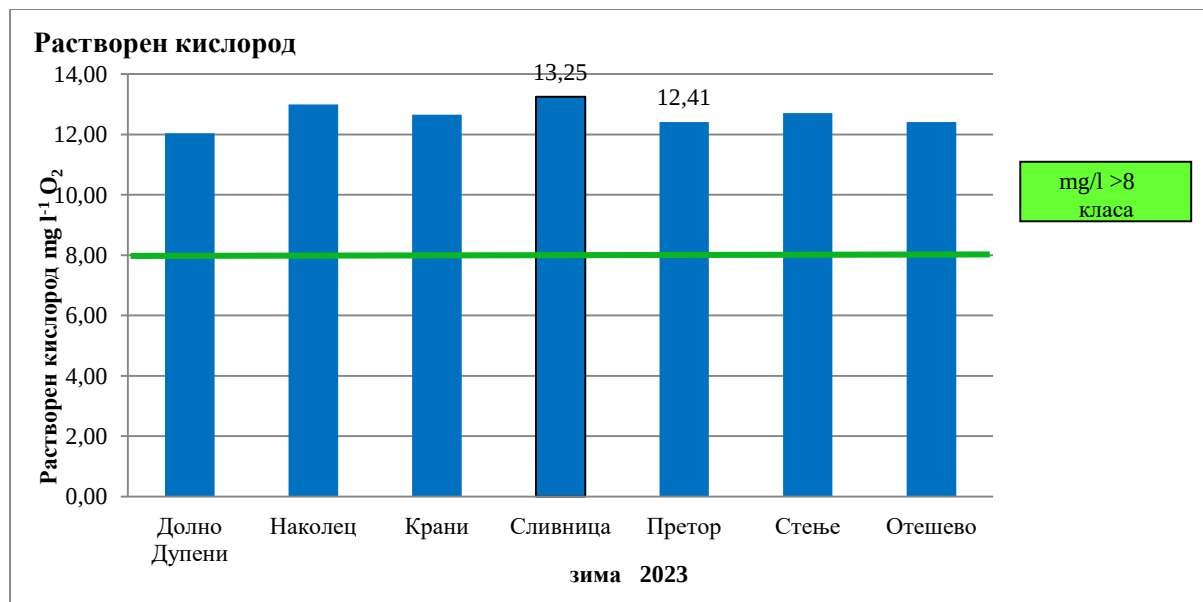
Резултатите за концентрациите на растворен кислород во анализираните примероци вода од реките се претставени графички на слика 1, во примероците од литоралната зона на слика 2, додека во примероците од вертикалните профили Казан и Централна точка, се претставени на слика 3.

Добиените вредности за овој параметар за време на истражуваниот зимски период, укажуваат на добра снабденост со кислород во сите дефинирани локалитети од литоралната зона, вертикалните профили кај Казан и Централна точка и во примероците

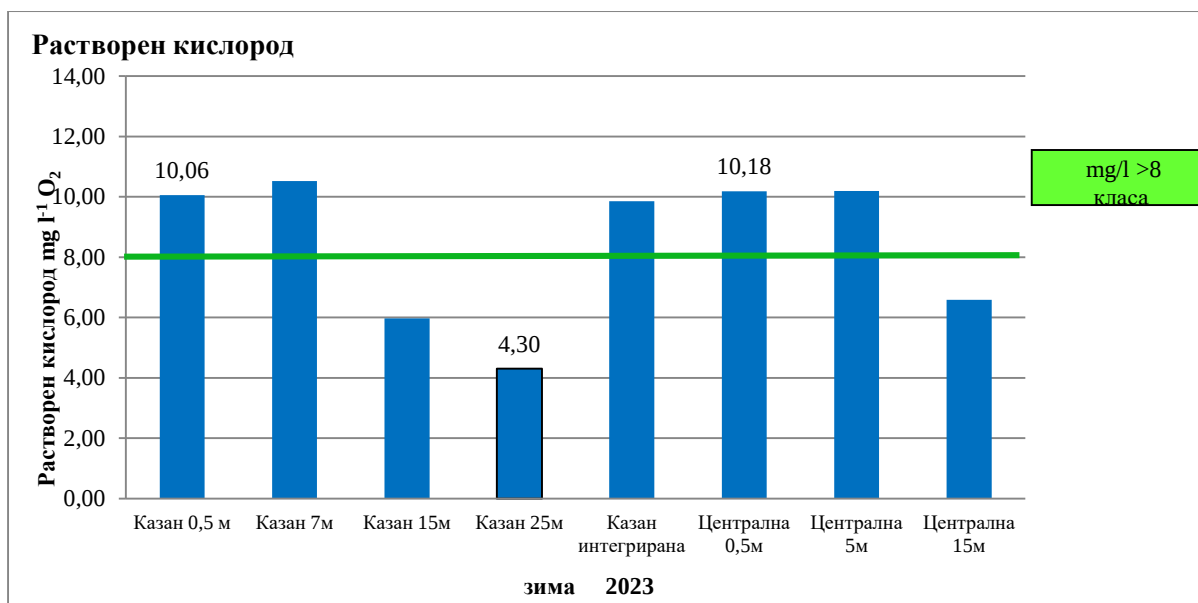
од Голема Река кај бензинска пумпа, Кранска и Брајчинска Река. Вредностите за концентрациите на растворен кислород се повисоки од $8 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што според Уредбата за класификација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99), врз основа на овој параметар укажува на квалитет на вода од I класа. Пониска вредност за концентрациите на растворен кислород е забележана во примерокот од Голема Река кај брана ($6,6 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), што укажува на квалитет на вода од II класа според Уредбата за класификација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99).



Слика 1. Вредности за концентрациите на растворен кислород во реките



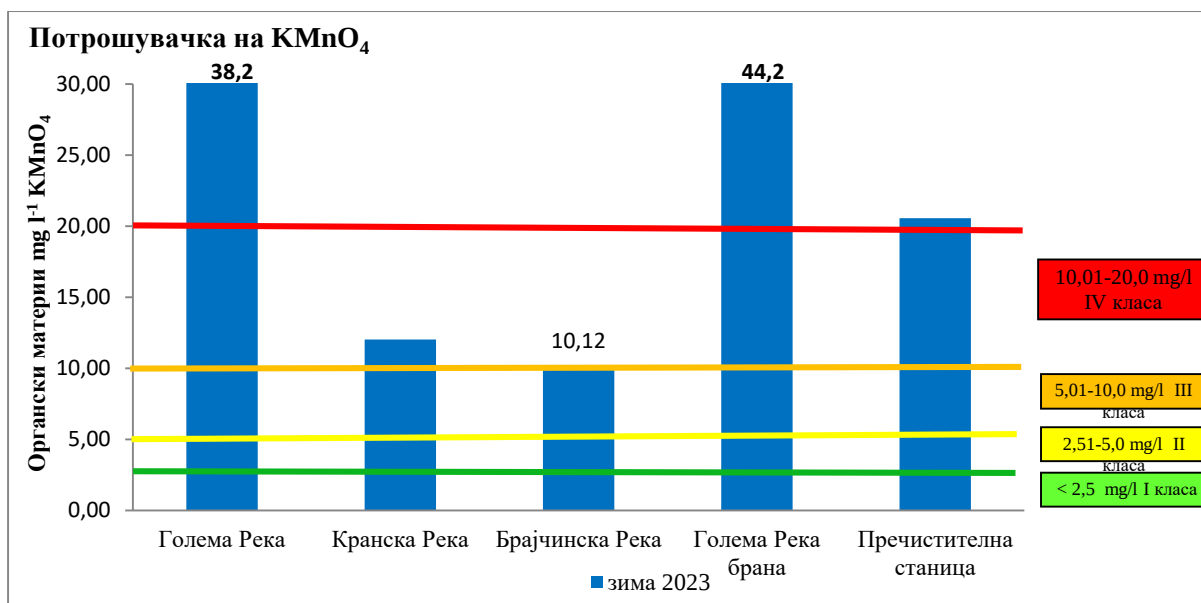
Слика 2. Вредности за концентрациите на растворен кислород во литоралната зона на Преспанското Езеро



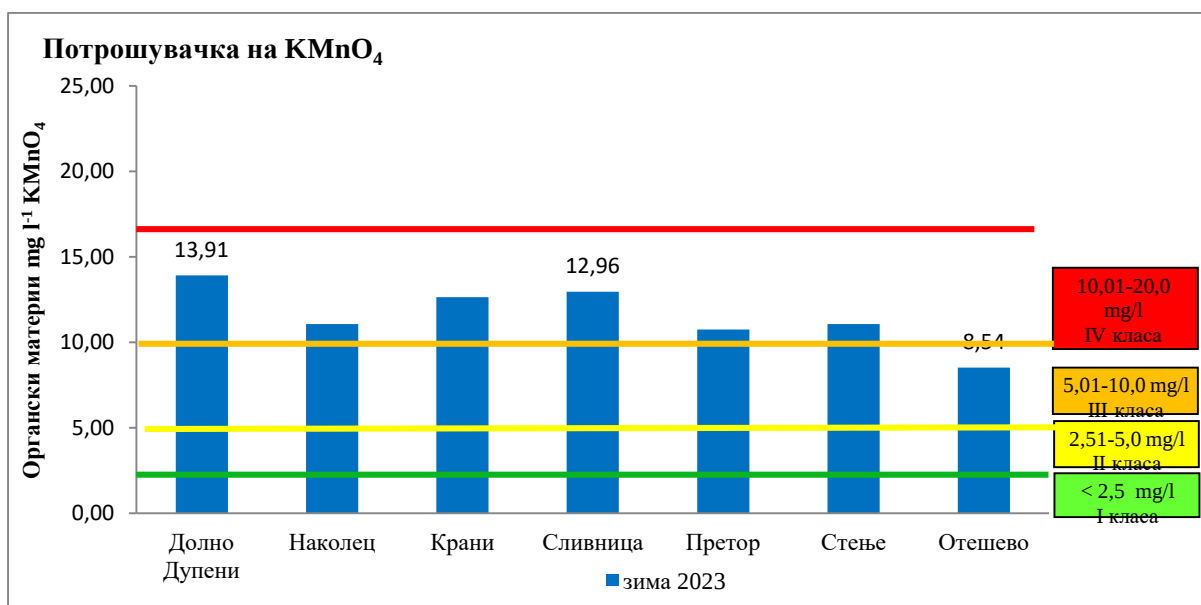
Слика 3. Вредности за концентрациите на растворен кислород во вертикалните профили кај Казан и Централна точка на Преспанското Езеро

Содржината на **растворените биоразградливи органски материи** во водата се претставени како потрошувачка на KmnO_4 потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем. Вредностите за овој параметар во истражуваните локалитети се претставени графички на: слика 4 во примероците колекционирани од реките, слика 5 за примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро и слика 6 за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.

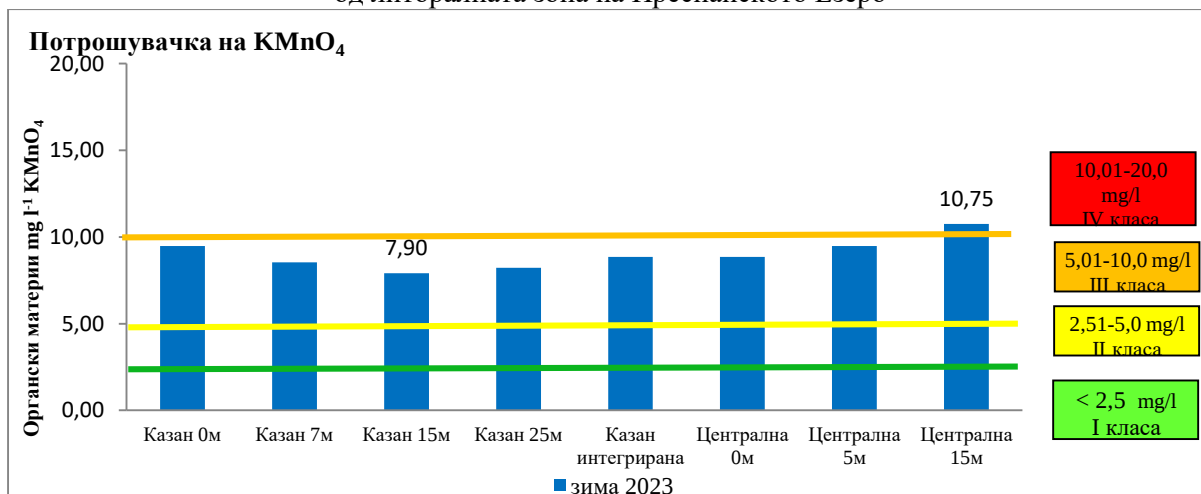
Добиените вредности за содржината на органски материи (претставени како потрошувачка на KmnO_4) имаат значително високи вредности во сите истражувани мерни места. Посебно високи вредности се евидентирани во примероците колекционирани од Голема Река кај бензинска пумпа ($28,2 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Голема Река кај брана ($44,2 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), што укажува на силното антропогено влијание врз оваа река и отоварувањето на реката со органски материи. Вредностите во литоралната зона на Преспанското Езеро, се движат од $8,54 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ кај Отешево до $13,91 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ во Долно Дупени и се повисоки од $10 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата врз основа на овој параметар во истражувните локалитети припаѓа во IV класа. Во вертикалниот профил кај Казан и Централна точка, вредностите се движат од $7,90 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ до $10,75 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ и се генерално генерално под $10 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ и укажуваат на квалитет на вода од III класа. Вака добиените вредности укажуваат на силно антропогено влијание посебно врз реките, кое се одразува и во литоралната зона на Преспанското Езеро (посебно во близина на речните устија), што доведува до интензивно органско оптеретување во истражуваните мерни места. Ваквата состојба во голема мера се одразува и врз Преспанското Езеро во целина кое се покажува со вредностите добиени и во примероците од вертикалните профили кај Казан и Централна точка.



Слика 4. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во водата од реките



Слика 5. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



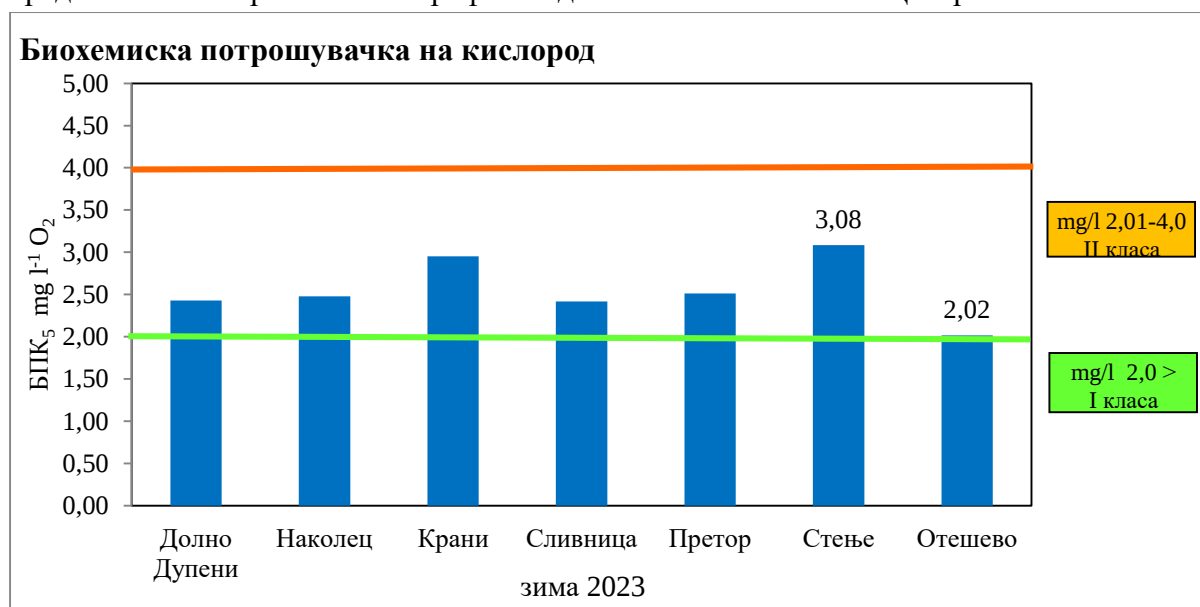
Слика 6. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена, претставува индикатор на органското загадување во водните екосистеми. Вредностите за БПК₅ во примероците од реките се претставени во табела 5.

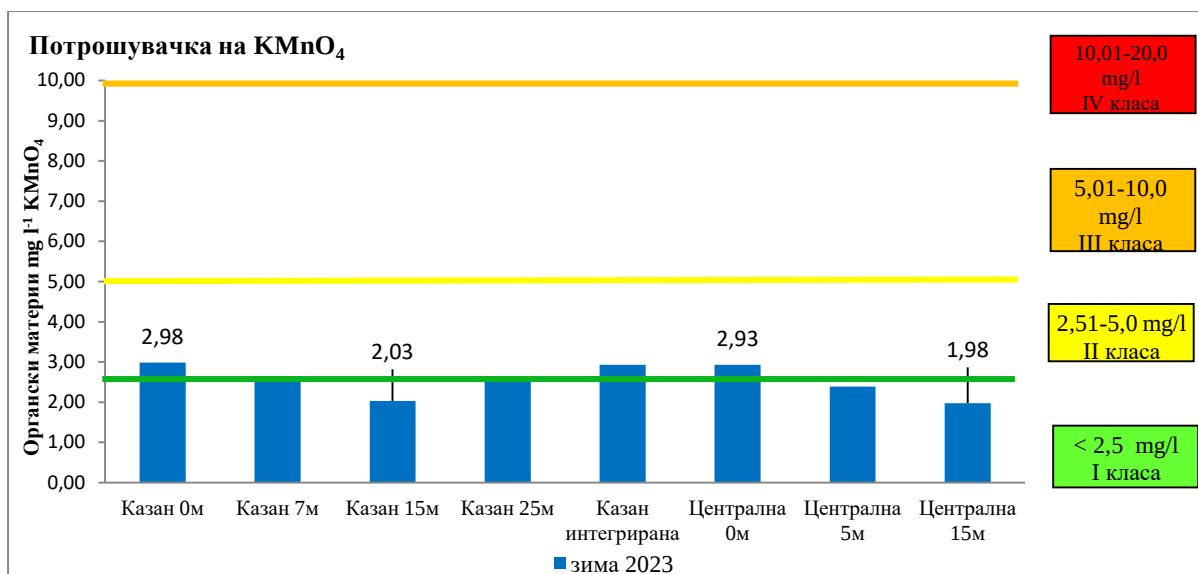
Табела 5. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во реките, зима 2023

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема Река	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река брана	Пречистител на станица
Биохемиска потрошувачка на кислород (БПК ₅ mg l ⁻¹ O ₂)	8,012	1,738	2,283	6,226	1,899

Вредностите за БПК₅ во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро се претставени графички на слика 7, додека на графикот на слика 8 дадени се вредностите за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.



Слика 7. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



Слика 8. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Вредностите добиени за биохемиската потрошувачка на кислород се во корелација со вредностите за содржината на органските биоразградливи материи. Врз основа на добиените вредности во реките (Кранска и Брајчинска), литоралната зона и вертикалните профили кај Казан и Централна точка, можеме да констатираме дека според Уредбата за класификација на води генерално квалитетот на водата припаѓа во I-II класа. Во примероците колекционирани од Голема Река кај бензинска пумпа имаме скоро целосно искористување на кислородот за разградување на органските материи и вредноста изнесува $8,012 \text{ mg l}^{-1} \text{O}_2$ (IV класа според Уредбата за класификација на водите).

Проценката на квалитетот на водата во истражуваните локалитети се одредува врз основа на концентрациите на вкупен фосфор и вкупен азот. Добиените резултати од анализите укажуваат на присуство на азотните форми во истражуваните примероци вода и тоа нитратен, нитритен, амонијачен и азот по Kjeldahl (органски азот). Вредностите за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од реките се претставени во табела 6, од литоралната зона вредностите се во табела 7, вредностите за вертикалниот профил кај Казан во табела 8 и за Централна точка во табела 9.

Присуството на нитритниот азот во истражуваните локалитети за време на истражуваниот период е евидентиран во релативно ниски концентрации, кои генерално се пониски од $10 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$. Присуството на амонијачниот азот во значително високи концентрации е забележан во Голема Река кај бензинска пумпа ($25,184 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$) и Голема Река кај брана ($21,978 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$), во литоралот Крани каде е евидентирана и максималната вредност ($90,26 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$) и во локалитетот Стење ($25,219 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$). Присуството на амонијачен азот укажува на фекално загадување во акватичниот екосистем, поточно извор на фекални компоненти кои доспеваат во литоралната зона на езерото преку реките, а пред се поради нерешени комунални прашања во истражуваниот регион. Влијанието на реките во литоралната зона се одразува и врз Преспанското Езеро во целина.

Табела 5. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од реките, зима 2023

Зима 2023	Голема Река Бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река кај брана	Прочистителна станица
N-NO ₂ (µg l ⁻¹)	0.359	5.564	6.462	0.538	1.436
N-NO ₃ (µg l ⁻¹)	38.254	83.287	48.907	20.822	1835.23
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	1615.44	209.93	543.06	321.44	431.59
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	25.184	Н.д	Н.д	21.978	54.945

Табела 6. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

Зима 2023	Долно Дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
N-NO ₂ (µg l ⁻¹)	2.610	3.677	6.05	4.389	3.203	Н.д	Н.д
N-NO ₃ (µg l ⁻¹)	28.121	29.398	21.091	27.481	32.594	17.804	19.228
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	114.22	167.64	501.07	345.41	385.94	40.79	35.603
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	Н.д	15.197	90.26	Н.д	Н.д	25.219	20.768

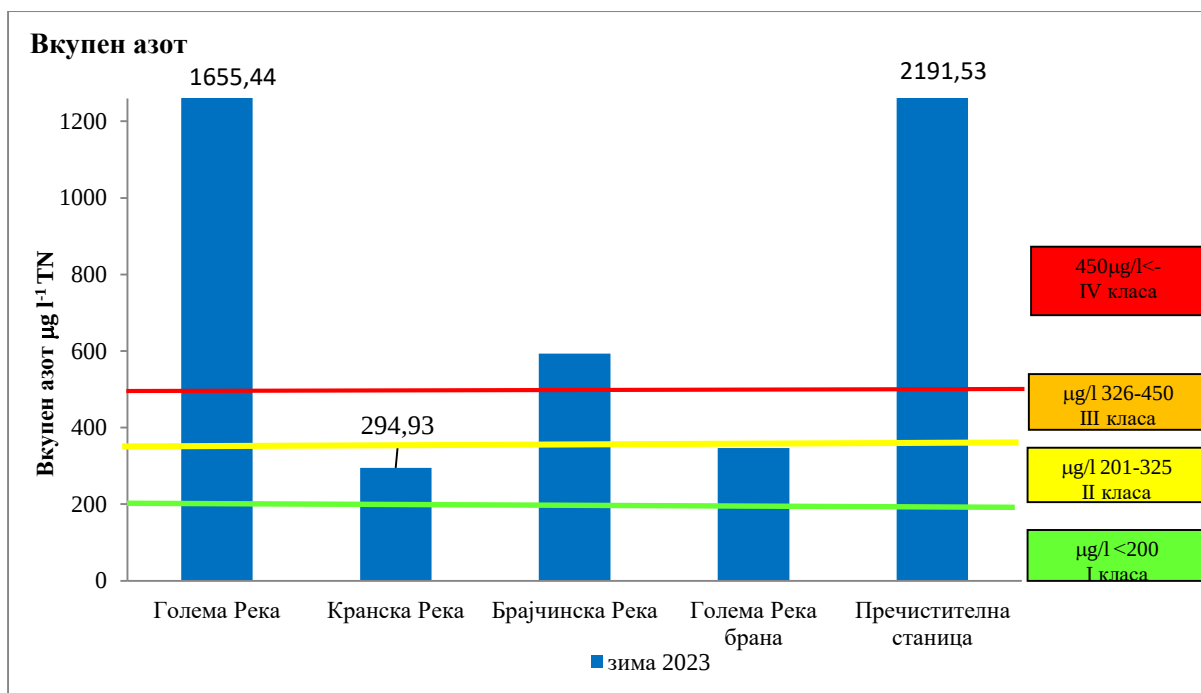
Табела 7. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Зима 2023	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегрирана
N-NO ₂ (µg l ⁻¹)	Н.д	Н.д	Н.д	Н.д	Н.д
N-NO ₃ (µg l ⁻¹)	23.501	14.243	13.531	12.818	24.213
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	839.63	568.90	318.20	329.33	107.55
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	3.709	5.192	10.384	8.901	7.417

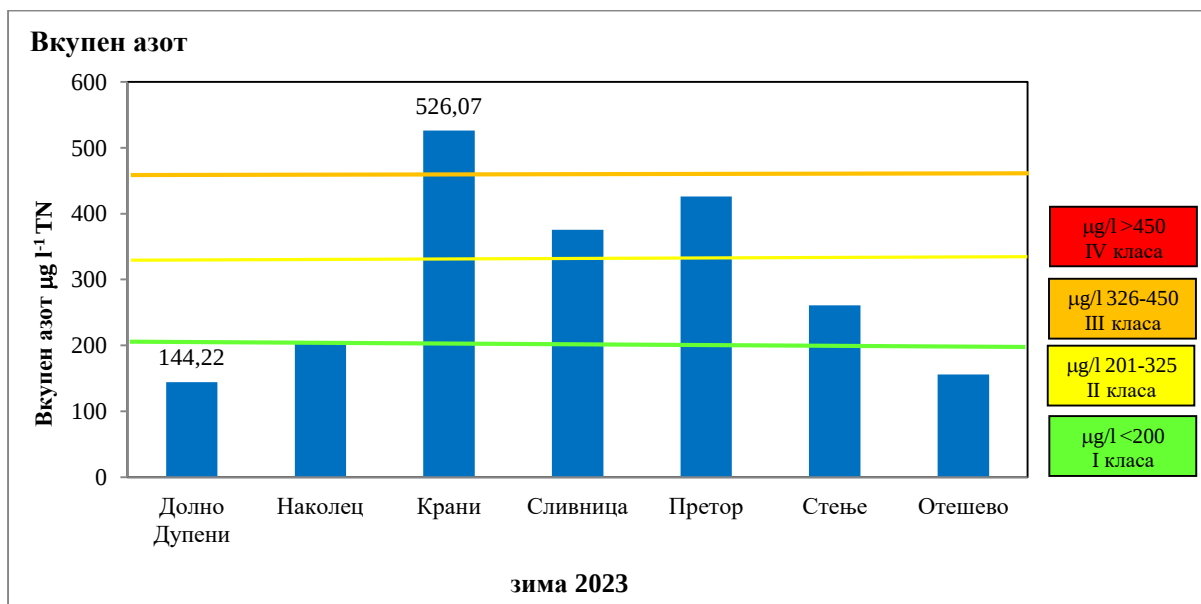
Табела 8. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Зима 2023	Централна 0,5м	Централна 5м	Централна 15м
N-NO ₂ (µg l ⁻¹)	Н.д	Н.д	Н.д
N-NO ₃ (µg l ⁻¹)	24.213	12.82	11.395
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	107.55	43.76	69.722
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	7.417	5.192	6.676

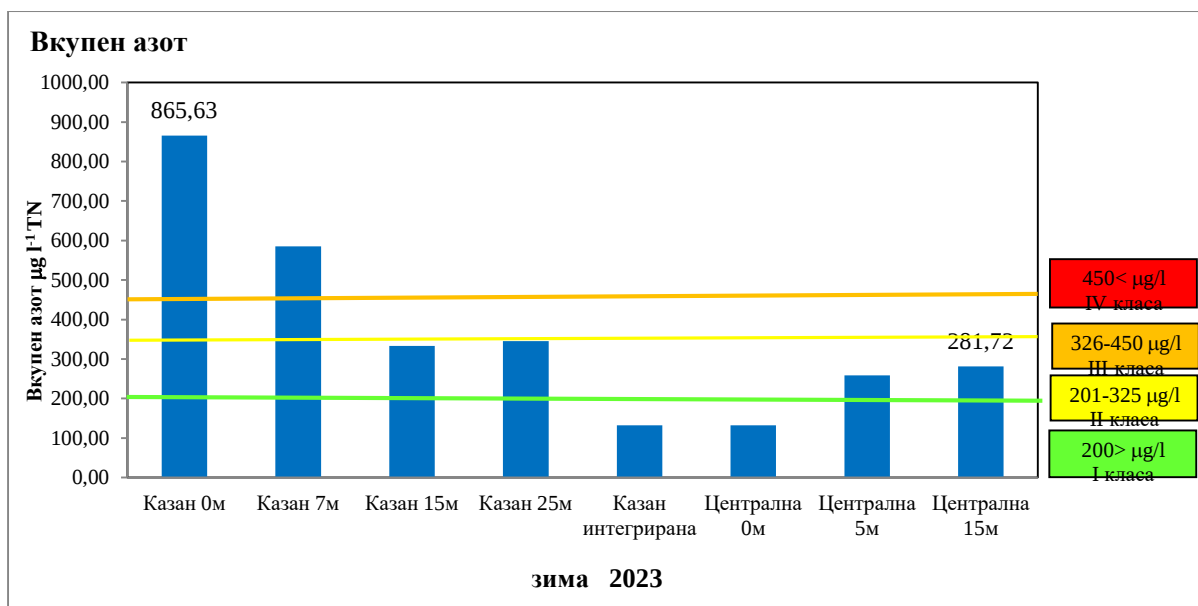
Добиените вредности за концентрациите на вкупен азот (претставен како збир на органските и неорганските азотни форми), во истражуваните Реки, се претставени графички на слика 9, за литоралната зона на слика 10, додека за вертикалните профили кај Казан и Централна точка, на слика 11.



Слика 9. Вредности за концентрација на вкупен азот во истражуваните реки



Слика 10. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

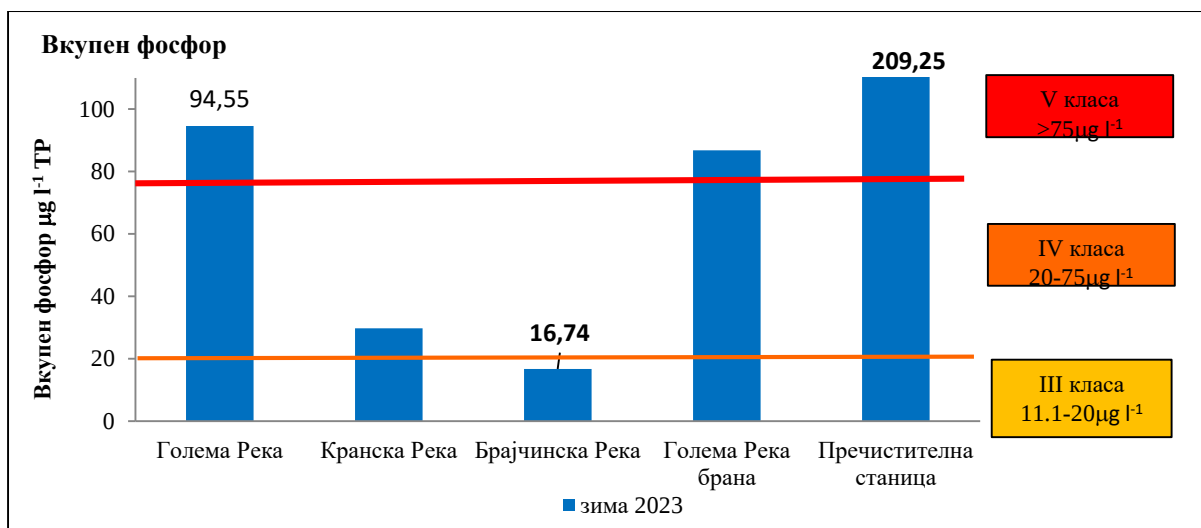


Слика 11. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Од добиените резултати може да се констатира дека за време на истражуваниот период, највисоки вредности за вкупниот азот е евидентирана во Голема Река кај бензинска пумпа која изнесува $1655,44 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$. Според Уредбата за класификација на води, водата во Кранска и Брајчинска Река реките се движи во границите II-III класа, со исклучок на Голема Река кај бензинска пумпа и Голема Река кај брана, каде имаме премин во IV класа.

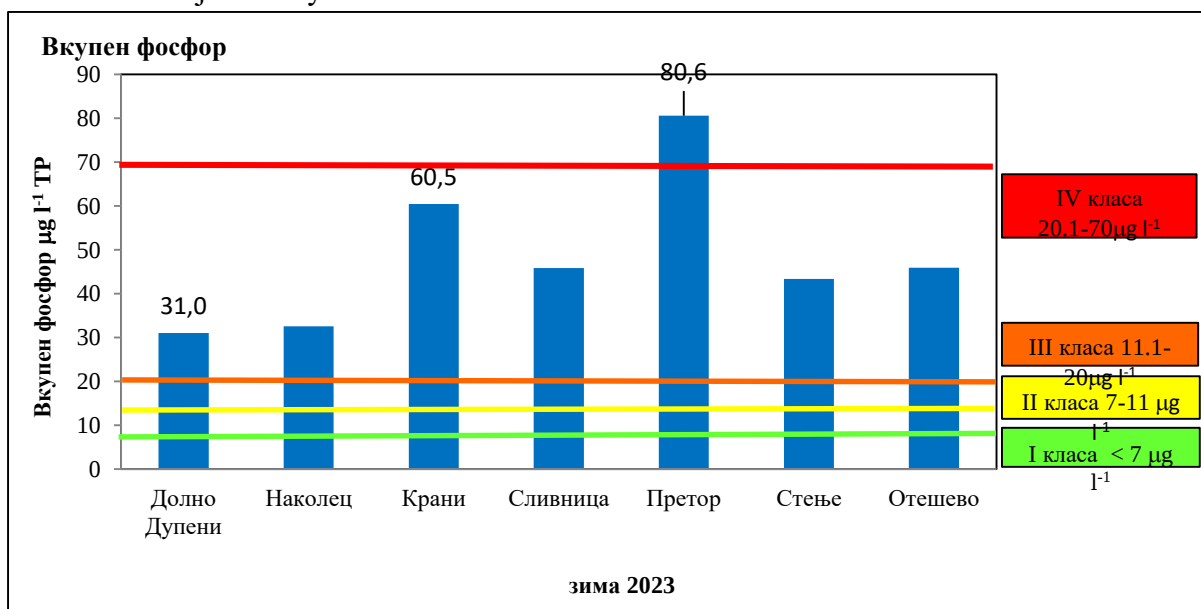
Врз основа на концентрациите на вкупен азот според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата од истражуваниите локалитети во литоралната зона укажува генерално на квалитет на вода од III и IV класа. Исклучок од ваквата состојба е регистриран во литоралот Долно Дупени ($144,22 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$), Наколец ($202,64 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$) и Отешево ($155,62 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$), каде се евидентирани значително ниски вредности за концентрациите на вкупен азот кои одговараат на квалитет на вода од I и II класа. Вредностите за овој нутриент регистрирани во примероците од вертикалните профили на езерото, кај Казан и Централна точка генерално според Уредбата за класификација на водите припаѓаат во опсегот од II до IV класа. Максималната вредност е евидентирана во Казан на во површинскиот примерок ($865,63 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$).

Добиените вредности за концентрациите на вкупен фосфор се претставени графички на сликите: Сл.12 за примероците колекционирани од реките, Сл.13 за примероците од литоралната зона на езерото и Сл.14 за вертикалните профили кај Казан и Централна точка.

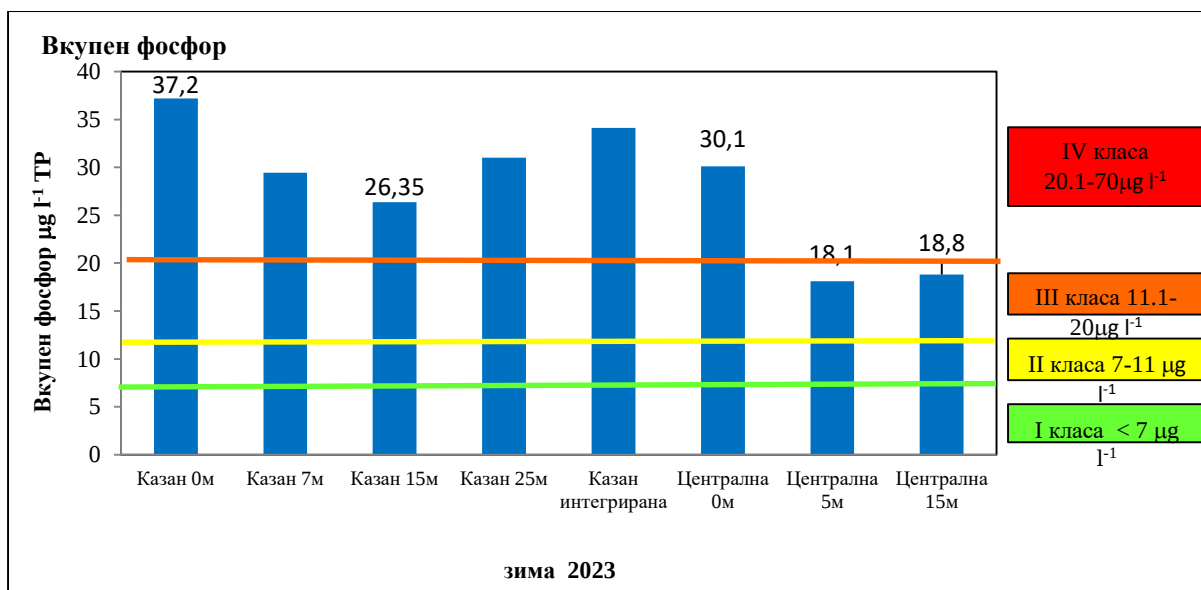


Слика 12. Концентрации на вкупен фосфор во реките
(Уредба за категоризација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99))

Врз основа на анализираните примероци вода може да се констатира дека значително високи концентрации за вкупен фосфор, за време на зимскиот период се евидентирани во примероците од Голема Река кај бензинска пумпа ($94,55 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$) и Голема Река кај брана ($86,8 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$). Врз основа на уредбата за класификација на водите, квалитетот на водата во реките од сливното подрачје на Преспанското Езеро припаѓа во IV класа. Максималната вредност во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро е евидентирана во локалитетот Претор ($80,6 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$), што укажува на големото влијание на Голема Река врз квалитетот на водата во литоралната зона во близина на нејзиното устие.

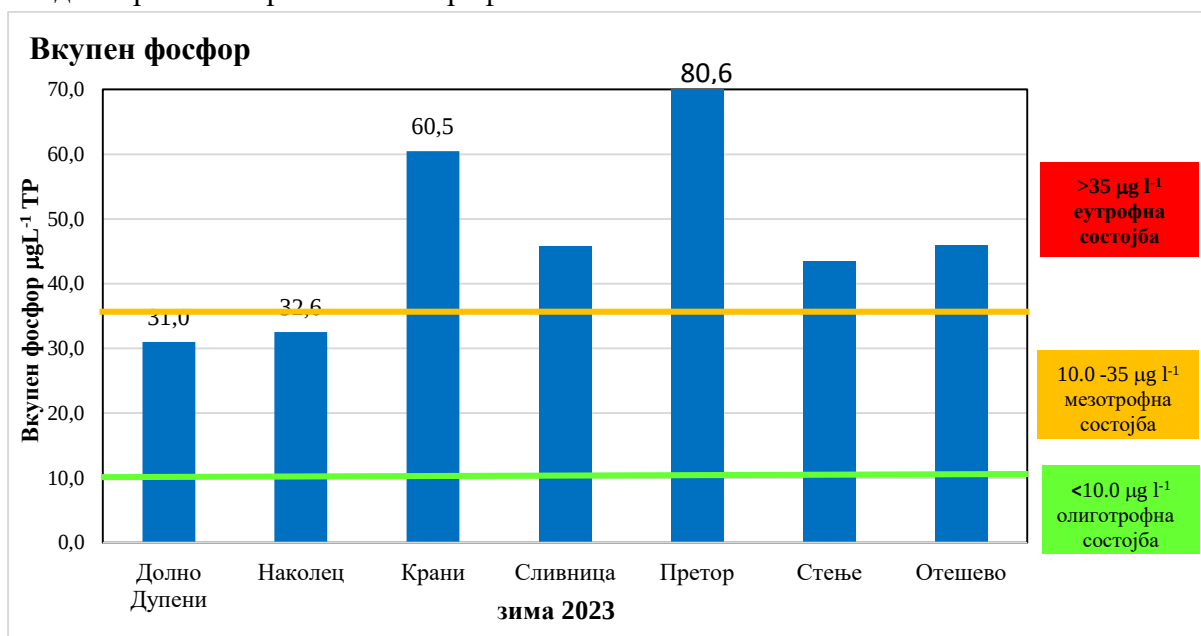


Слика 13. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро
(Уредба за категоризација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99))

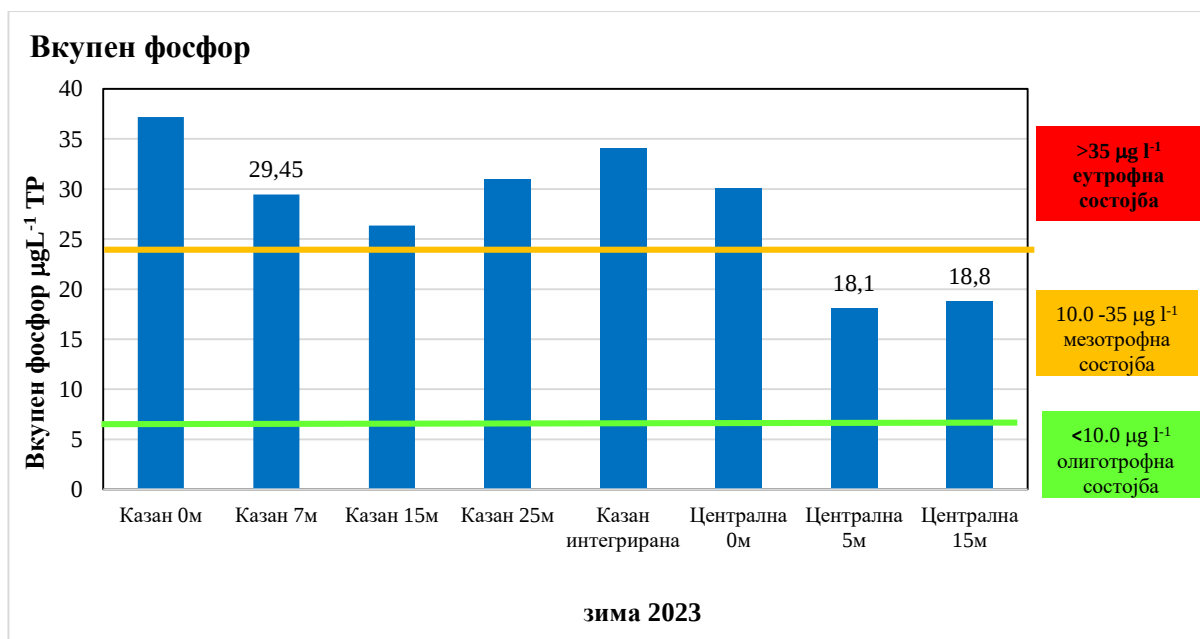


Слика 14. Концентрации на вкупен фосфор во примероците од вертикалните профили на Преспанското Езеро – Казан и Централна точка (Уредба за категоризација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99)

Вредностите за вкупен фосфор во примероците од литоралната зона и вертикалните профили кај Казан и Централна точка според Уредбата за класификација на водите припаѓа генерално во IV класа, односно мезотрофно-еутрофен карактер според OECD класификацијата (1982), што е прикажано графички на сликите 15 и 16. Вредноста евидентирана за локалитетот Централна точка површинска ($30,1 \mu\text{g l}^{-1} \text{TP}$) и Казан површинска ($37,2 \mu\text{g l}^{-1} \text{TP}$), претставуваат воедно и максимални вредности евидентирана за вертикалните профили.



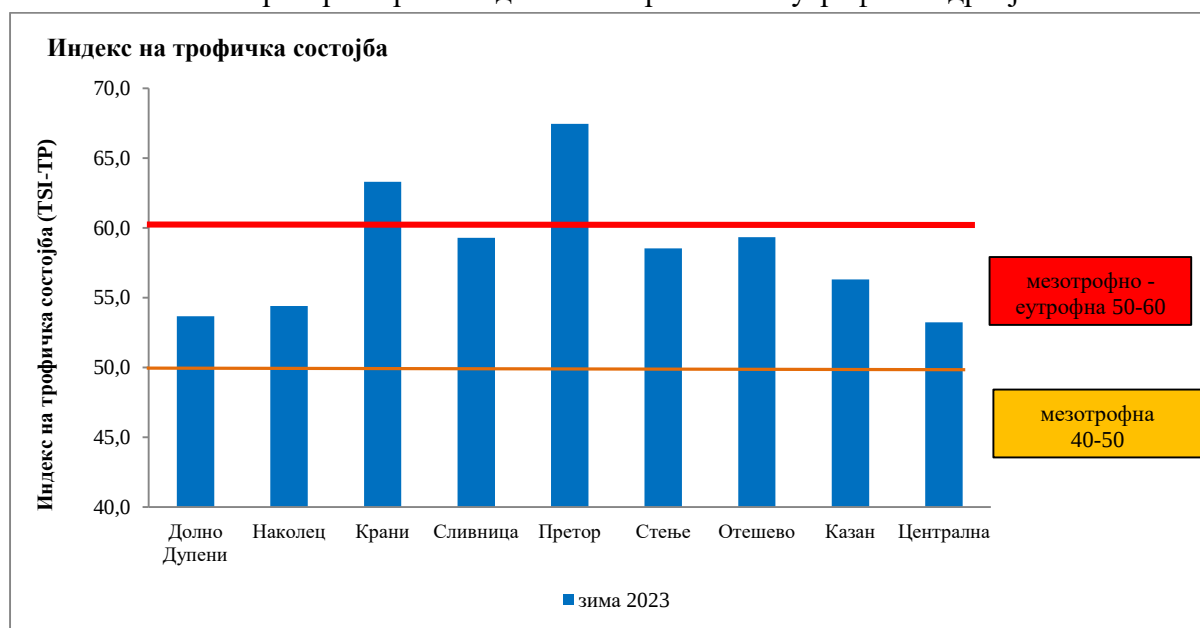
Слика 15. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро (ОЕЦД класификација, 1982)



Слика 16. Концентрации на вкупен фосфор во вертикалните профили на Преспанското Езеро (Казан и Централна точка) (ОЕЦД класификација, 1982)

За да се процени квантитативно трофичката состојба, се приоѓа кон пресметување на **индекс на трофичка состојба (Carlson, 1977)**. Овој индекс се користи како сумарен, брз и индикативен параметар за проценка на трофичката состојба на површинските акваторични екосистеми. Средните вредности за индексот на трофичка состојба во литоралната зона и централната точка на Преспанското Езеро, врз основа на концентрацијата на вкупен фосфор е претставен на слика 17.

Според добиените вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети припаѓа во мезотрофно-еутрофно подрачје. Исклучок од ваквата состојба е забележана во локалитетите Претор и Крани каде имаме премин во еутрофно подрачје.



Слика 17. Индекс на трофичка состојба врз база на концентрацијата на вкупен фосфор

Заклучоци

Според добиените вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети припаѓа во мезотрофно-еутрофно и еутрофно подрачје (Крани и Претор).

Генерално, од добиените резултати, за содржината на органските материи како и за концентрациите на вкупен азот и вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро, како и во вертикалните профили кај Казан и Централна точка, според Уредбата за класификација на водите, укажуваат на квалитет на вода од II – IV класа. Ваквата состојба укажува на зголемено органско и нутриентно оптоварување во водата од истражуваните локалитети, односно континуирано внесување на нутриенти во езерскиот екосистем пред се преку површинските дотечи – реките и дренажните води од околните земјоделски површини. Добиените резултати укажуваат на силно антропогено влијание што допринесува за забрзување на процесот на еутрофикација односно забрзано стареење на акватичниот екосистем.

Ваквите показатели кои се добиени преку имплементација на проектот, во голема мера ќе допринесат за зачувување на биодиверзитетот, заштита на животната средина и идентификување на изворите на загадување кои влијаат на квалитетот на водата во езерскиот екосистем во целина. Сето тоа ќе допринесе кон подобрување на мерките за управувањето со Споменикот на природата Преспанско Езеро.

ФИЗИЧКО ХЕМИСКИ АНАЛИЗИ

Пролетна кампања 2023 година

Резултати и дискусија

Вредностите од анализите за физичко-хемиските параметри добиени за време на пролет 2023 година, за истражуваните реки: Голема Река кај бензинска пумпа, Голема Река кај брана, Брајчинска и Кранска Река, се претставени во табела 1.

Табела 1. Физичко хемиски параметри за Реките во сливното подрачје на Преспанското Езеро, пролет 2023 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема река бенз.	Кранска река	Брајчинска река	Голема река брана	Пречисти телна станица
Температура (°C)	9.7	9	8.9	12	
Боја mg l ⁻¹ Pt	10-15	5-10	5-10	15	25-30
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	185	29.7	37.5	180	464
pH	7.5	7.2	7.38	7.33	7.09
Матност (NTU)	13	5.6	4.5	9.9	11.5
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	85	17	22	84	163
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹	27.984	7.48	7.216	33.44	96.8

Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	17.5	19	10,3	16.5	23,5
Органски (mg l ⁻¹)	9	9.5	6	8.5	15,5
Неоргански (mg l ⁻¹)	8.5	9.5	4,3	8,0	8
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	181	131	109	188	205
Органски(mg l ⁻¹)	142	82	65	141	119
Неоргански(mg l ⁻¹)	39	49	44	37	86
Проток m3/s	0,980	1,772	2,416		

Резултатите добиени за физичко-хемиските параметри во локалитетите од литоралната зона на Преспанското Езеро која ги опфаќа: Долно Дупени, Наколец, Крани, Сливница, Претор, Стење и Отешево, се претставени во Табела 2.

Табела 2. Физичко хемиски параметри во литорална зона пролет 2023 г.

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Долно дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
Температура (°C)	14.7	13.6	13.2	14.4	14	21	21
Боја mg l ⁻¹ Pt	10	10	10-15	10	15-20	15	10
Електроспроводи- вост (μS cm ⁻¹)	240	264	210	263	258	221	217
pH	8.36	8.36	8.25	8.36	8.2	8.56	8.63
Матност (NTU)	9.3	9.2	11.2	10	25.6	7.2	4.6
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	111	112	87	117	118	125	118
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	28.5	23.5	25	26.5	27.5	1.9	23.6
Органски (mg l ⁻¹)	10	10.5	10.5	8.5	10	9	12
Неоргански (mg l ⁻¹)	18.5	13	14.5	18	17.5	10	11.6
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	156	174	168	167	182	125	143
Органски(mg l ⁻¹)	85	107	97	86	72	60	75
Неоргански(mg l ⁻¹)	71	67	71	81	110	65	68

За двата вертикални профили во Преспанското Езеро, Казан претставен со 4 длабочини (0,5м; 7м; 15м; 25м) и Централна точка со 3 длабочини (0,5м; 5м; 15м), вредностите се претставени во табелите 3 и 4.

Табела 3. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Казан, пролет 2023 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Казан 0.5m	Казан 7m	Kazan15m	Казан25 м	Интегри рана
Температура (°C)	20.6	19.2	14.3	13	19.2
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	10	10	10	10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	217	240	251	253	220

pH	8.67	8.65	7.82	7.75	8.6
Матност (NTU)	1.45	2.18	1.9	2.2	2.2
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	120	115	124	124	122
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹	Н.д	Н.д	2.464	3.96	Н.д
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	18.4	14.8	12.4	13.6	14.9
Органски (mg l ⁻¹)	9	8.4	4.4	6.4	7.9
Неоргански (mg l ⁻¹)	8.4	6.4	8	7.2	7
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	137	128	131	141	132
Органски (mg l ⁻¹)	60	59	71	71	60
Неоргански (mg l ⁻¹)	77	53	60	70	72

Табела 4. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Централна точка, пролет 2023 г.

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Централна 0.5м	Централна 5м	Централна 15м
Температура (°C)	20.4	20.3	14.5
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	5-10	5-10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	216	218	225
pH	8.69	8.69	7.96
Матност (NTU)	1.2	1.3	3.11
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	123	128	125
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹			2.904
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	15.6	16	15.4
Органски (mg l ⁻¹)	7.6	8.4	7.2
Неоргански (mg l ⁻¹)	8	7.6	8.2
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	129	120	127
Органски (mg l ⁻¹)	63	69	71
Неоргански (mg l ⁻¹)	66	51	56

За време на пролетниот период се забележува пораст на температурата на водата во сите истражувани локалитети. Ваквата состојба е во корелација со надворешната атмосферска температура. Најниски добиени вредности за температурата на водата за време на пролетниот период регистрирани се во реките, кои претставуваат проточни екосистеми. Повисоки вредности за температурата се евидентирани во езерскиот појас кој е најблиску до брегот на езерото, поради малата длабочина и брзото загревање на водата, во езерскиот литорал имаме забрзано загревање на водата. Температурниот опсег во литоралната зона на Преспанското Езеро е од 13,2 °C во Крани до 21 °C во Стење и Отешево. Вредностите добиени за различните длабочини од вертикалниот профил од локалитетот Казан и Централна точка укажуваат на температурна стратификација, односно значително пониска температура во подлабоките езерски слоеви во однос на

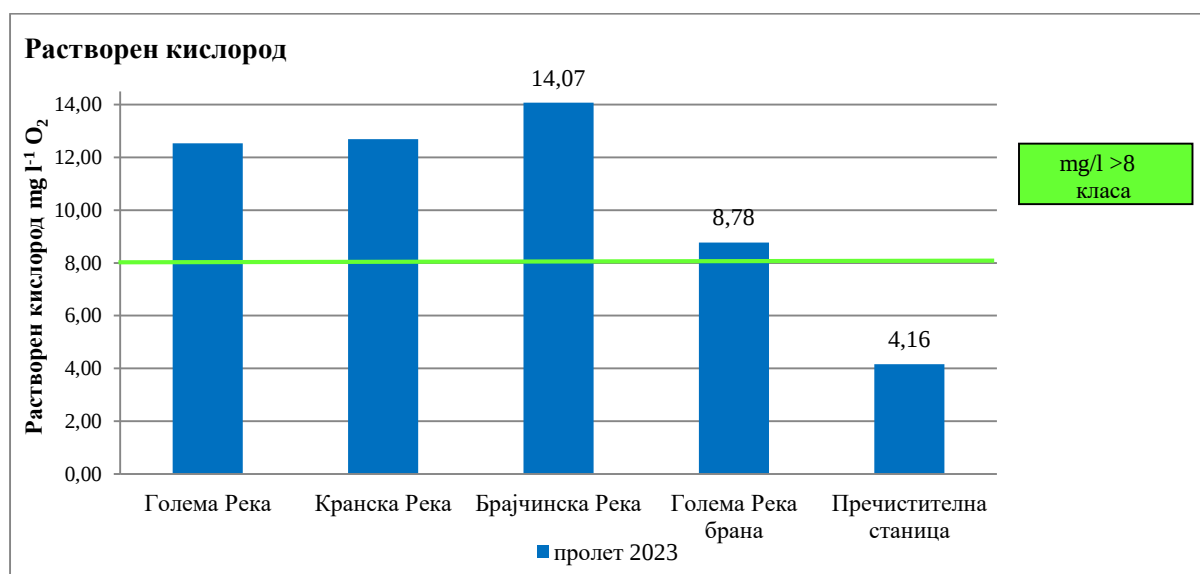
површината. На 25 метри кај Казан е регистрирана најниската вредност за температурата која изнесува 13 °C.

Бојата на водата во локалитетите од литоралната зона на Преспанското Езеро, како и во вертикалните профили кај Казан и Централна точка, како и во примероците од реките за време на истражуваниот период се движи генерално од 5-10 mg l⁻¹ Pt, со исклучоци во локалитетите Крани, Претор и Стење, како и Голема Река на двете позиции, каде опсегот е од 15-20 mg l⁻¹ Pt. Во однос на матноста, највисоки вредности се евидентирани во примерокот од Голема Река кај бензинска станица (13 NTU) и литоралот Претор (25,6 NTU).

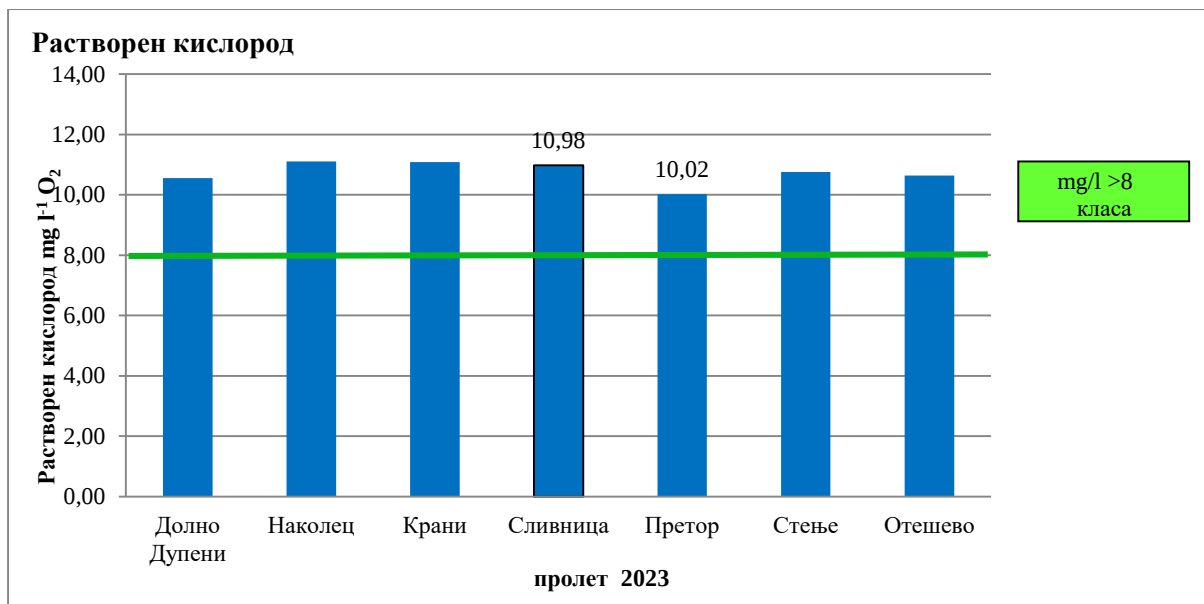
Според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99) врз основа на добиените вредности за суспендираните материи, водата од истражуваните локалитети (реки, литорална зона и вертикални профили кај Казан и Централна точка) генерално припаѓа во I-II класа. Вредностите за сувиот остаток после испарување се во границите кои укажуваат на квалитет на вода од I класа. Повисоки вредности за матноста, суспендираните материи како и вкупниот остаток после испарување во литоралната зона и во Голема Река за време на истражуваните кампањи се должат пред сè на составот на подлогата во овие локалитети каде преовладува тиња и песок.

Кислородните параметри претставени се со концентрациите на растворен кислород, биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена и потрошувачка на калиум перманганат потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем.

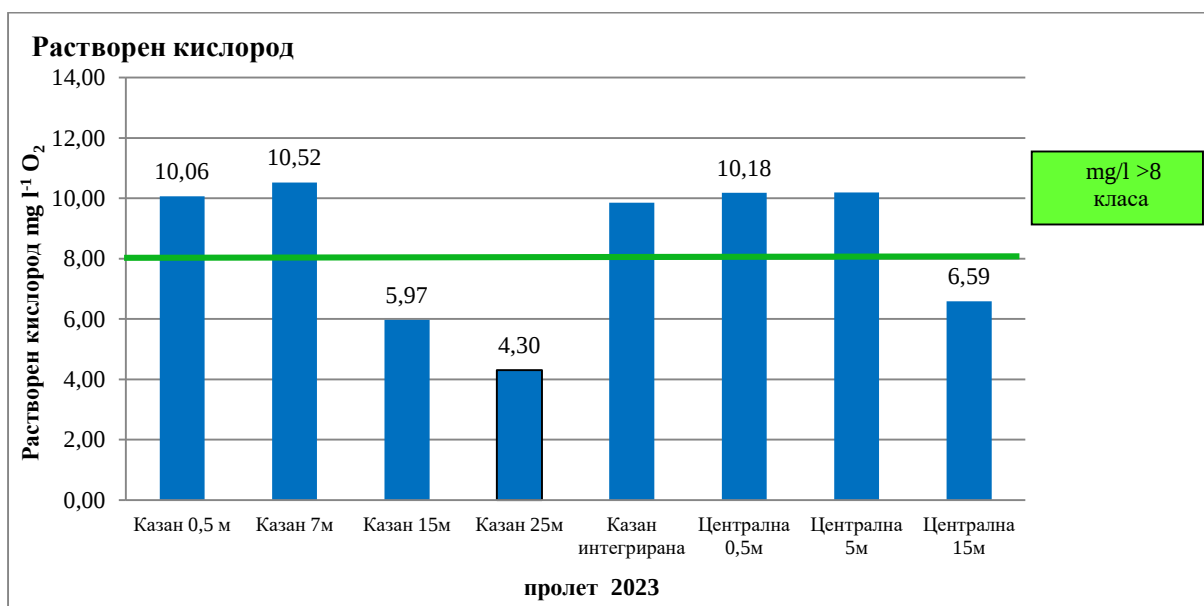
Резултатите за концентрациите на растворен кислород во анализираните примероци вода од реките се претставени графички на слика 1, во примероците од литоралната зона на слика 2, додека во примероците од вертикалните профили Казан и Централна точка, се претставени на слика 3.



Слика 1. Вредности за концентрациите на растворен кислород во реките



Слика 2. Вредности за концентрациите на растворен кислород во литоралната зона на Преспанското Езеро



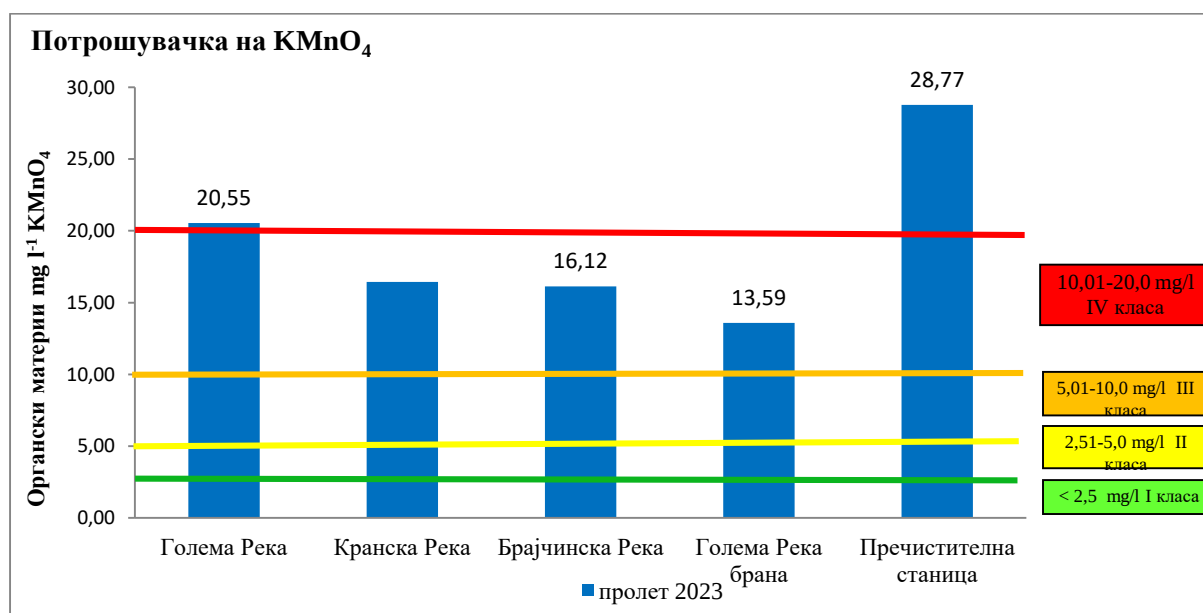
Слика 3. Вредности за концентрациите на растворен кислород во вертикалните профили кај Казан и Централна точка на Преспанското Езеро

Добиените вредности за овој параметар за време на истражуваниот пролетен период, укажуваат на добра снабденост со кислород во сите дефинирани локалитети од литоралната зона, вертикалните профили кај Казан и Централна точка и во примероците од Кранска и Брајчинска Река. Вредностите за концентрациите на растворен кислород се повисоки од 8 mg l⁻¹ O₂, што според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99), врз основа на овој параметар укажува на квалитет на вода од I класа. Исклучок од ваквата состојба е забележан во примероците колекционирани од подлабоките слоеви од вертикалниот профил Казан и тоа 15 (5,97 mg l⁻¹ O₂) и 25 метри (4,30 mg l⁻¹ O₂), како и од Централна точка 15 метри (6,59 mg l⁻¹ O₂). Концентрациите во овие локалитети укажуваат на II (Казан 15м и Централна 15м) III класа (Казан 15 м)

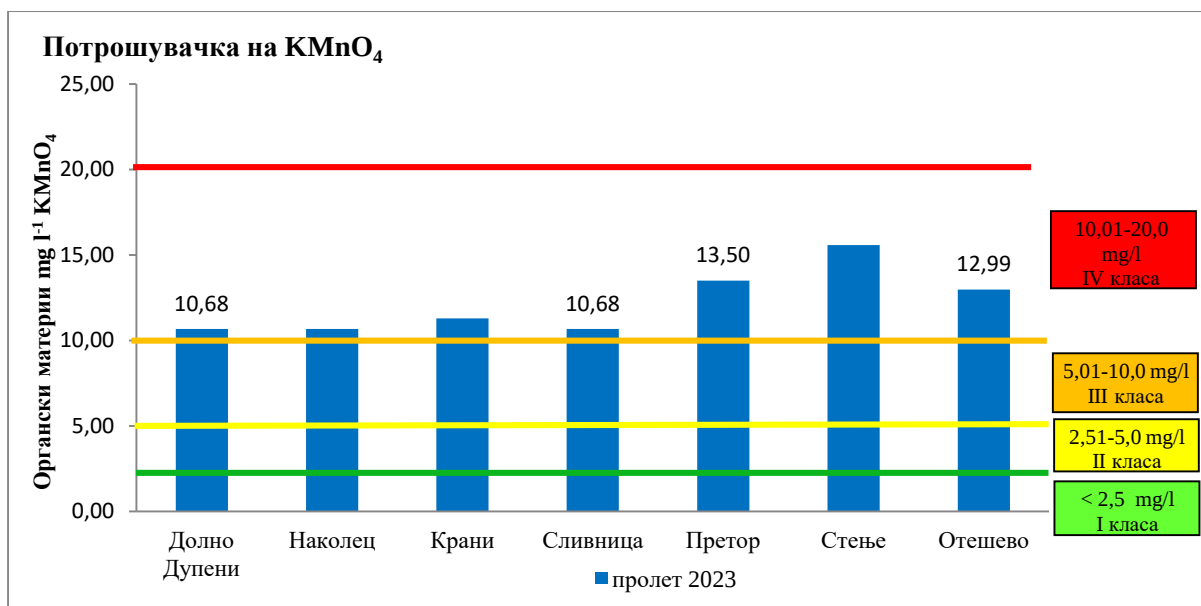
според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99), односно без кислородни услови во овој речен систем.

Содржината на **растворените биоразградливи органски материи** во водата се претставени како потрошувачка на KMnO_4 потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем. Вредностите за овој параметар во истражуваните локалитети се претставени графички на: слика 4 во примероците колекционирани од реките, слика 5 за примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро и слика 6 за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.

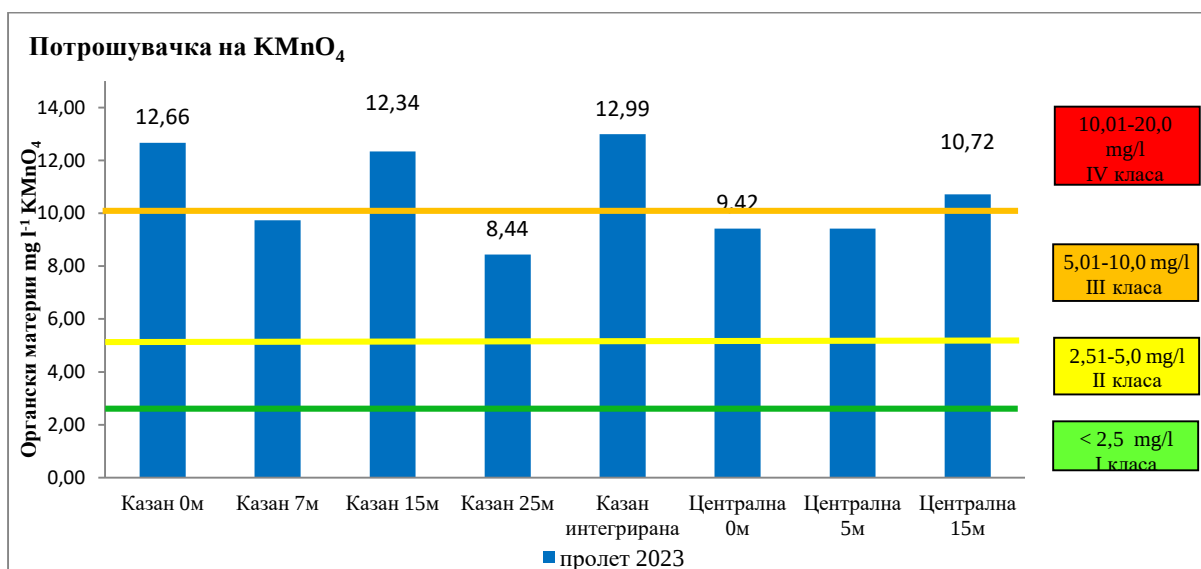
Добиените вредности за содржината на органски материи (претставени како потрошувачка на KMnO_4) имаат значително високи вредности во сите истражувани мерни места. Највисока вредност е евидентирана во примерокот колекциониран од Голема Река кај бензинска пумпа ($20,55 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$). Ваквата состојба укажува на континуиран влез на органски материи во Голема Река, што воедно укажува на силното антропогено влијание врз оваа река. Вредностите во литоралната зона на Преспанското Езеро, како и во вертикалниот профил кај Казан и Централна точка се генерално повисоки од $10 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата врз основа на овој параметар во истражувните локалитети припаѓа генерално во III -IV класа. Резултатите укажуваат на силно влијание на реките, врз литоралната зона на Преспанското Езеро (посебно во близина на речните устија), што резултира со интензивно органско оптеретување во истражуваните мерни места. Таква е и состојбата со локалитетот Претор ($13,50 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) каде имаме значително висока вредност за органските материи во однос на останатите локалитети од литоралната зона. Во близина на ова мерно место се наоѓа и устието на Голема Река, најголемиот загадувач на Преспанското Езеро.



Слика 4. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во водата од реките



Слика 5. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



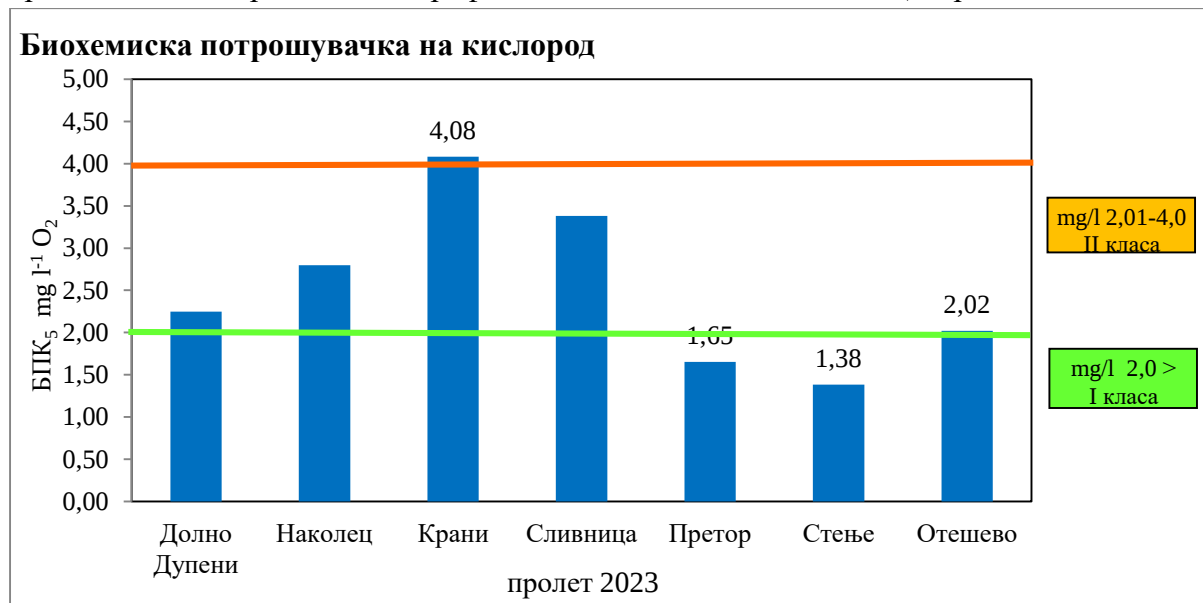
Слика 6. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена, претставува индикатор на органското загадување во водните екосистеми. Вредностите за БПК₅ во примероците од реките се претставени во табела 5.

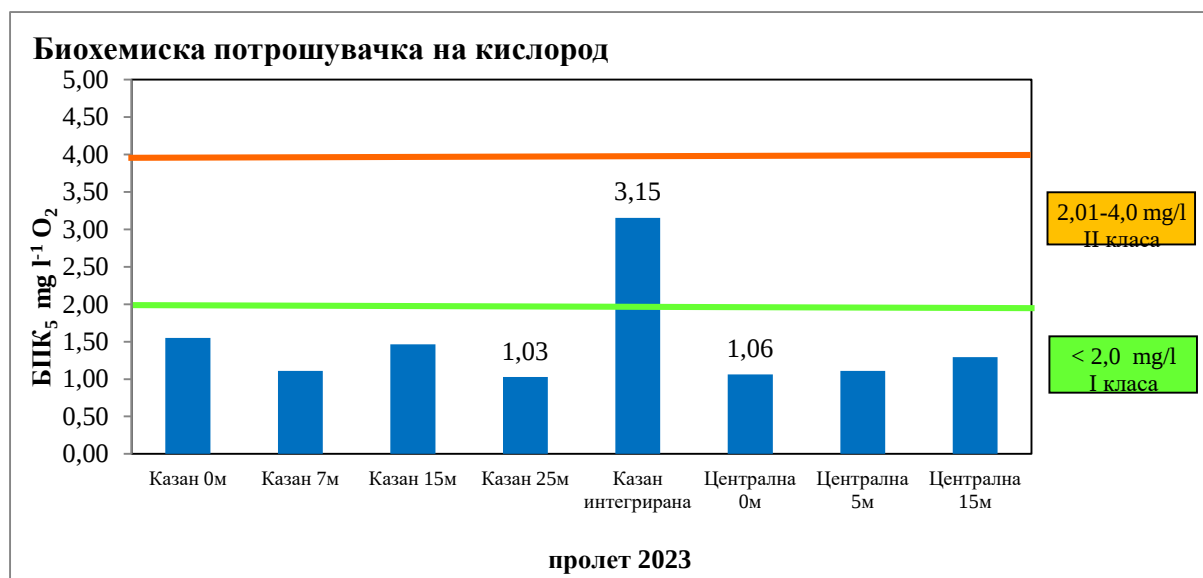
Табела 5. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во реките, пролет 2023

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема река бенз.	Кранска река	Брајчинска река	Голема река брана	Пречисти телна станица
Биохемиска потрошувачка на кислород (БПК ₅ mg l ⁻¹ O ₂)	7.883	1.623	3.017	2.869	3.486

Вредностите за БПК₅ во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро се претставени графички на слика 7, додека на графикот на слика 8 дадени се вредностите за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.



Слика 7. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



Слика 8. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Вредностите добиени за биохемиската потрошувачка на кислород се во корелација со вредностите за содржината на органските биоразградливи материи. Врз основа на добиените вредности во реките (Кранска и Брајчинска), литоралната зона и вертикалните профили кај Казан и Централна точка, можеме да констатираме дека според Уредбата за класификација на води генерално квалитетот на водата припаѓа во I-II класа. Во примерокот колекциониран од Голема Река кај бензинска пумпа евидентирана е вредност од 7,883 mg l⁻¹ O₂, што воедно е и максимална вредност и укажува на квалитет на вода од IV класа.

Проценката на квалитетот на водата во истражуваните локалитети се одредува врз основа на концентрациите на вкупен фосфор и вкупен азот. Добиените резултати од анализите укажуваат на присуство на азотните форми во истражуваните примероци вода и тоа нитратен, нитритен, амонијачен и азот по Kjeldahl (органиски азот). Вредностите за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од реките се претставени во табела 6, од литоралната зона вредностите се во табела 7, вредностите за вертикалниот профил кај Казан во табела 8 и за Централна точка во табела 9.

Присуството на нитритниот азот во истражуваните локалитети за време на истражуваниот период е евидентиран во релативно ниски концентрации, кои генерално се пониски од $10 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$. Максималната вредност за оваа азотна форма е евидентирана во примерокот од Голема Река кај бензинска пумпа и изнесува $16,073 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$ и Кранска Река $11,561 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$. Присуството на амонијачниот азот е забележано во значително високи концентрации во Голема Река кај бензинска пумпа ($50,040 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$) и Голема Река кај брана ($277,81 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$) и во поголемите длабочини од вертикалните профили, поточно кај Казан на 25 метри длабочина $17,946 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$. Присуството на амонијачен азот укажува на фекално загадување во акваторичниот екосистем, поточно извор на фекални компоненти кои доспеваат во литоралната зона на езерото преку реките, а пред се поради нерешени комунални прашања во истражуваниот регион. Влијанието на реките во литоралната зона се одразува и врз Преспанското Езеро во целина.

Табела 5. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од реките, пролет 2023

пролет 2023	Голема Река Бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река кај брана	Прочистителна станица
N-NO ₂ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	16.073	11.561	7.614	1.974	8.178
N-NO ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	125.61	37.010	29.156	39.814	1505.64
TN _{Kjeldahl} ($\mu\text{g l}^{-1}$)	6289.51	113.02	690.21	914.52	271.77
N-NH ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	50.040	Н.д	Н.д	277.81	45.726

Табела 6. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

Пролет 2023	Долно Дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
N-NO ₂ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Н.д	Н.д	3.807	Н.д	Н.д	2.920	0.797
N-NO ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	19.066	10.094	29.720	8.972	14.579	12.211	16.282
TN _{Kjeldahl} ($\mu\text{g l}^{-1}$)	541.17	391.57	160.59	560.96	521.37	510.68	158.26
N-NH ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	7.699	35.197	24.198	10.993	11.549	16.315	31.407

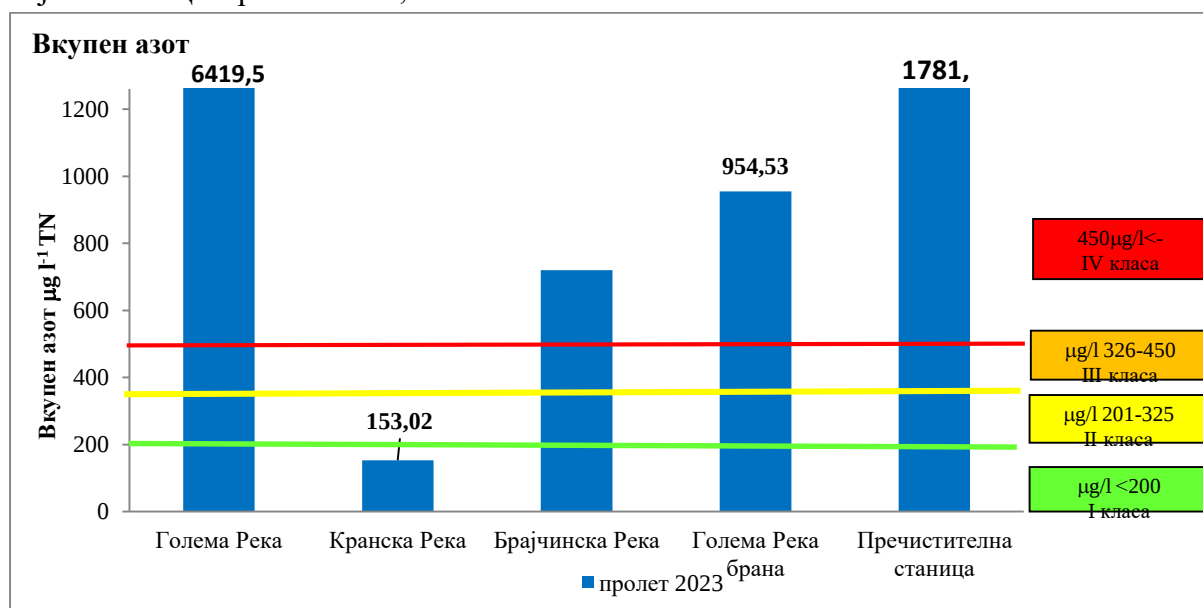
Табела 7. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Пролет 2023	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегрирана
N-NO ₂ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	1.991	1.991	1.858	1.327	1.991
N-NO ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	30.121	16.282	10.583	26.051	12.211
TN _{Kjeldahl} ($\mu\text{g l}^{-1}$)	894.08	803.53	274.09	468.25	96.261
N-NH ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	2.447	7.341	4.079	17.946	5.710

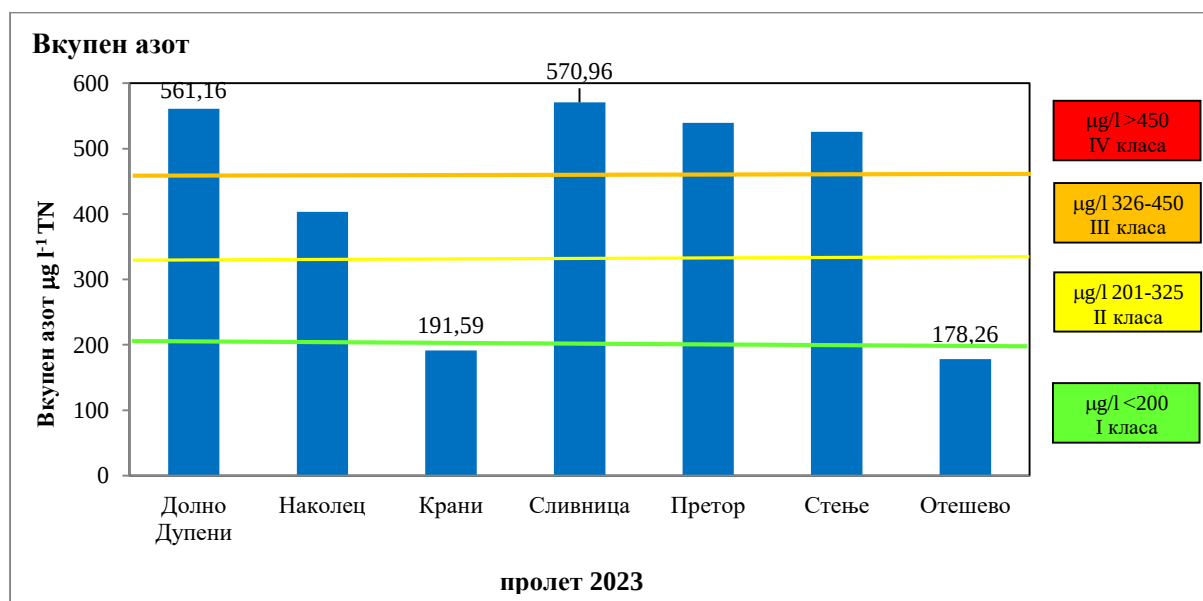
Табела 8. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Пролет 2023	Централна 0,5м	Централна 5м	Централна 15м
N-NO ₂ (µg l ⁻¹)	0.929	2.389	1.991
N-NO ₃ (µg l ⁻¹)	8.955	17.910	10.583
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	504.15	109.32	456.83
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	2.447	9.789	6.526

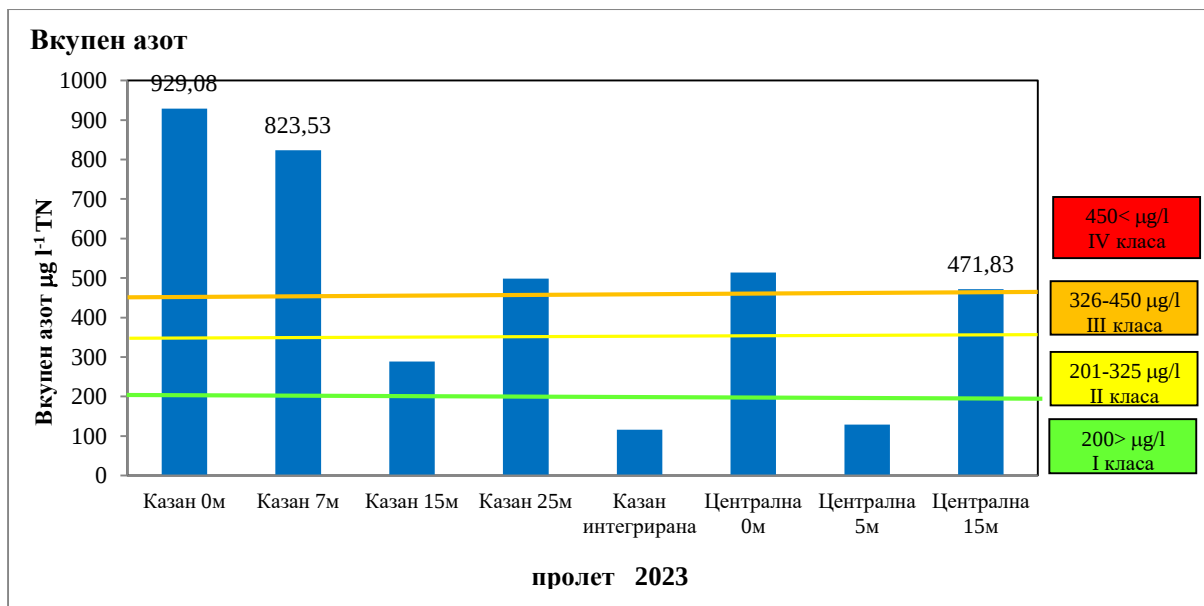
Добиените вредности за концентрациите на вкупен азот (претставен како збир на органските и неорганските азотни форми), во истражуваните Реки, се претставени графички на слика 9, за литоралната зона на слика 10, додека за вертикалните профили кај Казан и Централна точка, на слика 11.



Слика 9. Вредности за концентрација на вкупен азот во истражуваните реки



Слика 10. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

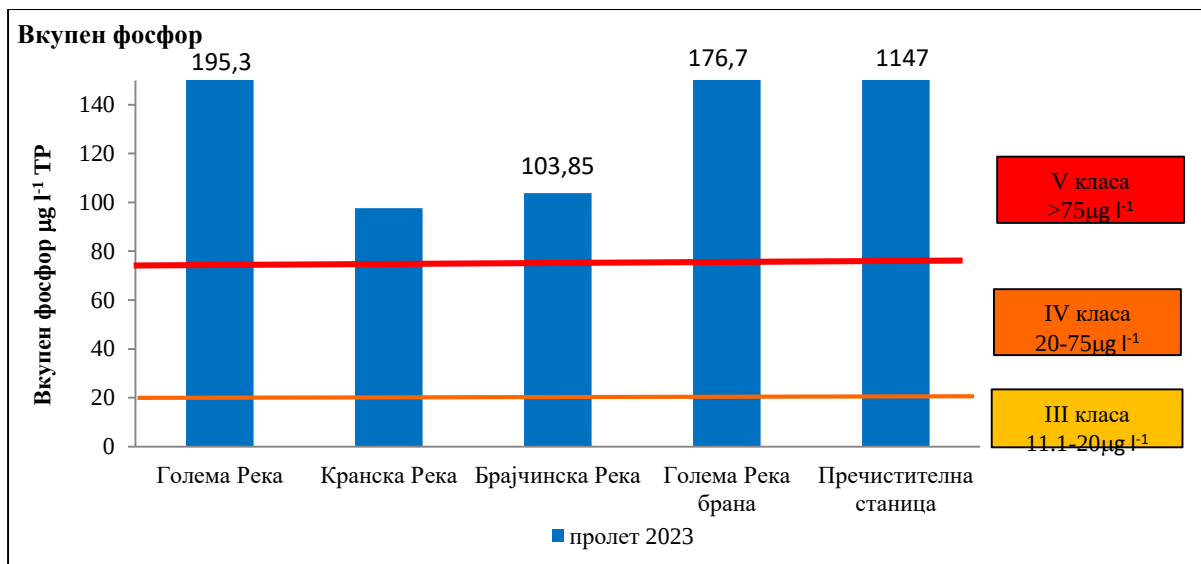


Слика 11. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Од добиените резултати може да се констатира дека за време на истражуваниот период, највисоки вредности за вкупниот азот се евидентирани во истражуваните реки од преспанското сливно подрачје, со максималната вредност евидентирана во Голема Река кај бензинска пумпа која изнесува $6419,5 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$. Според Уредбата за класификација на води, водата во Кранска Река ($153,02 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$) укажува на квалитет на вода од I класа и е воедно и најниската вредност за време на истражуваниот период за реките.

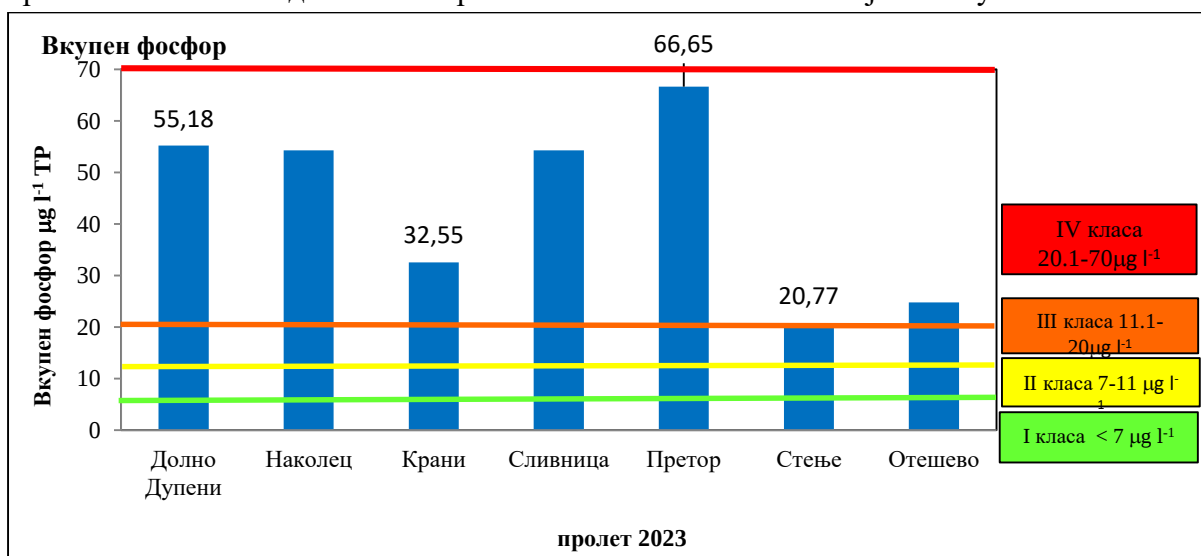
Врз основа на концентрациите на вкупен азот според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата од истражуваните локалитети во литоралната зона укажува генерално на квалитет на вода од III и IV класа. Исклучок од ваквата состојба е регистриран во литоралот Крани ($191,59 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$) и Отешево ($176,26 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$), каде се евидентирани најниските вредности за концентрациите на вкупен азот, кои укажуваат на квалитет на вода од I класа. Вредностите за овој нутриент регистрирани во примероците од вертикалните профили на езерото, кај Казан и Централна точка генерално според Уредбата за класификација на водите припаѓаат во III-IV класа. Максималната вредност е евидентирана во Казан површинска проба ($929,28 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$) и Казан на 5 метри длабочина ($823,53 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$). Добиените резултати во истражуваните локалитети укажуваат на зголемено нутриентно оптоварување.

Добиените вредности за концентрациите на вкупен фосфор се претставени графички на сликите: Сл.12 за примероците колекционирани од реките, Сл.13 за примероците од литоралната зона на езерото и Сл.14 за вертикалните профили кај Казан и Централна точка.

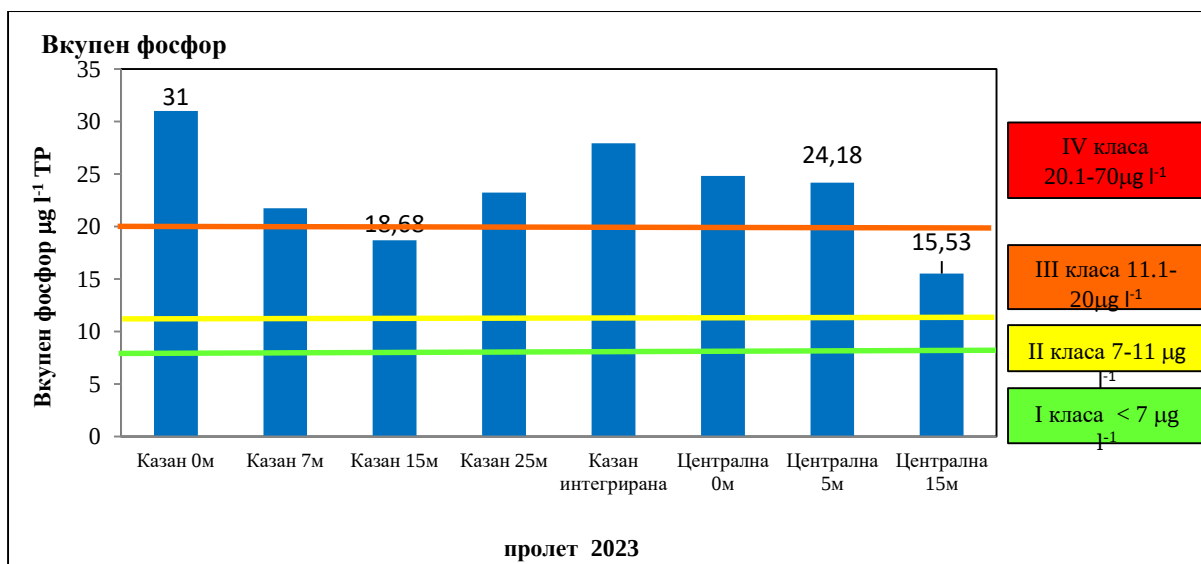


Слика 12. Концентрации на вкупен фосфор во реките
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

Врз основа на анализираните примероци вода може да се констатира дека значително високи концентрации за вкупен фосфор, за време на пролетниот период се евидентирани во примероците од реките и тоа за Голема Река кај бензинска пумпа ($195,3 \mu\text{g l}^{-1}$ TP) и Голема Река кај брана ($176,7 \mu\text{g l}^{-1}$ TP). Значително висока вредност за концентрацијата на вкупен фосфор е евидентирана и во Брајчинска Река ($103,85 \mu\text{g l}^{-1}$ TP). Врз основа на уредбата за класификација на водите, квалитетот на водата во реките од сливното подрачје на Преспанското Езеро припаѓа во V класа. Максималната вредност во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро е евидентирана во локалитетот Претор ($66,65 \mu\text{g l}^{-1}$ TP), што укажува на големото влијание на Голема Река врз квалитетот на водата во литоралната зона во близина на нејзиното устие.

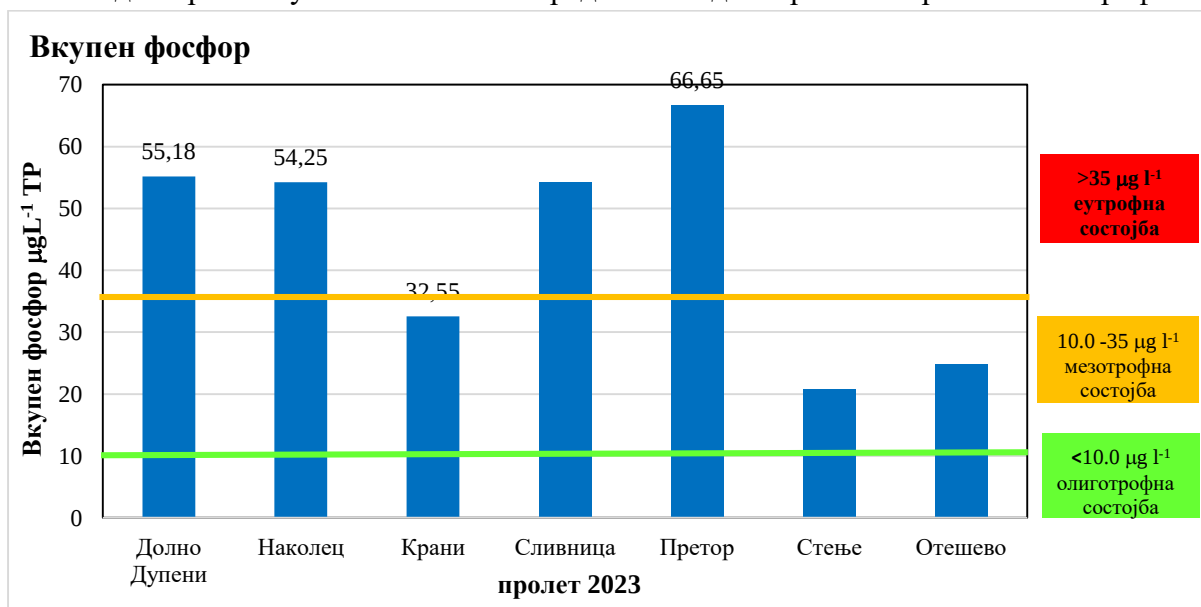


Слика 13. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

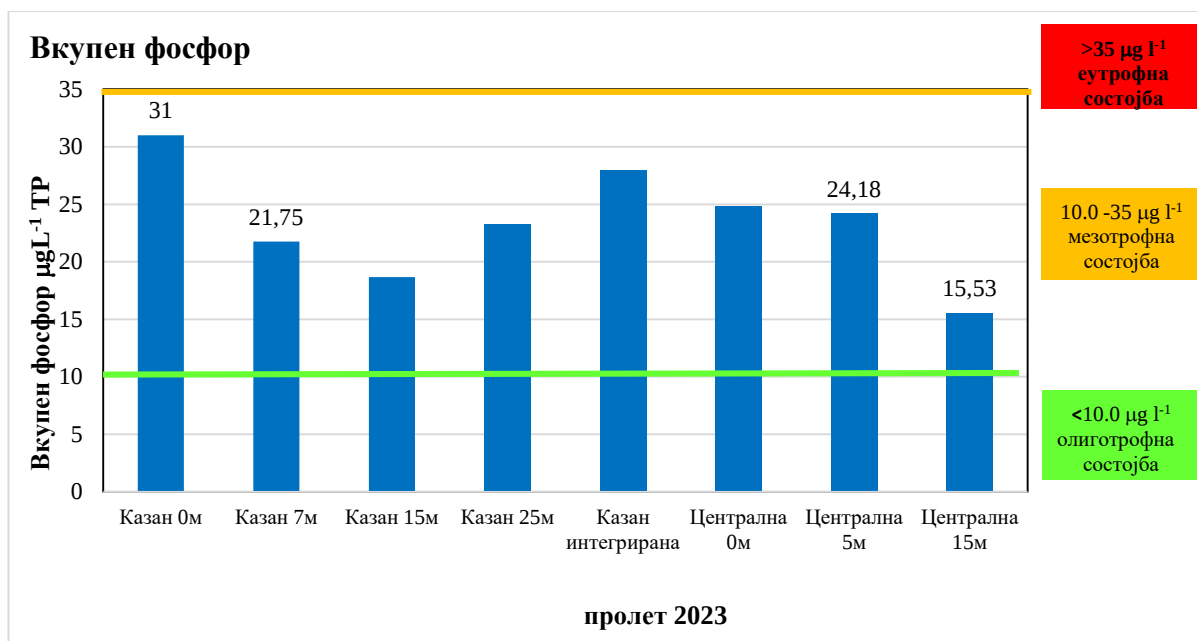


Слика 14. Концентрации на вкупен фосфор во примероците од вертикалните профили на Преспанското Езеро – Казан и Централна точка (Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

Вредностите за вкупен фосфор во примероците од литоралната зона и вертикалните профили кај Казан и Централна точка според Уредбата за класификација на водите припаѓа генерално во IV класа, односно мезотрофно-еутрофен карактер според OECD класификацијата (1982), што е прикажано графички на сликите 15 и 16. Вредноста евидентирана за локалитетот Казан површинска проба изнесува 31,0 $\mu\text{g l}^{-1}$ TP, што воедно претставува и максимална вредност евидентирана за вертикалните профили.



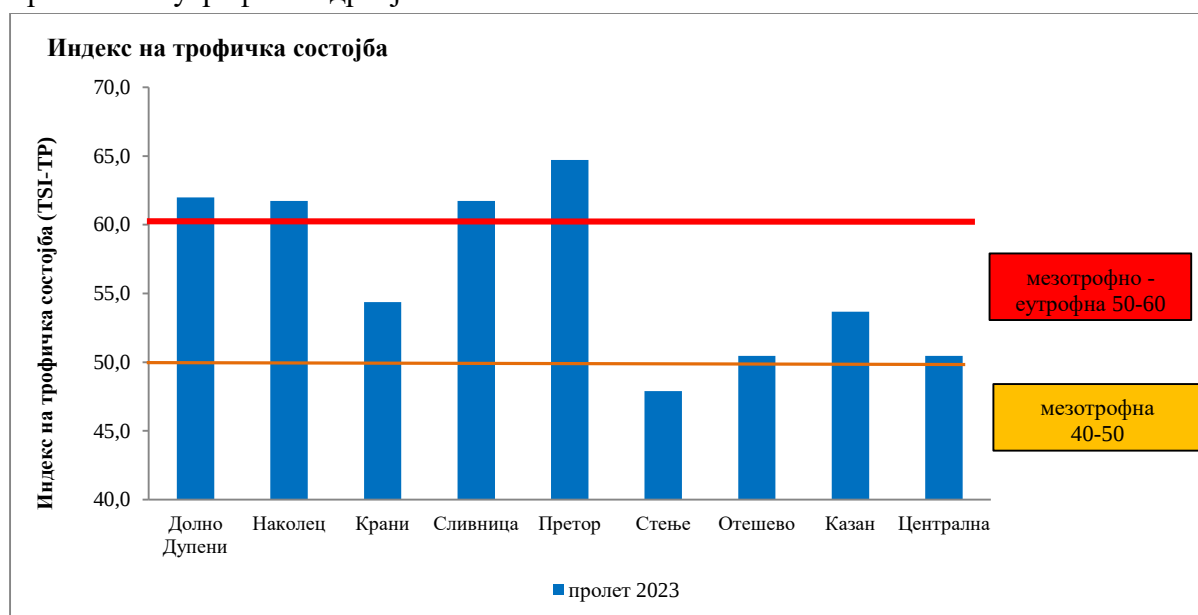
Слика 15. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро (ОЕЦД класификација, 1982)



Слика 16. Концентрации на вкупен фосфор во вертикалните профили на Преспанското Езеро (Казан и Централна точка) (ОЕЦД класификација, 1982)

За да се процени квантитативно трофичката состојба, се приоѓа кон пресметување на **индекс на трофичка состојба (Carlson, 1977)**. Овој индекс се користи како сумарен, брз и индикативен параметар за проценка на трофичката состојба на површинските акваторични екосистеми. Средните вредности за индексот на трофичка состојба во литоралната зона и централната точка на Преспанското Езеро, врз основа на концентрацијата на вкупен фосфор е претставен на слика 18.

Според добиените вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети припаѓа во мезотрофно и мезотрофно-еутрофно подрачје. Исклучок од ваквата состојба е забележан во локалитетот Претор, Сливница, Наколец и Долно Дупени каде имаме премин во еутрофно подрачје.



Слика 17. Индекс на трофичка состојба врз база на концентрацијата на вкупен фосфор

Заклучоци

Според добиените вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети припаѓа во мезотрофно и мезотрофно-еутрофно подрачје. Исклучок од ваквата состојба е забележан во локалитетот Претор, Сливница, Наколец и Долно Дупени каде имаме премин во еутрофно подрачје.

Од извршените анализи за време на пролетниот период можеме да заклучиме дека се добиени значително високи вредности за концентрациите на вкупен азот и вкупен фосфор во примероците вода колекционирани од сите истражувани локалитети. Посебно високи вредности, што воедно се и максимални се евидентирани во Голема Река и тоа и кај локалитетот кај бензинската пумпа и кај браната. Според Уредбата за класификација на водите, врз основа на концентрациите на вкупен азот и вкупен фосфор, како и содржината на органските материи, водата од истражуваните локалитети генерално е во III и IV класа. Ваквата состојба укажува на зголемено органско и нутриентно оптоварување во водата од истражуваните локалитети, односно континуирано внесување на нутриенти во езерскиот екосистем пред се преку површинските дотеци - реките и дренажните води од околните земјоделски површини. Добиените резултати укажуваат на силно антропогено влијание што допринесува за забрзување на процесот на еутрофикација односно забрзано стареење на акватичниот екосистем.

Ваквите показатели кои се добиени преку имплементација на проектот, во голема мера ќе допринесат за зачувување на биодиверзитетот, заштита на животната средина и идентификување на изворите на загадување кои влијаат на квалитетот на водата во езерскиот екосистем во целина. Сето тоа ќе допринесе кон подобрување на мерките за управувањето со Споменикот на природата Преспанско Езеро.

ФИЗИЧКО ХЕМИСКИ ИСТРАЖУВАЊА

Летна кампања

Резултати и дискусија

Вредностите од анализите за физичко-хемиските параметри добиени за време на лето 2023 година, за истражуваните реки: Голема Река кај бензинска пумпа, Голема Река кај брана, Брајчинска и Кранска Река и пречистителна станица се претставени во Таб. 1.

Табела 1. Физичко хемиски параметри за Реките во сливното подрачје на Преспанското Езеро, лето 2023 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема река бенз.	Кранска река	Брајчинска Река	Голема река брана
Температура (°C)	22.3	16.6	15.7	17.2
Боја mg l ⁻¹ Pt	30-35	15-20	10	150

Електроспроводливост ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	339	92.5	55.7	350
pH	6.98	7.31	7.89	7.04
Матност (NTU)	16.5	1.7	1.6	38.3
Вкупна алкалност ($\text{mg l}^{-1}\text{CaCO}_3$)	175	45	32	208
Слободен CO_2 mg l^{-1}	44	4.752	2.64	40.48
Суспендирани материи (mg l^{-1})	39,5	19,5	15,5	29,5
Органски (mg l^{-1})	16,5	9	7,5	17,5
Неоргански (mg l^{-1})	23	10,5	8,0	12
Сув остаток после испарување (mg l^{-1})	196	174	146	236
Органски(mg l^{-1})	103	88	74	168
Неоргански(mg l^{-1})	93	86	72	68
Проток m^3/sec	0.126	0.012	0.081	

Резултатите добиени за физичко-хемиските параметри во локалитетите од литоралната зона на Преспанското Езеро која ги опфаќа: Долно Дупени, Наколец, Крани, Сливница, Претор, Стење и Отешево, се претставени во Табела 2.

Табела 2. Физичко хемиски параметри во литорална зона на Преспанското Езеро лето 2023

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Долно дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	24.2	24.6	24.2	25	26	24.3	24.6
Боја mg l^{-1} Pt	10-15	5-10	5-10	5-10	5-10	10-15	10-15
Електроспроводливост ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	195	195.3	198	192	190.3	192.6	205
pH	8.67	8.74	8.7	8.79	8.91	8.7	8.5
Матност (NTU)	10.7	1.8	1.9	2.3	3.9	4.1	30.5
Вкупна алкалност ($\text{mg l}^{-1}\text{CaCO}_3$)	102	70	103	105	102	100	109
Суспендирани материи (mg l^{-1})	15	12	10.5	15.5	10	10	39
Органски (mg l^{-1})	8.0	5.5	5	7.5	6	6.5	4
Неоргански (mg l^{-1})	7.0	6.5	5.5	8	4	3.5	35
Сув остаток после испарување (mg l^{-1})	160	154	123	131	170	171	249
Органски(mg l^{-1})	89	78	60	63	92	143	211
Неоргански(mg l^{-1})	71	76	63	68	78	28	38

За двата вертикални профили во Преспанското Езеро, Казан претставен со 4 длабочини (0,5м; 7м; 15м; 25м) и Централна точка со 3 длабочини (0,5м; 5м; 15м), вредностите се претставени во табелите 3 и 4.

Табела 3. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Казан, лето 2023 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Казан 0.5м	Казан 7м	Казан 15м	Казан25	Казан интегрир ана
Просирност (м)	4,45				
Температура (°C)	24	23.7	16.2	15	
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	5-10	50-60	10-15	5-10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	226	227	275	275	202
pH	7.61	8.66	7.69	7.6	8.5
Матност (NTU)	1.25	1.36	7.2	2.4	
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	104	107	126	137	111
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹			12.32	11.35	
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	6.5	7.5	6.7	11	6.5
Органски (mg l ⁻¹)	2.5	9	3.9	5.5	3.7
Неоргански (mg l ⁻¹)	4	3.6	2.8	6.5	2.8
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	141	162	172	177	156
Органски(mg l ⁻¹)	116	130	142	154	128
Неоргански(mg l ⁻¹)	25	32	30	23	28

Табела 4. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Централна Точка, лето 2023

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Централна 0.5м	Централна 5м	Централна 14м
Просирност (м)	3,53		
Температура (°C)	23.5	23.5	17.2
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	5-10	5-10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	200	216	250
pH	8.6	8.6	7.7
Матност (NTU)	1.4	1.6	7.7
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	105	101	119
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹			0.731
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	7	7.5	11
Органски (mg l ⁻¹)	4	4.5	7
Неоргански (mg l ⁻¹)	3	3	4
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	145	166	207
Органски(mg l ⁻¹)	119	137	178
Неоргански(mg l ⁻¹)	26	29	29

Температурата на водата, како примарен физички параметар, кој ги условува физичко-хемиските и биолошките процеси во акватичните екосистеми што има влијание врз основните процеси на кружење на материјата во природата (кружење на биогените елементи), покажува правопрпорционална зависност од температурата на воздухот. За време на летниот период имаме регистрирано максимални вредности за температурата во сите истражувани локалитети. Кај реките максималната вредност е евидентирана во Голема Река кај бензинска пумпа (22,3 °C), што секако се должи на намаленото количество на вода во речното корито. Во литоралната зона евидентирани се повисоки вредности за температурата кои се движат од 24,2°C во Долно Дупени до 26°C во Претор. Во вертикалните профили кај Казан и Централна точка регистрирана е термичка стратификација, површинската проба има температура од 24 °C кај Казан и 23,5 °C кај Централна точка, до 15 °C на 25 метри длабочина кај Казан и 17,2 °C на 14 метри длабочина кај Централна точка. Повисоки вредности за температурата се евидентирани во езерскиот појас кој е најблиску до брегот на езерото, поради малата длабочина и брзото загревање на водата, како и површинската вода од централната точка на дефинираниот вертикален профил.

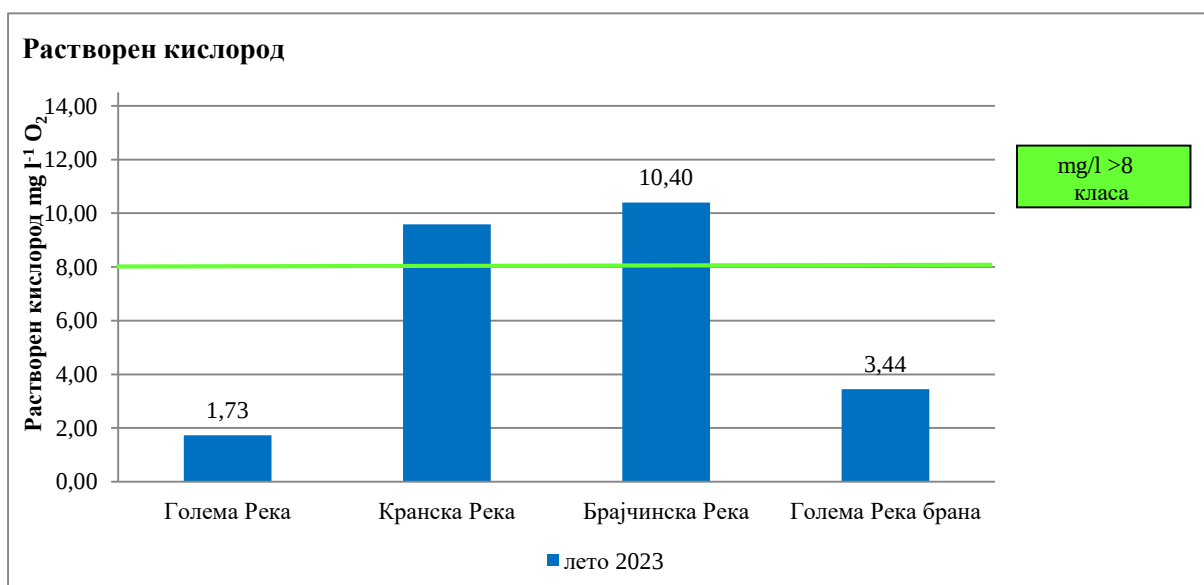
Бојата на водата во локалитетите од литоралната зона на Преспанското Езеро, како и во вертикалните профили кај Казан и Централна точка за време на истражуваниот период се движи од 5-10 mg l⁻¹ Pt. Исклучок е вредноста добиена за локалитетот Казан на 15 метри длабочина која изнесува 50-60 mg l⁻¹ Pt. Значително високи вредности за бојата на водата се регистрирани во реките, а посебно во Голема Река кај бензинска пумпа 30-35 mg l⁻¹ Pt и Голема Река кај брана каде имаме екстремно висока матност поради намаленото количество на вода која е “застоена” вода односно нема движење на водата (150 mg l⁻¹ Pt. Според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99) врз основа на добиените вредности за суспендираните материи, водата од истражуваните локалитети (реки, литорална зона и вертикални профили кај Казан и Централна точка) генерално припаѓа во I-II класа. Вредностите за сувиот остаток после испарување се во границите кои укажуваат на квалитет на вода од I класа. Повисоки вредности за матноста се евидентирани во Голема Река кај бензинска пумпа 16,5 NTU и Голема Река кај брана 38,3 NTU, во литоралите Долно Дупени 10,7 NTU и Отешево 30,5 NTU (имаше бранување на водата за време на колекционирањето што предизвика мешање на тињата со водата).

Вредностите за турбидитетот (матноста) во вертикалниот профил кај Казан и Централна точка се значително пониски и се во границите од 1,25 NTU (во површинските слоеви и 5 и 10 метри длабочина) до 7,2 NTU (во подлабоките слоеви односно на 15 метри длабочина).

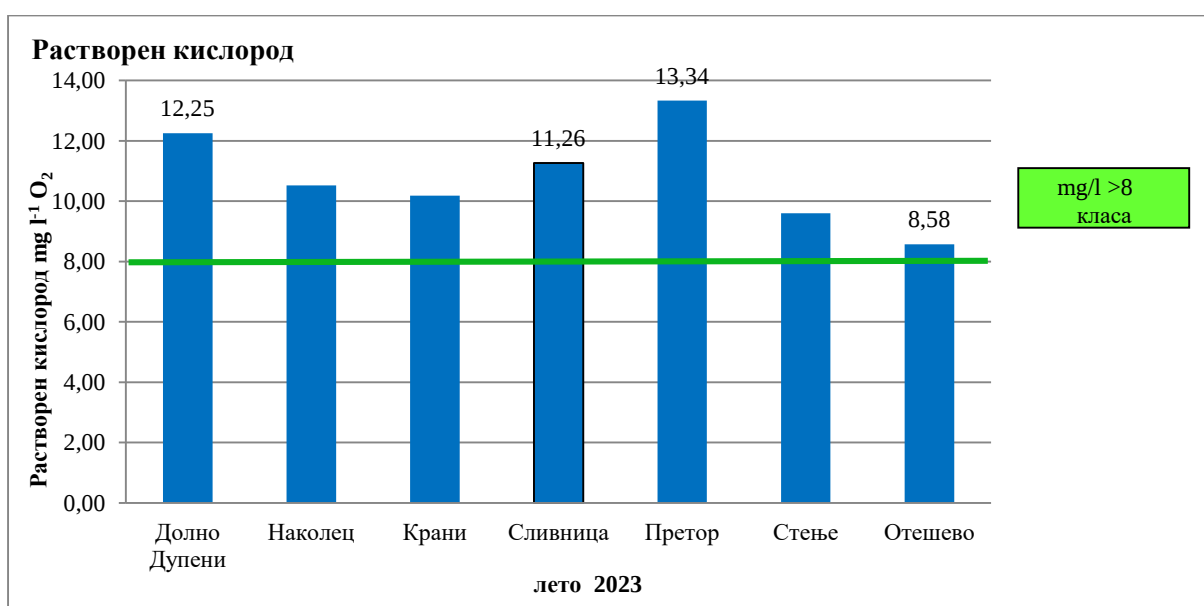
Кислородните параметри претставени се со концентрациите на растворен кислород, биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена и потрошувачка на калиум перманганат потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем.

Резултатите за концентрациите на растворен кислород во анализираните примероци вода од реките се претставени графички на слика 1, во примероците од литоралната зона на слика 2, додека во примероците од вертикалните профили Казан и Централна точка, се претставени на слика 3.

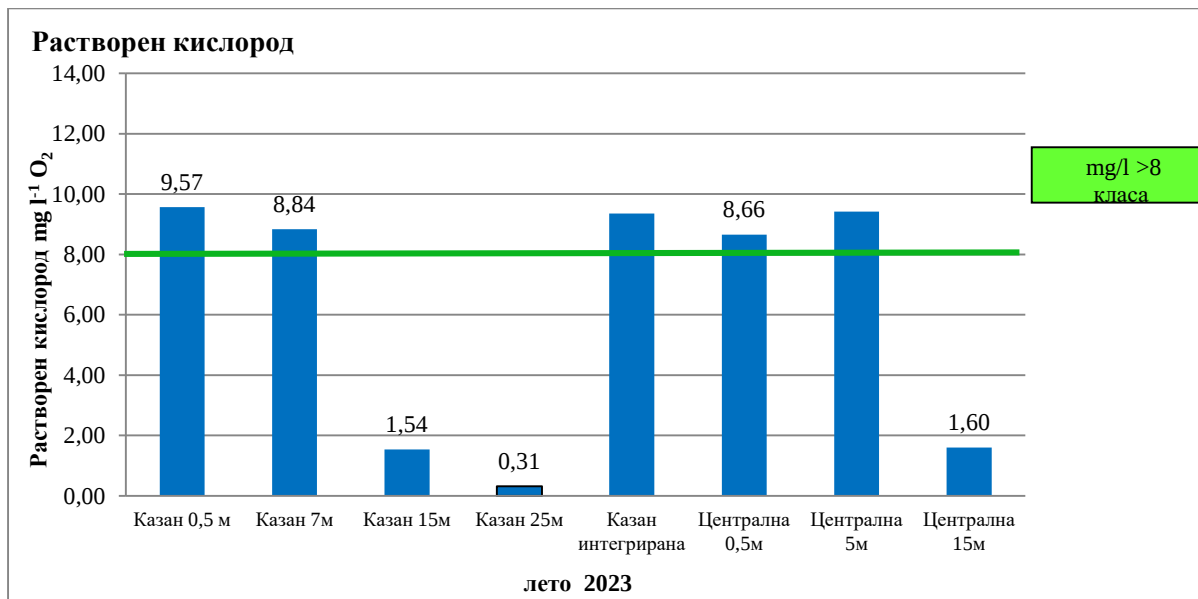
Добиените вредности за овој параметар за време на истражуваниот зимски период, укажуваат на добра снабденост со кислород во литоралната зона на Преспанското Езеро, каде вредностите се повисоки од $8 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99). Добра снабденост со кислород е евидентирана и во Кранска ($9,58 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Брајчинска Река ($10,40 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), што не е случај со Голема Река кај бензинска пумпа ($1,73 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Голема Река кај брана ($3,44 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) каде имаме значително ниски концентрации на кислород, поради неговото користење за разградба на оранската материја од страна на микроорганизмите. Ваквата ниска концентрација на кислород која укажува на аноксични услови претставува ризик фактор за живиот свет. Таква состојба е евидентирана и во подлабоките слоеви кај вертикалните профили Казан (на 15 метри длабочина имаме $1,54 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ додека на 25 метри длабочина $0,31 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Централна точка $1,60 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ на 15 метри длабочина.



Слика 1. Вредности за концентрациите на растворен кислород во реките



Слика 2. Вредности за концентрациите на растворен кислород во литоралната зона на Преспанското Езеро

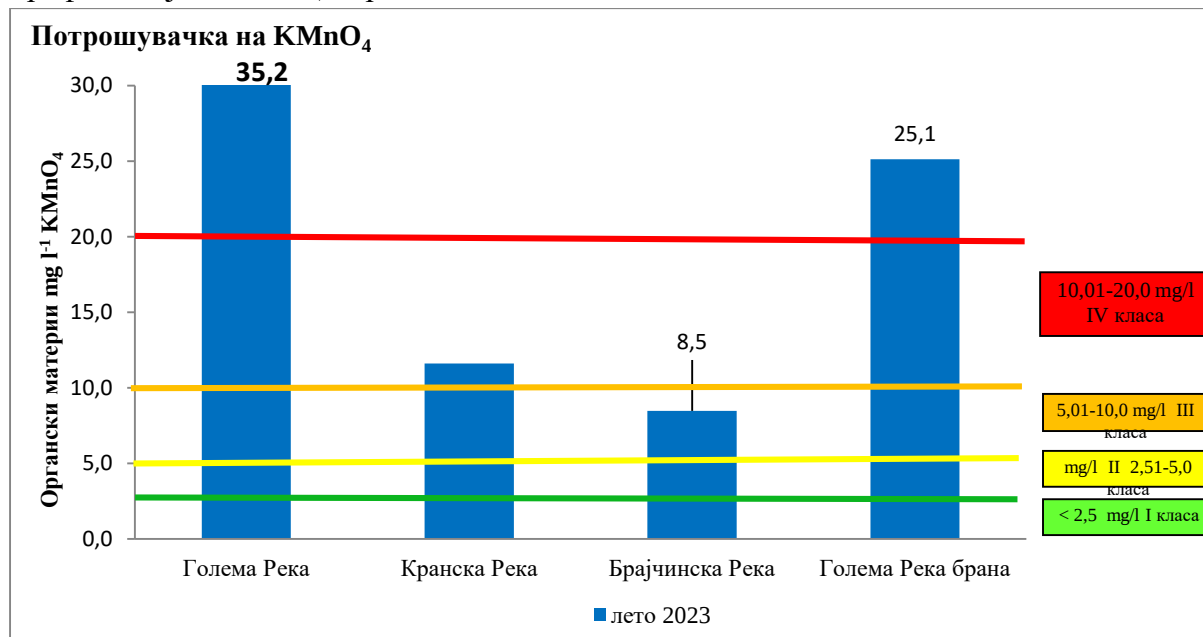


Слика 3. Вредности за концентрациите на растворен кислород во вертикалните профили кај Казан и Централна точка на Преспанското Езеро

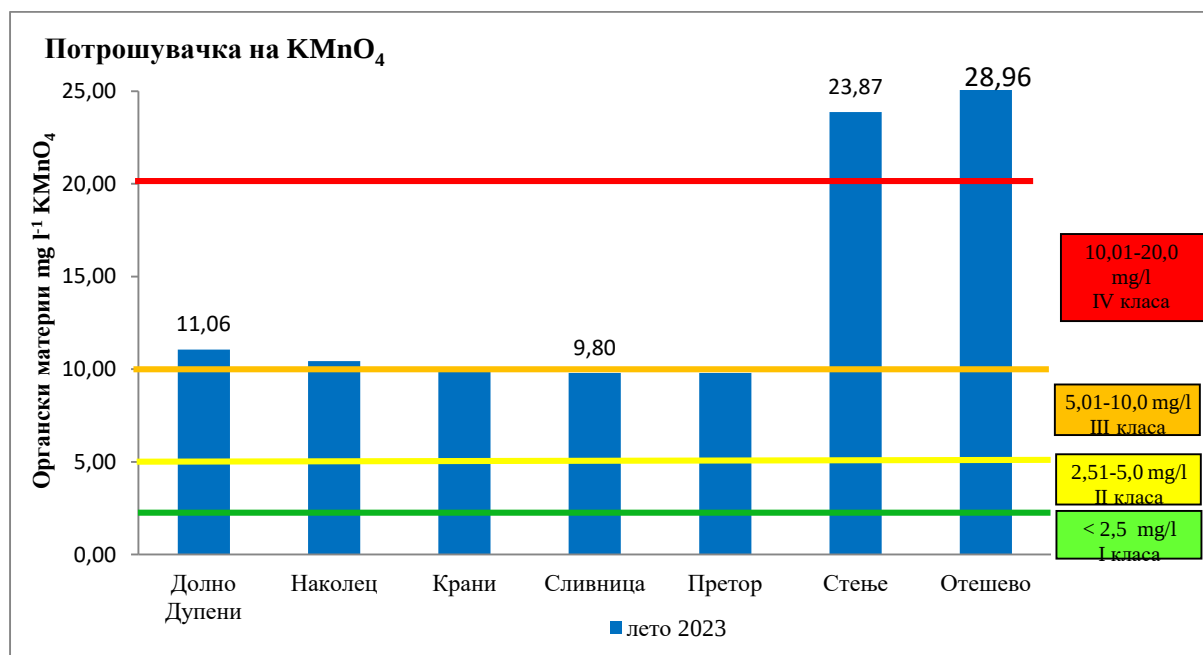
Содржината на **растворените биоразградливи органски материи** во водата се претставени како потрошувачка на KMnO_4 потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем. Вредностите за овој параметар во истражуваните локалитети се претставени графички на: слика 4 во примероците колекционирани од реките, слика 5 за примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро и слика 6 за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.

Добиените вредности за содржината на органски материи (претставени како потрошувачка на KMnO_4) имаат значително високи вредности во сите истражувани мерни места. Посебно високи вредности се евидентирани во примероците колекционирани од Голема Река кај бензинска пумпа ($35,2 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Голема Река кај брана ($25,1 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), што укажува на силното антропогено влијание врз оваа река и отоварувањето на реката со органски материи. Вредностите во литоралната зона на Преспанското Езеро, се движат од $9,80 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ кај Сливница до $28,96 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ во Отешево. Генерално се пониски $10 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата врз основа на овој параметар во истражувните локалитети припаѓа во III класа. Исклучок од оваа состојба се локалитетите Стење и Отешево каде имаме премин во IV класа. Во вертикалниот профил кај Казан и Централна точка, вредностите се органските биоразградливи материи се повисоки во подлабоките слоеви и тоа на 25 метри длабочина кај Казан вредноста изнесува $14,64 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, додека на 15 метри длабочина кај Централна точка е евидентирана максималната вредност и изнесува $19,4 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$. Во вертикалните профили квалитетот на водата е од III и IV класа. Вака добиените вредности укажуваат на силно антропогено влијание посебно врз реките, кое се одразува и во литоралната зона на Преспанското Езеро (посебно во близина на речните устија), што доведува до интензивно органско оптеретување во истражуваните

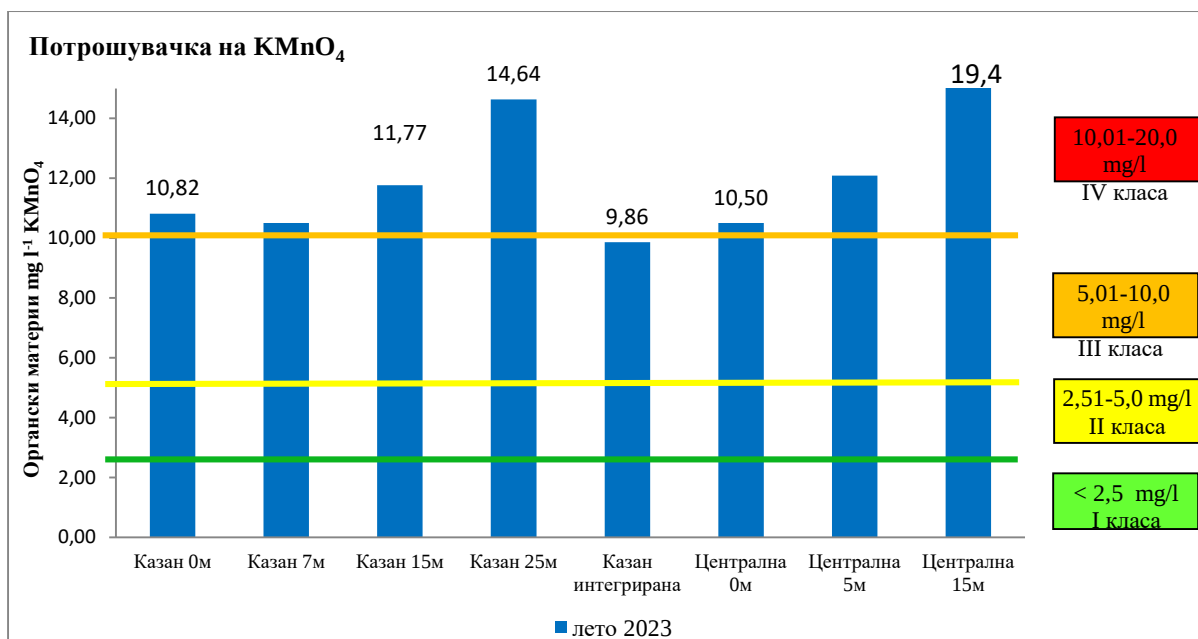
мерни места. Ваквата состојба во голема мера се одразува и врз Преспанското Езеро во целина кое се покажува со вредностите добиени и во примероците од вертикалните профили кај Казан и Централна точка.



Слика 4. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во водата од реките



Слика 5. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



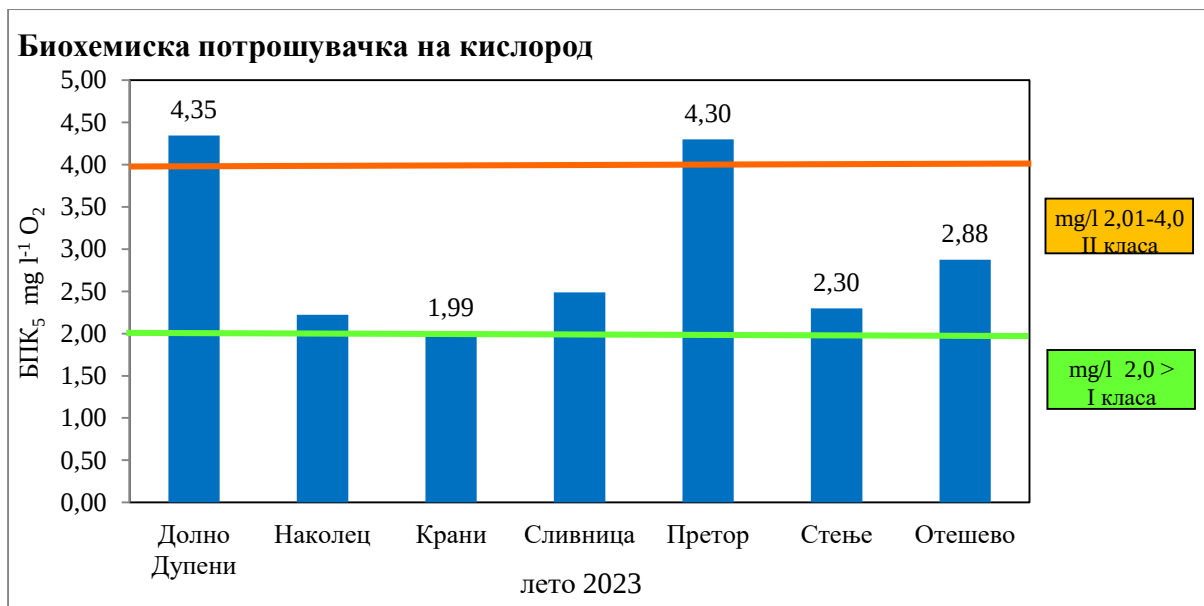
Слика 6. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена, претставува индикатор на органското загадување во водните екосистеми. Вредностите за БПК₅ во примероците од реките се претставени во табела 5.

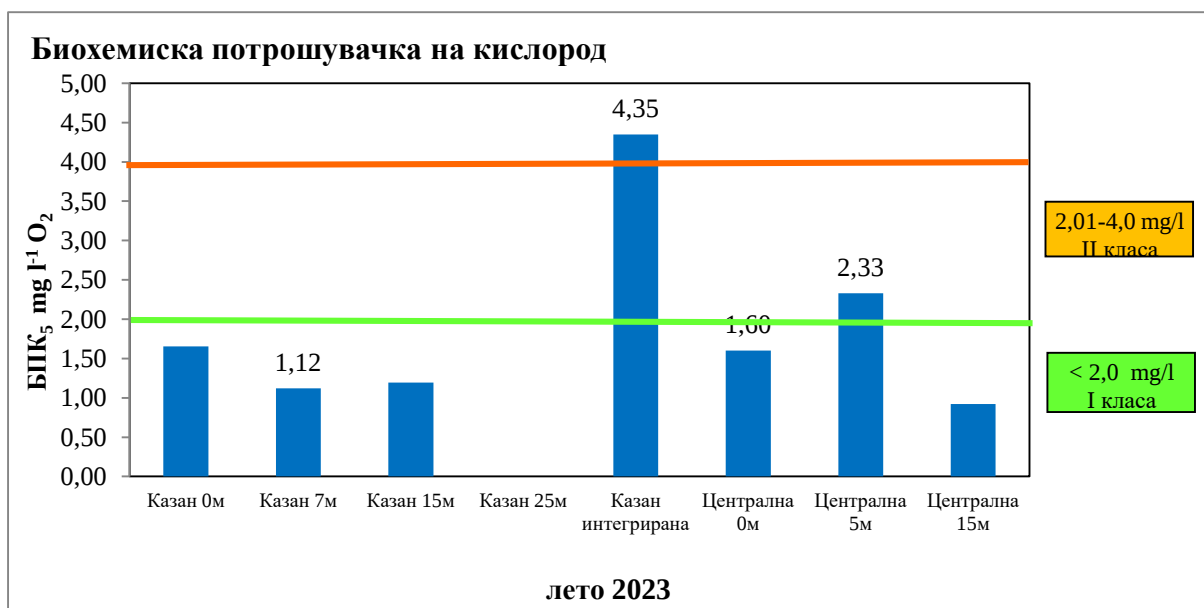
Табела 5. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во реките, лето 2023

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема Река	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река брана
Биохемиска потрошувачка на кислород($\text{BPK}_5 \text{ mg l}^{-1} \text{O}_2$)	Н.д	1,667	0,868	2,923

Вредностите за БПК₅ во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро се претставени графички на слика 7, додека на графикот на слика 8 дадени се вредностите за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.



Слика 7. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



Слика 8. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Вредностите добиени за биохемиската потрошувачка на кислород се во корелација со вредностите за содржината на органските биоразградливи материи. Врз основа на добиените вредности во реките Кранска ($1,667 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Брајчинска ($0,868 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), имаме квалитет на вода од прва класа. Карактеристично е да се напомене дека во примерокот од Голема Река кај бензинска пумпа е искористен целосно кислородот за разградба на органските материи. Таква е состојбата и во најдлабокиот слој од вертикалниот профил кај Казан на 25 метри длабочина. Значително високи вредности за овој параметар се евидентирани и во литоралната зона кај локалитетот Долно Дупени ($4,35 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Претор ($4,3 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) каде водата укажува на квалитет од III класа.

Останатите локалитети од литоралната зона укажуваат на квалитет на вода од II класа, додека од вертикалниот профил од I-II класа според Уредбата за класификација на води.

Проценката на квалитетот на водата во истражуваните локалитети се одредува врз основа на концентрациите на вкупен фосфор и вкупен азот. Добиените резултати од анализите укажуваат на присуство на азотните форми во истражуваните примероци вода и тоа нитратен, нитритен, амонијачен и азот по Kjeldahl (органски азот). Вредностите за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдаhl) во примероците од реките се претставени во табела 6, од литоралната зона вредностите се во табела 7, вредностите за вертикалниот профил кај Казан во табела 8 и за Централна точка во табела 9.

Присуството на нитритниот азот во истражуваните локалитети за време на истражуваниот период е евидентиран во релативно ниски концентрации, кои генерално се пониски од $10 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$. Присуството на амонијачниот азот за време на летната сезона е забележан во сите истражувани локалитети, со исклучок на Брајчинска Река. Екстремно висока вредност за амонијачниот азот е забележана во Голема Река кај бензинска пумпа ($2312,08 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$) и Голема Река кај брана ($1785,06 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$), што укажува на фекално загадување во акваторичниот екосистем, поточно извор на фекални компоненти кои доспеваат во литоралната зона на езерото преку реките, а пред се поради нерешени комунални прашања во истражуваниот регион. Нивото на вода во речните корита за време на летниот период е значително ниско и доминацијата на фекалните води во притоците е евидентна со детекцијата на амонијачната форма на азот во истражуваните примероци. Влијанието на реките во литоралната зона се одразува и врз Преспанското Езеро во целина. Значителни концентрации на амонијачен азот се евидентирани и во подлабоките слоеви од вертикалните профили кај Казан ($14,65 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$ на 25 метри длабочина) и Централна точка ($24,628 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$ на 5 метри длабочина и $19,38 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$ на 15 метри длабочина).

Табела 5. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од реките, лето 2023

Лето 2023	Голема Река Бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река кај брана
$\text{N-NO}_2 (\mu\text{g l}^{-1})$	9.413	5.050	2.985	6.199
$\text{N-NO}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	50.697	384.17	113.79	9.576
$\text{TN}_{\text{Kjeldahl}} (\mu\text{g l}^{-1})$	2878.47	658.51	212.51	2465.16
$\text{N-NH}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	2312.08	14.593	Н.д	1785.06

Табела 6. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

Лето 2023	Долно Дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
$\text{N-NO}_2 (\mu\text{g l}^{-1})$	1.070	5.529	0.713	0.713	19.975	0.753	0.377
$\text{N-NO}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	23.692	4.405	15.417	14.536	62.106	11.951	12.907
$\text{TN}_{\text{Kjeldahl}} (\mu\text{g l}^{-1})$	530.58	439.23	143.93	150.072	254.75	407,3	101,03
$\text{N-NH}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	15.615	26.299	10.684	17.259	7.808	21.276	20.995

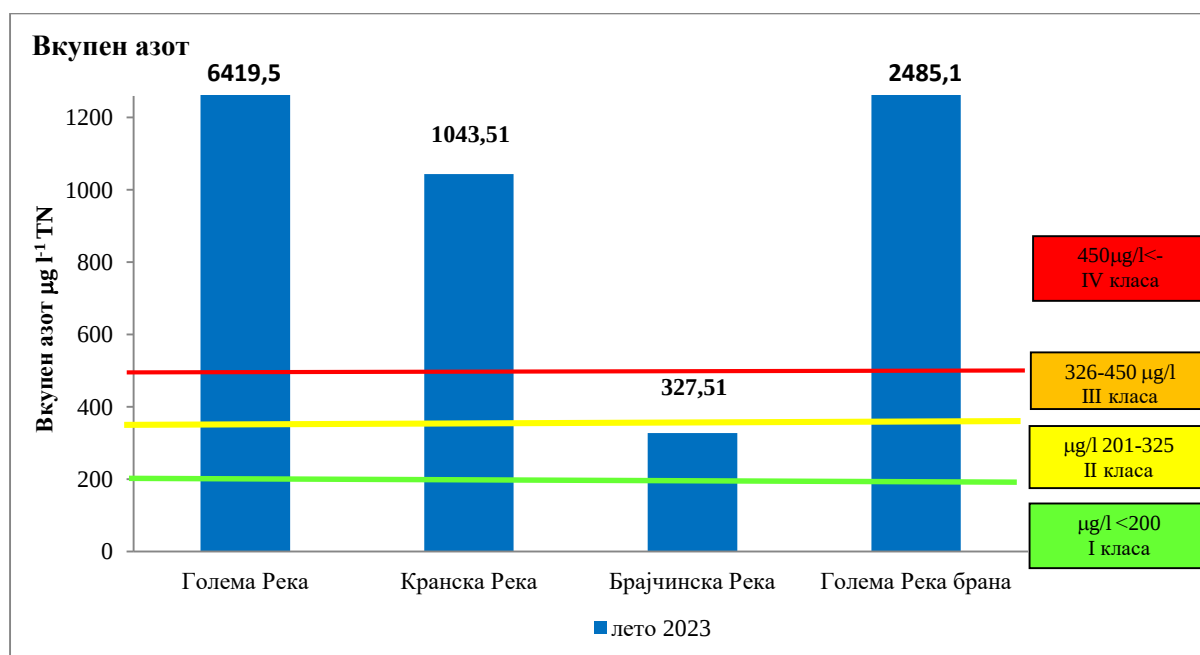
Табела 7. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Лето 2023	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегрирана
N-NO ₂ (µg l ⁻¹)	0.377	0.228	4.556	1.130	2.260
N-NO ₃ (µg l ⁻¹)	13.385	9.560	10.038	8.604	12.428
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	459.46	541.83	1589.97	750.98	1303.29
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	7.49	9.26	12.42	14.65	8.376

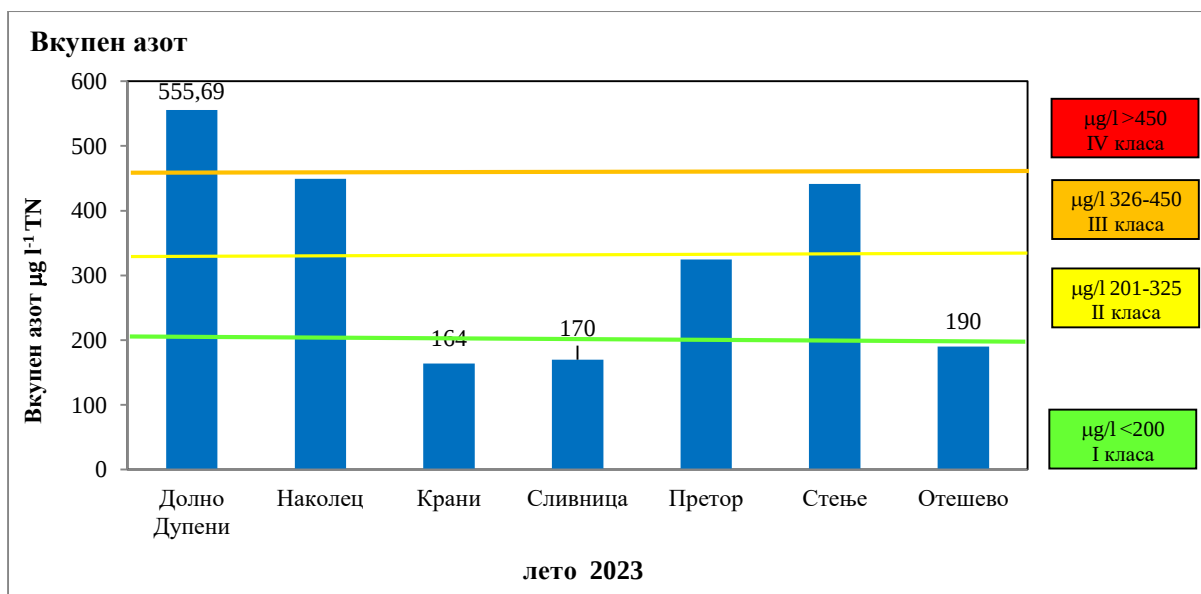
Табела 8. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Лето 2023	Централна 0,5м	Централна 5м	Централна 15м
N-NO ₂ (µg l ⁻¹)	1.130	0.942	1.130
N-NO ₃ (µg l ⁻¹)	16.253	8.604	7.648
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	428.78	491,63	446,28
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	12.995	24.628	19.38

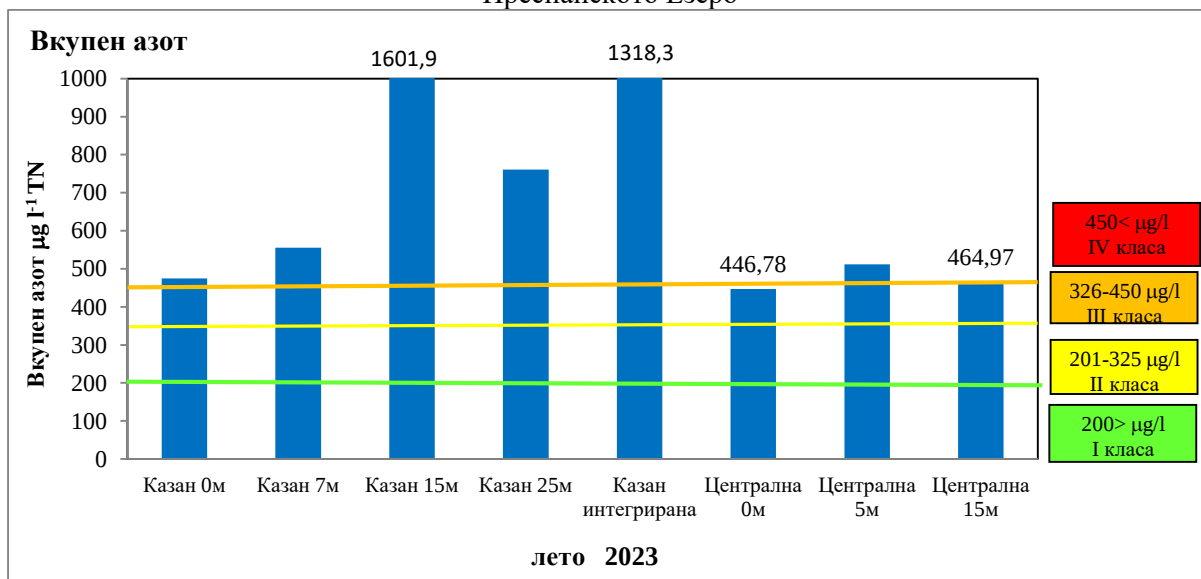
Добиените вредности за концентрациите на вкупен азот (претставен како збир на органските и неорганските азотни форми), во истражуваните Реки, се претставени графички на слика 9, за литоралната зона на слика 10, додека за вертикалните профили кај Казан и Централна точка, на слика 11.



Слика 9. Вредности за концентрација на вкупен азот во истражуваните реки



Слика 10. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

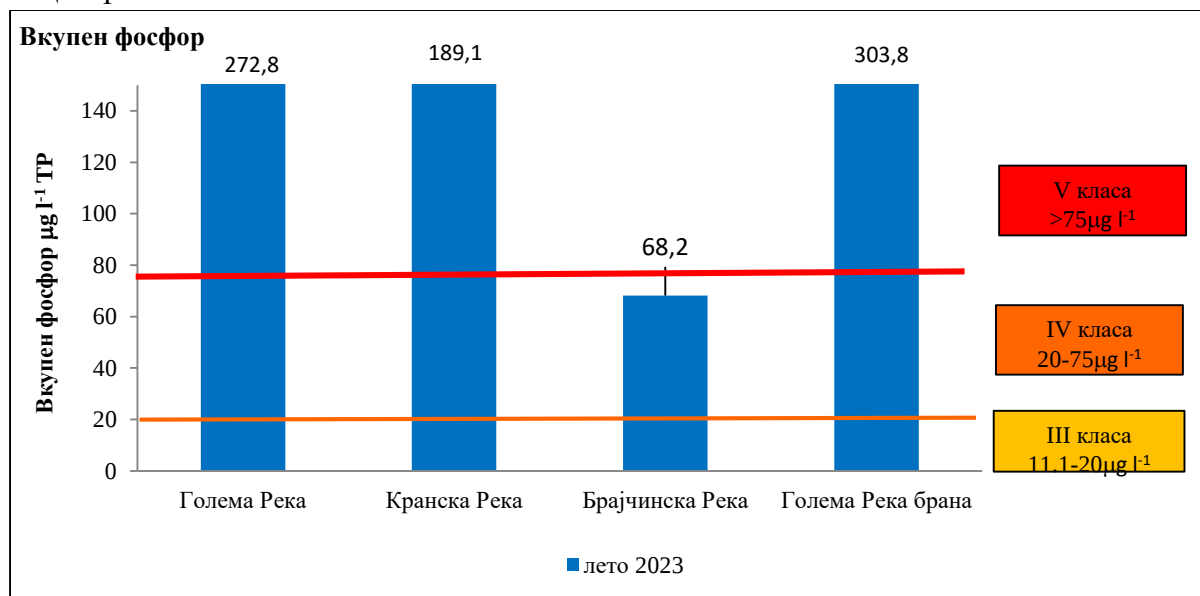


Слика 11. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Од добиените резултати може да се констатира дека за време на истражуваниот период, регистрирани се значително високи концентрации за вкупен азот, што укажува на силно нутриентно оптоварување. Екстремно високи вредности за вкупниот азот се евидентирани во Голема Река кај бензинска пумпа ($6419,5 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TN}$), Голема Река кај брана ($2485,1 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TN}$), Казан 15 метри длабочина ($1601,9 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TN}$) и Кранска Река ($1043,51 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TN}$). Според Уредбата за класификација на води, водата во овие локалитети укажува на квалитет на вода од V класа, односно еутрофен карактер. Врз основа на концентрациите на вкупен азот според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата од истражуваните локалитети во литоралната зона укажува генерално на квалитет на вода од I до III класа. Исклучок од ваквата состојба е регистриран во литоралот Долно Дупени ($555,69 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TN}$), каде вредноста укажува на квалитет на вода од IV класа.

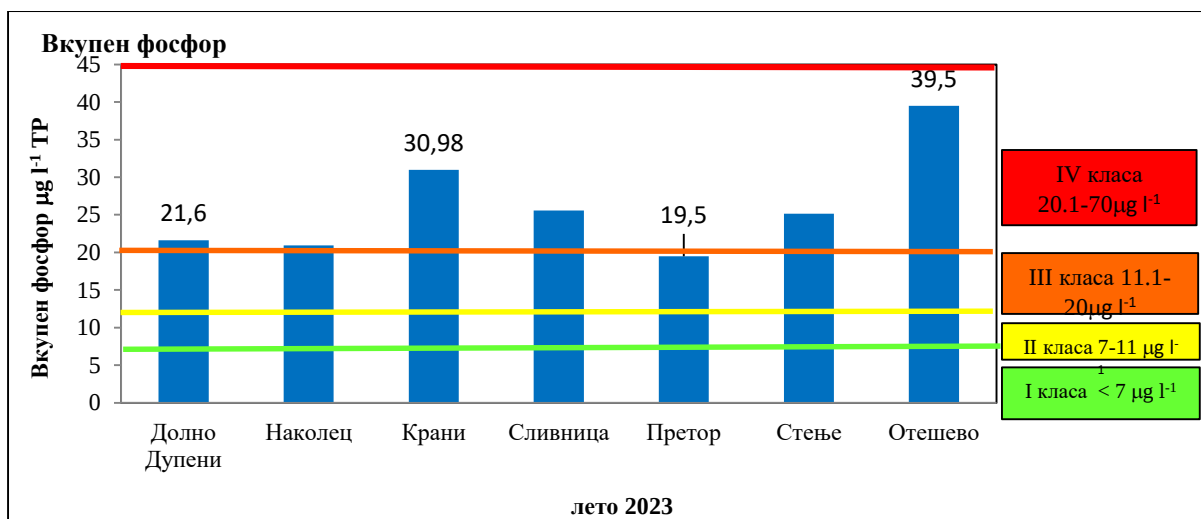
Вредностите за овој нутриент регистрирани во примероците од вертикалните профили на езерото, кај Казан и Централна точка генерално според Уредбата за класификација на водите припаѓаат во опсегот од II до IV класа. Максималната вредност е евидентирана во Казан на 15 метри длабочина ($1601,9 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$).

Добиените вредности за концентрациите на вкупен фосфор се претставени графички на сликите: Сл.12 за примероците колекционирани од реките, Сл.13 за примероците од литоралната зона на езерото и Сл.14 за вертикалните профили кај Казан и Централна точка.

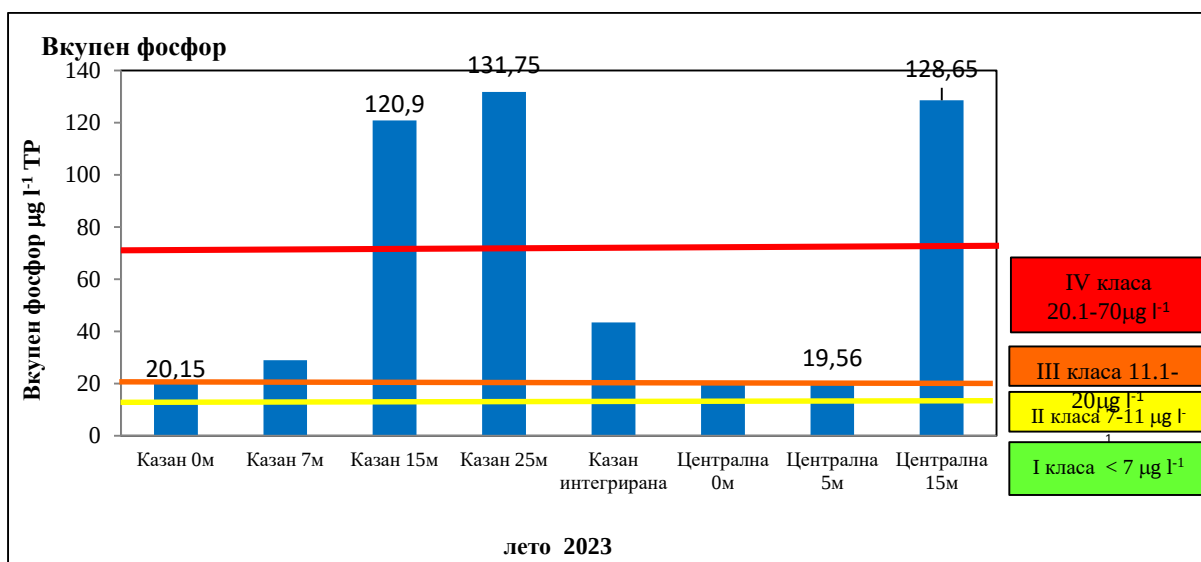


Слика 12. Концентрации на вкупен фосфор во реките
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99)

Врз основа на анализираните примероци вода може да се констатира дека значително високи концентрации за вкупен фосфор, за време на летниот период се евидентирани во примероците од Голема Река кај бензинска пумпа ($272,8 \mu\text{g l}^{-1} \text{TP}$) и Голема Река кај брана ($303,8 \mu\text{g l}^{-1} \text{TP}$) како и во примерокот од Кранска Река ($189,1$) што укажуваат на квалитет на вода од V класа врз основа на Уредбата за класификација на водите. Во Брајчинска Река и квалитетот на водата припаѓа во IV класа. Максималната вредност во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро е евидентирана во локалитетот Отешево ($39,5 \mu\text{g l}^{-1} \text{TP}$). Вредностите добиени за литоралната зона на Преспанското Езеро укажуваат на квалитет на вода од IV класа, односно мезотрофна состојба според OECD класификацијата (1982), што е прикажано графички на слика 15.

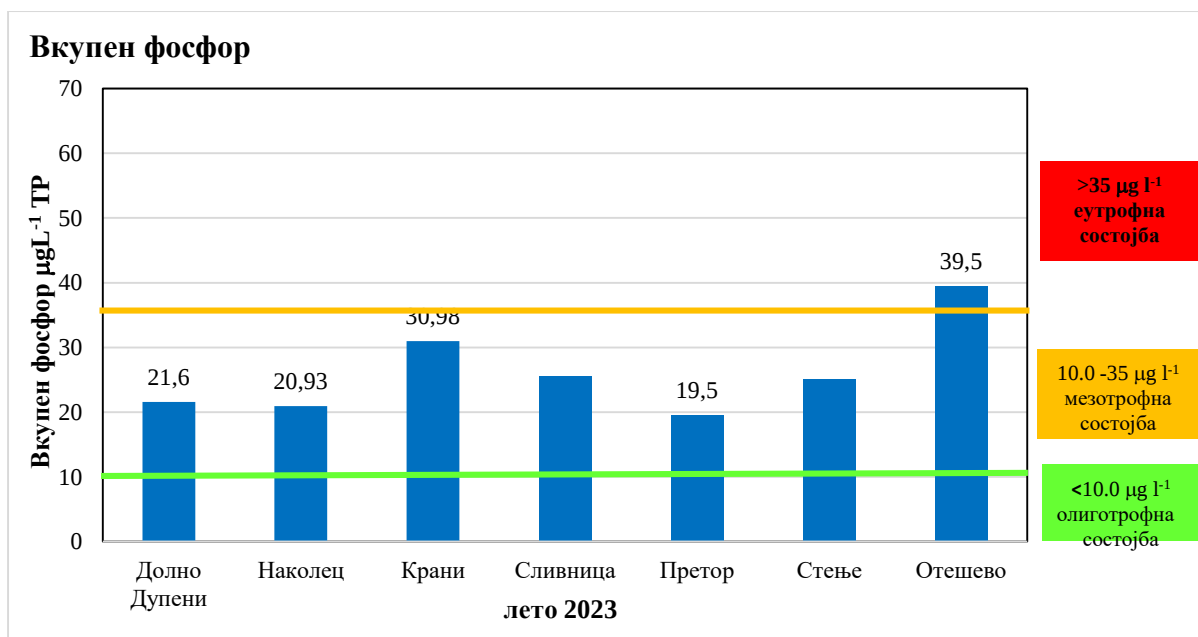


Слика 13. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро (Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

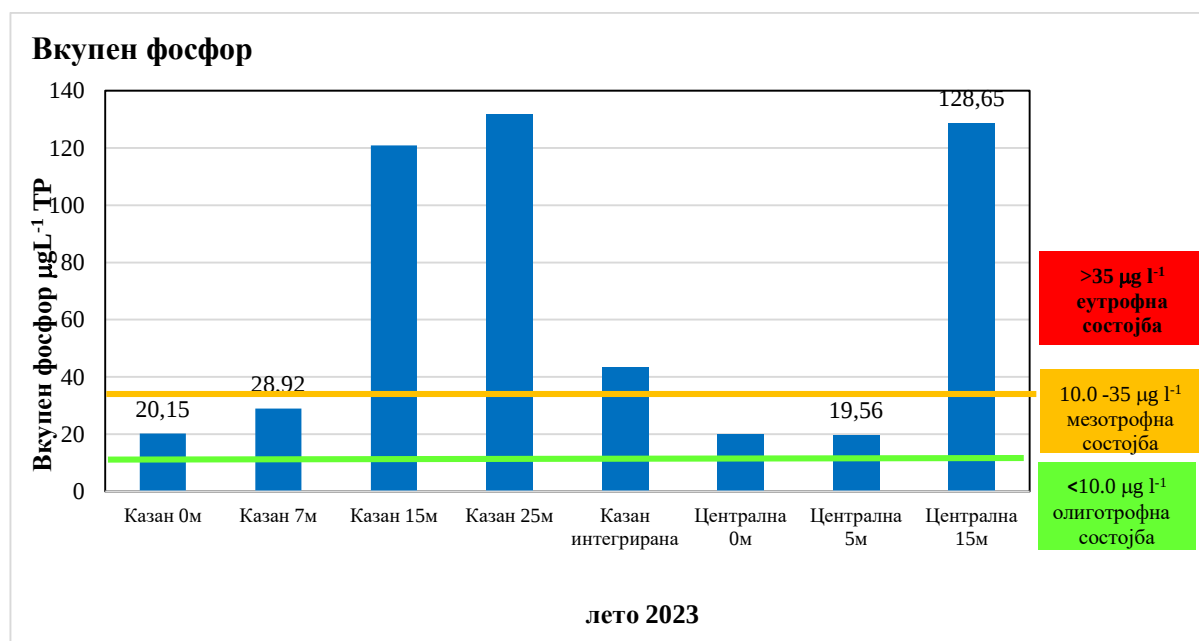


Слика 14. Концентрации на вкупен фосфор во примероците од вертикалните профили на Преспанското Езеро – Казан и Централна точка (Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

Вредностите за вкупен фосфор во примероците од вертикалниот профил кај Казан и Централна точка, според Уредбата за класификација на водите припаѓаат генерално во IV класа, односно укажуваат на мезотрофно-еутрофен карактер (Сл.16). Исклучок од ваквата состојба се вредностите добиени за подлабоките слоеви Казан 15 метри ($120,9 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$), Казан 25 метри ($131,75 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$) и Централна точка 15 метри ($128,65 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$) каде имаме квалитет на вода од V класа односно еутрофен карактер.



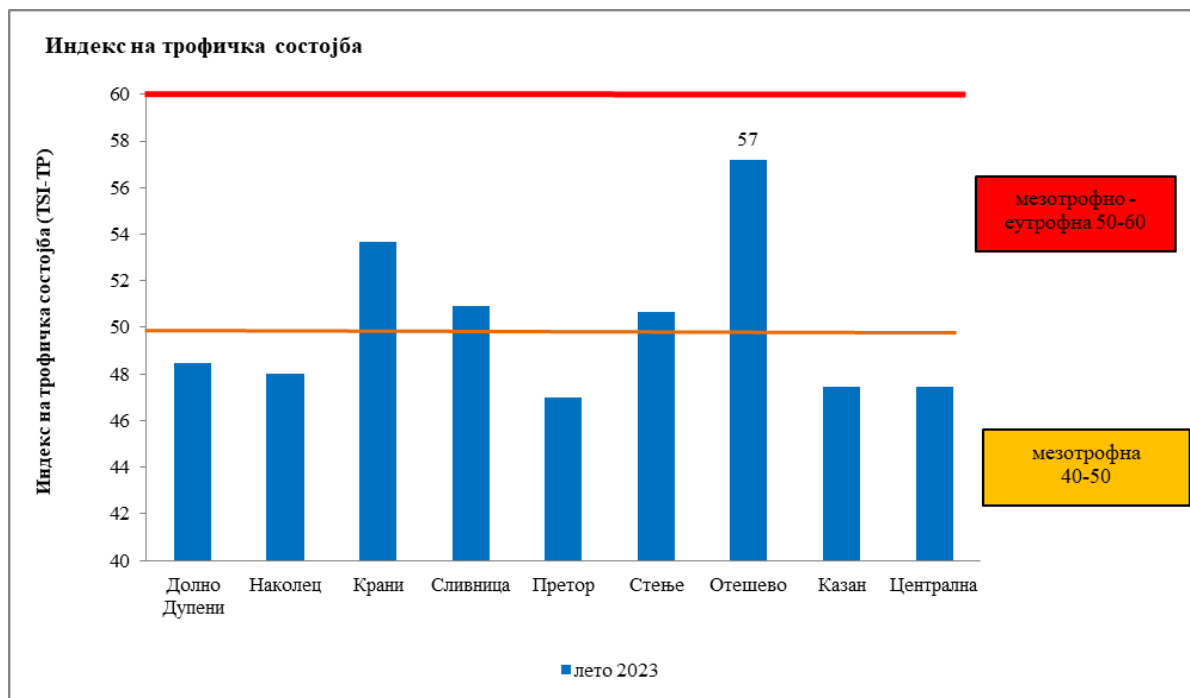
Слика 15. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро (ОЕЦД класификација, 1982)



Слика 16. Концентрации на вкупен фосфор во вертикалните профили на Преспанското Езеро (Казан и Централна точка) (ОЕЦД класификација, 1982)

За да се процени квантитативно трофичката состојба, се приоѓа кон пресметување на **индекс на трофичка состојба (Carlson, 1977)**. Овој индекс се користи како сумарен, брз и индикативен параметар за проценка на трофичката состојба на површинските акватишни екосистеми. Средните вредностите за индексот на трофичка состојба во литоралната зона и централната точка на Преспанското Езеро, врз основа на концентрацијата на вкупен фосфор е претставен на слика 17.

Според добиените вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети припаѓа во мезотрофно и мезотрофно-еутрофно подрачје.



Слика 17. Индекс на трофичка состојба врз база на концентрацијата на вкупен фосфор

Заклучоци

Според добиените вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети припаѓа во мезотрофно (Долно Дупени, Наколец, Претор, Казан и Централна точка) и мезотрофно-еутрофно подрачје (Крани, Сливница, Стење и Отешево).

Генерално, од добиените резултати, за содржината на органските материи како и за концентрациите на вкупен азот и вкупен фосфор екстремно високи вредности се евидентирани во Голема Река кај бензинска пумпа и Голема Река кај брана, што во голема мера влијае врз литоралната зона на Преспанското Езеро. Ваквата состојба укажува на континуирано внесување на нутриенти во езерскиот екосистем пред се преку површинските дотечи - реките и дренажните води од околните земјоделски површини. Добиените резултати укажуваат на силно антропогено влијание што допринесува за забрзување на процесот на еутрофикација односно забрзано стареење на акватичниот екосистем.

Ваквите показатели кои се добиени преку имплементација на проектот, во голема мера ќе допринесат за зачувување на биодиверзитетот, заштита на животната средина и идентификување на изворите на загадување кои влијаат на квалитетот на водата во езерскиот екосистем во целина. Сето тоа ќе допринесе кон подобрување на мерките за управувањето со Споменикот на природата Преспанско Езеро.

ФИЗИЧКО ХЕМИСКИ ИСТРАЖУВАЊА

Есенска кампања

Резултати и дискусија

Вредностите од анализите за физичко-хемиските параметри добиени за време на есента 2023 година, за истражуваните реки: Голема Река кај бензинска пумпа, Голема Река кај брана, Брајчинска и Кранска Река, се претставени во табела 1.

Табела 1. Физичко хемиски параметри за Реките во сливното подрачје на Преспанското Езеро, есен 2023 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема Река бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река брана
Температура (°C)	9.7	8.0	8.3	10.5
Боја mg l ⁻¹ Pt	35	25	15	60-70
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	202	46	47	241
pH	7.3	7.31	7.6	7.15
Матност (NTU)	10.7	6.9	4.1	25.2
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	110	25	23	134
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹	32,56	6,6	4,576	30,889
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	21	14	15	34
Органски (mg l ⁻¹)	11	8	8	12
Неоргански (mg l ⁻¹)	10	6	7	22
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	242	167	170	248
Органски (mg l ⁻¹)	191	79	86	151
Неоргански (mg l ⁻¹)	51	88	84	97
Проток m ³ s ⁻¹	0.428	0.248	0.484	

Резултатите добиени за физичко-хемиските параметри во локалитетите од литоралната зона на Преспанското Езеро која ги опфаќа: Долно Дупени, Наколец, Крани, Сливница, Претор, Стење и Отешево, се претставени во Табела 2.

Табела 2. Физичко хемиски параметри во литорална зона на Преспанското Езеро есен 2023 г.

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Долно Дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
Температура (°C)	12.7	13	11.3	13	12.4	11.3	10.7
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	5-10	5-10	5-10	15	10-5	5
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	208	207	215	208	215	207	218
pH	8.48	8.47	8.45	8.55	8.61	8.45	8.43
Матност (NTU)	2.7	2.9	3.48	2.3	11.3	5.5	4.2
Вкупна алкалност	112	116	113	115	113	104	112

(mg l ⁻¹ CaCO ₃)							
Хлориди (mg l ⁻¹)	24	28	27	31	32	28	30
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	16.5	10.5	13	15.5	18	13	15,5
Органски (mg l ⁻¹)	6	5	6	7	8	7,0	8,5
Неоргански (mg l ⁻¹)	10.5	5.5	7	8.5	10	6	7
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	159	135	156	128	143	184	159
Органски (mg l ⁻¹)	71	74	75	61	63	94	82
Неоргански (mg l ⁻¹)	88	61	81	67	80	77	82

За двата вертикални профили во Преспанското Езеро, Казан претставен со 4 длабочини (0,5м; 7м; 15м; 25м) и Централна точка со 3 длабочини (0,5м; 5м; 15м), вредностите се претставени во табелите 3 и 4.

Табела 3. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Казан, есен 2023 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегрирана
Просирност (m)	3,1				
Температура (°C)	12	11.4	11.2	11.2	11.5
боја mg l ⁻¹ Pt	10	5-10	5	5	5-10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	207	207	207	224	207
pH	8.36	8.39	8.39	8.43	8.37
Матност (NTU)	3.3	3.6	4.2	5.9	3.5
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	113	117	113	111	119
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	12	9,5	5,5	5	5,5
Органски (mg l ⁻¹)	8	5,5	6	4,5	4,0
Неоргански (mg l ⁻¹)	4,5	6	4	3	3
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	198	173	154	195	183
Органски(mg l ⁻¹)	105	89	78	108	97
Неоргански(mg l ⁻¹)	93	84	76	87	86

Табела 4. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Централна Точка, есен 2023 г.

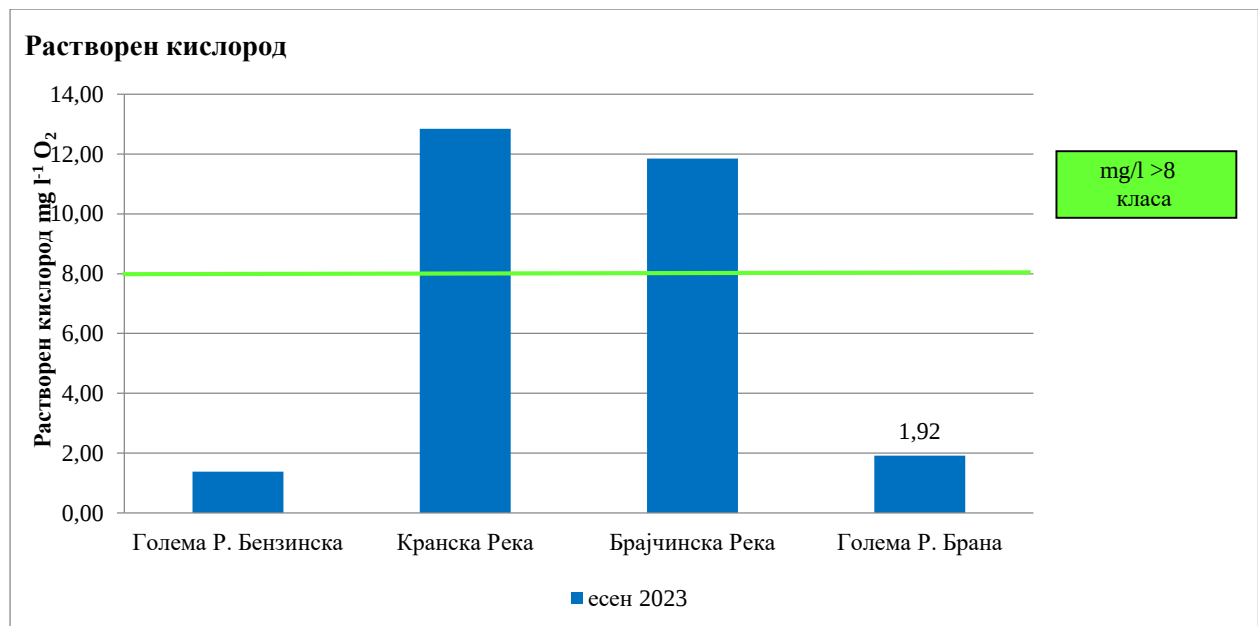
ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Централна 0м	Централна 5м	Централна 15м
Просирност (m)	3,1		
Температура (°C)	12.2	11.6	11.5
Боја mg l ⁻¹ Pt	10	10	10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	207	207	209
pH	8.38	8.35	8.35
Матност (NTU)	4.2	4.3	4.2
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	116	111	115

Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	10,5	11,5	10
Органски (mg l ⁻¹)	5,5	7	6,5
Неоргански (mg l ⁻¹)	5,0	4,5	3,5
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	167	182	187
Органски(mg l ⁻¹)	79	97	98
Неоргански(mg l ⁻¹)	88	85	89

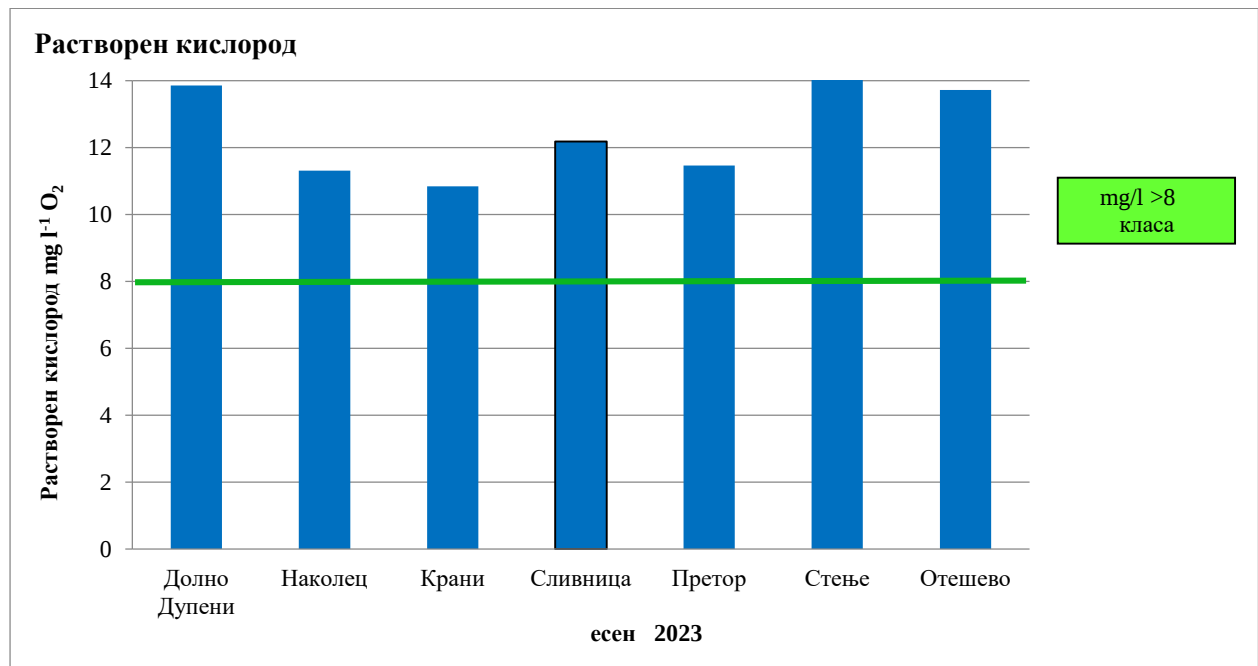
Најниски добиени вредности за температурата на водата за време на есенскиот период регистрирани се во реките, кои претставуваат проточни екосистеми и се планински реки. Повисоки вредности за температурата се евидентирани во езерскиот појас кој е најблиску до брегот на езерото, поради малата длабочина и брзото загревање на водата, како и површинската вода од централната точка на дефинираниот вертикален профил. Бојата на водата во локалитетите од литоралната зона на Преспанското Езеро, како и во вертикалните профили кај Казан и Централна точка за време на истражуваниот период се движи од 5-10 mg l⁻¹ Pt. Значително високи вредности за бојата на водата се регистрирани во реките, а посебно во Голема Река кај бензинска пумпа 35 mg l⁻¹ Pt и Голема Река кај брана 60-70 mg l⁻¹ Pt. Според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99) врз основа на добиените вредности за суспендираните материи, водата од истражуваните локалитети (реки, литорална зона и вертикални профили кај Казан и Централна точка) генерално припаѓа во I-II класа. Вредностите за сувиот остаток после испарување се во границите кои укажуваат на квалитет на вода од I класа. Повисоки вредности за матноста (максимална вредност евидентирана во Голема Река кај брана изнесува 25,2 mg l⁻¹), суспендираните материи (максимална вредност евидентирана во Голема Река кај брана изнесува 34 mg l⁻¹) и вкупниот остаток после испарување (максимална вредност евидентирана во Голема Река кај брана изнесува 248 mg l⁻¹) за време на истражуваните кампањи се должат пред сè на составот на подлогата.

Кислородните параметри претставени се со концентрациите на растворен кислород, биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена и потрошувачка на калиум перманганат потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем.

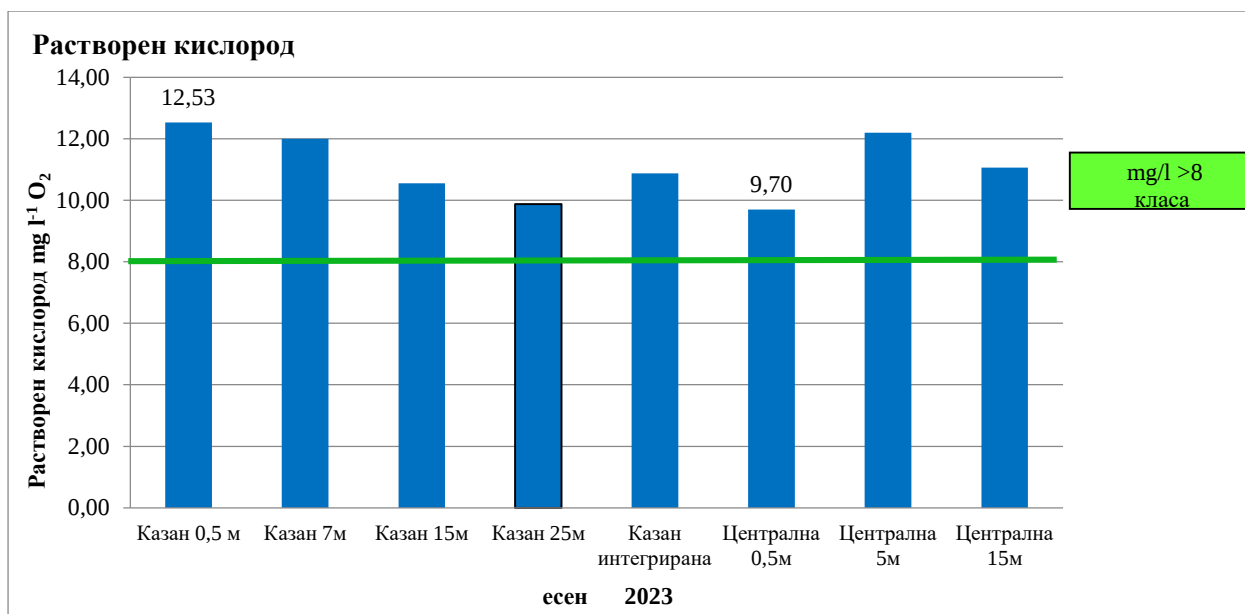
Резултатите за концентрациите на растворен кислород во анализираните примероци вода од реките се претставени графички на слика 1, во примероците од литоралната зона на слика 2, додека во примероците од вертикалните профили Казан и Централна точка, се претставени на слика 3.



Слика 1. Вредности за концентрациите на растворен кислород во реките



Слика 2. Вредности за концентрациите на растворен кислород во литоралната зона на Преспанското Езеро



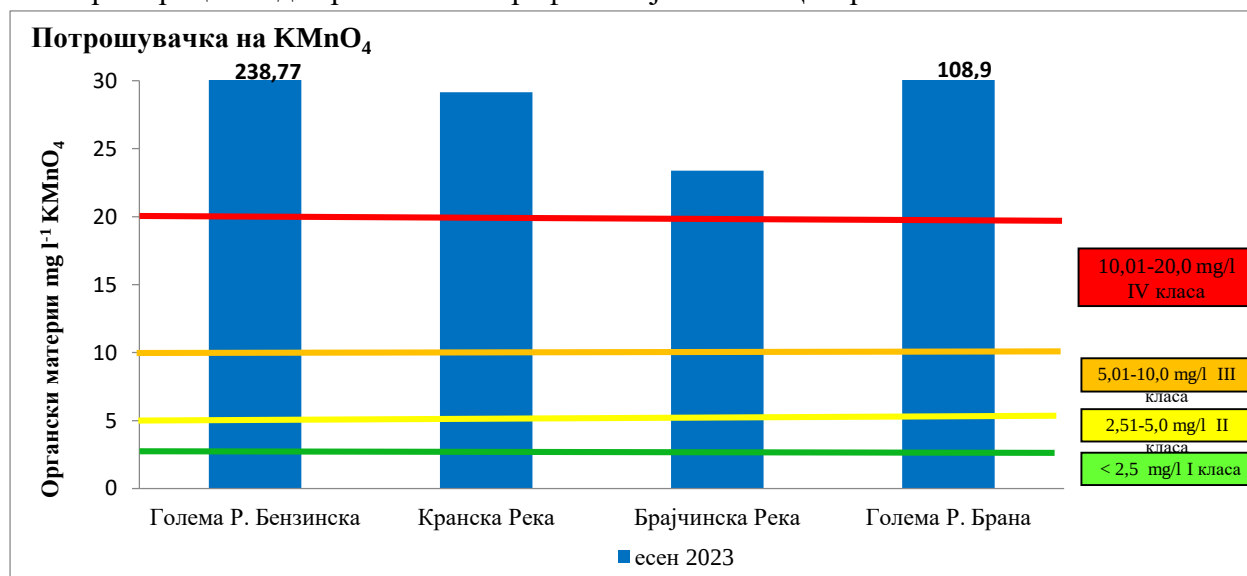
Слика 3. Вредности за концентрациите на растворен кислород во вертикалните профили кај Казан и Централна точка на Преспанското Езеро

Добиените вредности за овој параметар за време на истражуваниот пролетен период, укажуваат на добра снабденост со кислород во сите дефинирани локалитети од литоралната зона, вертикалните профили кај Казан и Централна точка и во примероците од Кранска и Брајчинска Река. Вредностите за концентрациите на растворен кислород се повисоки од $8 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99), врз основа на овој параметар укажува на квалитет на вода од I класа. Исклучок од ваквата состојба е забележан во примероците колекционирани од Голема Река кај бензинска пумпа Ресен и Голема Река кај брана. Состојбата кај овие локалитети е алармантна, концентрациите на растворен кислород се многу ниски, под $2 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што значи V класа според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99), односно без кислородни услови во овој речен систем.

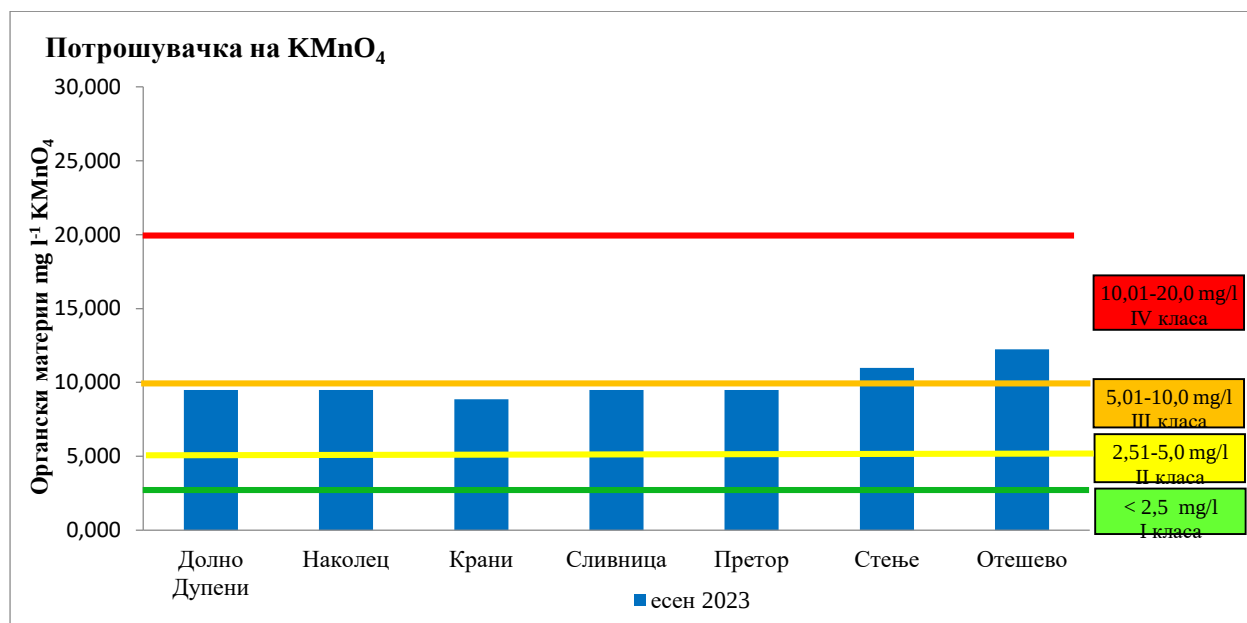
Содржината на **растворените биоразградливи органски материи** во водата се претставени како потрошувачка на KMnO_4 потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем. Вредностите за овој параметар во истражуваните локалитети се претставени графички на: слика 4 во примероците колекционирани од реките, слика 5 за примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро и слика 6 за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.

Добиените вредности за содржината на органски материи (претставени како потрошувачка на KMnO_4) имаат значително високи вредности во сите истражувани мерни места. Посебно екстремно високи вредности се евидентирани во примероците колекционирани од Голема Река кај бензинска пумпа ($238,77 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Голема Река кај брана ($108,9 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), што укажува на силното антропогено влијание врз оваа река и отоварувањето на реката со органски материи. Вредностите во литоралната зона на Преспанското Езеро, како и во вертикалниот профил кај Казан и Централна точка се повисоки од $10 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата врз основа на овој параметар во истражувните локалитети припаѓа генерално во

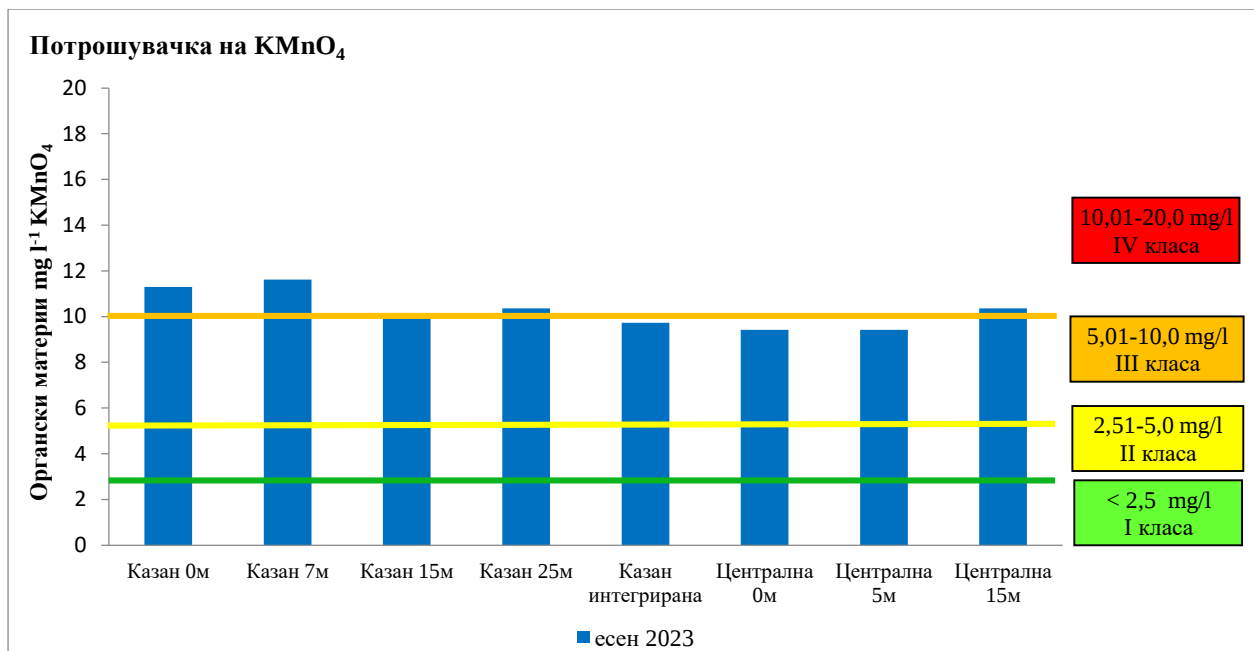
IV класа. Генерално, вака добиените вредности укажуваат на силно антропогено влијание посебно врз реките, кое се одразува и во литоралната зона на Преспанското Езеро (посебно во близина на речните устија), што доведува до интензивно органско оптеретување во истражуваните мерни места. Ваквата состојба во голема мера се одразува и врз Преспанското Езеро во целина кое се покажува со вредностите добиени и во примероците од вертикалните профили кај Казан и Централна точка.



Слика 4. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во водата од реките



Слика 5. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



Слика 6. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

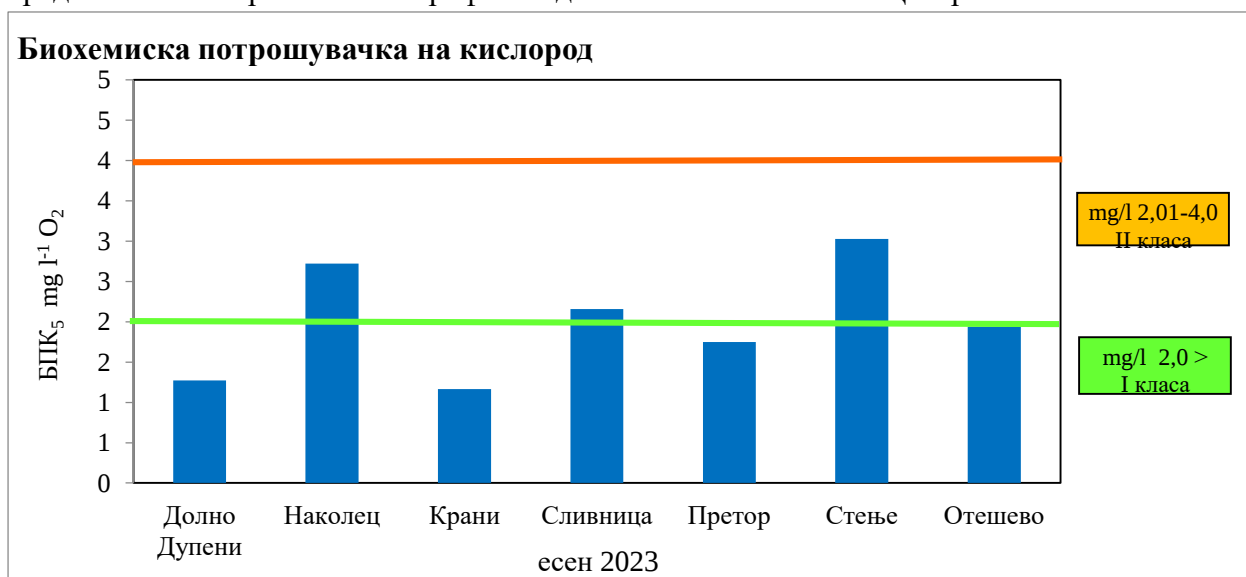
Биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена, претставува индикатор на органското загадување во водните екосистеми.

Вредностите за БПК₅ во примероците од реките се претставени во табела 5.

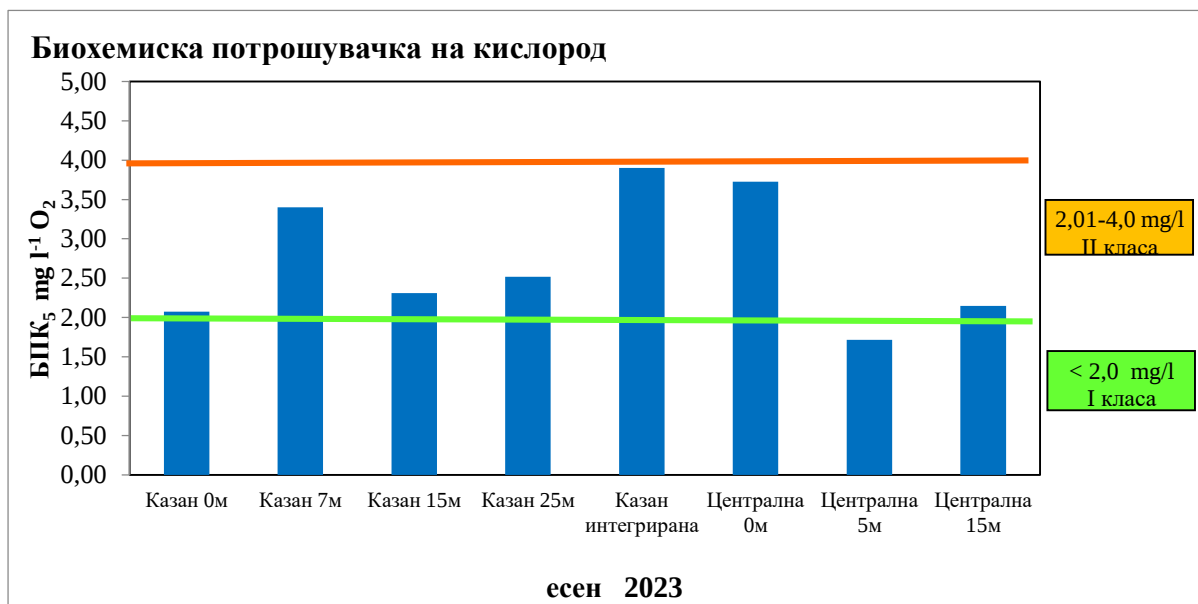
Табела 5. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во реките, есен 2023

	Голема река бенз.	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река кај брана
Биохемиска потрошувачка на кислород ($\text{mg l}^{-1} \text{O}_2$)	Потрошено целосно	2,521	0,676	Потрошено целосно

Вредностите за БПК₅ во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро се претставени графички на слика 7, додека на графикот на слика 8 дадени се вредностите за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.



Слика 7. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



Слика 8. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Вредностите добиени за биохемиската потрошувачка на кислород се во корелација со вредностите за содржината на органските биоразградливи материи. Врз основа на добиените вредности во реките (Кранска и Брајчинска), литоралната зона и вертикалните профили кај Казан и Централна точка, можеме да констатираме дека според Уредбата за класификација на води генерално квалитетот на водата припаѓа во I-II класа. Во примероците колекционирани од Голема Река кај бензинска пумпа и Голема Река кај брана регистрирана е целосна потрошувачка на кислородот за разградување на органските биоразградливи материи од страна на бактериите, односно имаме случај на безкислородни односно аноксични услови.

Проценката на квалитетот на водата во истражуваните локалитети се одредува врз основа на концентрациите на вкупен фосфор и вкупен азот. Добиените резултати од анализите укажуваат на присуство на азотните форми во истражуваните примероци вода и тоа нитратен, нитритен, амонијачен и азот по Kjeldahl (органски азот). Вредностите за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од реките се претставени во табела 6, од литоралната зона вредностите се во табела 7, вредностите за вертикалниот профил кај Казан во табела 8 и за Централна точка во табела 9.

Присуството на нитритниот азот во истражуваните локалитети за време на истражуваниот период е евидентиран во релативно ниски концентрации, кои генерално се пониски од $2 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$. Присуството на амонијачниот азот е забележано во значително високи концентрации во Голема Река кај бензинска пумпа ($124,17 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$) и Голема Река кај брана ($52,854 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$) и во поголемите длабочини од вертикалните профили. Присуството на амонијачен азот укажува на фекално загадување во акваторичниот екосистем, поточно извор на фекални компоненти кои доспеваат во литоралната зона на езерото преку реките, а пред се поради нерешени комунални

прашања во истражуваниот регион. Влијанието на реките во литоралната зона се одразува и врз Преспанското Езеро во целина.

Табела 5. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдаhl) во примероците од реките, есен 2023

Пролет 2024	Голема Река Бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река кај брана
NO ₂ -N (µg l ⁻¹)	13.695	2.608	0.869	7.174
NO ₃ -N (µg l ⁻¹)	204.86	36.957	19.163	13.232
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	124,17	Н.д	Н.д	52,854
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	1778.60	505.05	361.59	1350.73

Табела 6. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдаhl) во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

Пролет 2024	Долно Дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
NO ₂ -N (µg l ⁻¹)	0.536	0.357	0.536	0.357	0.179	1.661	1.827
NO ₃ -N (µg l ⁻¹)	6.637	5.808	4.563	6.637	4.148	7.804	8.362
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	21.616	15.789	31.067	15.751	10.796	Н.д	Н.д
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	103.95	629.73	739.74	666.98	76.226	1171.04	849.15

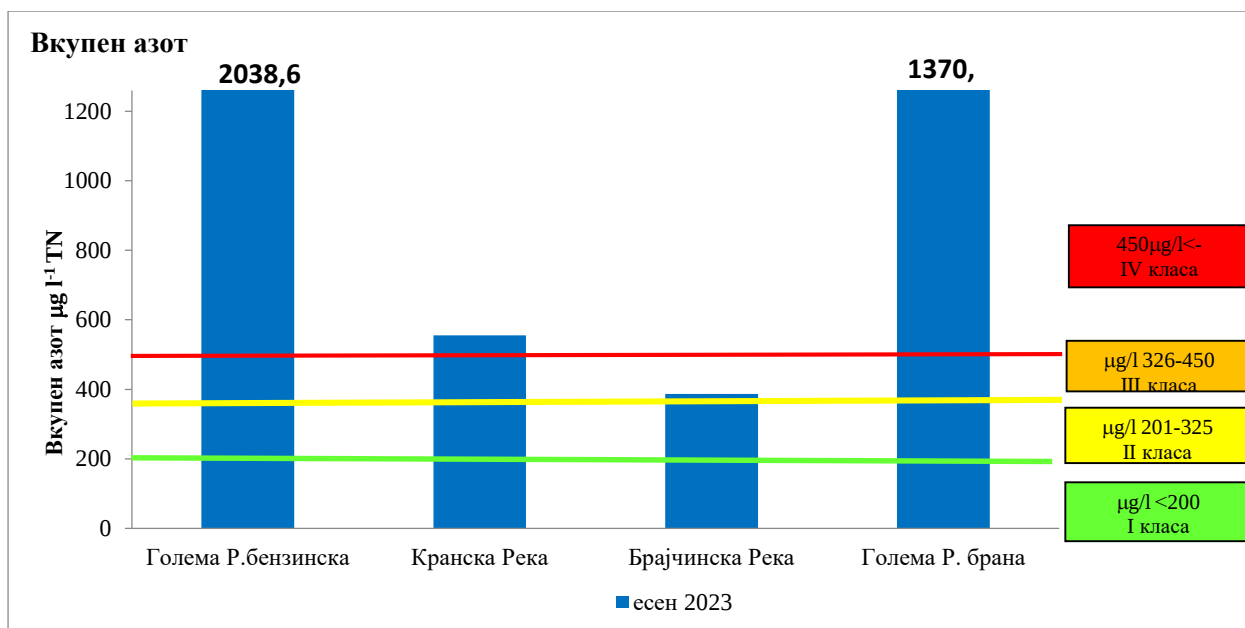
Табела 7. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдаhl) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Пролет 2024	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегрирана
NO ₂ -N (µg l ⁻¹)	1.992	1.661	1.494	1.661	1.494
NO ₃ -N (µg l ⁻¹)	20.068	7.247	6.689	5.574	7.804
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	9.249	39.37	37.812	7.399	27.174
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	673.32	623.44	646.57	585.93	690.97

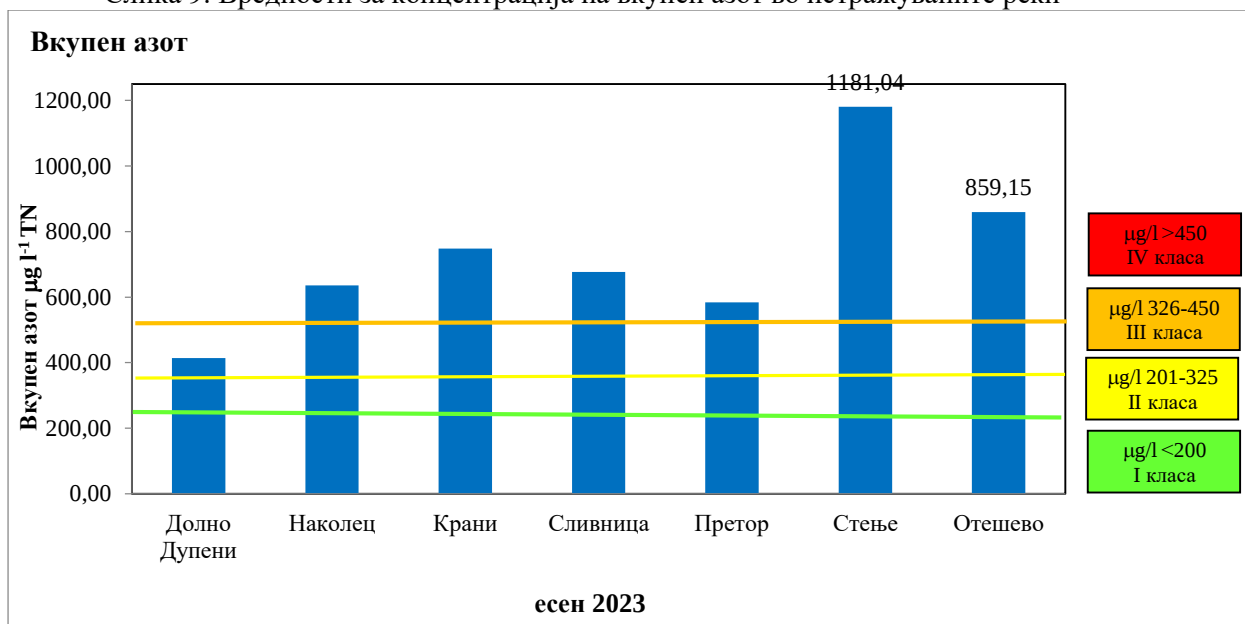
Табела 8. Вредности за концентрацијата на нитратен азот во вертикалниот профил

Пролет 2024	Централна 0,5м	Централна 5м	Централна 15м
NO ₂ -N (µg l ⁻¹)	1.992	1.328	1.494
NO ₃ -N (µg l ⁻¹)	10.592	6.689	7.247
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	Н.д	9.249	10.637
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	944.41	631.50	1151.36

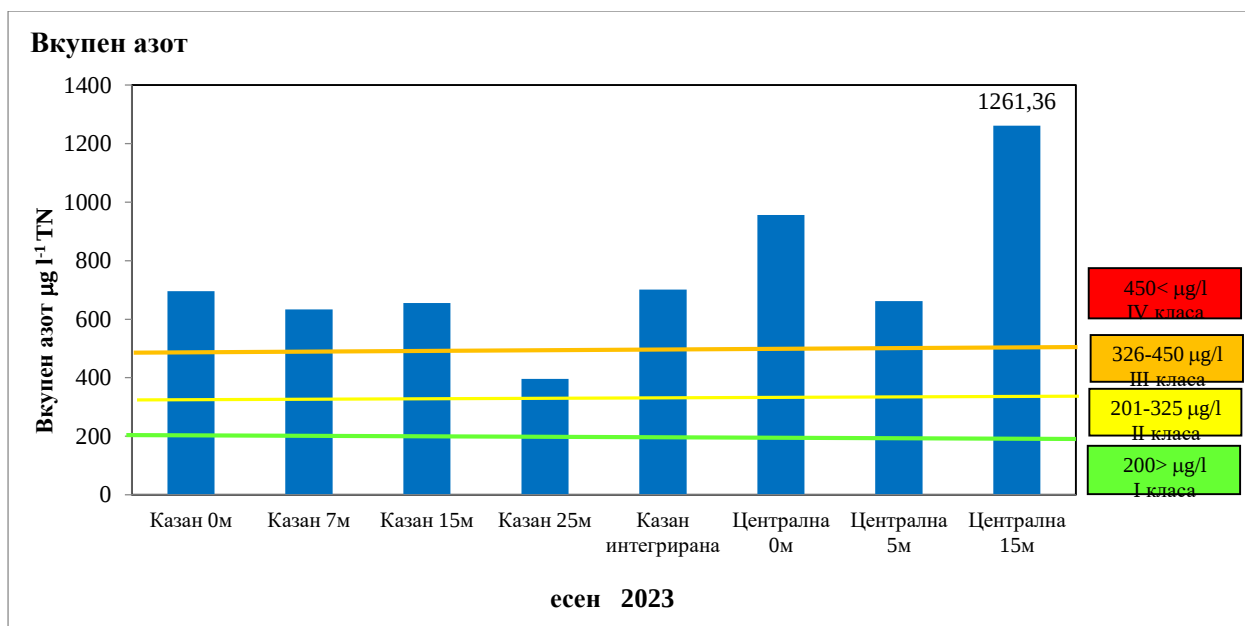
Добиените вредности за концентрациите на вкупен азот (претставен како збир на органските и неорганските азотни форми), во истражуваните Реки, се претставени графички на слика 9, за литоралната зона на слика 10, додека за вертикалните профили кај Казан и Централна точка, на слика 11.



Слика 9. Вредности за концентрација на вкупен азот во истражуваните реки



Слика 10. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

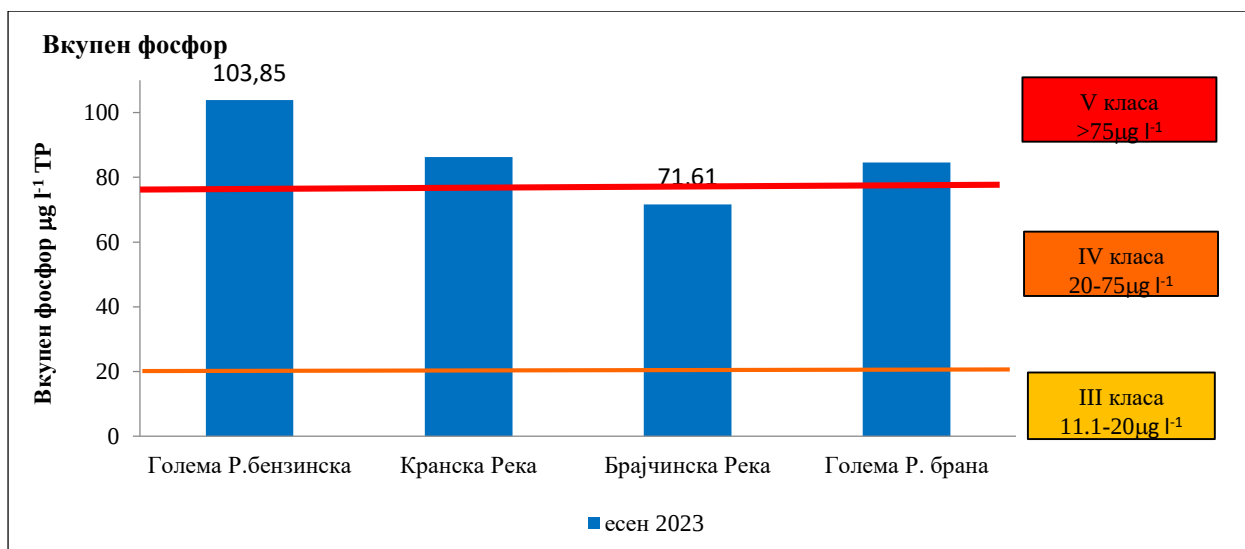


Слика 11. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Од добиените резултати може да се констатира дека за време на истражуваниот период, највисоки вредности за вкупниот азот се евидентирани во истражуваните реки од преспанското сливно подрачје, со максималната вредност евидентирана во Голема Река кај бензинска пумпа која изнесува $2038,36 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$. Според Уредбата за класификација на води, водата во Кранска и Брајчинска Река реките се движи во границите II-III класа, со исклучок на Голема Река кај бензинска пумпа и Голема Река кај брана, каде имаме премин во IV класа.

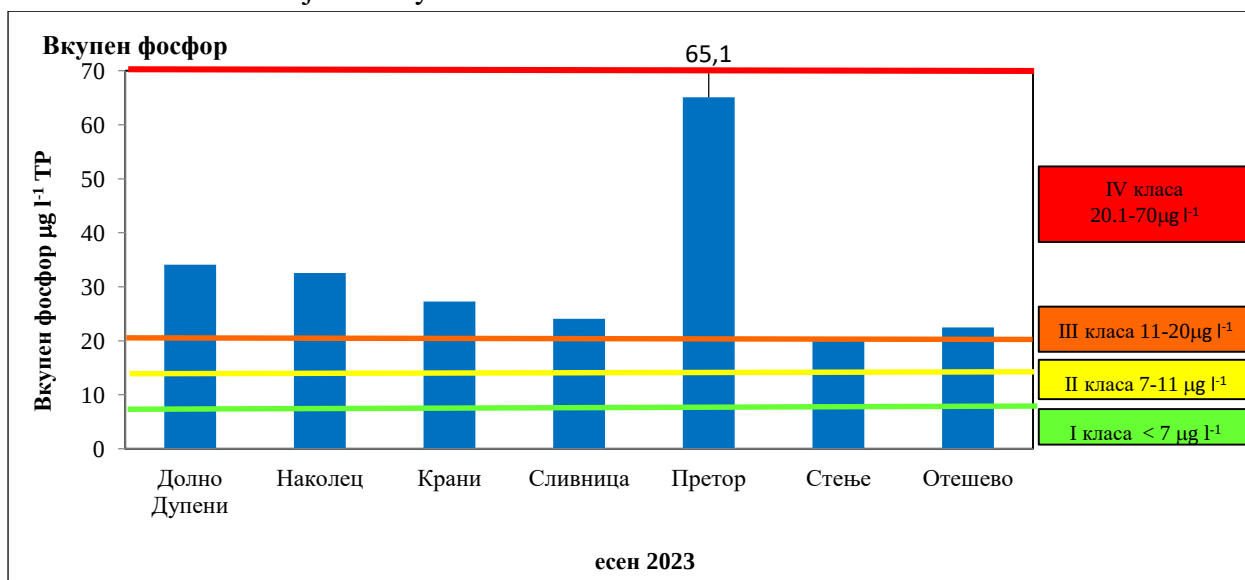
Врз основа на концентрациите на вкупен азот според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата од истражуваните локалитети во литоралната зона укажува генерално на квалитет на вода од III и IV класа. Исклучок од ваквата состојба е регистриран во литоралот Стење ($1181,04 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$) и Отешево ($859,15 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$), каде се евидентирани значително високи вредности за концентрациите на вкупен азот. Вредностите за овој нутриент регистрирани во примероците од вертикалните профили на езерото, кај Казан и Централна точка генерално според Уредбата за класификација на водите припаѓаат во IV класа. Максималната вредност е евидентирана во Централна точка на длабочина од 15 метри ($1261,36 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$). Добиените резултати во истражуваните локалитети укажуваат на зголемено нутриентно оптоварување.

Добиените вредности за концентрациите на вкупен фосфор се претставени графички на сликите: Сл.12 за примероците колекционирани од реките, Сл.13 за примероците од литоралната зона на езерото и Сл.14 за вертикалните профили кај Казан и Централна точка.

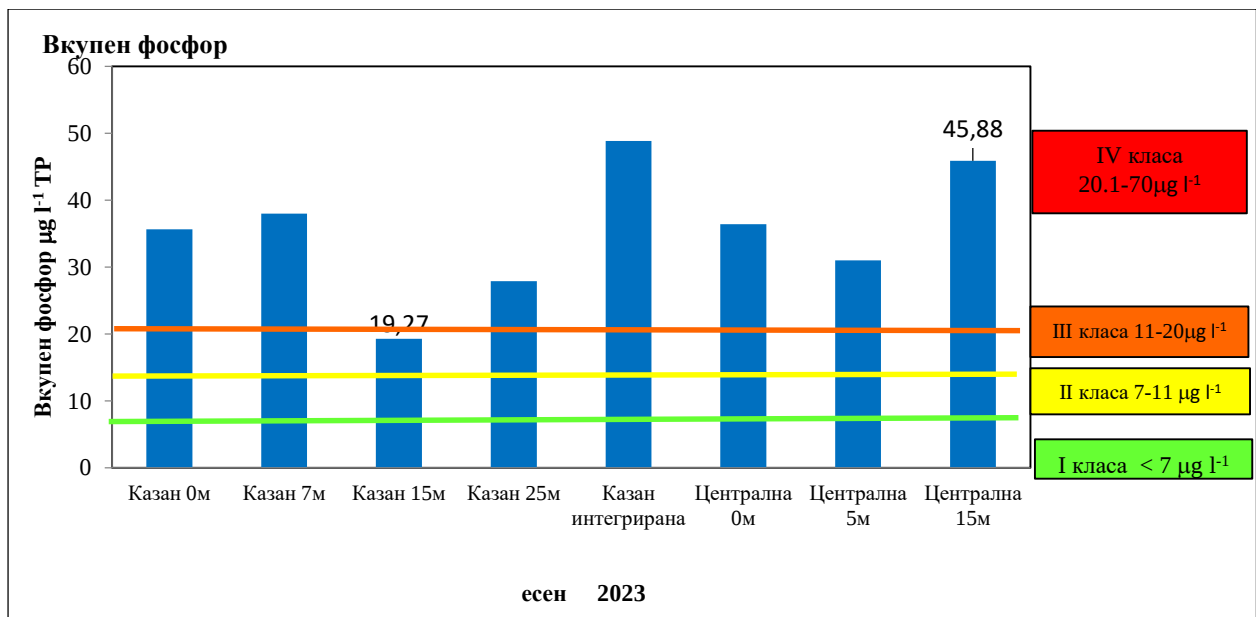


Слика 12. Концентрации на вкупен фосфор во реките
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

Врз основа на анализираните примероци вода може да се констатира дека значително високи концентрации за вкупен фосфор, за време на есенскиот период се евидентирани во примероците од реките и тоа за Голема Река кај бензинска пумпа ($103,85 \mu\text{g l}^{-1}$ TP) и Кранска Река ($86,25 \mu\text{g l}^{-1}$ TP). Врз основа на уредбата за класификација на водите, квалитетот на водата во реките од сливното подрачје на Преспанското Езеро припаѓа во IV класа. Максималната вредност во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро е евидентирана во локалитетот Претор, што укажува на големото влијание на Голема Река врз квалитетот на водата во литоралната зона во близина на нејзиното устие.

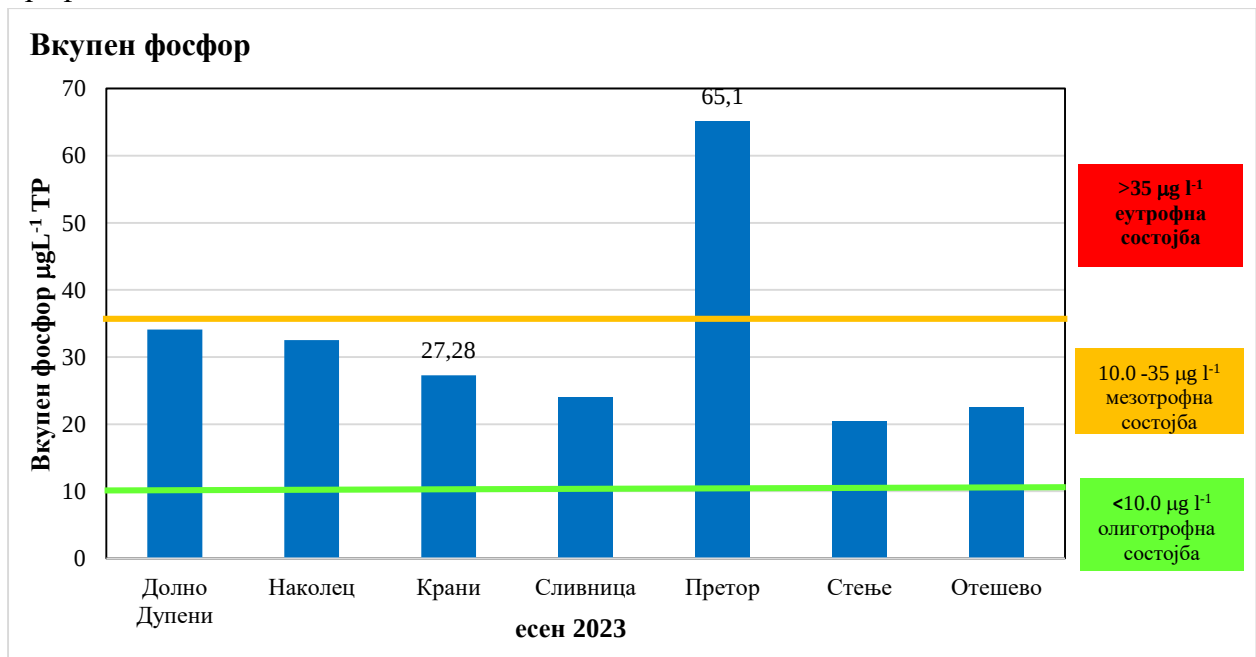


Слика 13. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

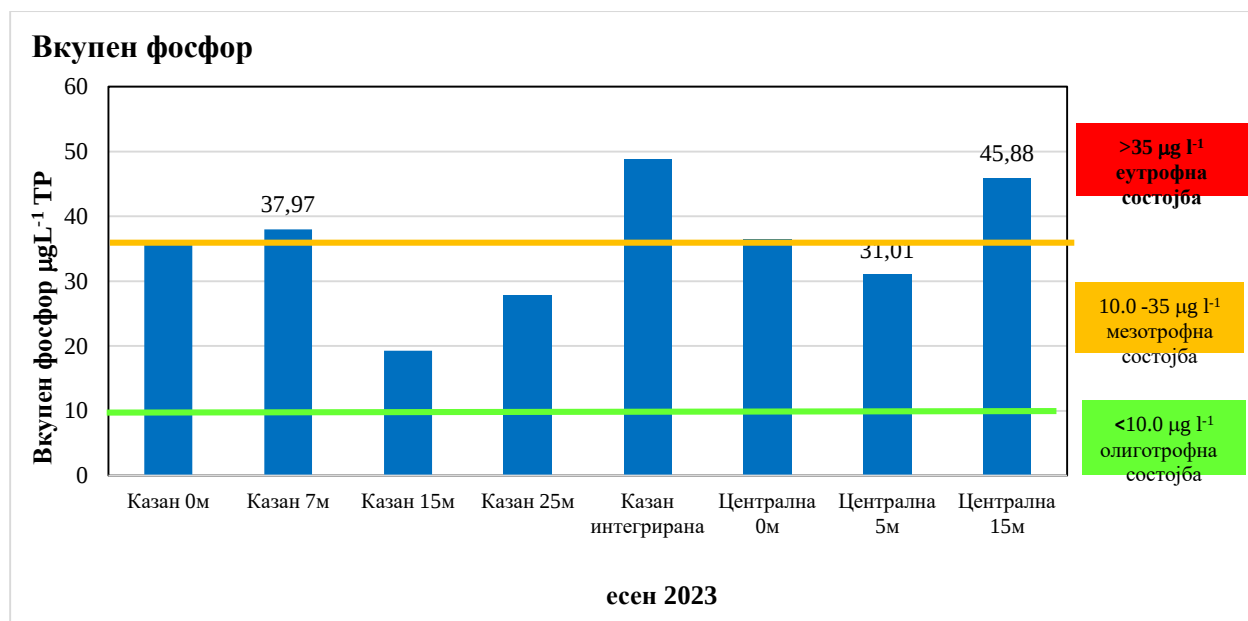


Слика 14. Концентрации на вкупен фосфор во примероците од вертикалните профили на Преспанското Езеро – Казан и Централна точка (Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

Вредностите за вкупен фосфор во примероците од литоралната зона и вертикалните профили кај Казан и Централна точка според Уредбата за класификација на водите припаѓа генерално во IV класа, односно мезотрофен карактер според OECD класификацијата (1982), што е прикажано графички на сликите 15 и 16. Вредноста евидентирана за локалитетот Централна точка на длабочина од 15 метри изнесува 45,88 $\mu\text{g l}^{-1}$ TP, што воедно претставува и максимална вредност евидентирана за вертикалните профили.



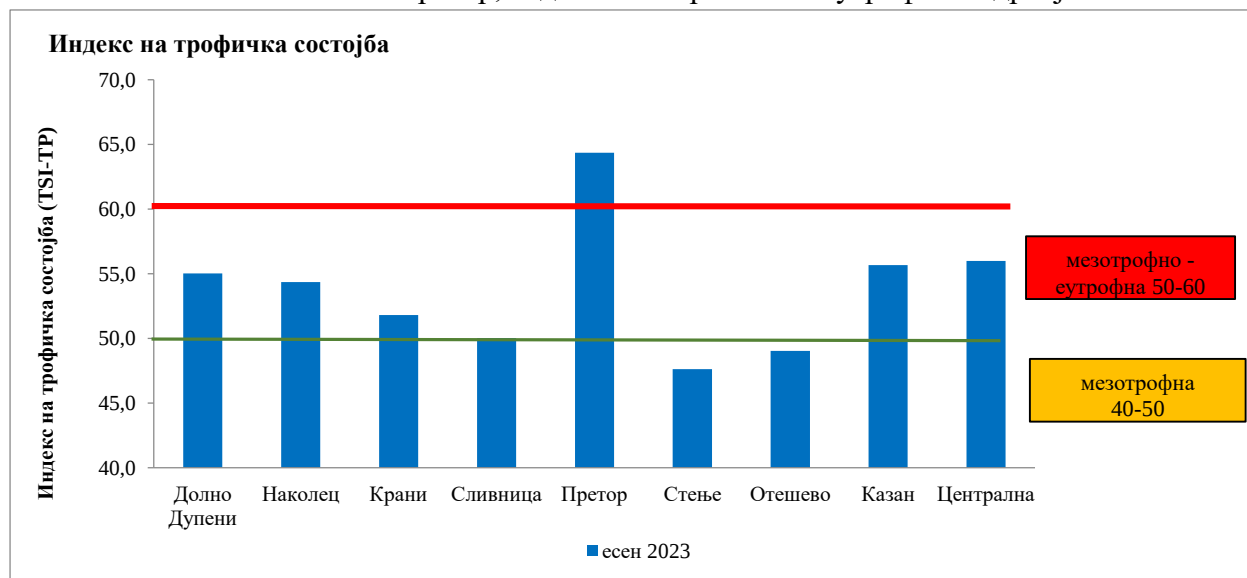
Слика 15. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро (ОЕЦД класификација, 1982)



Слика 16. Концентрации на вкупен фосфор во вертикалните профили на Преспанското Езеро (Казан и Централна точка) (ОЕЦД класификација, 1982)

За да се процени квантитативно трофичката состојба, се приоѓа кон пресметување на **индекс на трофичка состојба (Carlson, 1977)**. Овој индекс се користи како сумарен, брз и индикативен параметар за проценка на трофичката состојба на површинските акваторични екосистеми. Средните вредностите за индексот на трофичка состојба во литоралната зона и централната точка на Преспанското Езеро, врз основа на концентрацијата на вкупен фосфор е претставен на слика 18.

Според добиените вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети припаѓа во мезотрофно и мезотрофно-еутрофно подрачје. Исклучок од ваквата состојба е забележан во локалитетот Претор, каде имаме премин во еутрофно подрачје.



Слика 17. Индекс на трофичка состојба врз база на концентрацијата на вкупен фосфор

Заклучоци

Од извршените анализи за време на есенскиот период можеме да заклучиме дека се добиени значително високи вредности за концентрациите на органските биоразградливи материи и концентрациите на вкупен азот и вкупен фосфор во примероците вода колекционирани од реките. Посебно високи вредности, што воедно се и максимални се евидентирани во Голема Река и тоа и кај локалитетот кај бензинската пумпа и кај браната. Според Уредбата за класификација на водите, врз основа на концентрациите на вкупен азот и вкупен фосфор, како и содржината на органските

Според добиените вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети припаѓа во мезотрофно и мезотрофно-еутрофно подрачје. Исклучок од ваквата состојба е забележан во локалитетот Претор, каде имаме премин во еутрофно подрачје.

Генерално, од добиените резултати, за содржината на органските материи како и за концентрациите на вкупен азот и вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро, како и во вертикалните профили кај Казан и Централна точка, според Уредбата за класификација на водите, укажуваат на квалитет на вода од III – IV класа. Ваквата состојба укажува на зголемено органско и нутриентно оптоварување во водата од истражуваните локалитети, односно континуирано внесување на нутриенти во езерскиот екосистем пред се преку површинските дотеци - реките и дренажните води од околните земјоделски површини. Добиените резултати укажуваат на силно антропогено влијание што допринесува за забрзување на процесот на еутрофикација односно забрзано стареење на акватичниот екосистем.

Ваквите показатели кои се добиени преку имплементација на проектот, во голема мера ќе допринесат за зачувување на биодиверзитетот, заштита на животната средина и идентификување на изворите на загадување кои влијаат на квалитетот на водата во езерскиот екосистем во целина. Сето тоа ќе допринесе кон подобрување на мерките за управувањето со Споменикот на природата Преспанско Езеро.

МИКРОБИОЛОШКИ АНАЛИЗИ

Зимска и пролетна кампања

Изготвил: Д-р. Ленче Локоска

Одделение за микробиологија

Во зима и пролет 2023 година колекционирани се мостри вода за микробиолошки анализи од Преспанско Езеро и неговите притоки, од 19 мерни места, од следните локалитети:

- По течението на реките
 - Голема Река – бензинска
 - Голема Река – брана
 - Кранска и
 - Брајчинска Река како и од
 - Пречистотелна станица - Езерани
- Од крајбрежниот дел на Преспанско Езеро и тоа локалитетите:
 - Претор одморалиште,
 - Крани (кај вливот на Кранска Река во Езеро),
 - Наколец - пред вливот на Брајчинска Река во Езеро
 - Сливница
 - Отешево одморалиште и
 - Стење и
- Од два вертикални профили од слободната вода на Преспанско Езеро
 - вертикален профил централна точка (при 15 м максимална длабочина) и тоа од површинскиот слој на вода (0,5м), 5м и 14 метри) и
 - вертикален профил - Казан (при 30 м максимална длабочина) и тоа од површинскиот слој на вода (0,5м), 7м, 15м и 25 метри.

Микробиолошките индикатори од санитарен аспект, како и индикаторите за проценка на органската контаминација се анализирани според Македонски стандардни процедури, Директивите на Европската Унија, ИСО стандардите, Светската здравствена организација и други стандардни методи: (Уредба за категоризација на водите - Сл. Весник на Р.М. бр. 18/99; Правилник за безбедност на водата - Сл. Весник на Р.М. бр. 183 од 2018г.; EU-Surface & Drinking Water Directive 75/440/EEC; EU-Bathing Water Directive 2006/7/EC and repealing directive 76/160/EEC, ISO standard, WHO, Standard methods AFA-AWA-WPCF, 2005).

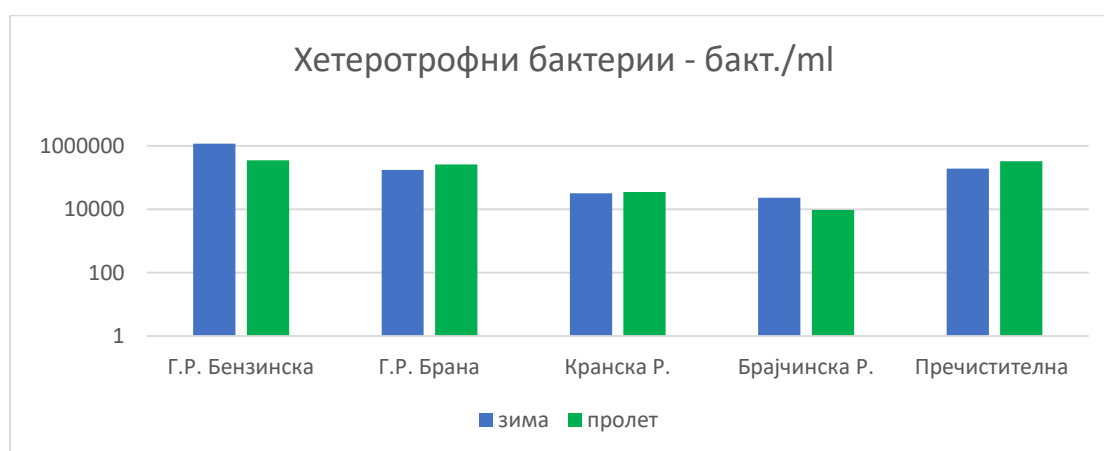
Во склоп на микробиолошките анализи истражувањата опфатија параметри од санитарен и параметри од еколошки аспект (физиолошки групи на бактерии): вкупен број на колиформни бактерии, *Escherichia coli*, ентерококи (фекални стрептококи), хетеротрофни бактерии определувани на температура од 22°C (психрофили), протеолитички, амилолитички, липолитички и фосфоминерализаторни бактерии. Изведените анализи се според светски познати и признати научни методи и стандарди.

Класификацијата на водата е извршена според Европските директиви и најновата класификација дадена од експерти за микробиологија на Унијата (Kavka & Poetsch, 2002), (Kohl, 1975), како и според Уредбата за категоризација на водите (Сл. В. на Р.М. бр. 18/99).

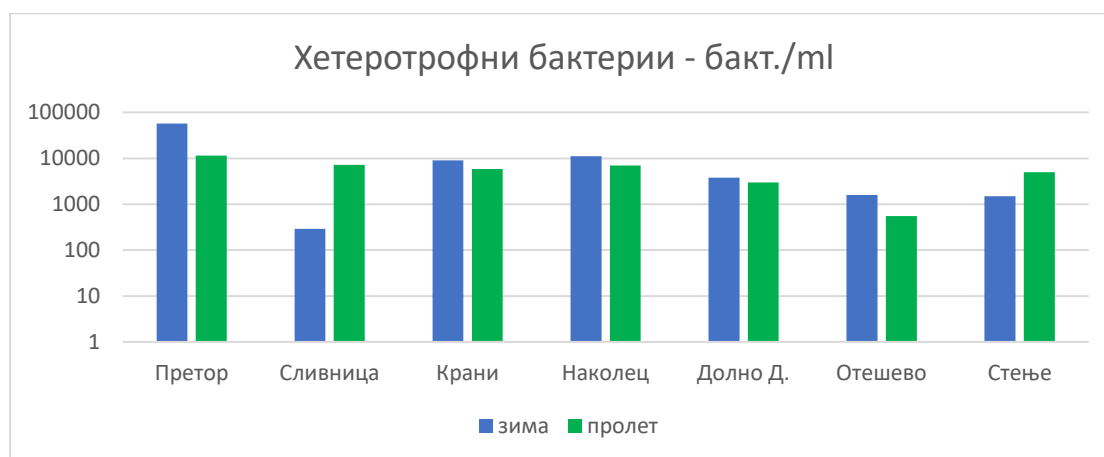
Резултатите добиени од микробиолошките истражувања на водата од Преспанското Езеро и неговите притоки се претставени во форма на графици.

Квалитетот на површинските води е од исклучителна важност, како за организмите кои живеат во нив, така и за луѓето кои ги користат за различни потреби. Бактериите се идеални сензори за индикација на микробиолошко загадување на водите. Дури и кога биолошкиот и хемискиот квалитет на водата е прифатлив, микробиолошките параметри можат да покажат сериозно антропогено влијание кое се карактеризира со голема бројност на бактерии. Деталното познавање на фекалното загадување во водните средини е од клучно значење за активностите за управување со сливот, со цел одржување на безбедни води за рекреативни и економски цели.

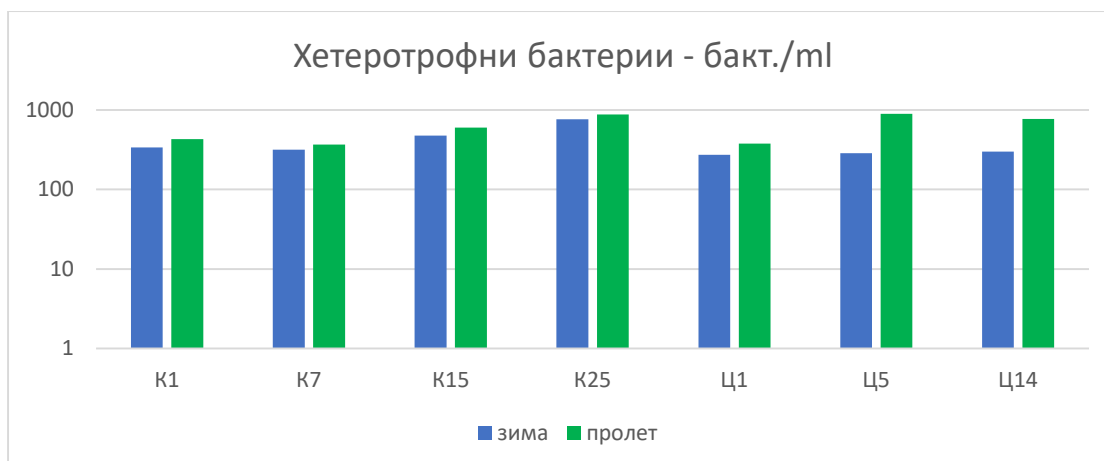
Хетеротрофните бактерии (органотрофи, хемоорганотрофи, сапрофити) се најраширената група на бактерии во природата според типот на метаболизмот. За овие бактерии органската материја е извор на јагленород и на енергија. Концентрацијата на органските материи кореспондира со застапеноста на хетеротрофните бактерии (хетеротрофни психрофилни бактерии на 22°C), односно тие се показатели за органското загадување на водата.



Сл. 1. Хетеротрофни бактерии во водата од притоците на Преспанско Езерото и од пречистителната станица Езерани



Сл. 2. Хетеротрофни бактерии во крајбрежната вода од Езерото



Сл. 3. Хетеротрофни бактерии (вертикален профил) - слободна вода од Езерото Локалитети - Казан (К) и централна точка (Ц)

Според добиените резултати за присуството и бројноста на хетеротрофните бактерии во испитуваните примероци на вода од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки може да се забележи нивно сезонско и просторно варирање (Сл. 1, 2 и 3).

Од сликата 1 може да се забележи дека за цело време од истражувањата, сите максимални вредности се евидентирани во водата на Голема Река кај бензинска каде што во зима надминуваат милјон бактерии во еден милилитар вода, а најмали се во Брајчинска Река.

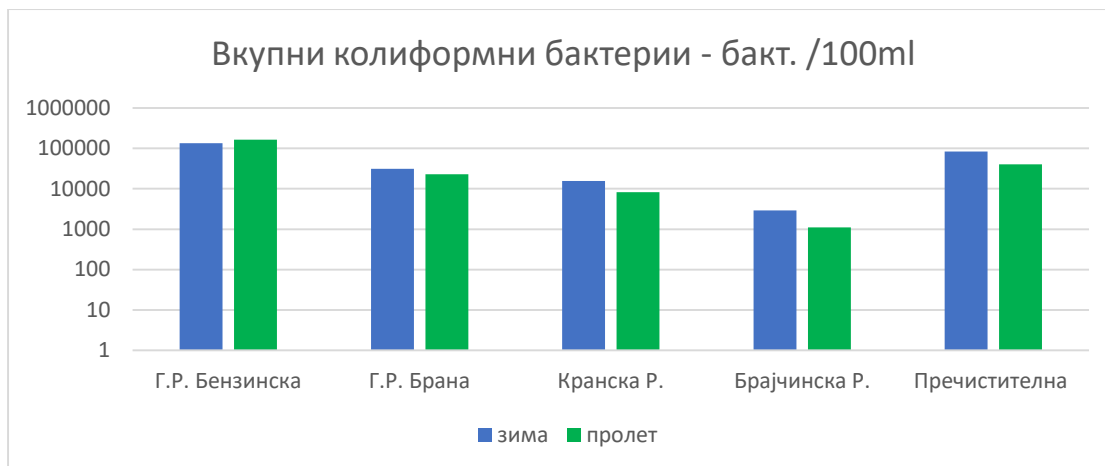
Во водата од литоралот на Езерото, овие бактерии најмногу ги има кај Претори (56950 бакт./ml во зима).

Хетеротрофните бактерии се релативно помалку застапени во водата од вертикален профил на Преспанско Езеро (Сл. 3). Генерално, вредностите се помали од 1000 бакт./ml во двете сезони на сите мерни места.

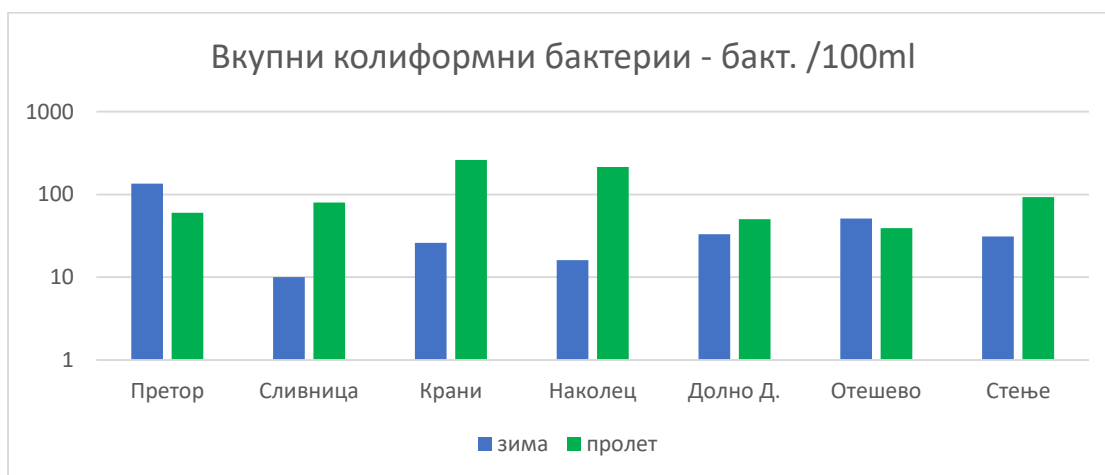
Во чистите извори, потоци, реки, езера, нема колиформни бактерии кои доаѓаат со комуналните води, односно фекалните отпадни води. Колиформните бактерии се наоѓаат во цревата на луѓето и животните, а со излачевините (фецес, урина) доаѓаат во комуналните отпадни води, во надворешната животна средина и директно или индиректно ги загадуваат водните тела.

На сликите 4, 5 и 6 се претставени добиените резултати за вкупниот број на колиформни бактерии во водата од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки. Овие бактерии се евидентирани во двете сезони во водата од сите истражувани локалитети. Од притоците на Езерото најмногу се присутни во Голема Река кај бензинска, а најмалку во водата на Брајчинска Река.

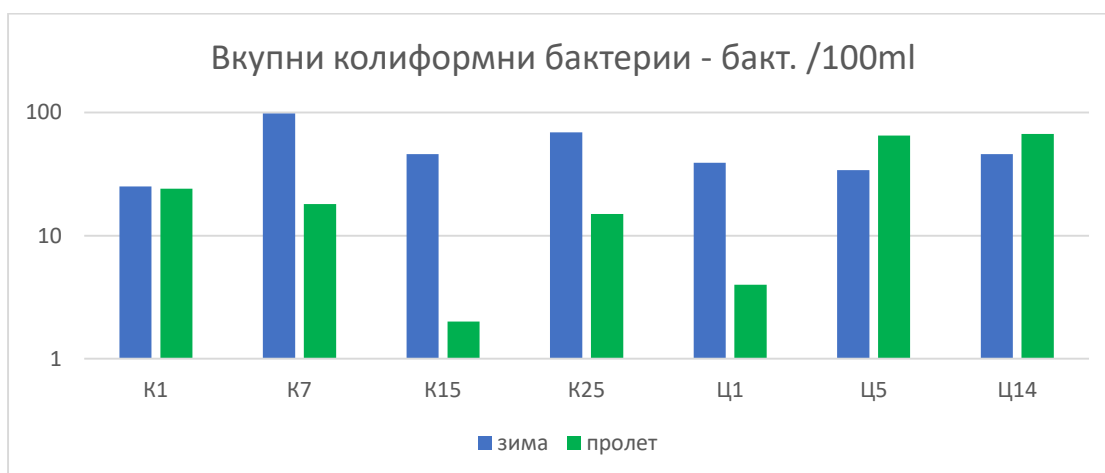
Колиформни бактерии се евидентирани и во водата од Езерото, каде што во литоралниот дел максимумот од 260 бакт./100ml е кај Претор, а во слободната вода се релативно помалку (под 100 бактерии во 100ml вода).



Сл.4. Колиформни бактерии во водата од реките и пречистителната станица



Сл. 5. Колиформни бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото



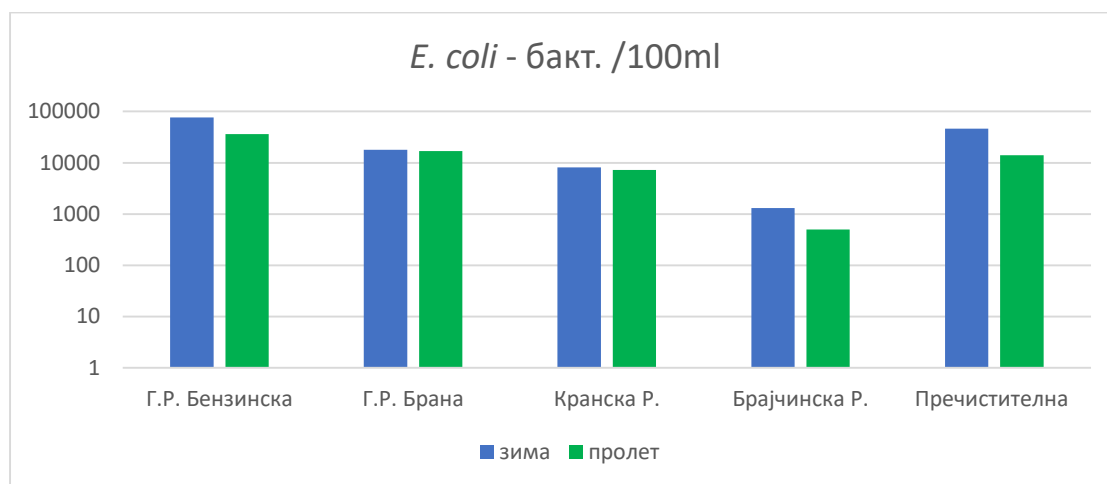
Сл. 6. Колиформни бактерии во водата од вертикален профил на Езерото кај Казан (К) и централна точка (Ц)

Според застапеноста на вкупните колиформни бактерии и Уредбата за категоризација на водите (Сл. Весник на Р. М. бр. 18/99), квалитетот на водата од реките и од пречистителната станица е лош, односно е V класа во двата периоди, освен Брајчинска Река (IV класа во зима и III класа во пролет).

Реките имаат негативно влијание во литоралот на Езерото, посебно кај Претор каде е во III класа во двете сезони, акај останатите локалитети е во II и во III класа. Езерската вода од вертикалните профили кај Казан и централна точка е претежно во II класа, освен кај Казан на 7 и 25 метри и кај централна на 5 и 15 метри каде што е во III класа.

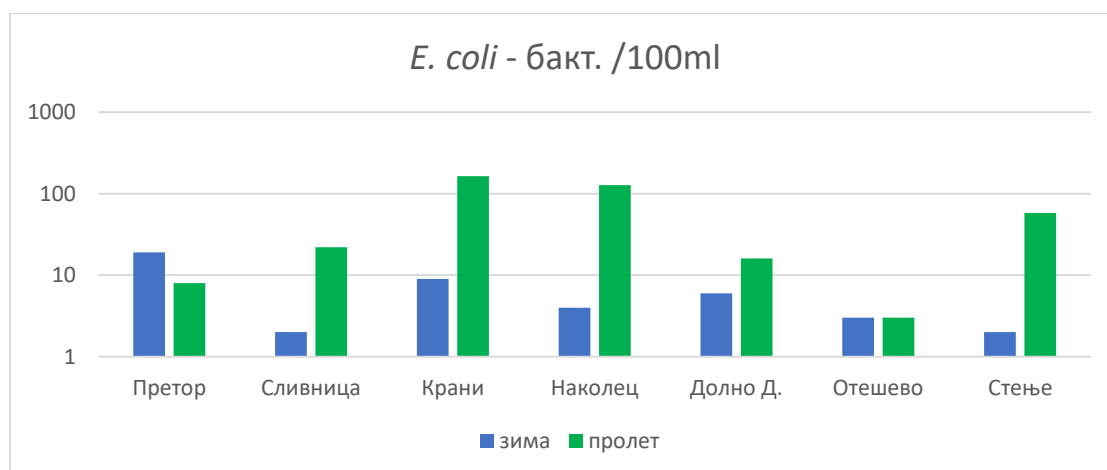
Вкупните колиформни бактерии вклучуваат видови кои потекнуваат од фецесот, како и видови од животната средина, па заради диференцијација се истражуваат фекалните индикатори.

Присуството на индикаторот за свежо фекално загадување, *Escherichia coli* во водата од реките е во двата периоди со максимуми во Голема Река (Сл. 7). Најмалку ги има во водата од Брајчинска Река, а екстремно високи се вредностите во водата од пречистителната станица.



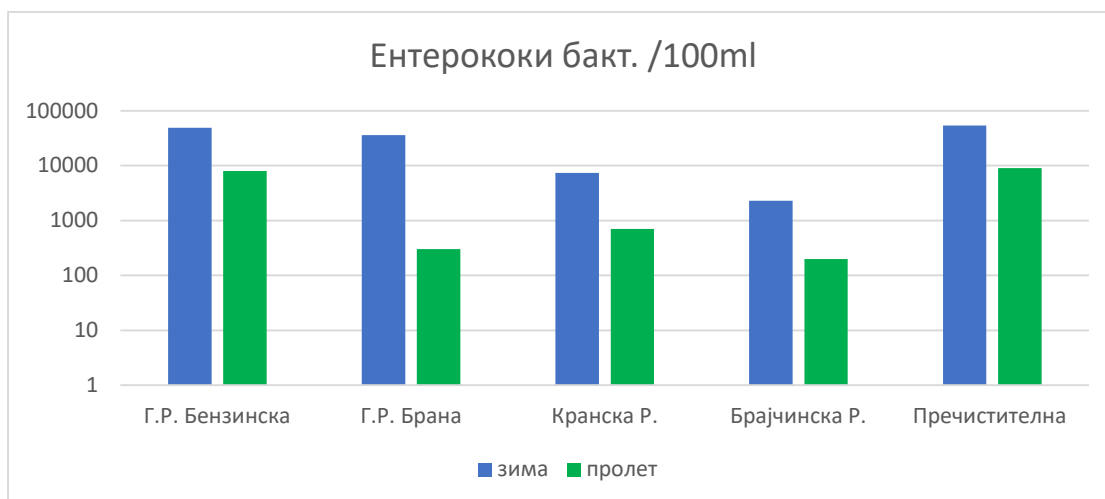
Сл.7. *Escherichia coli* во водата од реките и пречистителната станица

Во овој истражуван период, во Преспанското Езеро, *E. coli* е присутна само во водата од крајбрежните локалитети, со релативно помали редности од оние во притоците и кои, само кај Крани и Наколец надминуваат 100 бактерии во 100 милилитри вода, во пролет (Сл. 8).



Сл. 8. *Escherichia coli* во водата од крајбрежјето на Езерото

При максималната бројност на *Escherichia coli* во водата од реките, посебно кај Голема Река се евидентирани и максимумите за ентерококи (Сл. 9).



Сл.9. Ентерококи во водата од реките и пречистителната станица



Сл. 10. Ентерококи во водата од крајбрежјето на Езерото

Во водата од крајбрежјето, односно во истражуваните локалитети од литоралот на Езерото ентерококите (фекални стрептококи) се присутни и во зима и во пролет (Сл. 10). Вредностите се сезонски варијабилни, претежно надминуваат 100 бактерии во 100 милилитри вода, а најмалку ги има кај Отешево.

Ентерококи се регистрирани и во водата од верикалните профили на Езерото иако со релативно помали вредности (Сл. 11). Кај Казан на 1 и 25 метри длабочина и кај централна точка на 5 и 14 метри овие бактерии се евидентирани во двете сезони. Кај централна точка, на 14 метри длабочина е нивниот максимум од 21 бакт./100ml во пролет.



Сл. 11. Ентерококи во водата вертикален профил на Езерото кај Казан (К) и централна точка (Ц)

Новите стручни предлози на Европската Унија (од страна на експерти на ЕУ) даваат класификација на површинските води (реки, езера, акумулации) според фекалното загадување (*E. coli*, Enterococci - fekalni streptokoki и вкупни колиформни) и според органското загадување (хетеротрофни психрофилни бактерии - на 22 °C). Класификацијата за микробиолошкото загадување се базира на стандардни параметри и е синтеза - модификација според Kavka (1975), Kavka&Poetch(2002) и EU-Bathing Water Quality Directive 2006/7/EC и директивата 76/160 ЕЕС.

Класификацијата на водата од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки е извршена според Европските директиви и најновата класификација дадена од експерти за микробиологија на Унијата (Kavka&Poetsch, 2002).

Според оваа класификација квалитетот на водата од реките Голема, Кранска и Брајчинска Река и од Преспанското Езеро, за време на истражуваниот период февруари/март (24,25.02. и 14.03.2022), мај/јуни (26, 30.05 и 01.06.2022г.) 2022 година е следна:

Фекално загадување – класификација

- Според вкупните колиформни бактерии, ентерококите и присуството на *E. coli* водата од Голема Река е со најлош квалитет, односно цело време е и IV и V класа. Со најдобар квалитет е водата од вертикалниот профил на Езерото кај Казан и кај централна точка каде што вкупните колиформни бактерии и ентерококите имаат релативно мали вредности кои се во границите за I класа, а *E. coli* отсуствува во сите примероци на вода од вертикалните профили;
- Водата од останатите истражувани локалитети е следна,
 - според вкупните колиформни бактерии
 - Голема Река кај бензинска е IV класа, а кај брана е III класа. Кранска е II и III класа, Брајчинска Река се II класа, а водата од пречистителната станица е IV;
 - Во крајбрежниот дел на Езерот квалитетот на водата од сите истражувани локалитети во овој период е во I класа);
 - според ентерококите
 - Голема Река кај бензинска за цело време е максимално загадена (V и IV класа), кај брана е IV и II класа, Кранска е IV и III класа, Брајчинска Река е III и II класа, а пречистителната станица е IV и V класа;

- Во крајбрежниот дел на Езерот со најлош квалитет е водата кај Претор и Крани во двете сезони и кај Наколец во пролет (III класа), кај останатите локалитети е во I и II класа;
- според присуството на *E. coli*
- Голема Река кај бензинска и кај брана е IV класа, водата од Кранска Река е III класа, од Брајчинска Река се во III и II класа класа, а пречистителната е во IV класа;
 - Според оваа бактерија во овој истражувачки период крајбрежниот дел на Езерото е во I класа, освен кај Крани и Наколец каде е во II класа.

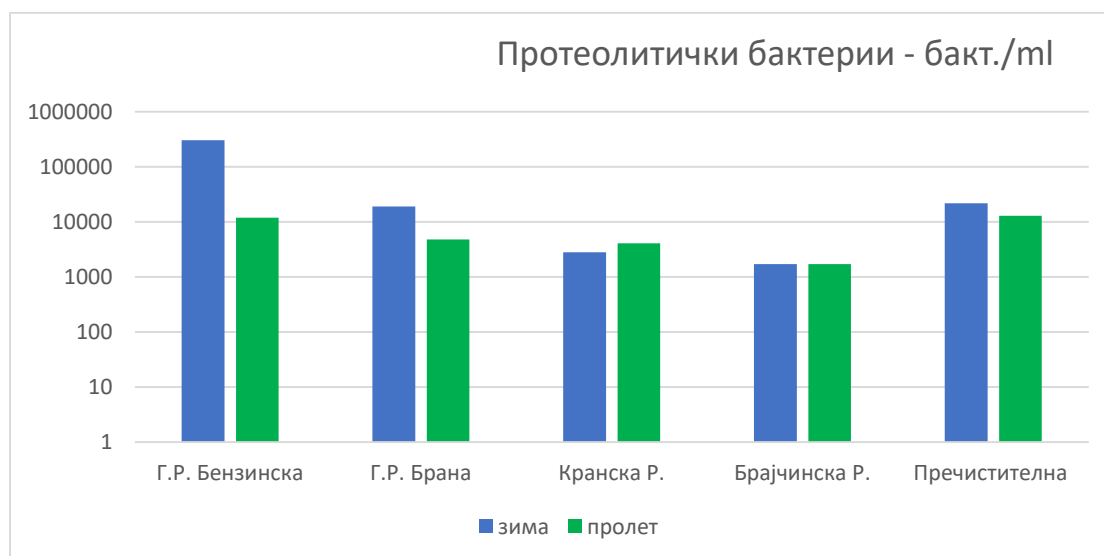
Органско загадување – класификација

според број на хетеротрофни бактерии (број на бактерии на 22 °C)

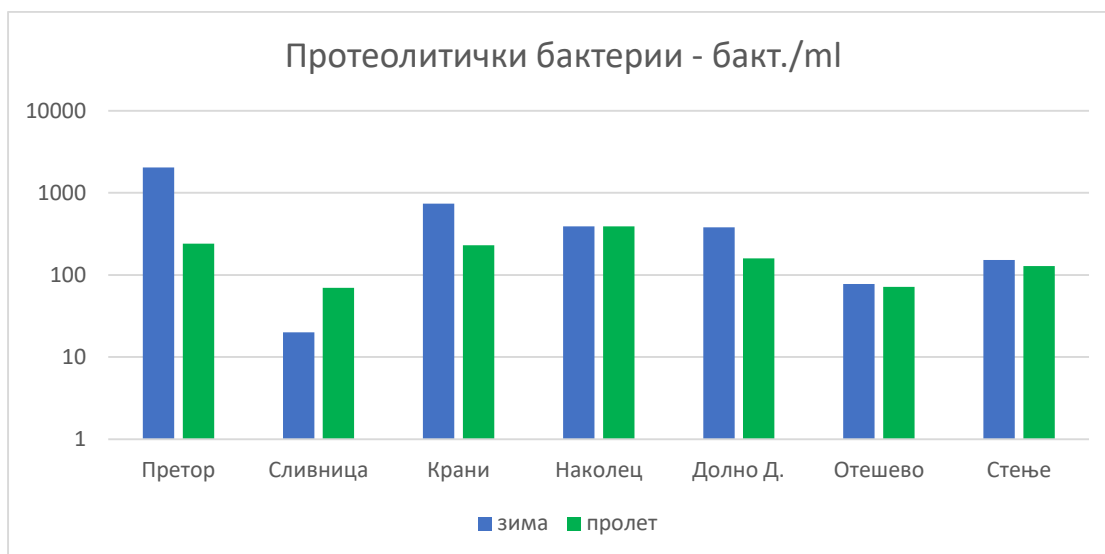
- Водата од вертикалните профили на Езерото претежно е во I класа, во двете сезони на сите длабочини, освен кај Казан на 25 метри (во двете сезони) и на 15 метри, кај централна на 5 и 14 метри во пролет (II класа).
- Водата од сите останати локалитети на Езерот, според бројноста на хетеротрофните бактерии, при двете колекционирања воглавно е во II класа, освен кај Претор во двете сезони и кај Наколец во зимекога е III класа (критично загадена), а само кај Сливница во зима е во I класа.
- Водата од притоците на Преспанското Езеро, според овој параметар е следна
- Голема Река кај бензинска е во V (зима) и IV класа (пролет);
- Голема река кај брана е IV класа во двете сезони;
- Кранска и Брајчинска Река се III класа, а
- Пречистителната станица е IV и V класа;

Останатите истражувани бактерии (еколошките параметри) како што се протеолитички, амилолитички, липолитички и фосфоминерализаторни, многу повеќе се застапени во водата од реките со сите максимуми во Голема Река. Сите овие бактерии за цело време од истражувањата се евидентирани и во водата од Преспанското Езеро, но со релативно помали вредности.

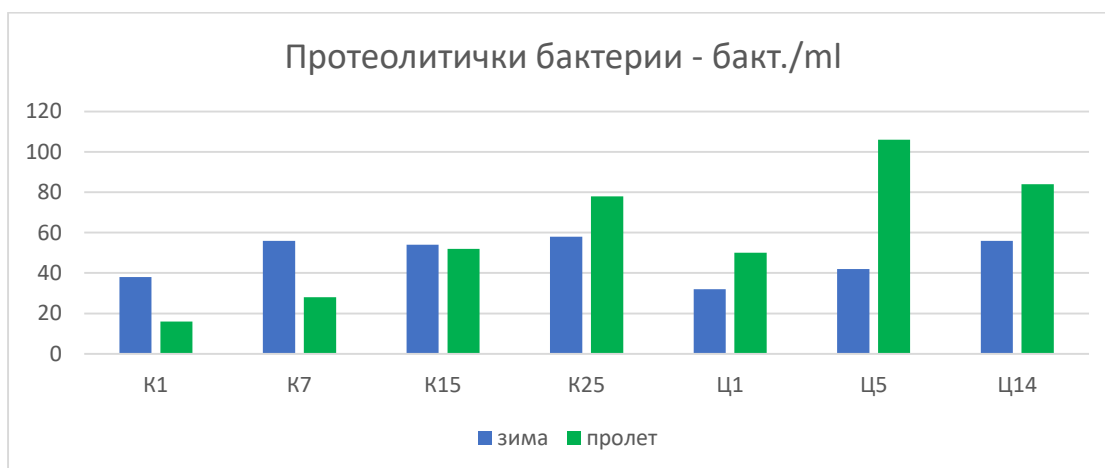
Протеолитичките бактерии кои ги разградуваат сложените органски соединенија – белковини (протеини) се најмногу застапени во Голема Река, како и во отпадната вода од пречистителната станица (Сл.12). Овие бактерии се многу помалку застапени во водата од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро (Сл. 13 и 14).



Сл.12. Протеолитички бактерии во водата од реките и пречистителната станица

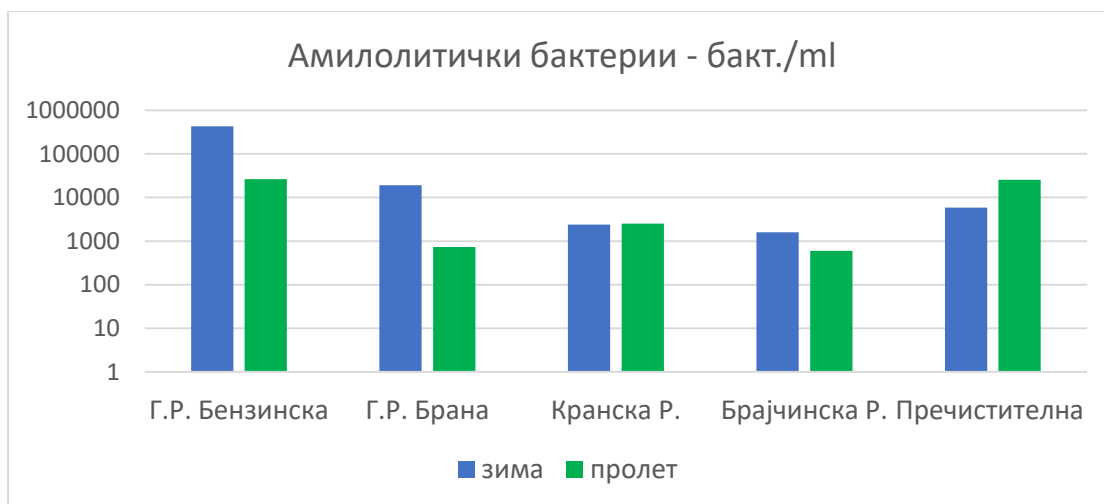


Сл. 13. Протеолитички бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото

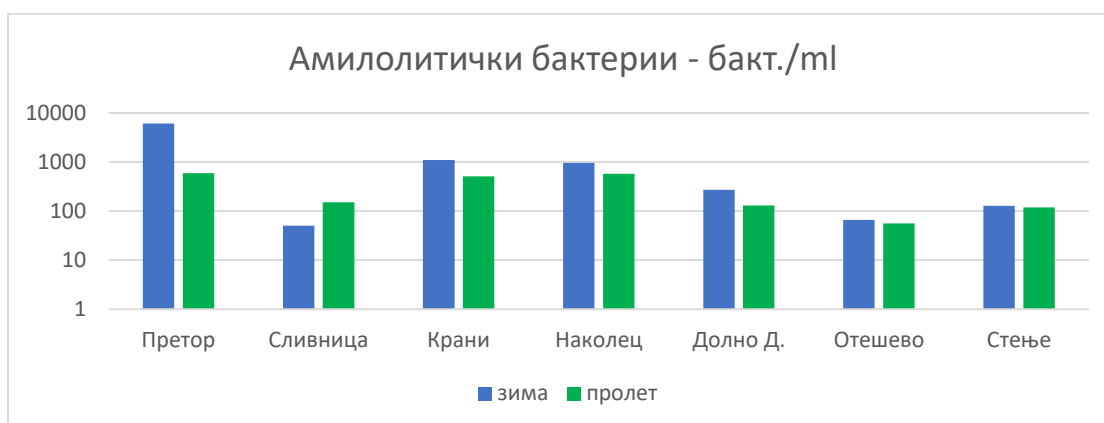


Сл. 14. Протеолити - во Езеро локалитети - Казан (К) и централна точка (Ц)

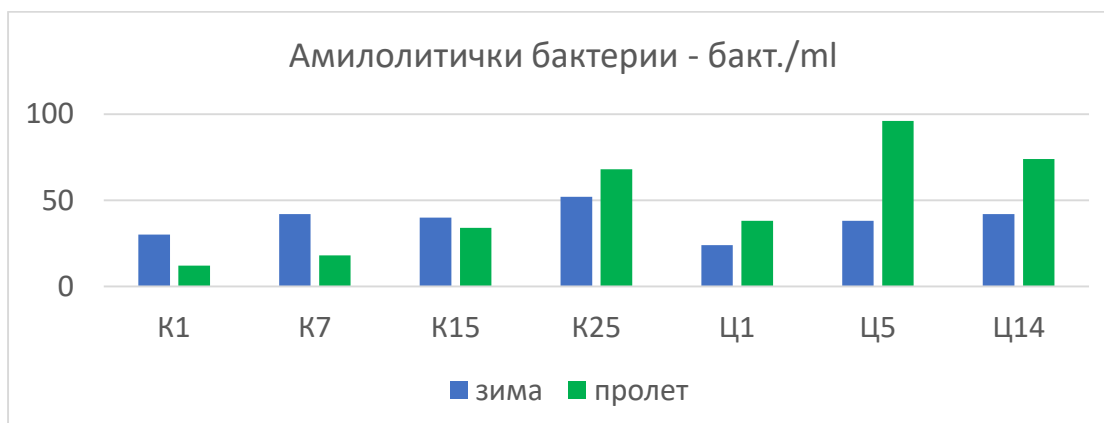
Амилитичките бактерии се исто така многу важни бидејќи ги разградуваат сложените органски материи од типот на шеќери. Тие продуцираат ензим амилаза со кој ги разградуваат сложените јаглехидратни соединенија. Нивните вредности се варијабилни по локалитети и сезони (Сл. 15, 16, 17). Овие бактерии многу повеќе ги има во водата од реките, со максимуми во Голема, а најмалку се застапени во водата од Езерото кај Казан и централна точка во март.



Сл. 15. Амилолитички бактерии во водата од реките и пречистителната станица



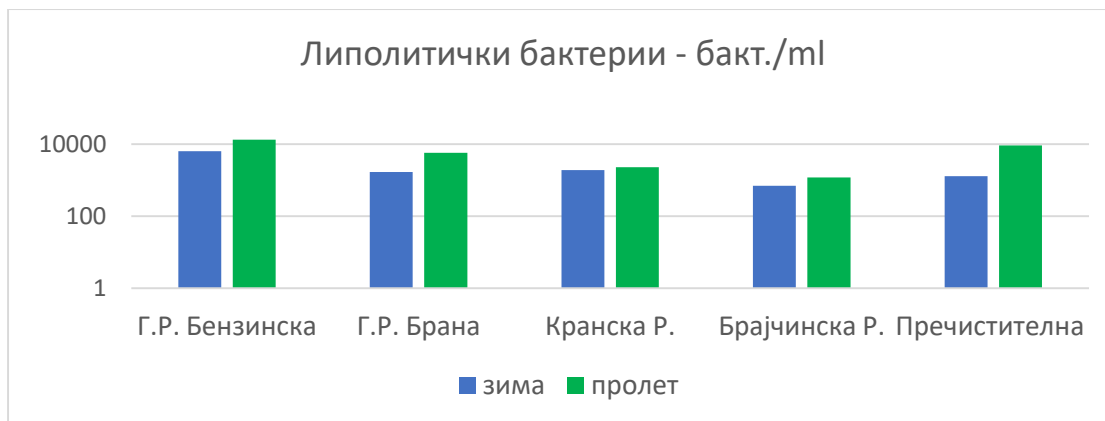
Сл. 16. Амилолитички бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото



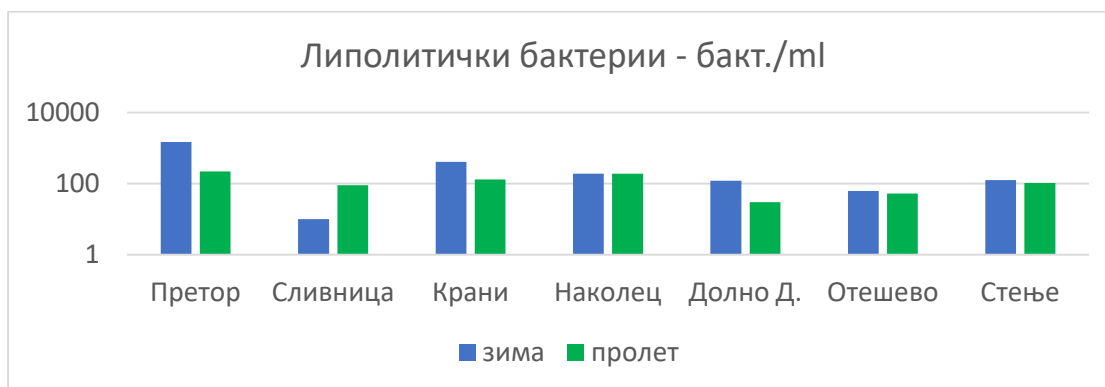
Сл. 17. Амилолити - во Езеро локалитети - Казан (К) и централна точка (Ц)

Липидите (мастите) се составна компонента на животинските и растителните клетки кои по нивното одумирање се разградуваат од страна на липолитичките бактерии. Во површинските води, за нивната зголемена бројност имаат допринос и комуналните отпадни води.

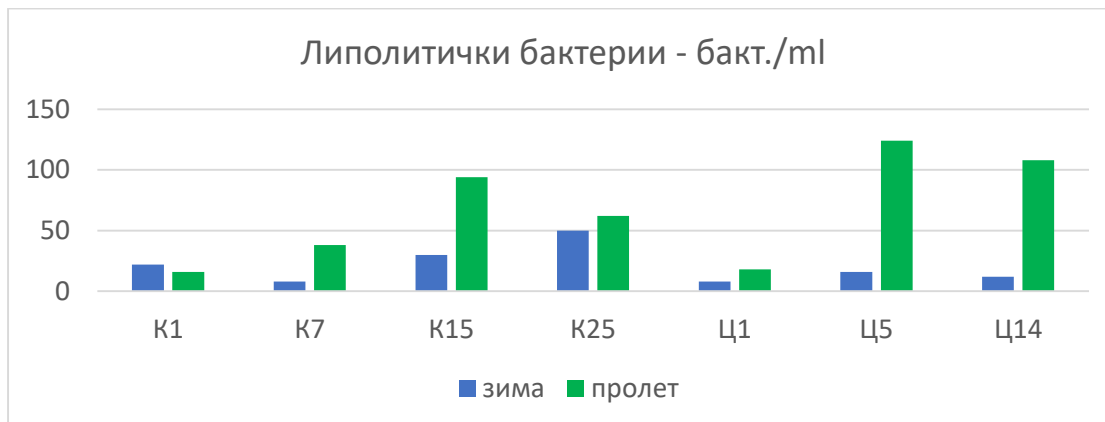
Добиените резултати од истражувањата на липолитичките бактерии се претставени на сликите 18, 19 и 20. Од нив може да се забележи дека повторно, како и кај останатите параметри, максимумите се кај загадените води.



Сл. 18. Липолитички бактерии во водата од реките и пречистителна станица

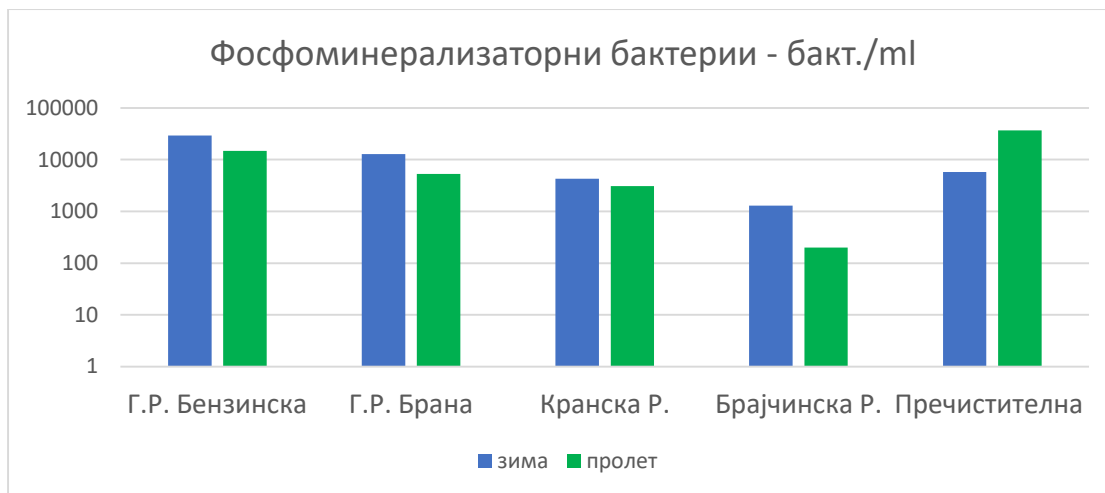


Сл. 19. Липолитички бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото

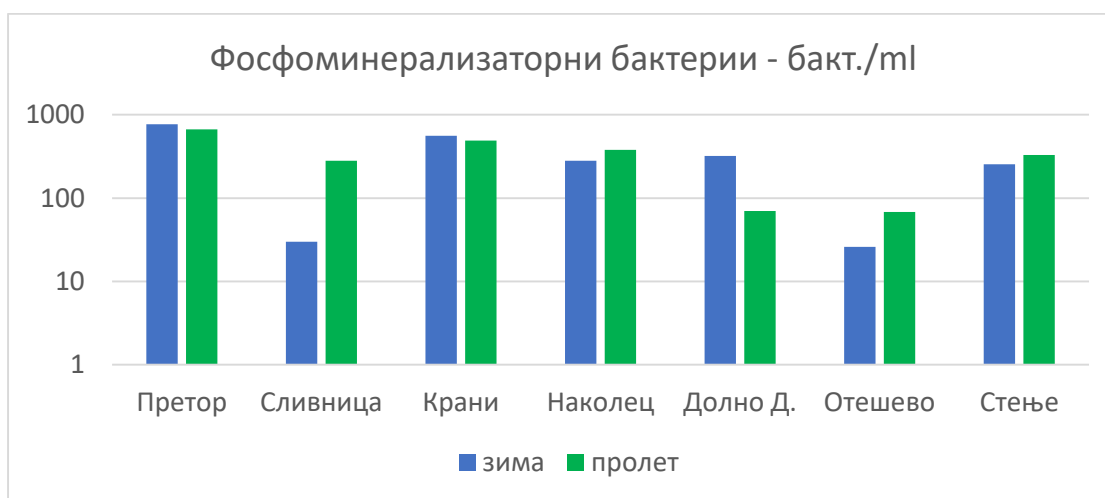


Сл. 20. Липолити - во Езеро локалитети - Казан (К) и централна точка (Ц)

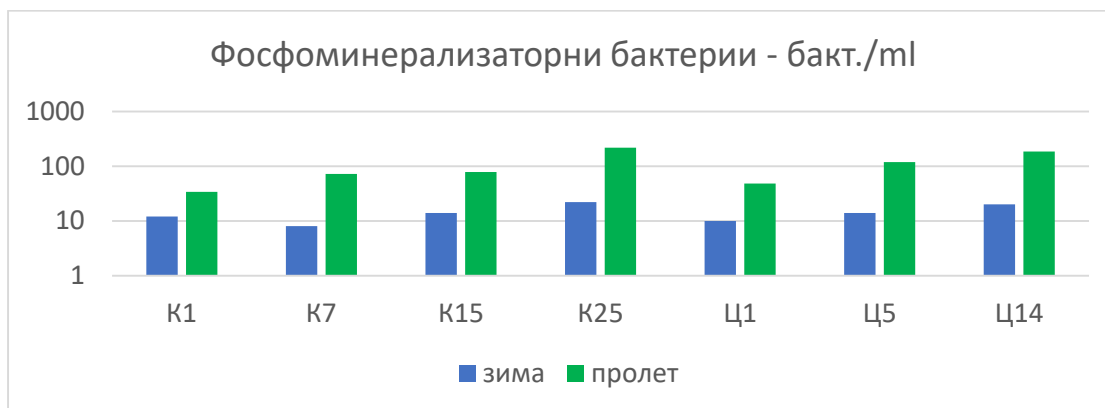
Фосфоминерализаторните бактерии имаат важна улога во процесот на разградување на сложените органски фосфорни соединенија до достапни асимилативи за процесот на фотосинтеза. Ове бактерии се застапени во сите истражувани примероци на вода со сезонска и просторна варијабилност на вредностите (сл. 21, 22, 23).



Сл. 21. Фосфоминерализаторни бактерии - реки и пречистителна станица



Сл. 22. Фосфоминерализаторни бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото



Сл. 23. Фосфоминерализатори – во Езеро - Казан (К) и Централна точка (Ц)

Заклучоци

Според резултатите од микробиолошките истражува водата од Голема Река кај бензинска е со најлош квалитет, цело време е IV и V класа, односно максимално фекално и органски загадена. Голема Река кај брана е со нешто подобар квалитет (III и IV класа). Кранска Река е претежно во III класа, а Брајчинска Река е во II и III класа.

Водата од пречистителната станица е во IV и V класа.

Со најдобар квалитет е водата од вертикалниот профил на Езерото каде што е воглавно во I и II класа (малку и умерено органски загадена). Според фекалните индикатори, иако вкупните колиформни бактерии и ентерококите се со вредности кои се во границите за I класа, а *Escherichia coli* отсуствува во сите примероци, можеме дека е под антропогено влијание и овој дел од Езерото иако е одалечен од крајбрежјето.

Во крајбрежниот дел на Езерото, според органското загадување со најлош квалитет е водата кај Претор каде што во двете сезони е во III класа, кај Наколец е само во зима III класа кога кај Сливница е во I класа, а кај останатите локалитети и останатите сезони водата е во II класа).

Евидентно е дека реките се фекално и органско загадени и имаат влијание врз деловите од литоралот каде што се вливаат. Има сезонска варијабилност на вредностите, односно високи вредности и во зимскиот период што секако се должи на антропогеното влијание. Високи вредности и за физиолошките групи на бактерии заради зголемениот прилив на органски материи претежно од распаѓањето на јаболката кои се исфрлаат во реките и во Езерското крајбрежје (на што укажуваат воглавно амилолитичките бактерии).

Во комплексната проценка за состојбата со квалитетот на водата микробиолошките показатели имаат многу значајно место. Бактериите се идеален сензор за индикација на микробиолошките загадувања на површинските водни тела бидејќи тие први одговараат на променетите услови на животната средина.

МИКРОБИОЛОШКИ АНАЛИЗИ

Летна и есенска кампања 2023

Во лето (август и септември само во локалитетите од литоралот) и есен 2023 година колекционирани се мостри вода за микробиолошки анализи од Преспанско Езеро и неговите притоки, од 18 мерни места, од следните локалитети:

- По течението на реките
 - Голема Река – бензинска
 - Голема Река – брана
 - Кранска и
 - Брајчинска Река како
- Од крајбрежниот дел на Преспанско Езеро и тоа локалитетите:
 - Претор одморалиште,
 - Крани (кај вливот на Кранска Река во Езеро),
 - Наколец - пред вливот на Брајчинска Река во Езеро
 - Сливница
 - Отешево одморалиште и
 - Стење и
- Од два вертикални профили од слободната вода на Преспанско Езеро
 - вертикален профил централна точка (при 15 м максимална длабочина) и тоа од површинскиот слој на вода (0,5м), 5м и 14 метри) и
 - вертикален профил - Казан (при 30 м максимална длабочина) и тоа од површинскиот слој на вода (0,5м), 7м, 15м и 25 метри.

Микробиолошките индикатори од санитарен аспект, како и индикаторите за проценка на органската контаминација на водата се анализирани според Македонски стандардни процедури, Директивите на Европската Унија, ИСО стандардите, Светската здравствена организација и други стандардни методи: (Уредба за категоризација на водите - Сл. Весник на Р.М. бр. 18/99; Правилник за безбедност на

водата - Сл. Весник на Р.М. бр. 183 од 2018г.; EU-Surface & Drinking Water Directive 75/440/EEC; EU-Bathing Water Directive 2006/7/EC and repealing directive 76/160/EEC, ISO standard, WHO, Standard methods AFA-AWA-WPCF, 2005).

Во склоп на микробиолошките анализи истражувањата опфатија параметри од санитарен и параметри од еколошки аспект (физиолошки групи на бактерии): вкупен број на колиформни бактерии, *Escherichia coli*, ентерококи (фекални стрептококи), хетеротрофни бактерии определувани на температура од 22°C (психрофили), протеолитички, амилитички, липолитички и фосфоминерализаторни бактерии. Изведените анализи се според светски познати и признати научни методи и стандарди.

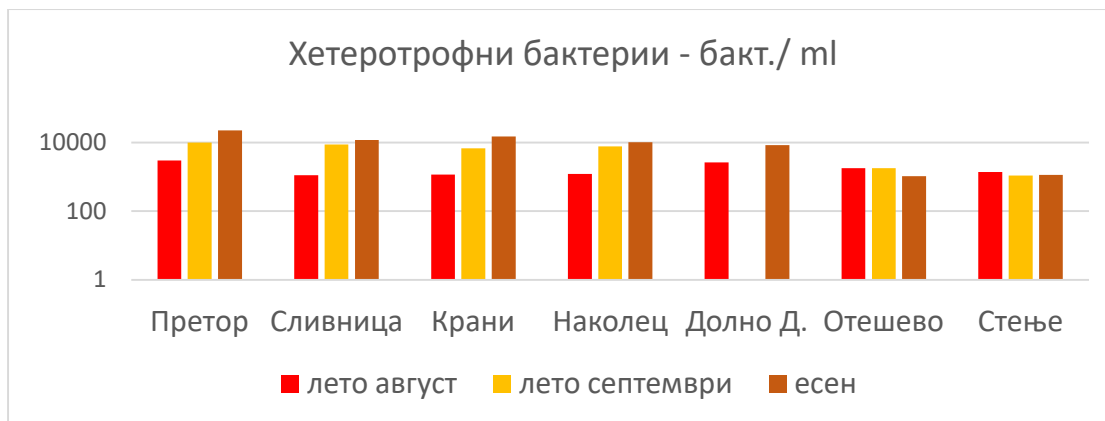
Класификацијата на водата е извршена според Европските директиви и најновата класификација дадена од експерти за микробиологија на Унијата (Kavka& Poetsch, 2002), (Kohl, 1975), како и според Уредбата за категоризација на водите (Сл. В. на Р.М. бр. 18/99).

Резултатите добиени од микробиолошките истражувања на водата од Преспанското Езеро и неговите притоки се претставени во форма на графици. Квалитетот на површинските води е од исклучителна важност, како за организмите кои живеат во нив, така и за луѓето кои ги користат за различни потреби. Бактериите се идеални сензори за индикација на микробиолошко загадување на водите. Дури и кога биолошкиот и хемискиот квалитет на водата е прифатлив, микробиолошките параметри можат да покажат сериозно антропогено влијание кое се карактеризира со голема бројност на бактерии. Деталното познавање на фекалното загадување во водните средини е од клучно значење за активностите за управување со сливот, со цел одржување на безбедни води за рекреативни и економски цели.

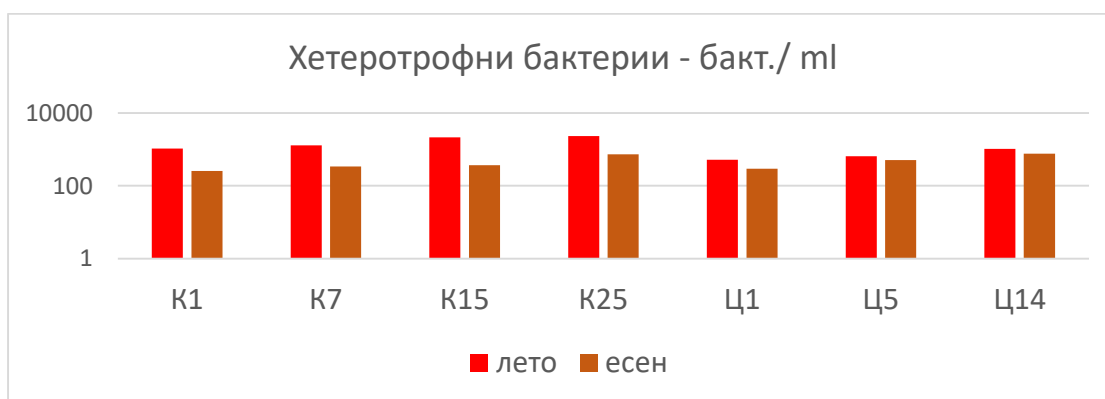
Хетеротрофните бактерии (органотрофи, хемоорганотрофи, сапрофити) се најраширената група на бактерии во природата според типот на метаболизмот. За овие бактерии органската материја е извор на јагленород и на енергија. Концентрацијата на органските материи кореспондира со застапеноста на хетеротрофните бактерии (хетеротрофни психрофилни бактерии на 22°C), односно тие се показатели за органското загадување на водата.



Сл. 1. Хетеротрофни бактерии во водата од притоците на Преспанско Езерото



Сл. 2. Хетеротрофни бактерии во крајбрежната вода од Езерото



Сл. 3. Хетеротрофни бактерии (вертикален профил) - слободна вода од Езерото
Локалитети - Казан (К) и централна точка (Ц)

Според добиените резултати за присуството и бројноста на хетеротрофните бактерии во испитуваните примероци на вода од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки може да се забележи нивно сезонско и просторно варирање (Сл. 1, 2 и 3).

Од сликата 1 може да се забележи дека за цело време од истражувањата, сите максимални вредности се евидентирани во водата на Голема Река кај бензинска каде што во есен тие приближно четири милиони бактерии во еден милилитар вода..

Во водата од литоралот на Езерото (Сл. 2), овие бактерии најмногу ги има кај Претор во есен (22640 бакт./ml).

Хетеротрофните бактерии се релативно помалку застапени во водата од вертикален профил на Преспанско Езеро (Сл. 3). Максимумот од 2320 бакт./ml е евидентиран на 25 метри длабочина кај Казан во лето.

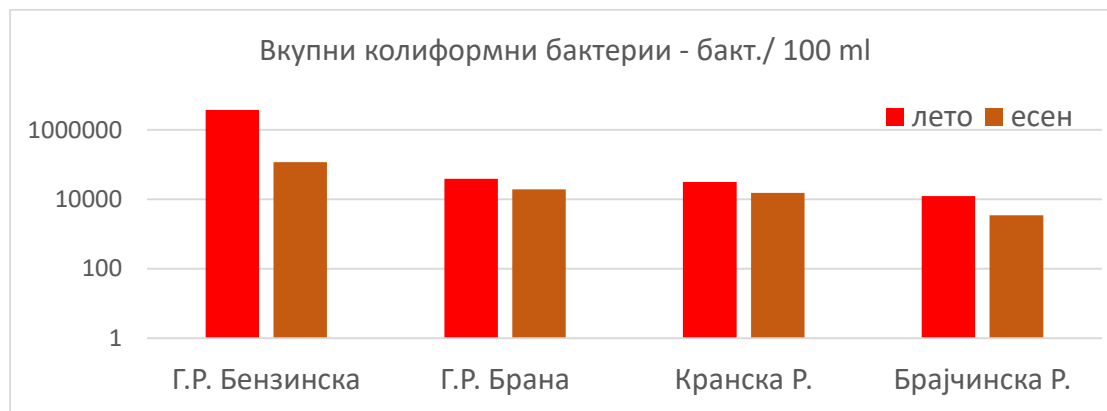
Во чистите извори, потоци, реки, езера, нема колиформни бактерии кои доаѓаат со комуналните води, односно фекалните отпадни води. Колиформните бактерии се наоѓаат во цревата на луѓето и животните, а со излачевините (фецес, урина) доаѓаат во комуналните отпадни води, во надворешната животна средина и директно или индиректно ги загадуваат водните тела.

На сликите 4, 5 и 6 се претставени добиените резултати за вкупниот број на колиформни бактерии во водата од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки. Овие бактерии се евидентирани во двете сезони во водата од сите истражувани локалитети. Во септември беше невозможно, односно немаше пристап и не беше земена пробата на бвода од литоралот на Езерото кај Долно Дупени.

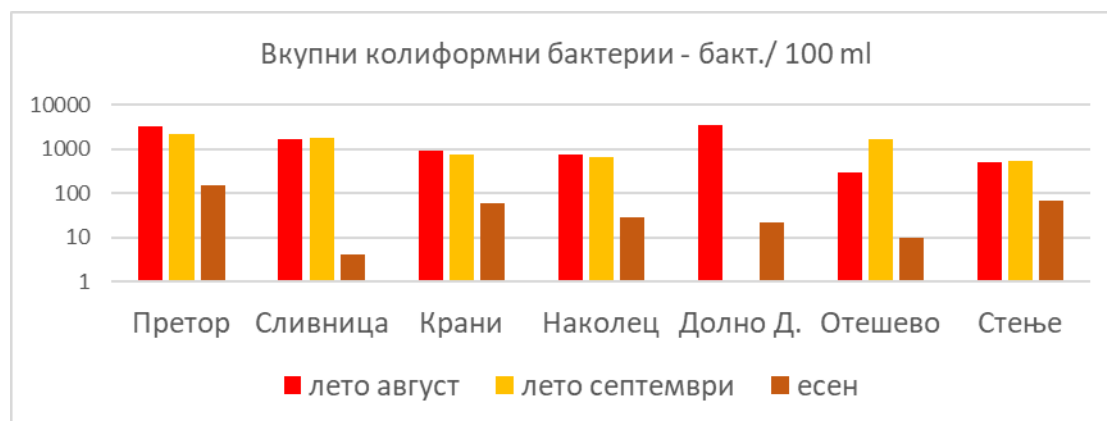
Во летниот период се евидентирани поголеми вредности за колиформните бактерии во водата од сите истражувани локалитети. Од притоците на Езерото (Сл. 4)

најмногу се присутни во водата на Голема Река кај бензинска (3 750 000 бакт/100ml), а најмалку во водата на Брајчинска Река, каде што е регистриран максимум од 12 300 бакт/100ml.

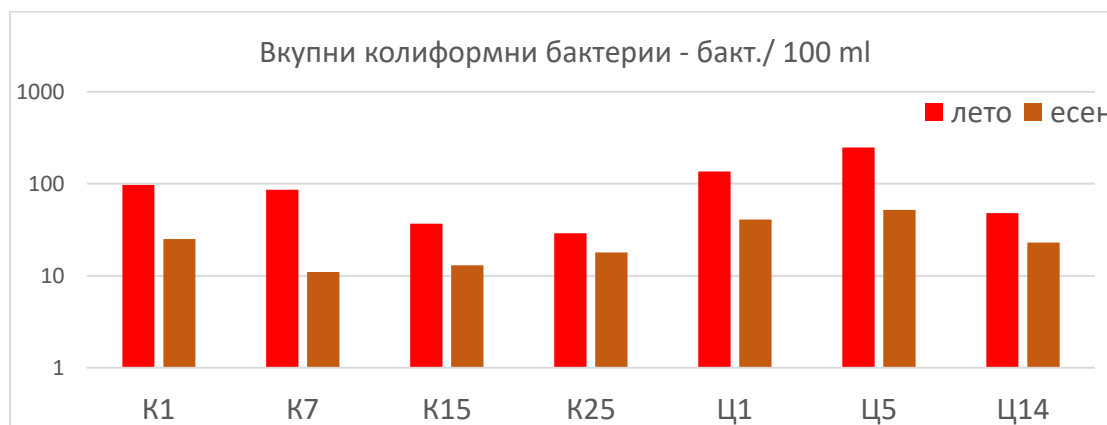
Колиформни бактерии се евидентирани и во водата од Езерото, каде што во литоралниот дел максимумот од 3250 бакт/100ml е кај Претор, а во слободната водакај Казан и централна точка се релативно помалку.



Сл.4. Колиформни бактерии во водата од притоците на Преспанско Езеро



Сл. 5. Колиформни бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото



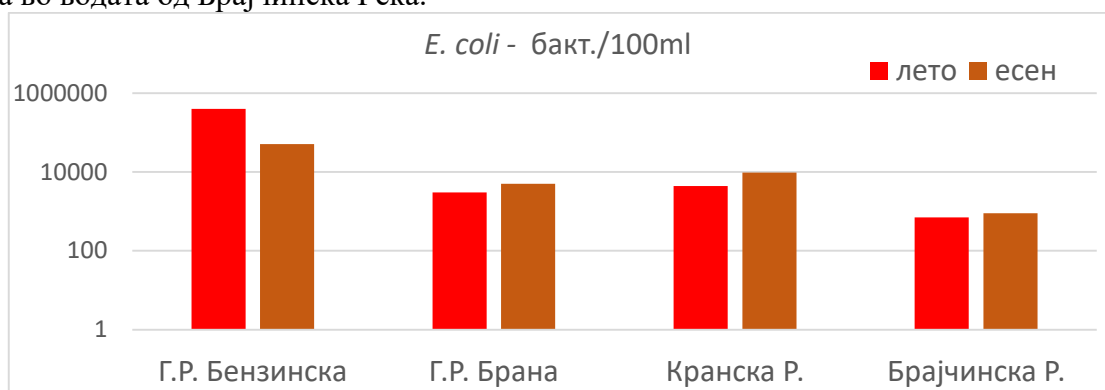
Сл. 6. Колиформни бактерии во водата од вертикален профил на Езерото кај Казан (К) и централна точка (Ц)

Според застапеноста на вкупните колиформни бактерии и Уредбата за категоризација на водите (Сл. Весник на Р. М. бр. 18/99), квалитетот на водата од реките е лош - V класа во двата периоди, освен Брајчинска (IV класа во есен).

Притоците имаат негативно влијание во литоралот на Езерото, посебно кај Претор каде што квалитетот на водата од сите истражувани локалитети е во IV класа во летниот период, а III класа во есен, освен кај Наколец, Долно Дупени и Отешево каде што е во II класа. Езерската вода од вертикалните профили кај Казан и централна точка во лето на сите длабочини е во III класа. Во есен, водата од цел воден столб (на сите истражувани длабочини), во двете мерни места (Казан и централна) е во II класа.

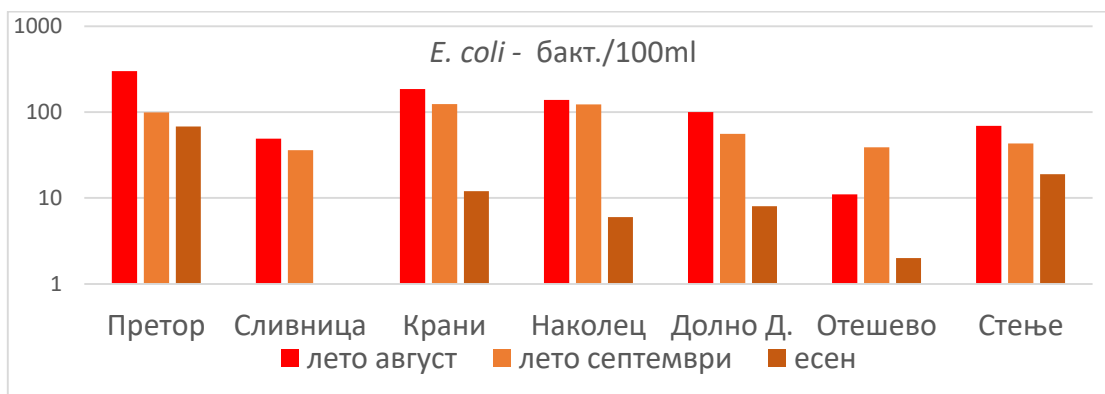
Вкупните колиформни бактерии вклучуваат видови кои потекнуваат од фецесот, како и видови од животната средина, па заради диференцијација се истражуваат фекалните индикатори.

Присуството на индикаторот за свежо фекално загадување, *Escherichia coli* во водата од реките е во двата периоди со максимуми во Голема Река (Сл. 7). Најмалку ги има во водата од Брајчинска Река.



Сл.7. *Escherichia coli* во водата од притоците на Преспанско Езеро

Во овој истражуван период, во Преспанското Езеро, *E. coli* е присутна само во водата од крајбрежните локалитети, со релативно помали редности од оние во притоците и кои, само кај Крани и Наколец надминуваат 100 бактерии во 100 милилитри вода, во пролет (Сл. 8).

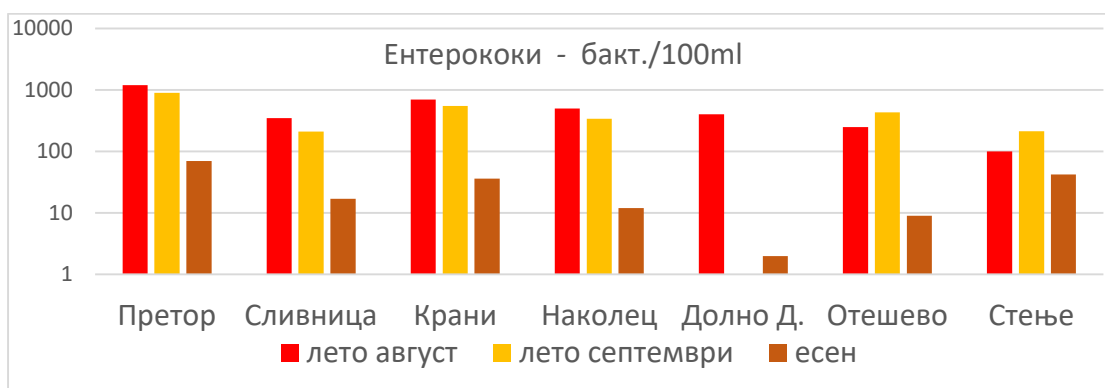


Сл. 8. *Escherichia coli* во водата од крајбрежјето на Езерото

При максималната бројност на *Escherichia coli* во водата од реките, посебно кај Голема Река се евидентирани и максимумите за ентерококи (Сл. 9).

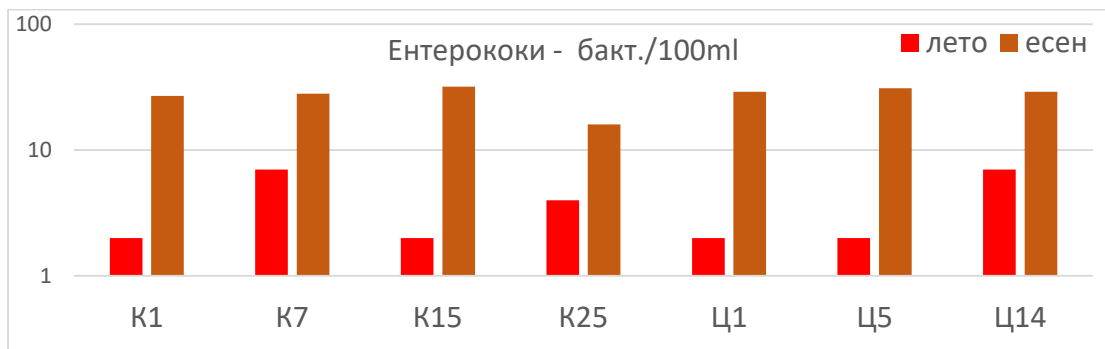


Сл.9. Ентерококи во водата од притоците на Преспанско Езеро



Сл. 10. Ентерококи во водата од крајбрежјето на Езерото

Во водата од крајбрежјето, односно во истражуваните локалитети од литоралот на Езерото ентерококите (фекални стрептококи) се присутни и во лето и во есен (Сл. 10). Вредностите се сезонски варијабилни, надминуваат 100 бактерии во 100 милилитри вода во лето, а во есен се релативно помали.



Сл. 11. Ентерококи во водата вертикален профил на Езерото кај Казан (К) и централна точка (Ц)

Ентерококите (фекални стрептококи) се регистрирани и во водата од верикалните профили на Преспанското Езеро кај Казан и кај централна точка во двете сезони од истражувањата (Сл. 11).

Новите стручни предлози на Европската Унија (од страна на експерти на ЕУ) даваат класификација на површинските води (реки, езера, акумулации) според фекалното загадување (*E. coli*, Enterococci - fekalni streptokoki и вкупни колиформи) и според органското загадување (хетеротрофни психрофилни бактерии - на 22 °C). Класификацијата за микробиолошкото загадување се базира на стандардни параметри и

е синтеза - модификација според Kavka (1975), Kavka&Poetch(2002) и EU-Bathing Water Quality Directive 2006/7/EC и директивата 76/160 ЕЕС.

Класификацијата на водата од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки е извршена според Европските директиви и најновата класификација дадена од експерти за микробиологија на Унијата (Kavka&Poetsch, 2002).

Според оваа класификација квалитетот на водата од реките Голема, Кранска и Брајчинска Река и од Преспанското Езеро, за време на истражуваниот период лето (август и септември) и есен 2023 година е следна:

Фекално загадување – класификација

Според вкупните колиформни бактерии, ентерококите и присуството на *E. coli* водата од Голема Река е со најлош квалитет. Со најдобар квалитет е водата од вертикалниот профил на Езерото кај Казан и кај централна точка каде што вкупните колиформни бактерии и ентерококите имаат релативно мали вредности, а *E. coli* отсуствува во сите примероци на вода од вертикалните профили;

Квалитетот на водата од истражуваните локалитети по параметри е следна:

- според вкупните колиформни бактерии
 - Голема Река кај бензинска е V и IV класа, а кај брана е III класа во двете сезони, како и Кранска Река, а Брајчинска Река е III класа во лето и II класа во есен;
 - Во крајбрежниот дел на Езерот квалитетот на водата од сите истражувани локалитети во лето е во II класа, а во есен е во I класа;
 - I класа во двете сезони е и квалитетот на водата од сите мерни длабочини кај Казан и централна точка;
- според ентерококите
 - Голема Река кај бензинска за цело време е максимално загадена (V и IV класа), кај брана е III и IV класа, Кранска Река исто така III и IV класа, а Брајчинска Река е II и III класа;
 - Во крајбрежниот дел на Езерот со најлош квалитет е водата кај Претор (III класа во лето и II класа во есен). Во останатите локалитети водата во летните месеци е претежно во III и II класа, а во есен е во I класа;
- според присуството на *E. coli*
 - Голема Река кај бензинска е V и IV класа, кај брана е III класа, како и водата Кранска Река (III класа во двете сезони), а од Брајчинска Река е во II класа класа и во лето и во есен;
 - Според оваа бактерија во овој истражувачки период крајбрежниот дел на Езерото е претежно во II и I класа во летните месеци, а во есен е во I класа.

Органско загадување – класификација

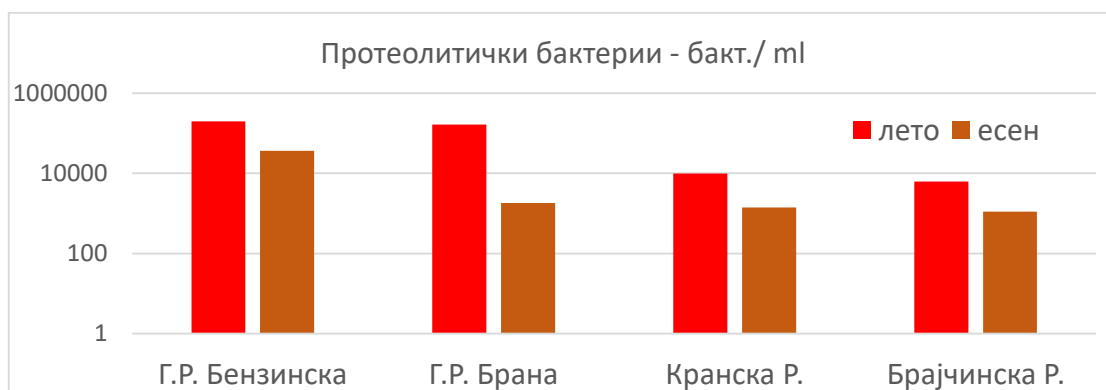
според број на хетеротрофни бактерии (број на бактерии на 22 °C)

- Водата од вертикалните профили на Езерото во летниот период на сите длабочини е во II класа, а во есен е во I класа секаде освен кај Казан на 25 метри и кај централна на 5 и 14 метри каде што е во II класа.
- Водата од крајбрежните на Езерото, според бројноста на хетеротрофните бактерии, во двете сезони воглавно е во II класа, освен кај Претор во септември и есен (III класа), како и кај Сливница, Крани и Наколец во есен каде што е во III класа.
- Квалитетот на водата од притоците на Преспанското Езеро, според овој параметар е следна
 - Голема Река кај бензинска е во V во двете сезони;

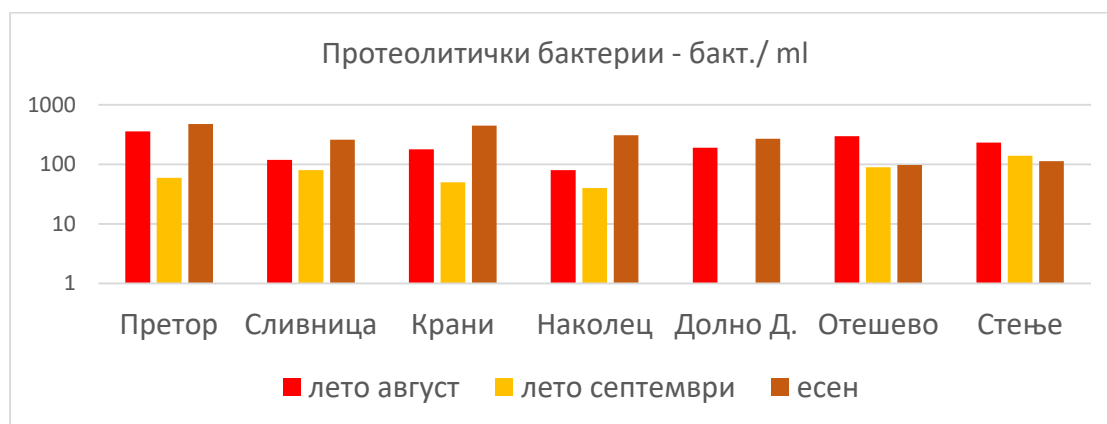
- Голема река кај брана е IV класа во лето и III класа во есен;
- Кранска и Брајчинска Река се во IV класа во лето и III класа во есен;

Останатите истражувани бактерии (еколошките параметри) како што се протеолитички, амилолитички, липолитички и фосфоминерализаторни, многу повеќе се застапени во водата од реките со сите максимуми во Голема Река. Сите овие бактерии за цело време од истражувањата се евидентирани и во водата од Преспанското Езеро, но со релативно помали вредности.

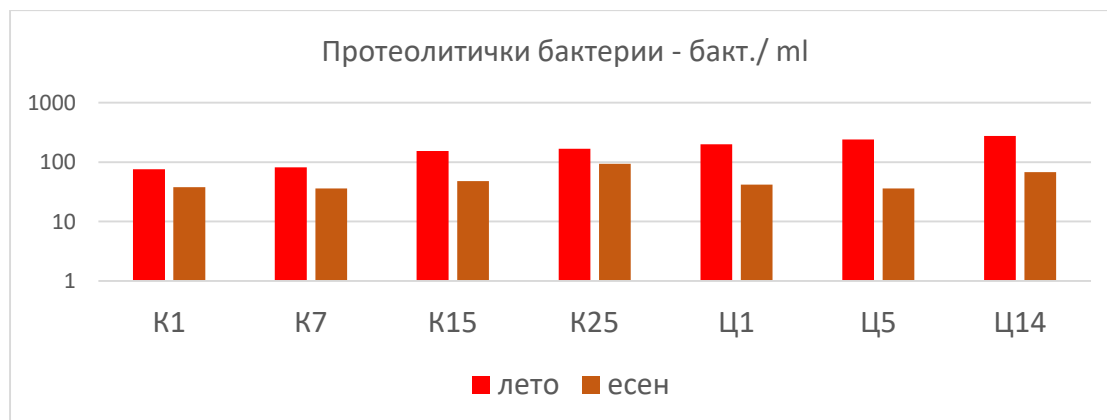
Протеолитичките бактерии кои ги разградуваат сложените органски соединенија – белковини (протеини) се најмногу застапени во Голема Река (Сл.12). Овие бактерии се многу помалку застапени во водата од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро (Сл. 13 и 14).



Сл.12. Протеолитички бактерии во водата од притоците на Преспанско Езеро

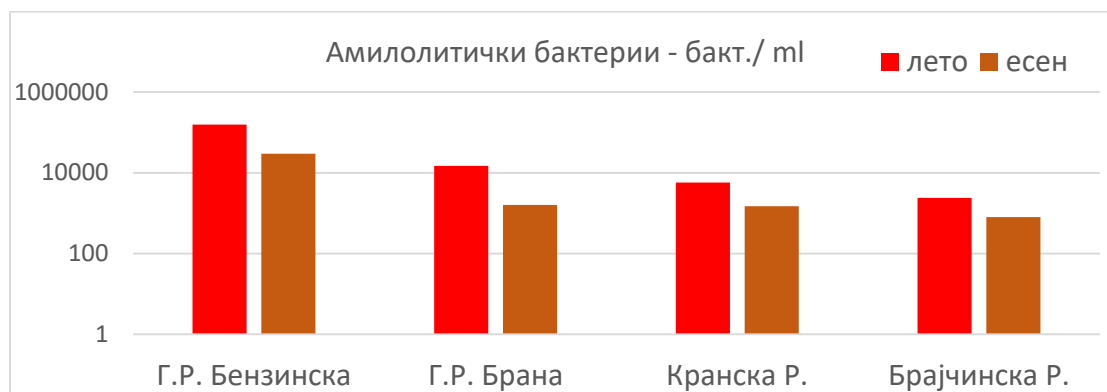


Сл. 13. Протеолитички бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото

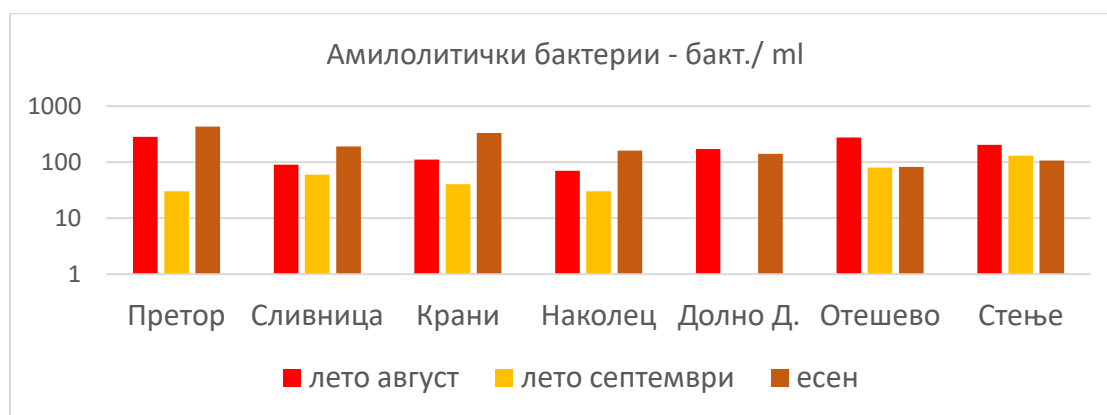


Сл. 14. Протеолитички бактерии кај Казан (К) и централна точка (Ц)

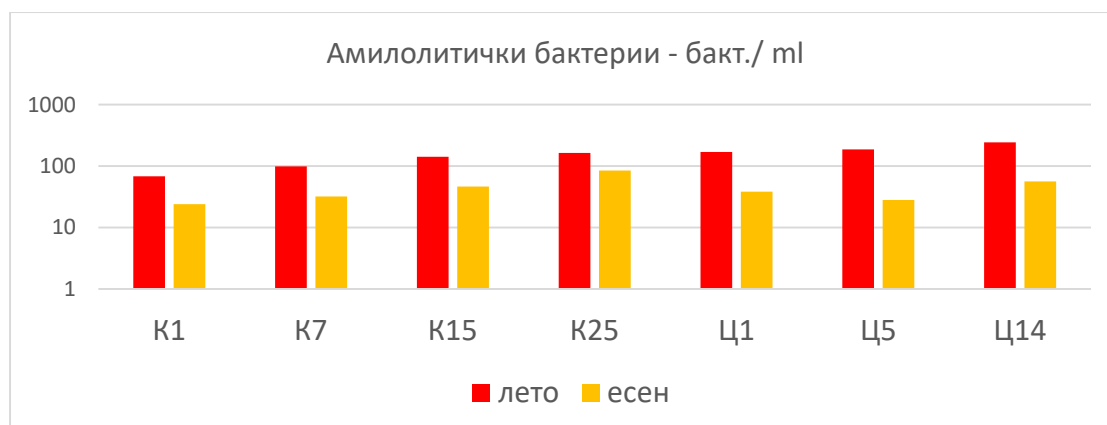
Амилолитичките бактерии се исто така многу важни бидејќи ги разградуваат сложените органски материи од типот на шеќери. Тие продуцираат ензим амилаза со кој ги разградуваат сложените јаглехидратни соединенија. Нивните вредности се варијабилни по локалитети и сезони (Сл. 15, 16, 17). Овие бактерии многу повеќе ги има во водата од реките, со максимуми во Голема, а најмалку се застапени во водата од Езерото кај Казан и централна точка.



Сл. 15. Амилолитички бактерии во водата од притоците на Преспанско Езеро



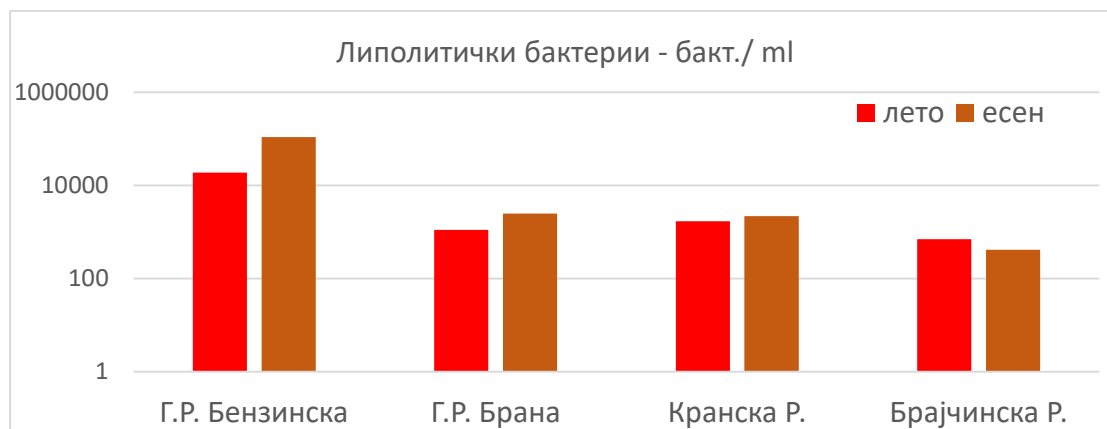
Сл. 16. Амилолитички бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото



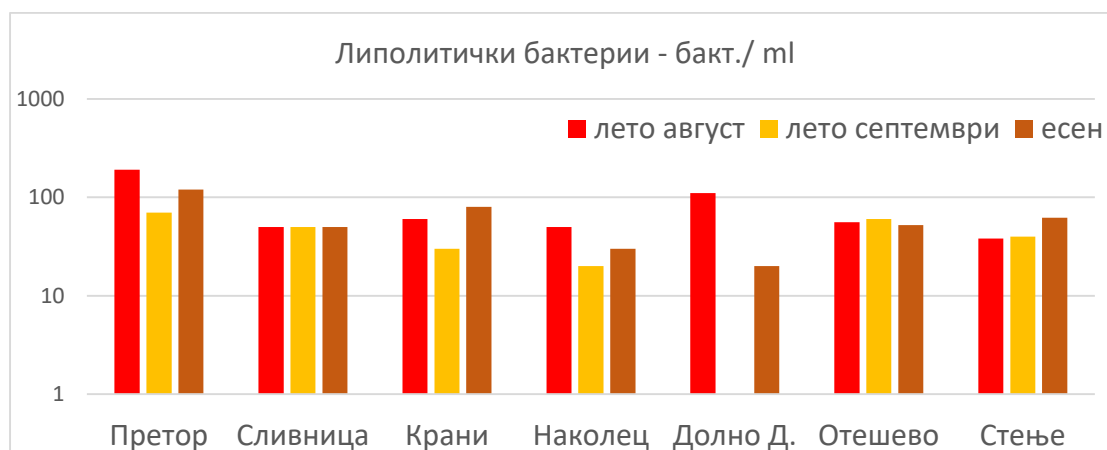
Сл. 17. Амилолитички бактерии во Езеро локалитети - Казан (К) и централна точка (Ц)

Липидите (мастите) се составна компонента на животинските и растителните клетки кои по нивното одумирање се разградуваат од страна на липолитичките бактерии. Во површинските води, за нивната зголемена бројност имаат допринос и комуналните отпадни води.

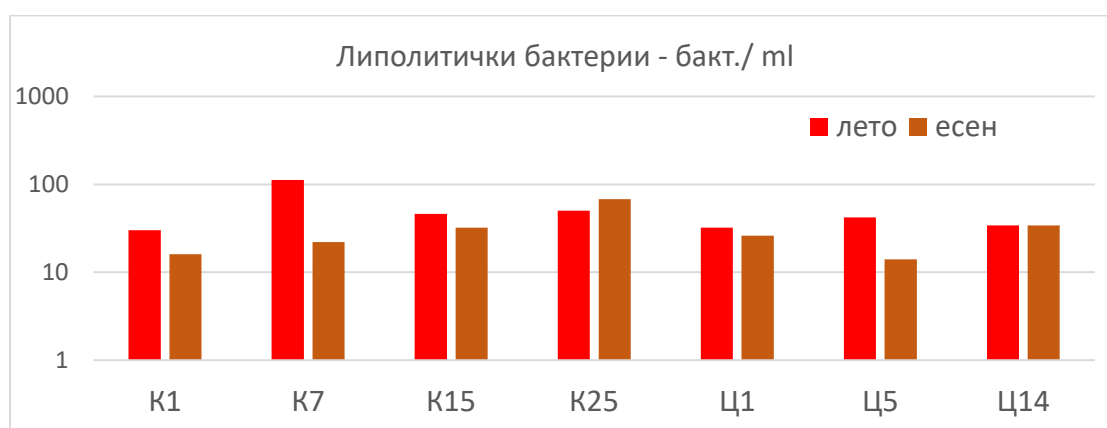
Добиените резултати од истражувањата на липолитичките бактерии се претставени на сликите 18, 19 и 20. Од нив може да се забележи дека повторно, како и кај останатите параметри, овие бактерии се побројни во загадените води, а максимумот е во Голема Река кај бензинска.



Сл. 18. Липолитички бактерии во водата од притоците на Преспанско Езеро

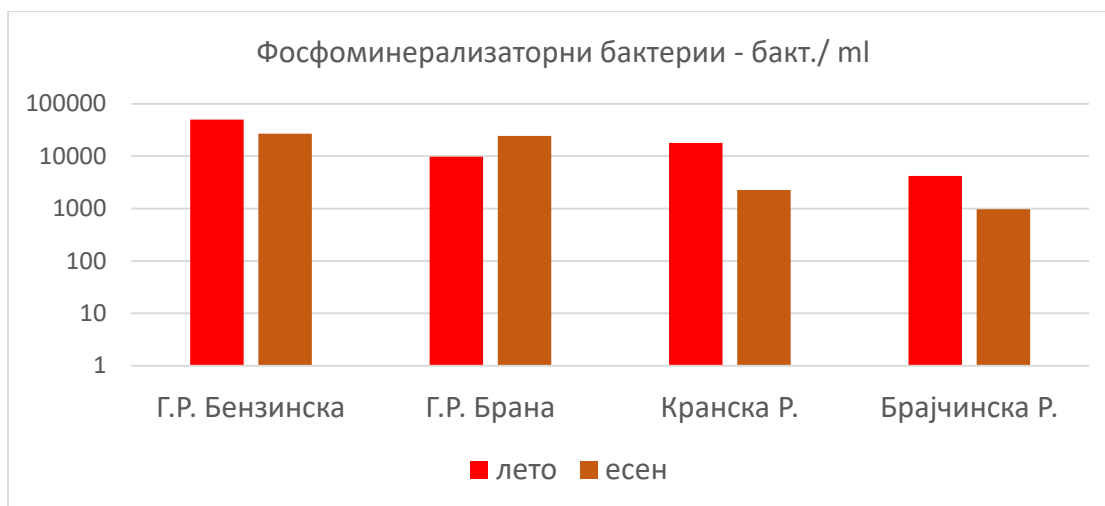


Сл. 19. Липолитички бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото

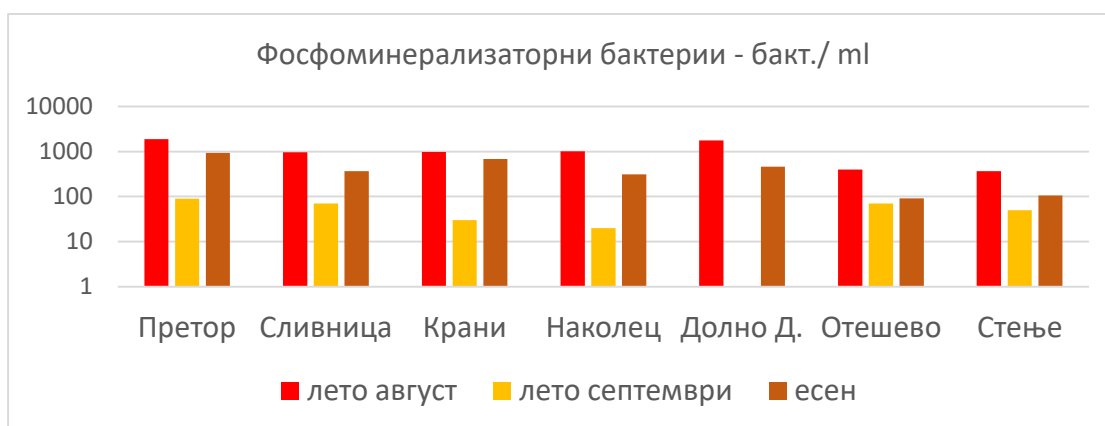


Сл. 20. Липолити - во Езеро локалитети - Казан (К) и централна точка (Ц)

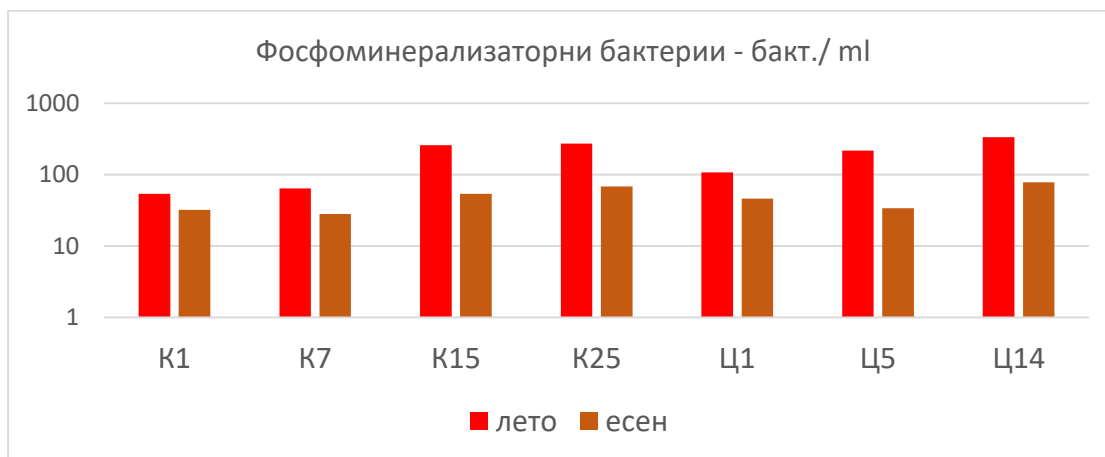
Фосфоминерализаторните бактерии имаат важна улога во процесот на разградување на сложените органски фосфорни соединенија до достапни асимилативи за процесот на фотосинтеза. Ове бактерии се застапени во сите истражувани примероци на вода со сезонска и просторна варијабилност на вредностите (сл. 21, 22, 23).



Сл. 21. Фосфоминерализаторни бактерии во водата од притоците на Езерото



Сл. 22. Фосфоминерализаторни бактерии во водата од крајбрежјето на Езерото



Сл. 23. Фосфоминерализатори – во Езеро - Казан (К) и Централна точка (Ц)

Заклучоци

Според резултатите од микробиолошките истражува водата од Голема Река кај бензинска е со најлош квалитет, претежно во V и поретко во IV, односно максимално фекално и органски загадена. Голема Река кај брана е со нешто подобар квалитет (III и IV класа). Кранска Река е претежно во III класа (поретко во IV) а Брајчинска Река е во II и III класа според индикаторите за фекално загадување и IV (лето) и III класа (есен), според органско загадување.

Со најдобар квалитет е водата од вертикалниот профил на Езерото каде што е во главно во I и II класа (малку и умерено органски загадена). Според фекалните индикатори, иако вкупните колиформни бактерии и ентерококите се со вредности кои се во границите за I класа, а *Escherichia coli* отсуствува во сите примероци, можеме дека е под антропогено влијание и овој дел од Езерото иако е одалечен од крајбрежјето.

Во крајбрежниот дел на Езерото, според параметрите за фекално загадување квалитетот на водата од истражуваните локалитети е во II и III класа во летните месеци, а I класа во есен. Врз база на параметрите за органско загадување водата од крајбрежните локалитети на Езерото е во II и III класа.

Евидентно е дека реките се фекално и органско загадени и имаат влијание врз деловите од литоралот на Преспанското Езеро каде што се вливаат. Има сезонска варијабилност на вредностите, односно високи вредности и во двата периода (лето и есен) што секако се должи на антропогеното влијание, а во голема мера допринесуваат и високите температури кои го забрзуваат растот и равојот на микроорганизмите. Во лето, кога е екот на туристичката сезона, покрај од отпадните води, има појава на зголемено присуството и бројност на индикаторите за фекално загадување од екскретите на капачите.

Во комплексната проценка за состојбата со квалитетот на водата микробиолошките показатели имаат многу значајно место. Бактериите се идеален сензор за индикација на микробиолошките загадувања на површинските водни тела бидејќи тие први одговараат на променетите услови на животната средина.

Фитопланктонски истражувања на Преспанското Езеро

Изготвиле: Д-р Сузана Патчева
М-р Јовица Лешоски
Одделение за фитопланктон



Фитопланктонот е една од најзначајните и најсензитивните компоненти на акватичните екосистеми од кој во најголема мерка, зависи нивното функционирање. Се состои од едноклеточни и колонијални алги со големина од $<1\ \mu\text{m}$ до $> 500\ \mu\text{m}$ кои лебдат во водата во еуфотичната зона, каде што светлината е достапна за фотосинтезата. Според Рамковната директива за вода (WFD), фитопланктонот е идентификуван како клучен биолошки елемент за квалитет (BQE) кој треба да се користи при проценката на еколошкиот квалитет на езерото.

Хлорофилот *a* е фотосинтетички пигмент кој ги интегрира сите видови на алги и служи како мерлив показател за целата фитопланктонска продукција, односно фитопланктонската биомаса, а според тоа тој е многу значаен параметар за одредување на трофичкиот статус на водата.

Материјал и методи

Во тек на март и април 2023 година реализирани се кампањи, при кои колекциониран е материјал за анализа на фитопланктонот и концентрацијата на хлорофилот *a* од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро, како и од главните притоки на Преспанското Езеро.

Пробите за анализа на фитопланктонот се колекционирани на терен во темни шишиња од 100 ml и фиксирани со 4 % раствор од формалин и обработени во Utermohl-ови комори од 50 ml со помош на инверзен микроскоп после седиментација од 24 часа (Utermöhl, 1958). Нумеричките вредности на фитопланктонот се изразени како број на индивидуи на литар вода.

Концентрацијата на хлорофилот *a* се одредуваше спектрофотометриски после екстракција со 90% етанол (ISO 10260, 1992), а нумеричките вредности се изразени како микрограми на литар вода.

Резултати и дискусија

Табела 1. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во пелагијалот на Преспанското Езеро на ден 14.04. 2022 година

	Казан				Централна точка		
Видови	0 m	7 m	15 m	25 m	0 m	5 m	13 m
Cyanophyta							
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	1 000	2 000					
<i>Aphanothece sp.</i>			1 000				
<i>Chroococcus limneticus</i>	4 000	3 000	9 000	4 000		2 000	
<i>Radiocystis geminata</i>		2 000	2 000				
Bacillariophyta							
<i>Cyclotella sp.</i>	380 000	851 000	570 000	914 000	250 000	861 000	1 162 000
<i>Diatoma sp.</i>				2 000			
<i>Encyonema sp.</i>					1 000		
<i>Fragilaria sp.</i>					1 000		2 000
<i>Cocconeis sp.</i>	1 000						2 000
<i>Epithemia sp.</i>							2 000
Chlorophyta							
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>					1 000	3 000	
<i>Closterium sp.</i>	1 000						
<i>Oocystis lacustris</i>	2 000	1 000	4 000	1 000		2 000	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>							
Вкупно ind/l	389 000	859 000	586 000	921 000	253 000	868 000	1 168 000

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро на ден 13.03.2023 година

Видови	Стење	Отешево	Претор	Крани	Сливница	Наколец	Долно дупени
Cyanophyta							
<i>Chroococcus limneticus</i>	1 000	2 000				500	1 000
<i>Lyngbya limnetica</i>	1 000						
Bacillariophyta							
<i>Achnanthydium sp.</i>	2 000		1 000	1 000			
<i>Amphora sp.</i>	1 000		7 000	1 000			1 000
<i>Aneumastus sp.</i>			7 000				
<i>Aulacoseira sp.</i>	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000		
<i>Cyclotella sp.</i>	559 000	416 000	79 000	32 000	116 000	101 000	77 000
<i>Cymatopleura solea</i>				1 000			1 000
<i>Cymbella sp.</i>	1 000				1 000		1 000
<i>Cymboppleura sp.</i>	3 000						2 000
<i>Diatoma sp.</i>	5 000		8 000				
<i>Diatoma tenuis</i>		1 000	2 000	3 000			
<i>Diploneis sp.</i>	1 000		3 000	2 000			
<i>Encyonema sp.</i>			3 000	2 000			
<i>Epithemia sp.</i>			6 000	2 000			1 000
<i>Eunotia sp.</i>			1 000			500	
<i>Fragilaria sp.</i>	5 000	4 000	20 000	12 000	1 000	5 500	8 000
<i>Gomphonema sp.</i>	3 000	1 000	6 000	9 000	1 000	2 000	1 000
<i>Navicula reichardtii</i>			5 000	9 000			3 000
<i>Navicula sp.</i>	38 000	3 000	59 000	54 000	6 000	9 500	46 000
<i>Neidium binodis</i>			1 000				
<i>Neidium dubium</i>	1 000						
<i>Neidium sp.</i>			7 000	1 000			
<i>Nitzschia sp.</i>			6 000		1 000		
<i>Cocconeis sp.</i>	7 000		8 000	30 000		1 500	6 000
<i>Epithemia sp.</i>	2 000						
<i>Placoneis sp.</i>	4 000		24 000	8 000	1 000		
<i>Planothidium sp.</i>			4 000	7 000		1 000	7 000
<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i>		1 000		2 000		500	1 000
Chlorophyta							
<i>Closterium aciculare</i>			1 000				
<i>Oocystis lacustris</i>	1 000						
Вкупно ind/l	636 000	429 000	259 000	177 000	129 999	122 000	156 000

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во реките притоки на Преспанското Езеро на ден 24.02 2022 година

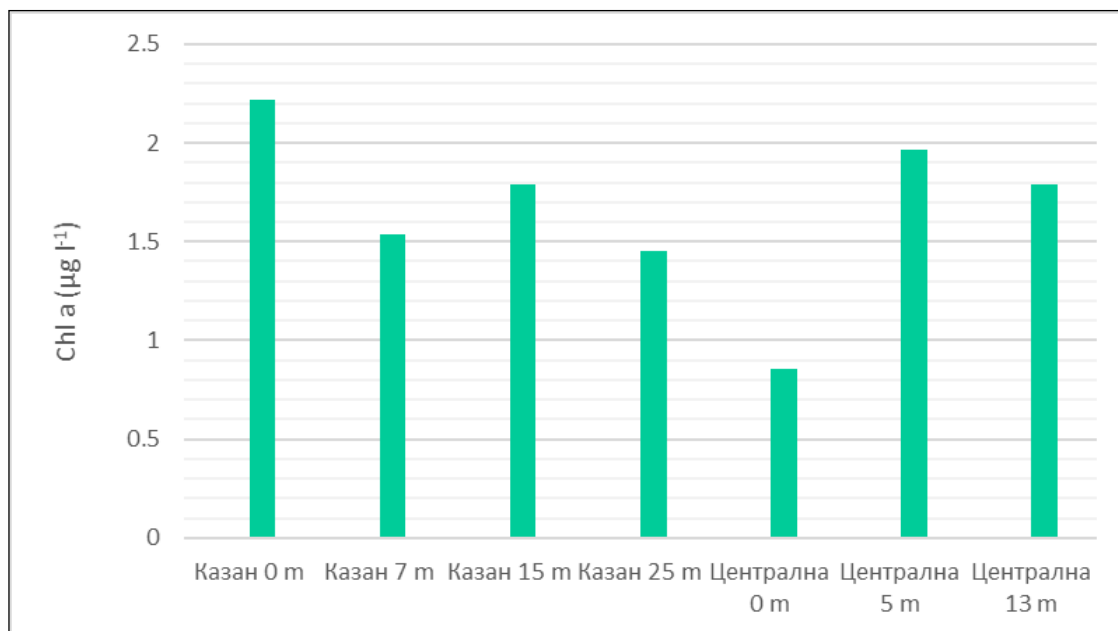
Видови	Кранска Река	Брајчинска Река
Bacillariophyta		
<i>Amphora sp.</i>	800	
<i>Aulacoseira sp.</i>		1 200
<i>Diatoma sp.</i>	12 400	8 800
<i>Diatoma tenuis</i>	400	
<i>Diatoma mesodon</i>		400
<i>Encyonema sp.</i>	400	800
<i>Fragilaria sp.</i>	2 000	800
<i>Gomphonema sp.</i>	1 600	3 600
<i>Navicula sp.</i>		800
<i>Cocconeis sp.</i>	400	400
<i>Planothidium sp.</i>	1 200	800
<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i>		400
<i>Hannaea arcus</i>		800
Вкупно ind/l	19 200	18 000

Фитопланктонските истражувања во овој период покажуваат низок диверзитет во пелагијалот и значително поголем диверзитет во литоралниот регион на Преспанското Езеро. Најбогат диверзитет на алги беше евидентиран на точката Претор, а по неа следеше точката Крани. Најголем број на видови беа евидентирани од групата на силикатните алги (**Bacillariophyta**) кои доминираа и во квалитативен и во квантитативен поглед, каде се евидентирани и бентосни форми кои достигнуваат во фитопланктонот од брановите и струењата. Во пелагијалот апсолутно доминантен беше видот *Cyclotella sp.*, а во литоралот покрај него со голема густина беше застапен и видот *Navicula sp.* (Таб. 1, 2). Во реките беше евидентиран умерен диверзитет и тоа исклучиво на силикатни алги, а доминантен беше видот *Diatoma sp.* (Таб. 3).

Густината на фитопланктонот беше поголема во пелагијалот на езерото во однос на литоралниот регион. Најмала густина на фитопланктон во пелагијалот на езерото имаше во површинскиот слој и тоа на двете точки (Казан и Централна точка) при што на Централна точка имаше најмала густина од **253 000 ind/l**, а на останатите длабочини густината беше поголема, со највисока вредност на длабочина од 13 метри централна точка со **1 168 000 ind/l** (Таб. 1),

Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Стење (636 000 ind/l), а најмала беше густината во Наколец (122 000 ind/l), а мала беше густината и во Сливница, Долно Дупени и Крани (Таб. 2).

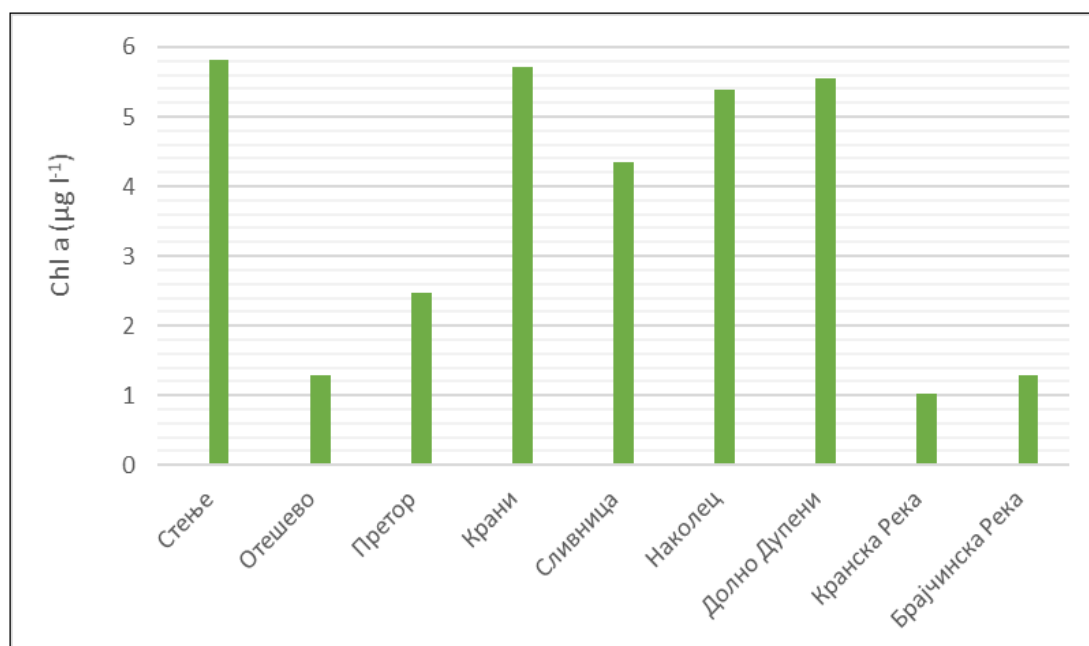
Во Брајчинска Река и Кранска Река диверзитетот на алги беше близок и тоа беа присутни само силикатни алги, а и густината на алги беше приближно еднаква (Таб. 3).



Слика 1. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро

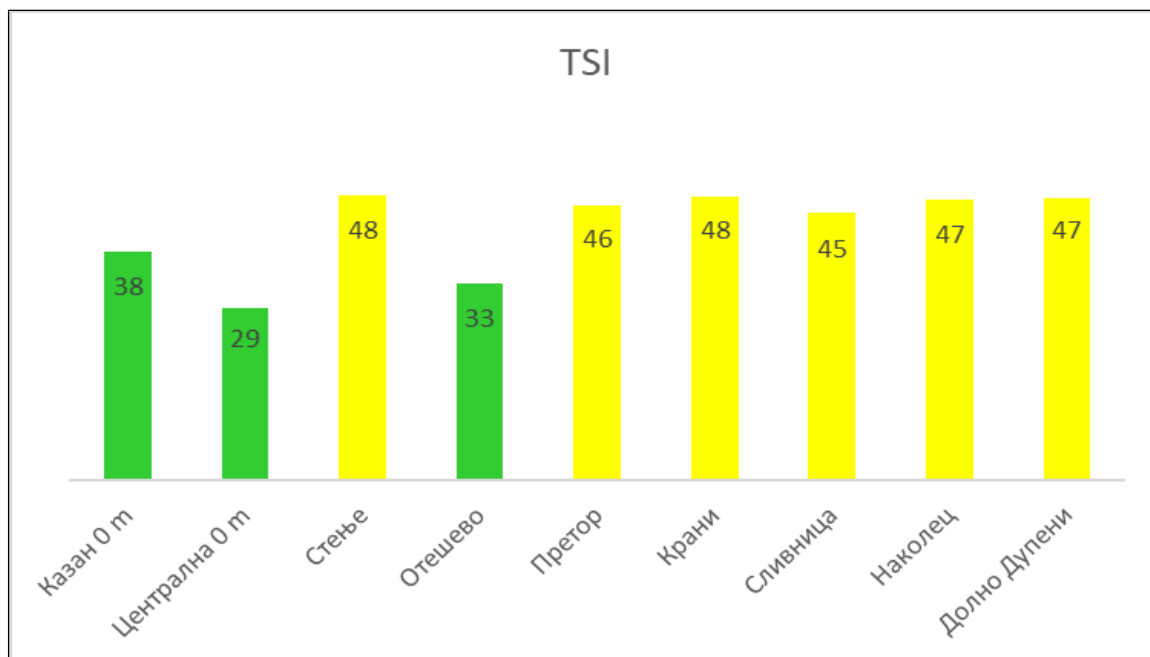
Концентрацијата на хлорофил *a*, како показател на продукцијата на фитопланктон, односно фитопланктонската биомаса, во пелагијалот на Преспанското Езеро во овој период имаше ниски вредности, а најголема вредност имаше на точката Казан 0 m длабочина ($2,22 \mu\text{g l}^{-1}$), а најмала на Централна 0 m со вредност од $0.85 \mu\text{g l}^{-1}$ (Сл. 1).

Генерално, на Централна точка евидентирана е помала концентрација на хлорофил *a* во однос на водниот слој на пелагијалната точка Казан (Сл. 1).



Слика 2. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од литоралот и притоците на Преспанското Езеро

Во литоралниот регион, највисока вредност на концентрацијата на хлорофил *a* беше регистрирана кај Стење (5,80 $\mu\text{g l}^{-1}$), а најниска кај Отешево (1,28 $\mu\text{g l}^{-1}$). Во реките вредностите беа пониски, при што во Кранска Река концентрацијата на хлорофил *a* изнесуваше 1,02 $\mu\text{g l}^{-1}$, а во Брајчинска Река 1,28 $\mu\text{g l}^{-1}$ (Сл. 2).



Слика 3. Индекс на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Според вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI; Carlson, 1977) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, езерската вода на пелагијалните точки Казан и Централна точка и литоралната точка Отешево се категоризира како олиготрофна, а на сите останати точки од литоралот на Преспанското Езеро се категоризира како мезотрофна (Сл. 3).

Во согласност со Рамковната директива за води, можеме да го дефинираме еколошкиот статус на Преспанското Езеро како умерен.

Фитопланктонски истражувања

Пролетна кампања

Материјал и методи

Во тек на мај и јуни 2023 година реализирани се кампањи, при кои колекциониран е материјал за анализа на фитопланктонот и концентрацијата на хлорофилот *a* од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро, како и од главните притоки на Преспанското Езеро.

Резултати и дискусија

Табела 1. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во пелагијалот на Преспанското Езеро на ден 15. 06. 2023 година

	Казан	Централна точка		
Видови	Интегрирана проба	0 m	5 m	14 m
Cyanophyta				
<i>Anabaena sp.</i>				
<i>Aphanizomenon sp.</i>	2 000			
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>			10 000	4 000
<i>Chroococcus limneticus</i>	4 000			
<i>Cyanodictyon imperfectum</i>		4 000		
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	1 000	1 000		
<i>Planktothrix sp.</i>	1 000			
Bacillariophyta				
<i>Aulacoseira sp.</i>	1 000	1 000	2 000	1 000
<i>Cyclotella sp.</i>	66 000	12 000	56 000	1 000
<i>Diploneis sp.</i>				
<i>Encyonema sp.</i>				
<i>Fragilaria sp.</i>	2 000			2 000
<i>Fragilaria crotonensis</i>				
<i>Navicula sp.</i>	1 000	1 000		
<i>Neidium sp.</i>				
<i>Nitzschia sp.</i>				
<i>Cocconeis sp.</i>		2 000	1 000	1 000
<i>Epithemia sp.</i>				
<i>Planothidium lanceolatum</i>				
<i>Ulnaria acus</i>				
Chlorophyta				
<i>Chlamidomonas sp.</i>				
<i>Closterium sp.</i>				
<i>Eudorina elegans</i>	2 000			
<i>Pandorina morum</i>		1 000		
<i>Scenedesmus quadricauda</i>				

Chrysophyta				
<i>Dinobryon bavaricum</i>	1 000			
<i>Dinobryon divergens</i>				
<i>Dinobryon sociale</i>	3 000	3 000	1 000	
Pyrrophyta				
<i>Ceratium hirundinella</i>			2 000	
<i>Peridinium sp.</i>		1 000	1 000	
Вкупно ind/l	84 000	26 000	74 000	9 000

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро на ден 10. 05. 2023 година

Видови	Стење	Отешево	Претор	Крани	Сливница	Наколец	Долно дупени
Cyanophyta							
<i>Chroococcus limneticus</i>							
<i>Cyanodictyon imperfectum</i>	13 000						
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	1 000						
<i>Merismopedia glauca</i>	3 000						
<i>Planktothrix sp.</i>	2 000						
Bacillariophyta							
<i>Achnantheidium minutissimum</i>			4 000				2 000
<i>Amphora ovalis</i>							1 000
<i>Amphora sp.</i>			10 000	12 000	8 000	10 000	4 000
<i>Aneumastus sp.</i>							
<i>Aulacoseira sp.</i>	21 000				2 000	16 000	1 000
<i>Caloneis sp.</i>			2 000	2 000			
<i>Cocconeis sp.</i>	9 000		14 000	42 000	36 000	20 000	
<i>Cyanodictyon imperfectum</i>		3 500					
<i>Cyclotella sp.</i>	46 000	5 000	58 000	76 000	108 000	144 000	31 000
<i>Cymatopleura solea</i>	6 000		4 000			8 000	2 000
<i>Cymbella sp.</i>	1 000				6 000	2 000	
<i>Cymbopleura sp.</i>							
<i>95iatom asp.</i>				2 000	4 000	4 000	2 000
<i>Diatoma tenuis</i>							
<i>Diploneis sp.</i>							
<i>Encyonema sp.</i>	5 000		6 000	10 000		2 000	1 000
<i>Epithemia sp.</i>			6 000	6 000		2 000	
<i>Eunotia sp.</i>				2 000	2 000		
<i>Gyrosigma obtusatum</i>	1 000						1 000

<i>Hannaea arcus</i>				2 000			
<i>Fragilaria sp.</i>	100 000		24 000	28 000	38 000	10 000	15 000
<i>Gomphonema sp.</i>	2 000		6 000	18 000	8 000	4 000	
<i>Navicula reichardtii</i>			12 000	12 000	14 000	28 000	3 000
<i>Navicula sp.</i>	45 000	1 000	66 000	68 000	58 000	54 000	10 000
<i>Neidium binodis</i>							
<i>Neidium dubium</i>						2 000	
<i>Neidium sp.</i>	2 000			4 000		4 000	1 000
<i>Nitzschia sp.</i>	4 000				4 000	2 000	2 000
<i>Cocconeis sp.</i>							
<i>Epithemia adnata</i>							
<i>Placoneis elginensis</i>							1 000
<i>Placoneis sp.</i>			2 000	14 000	2 000	16 000	3 000
<i>Planothidium sp.</i>			2 000	18 000	12 000	6 000	1 000
<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i>							
<i>Rhopalodia gibba</i>	1 000						
<i>Surirella sp.</i>	2 000				4 000	2 000	1 000
<i>Ulnaria ulna</i>	3 000			4 000			
Chlorophyta							
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	1 000						
<i>Closterium aciculare</i>							
<i>Oocystis lacustris</i>							
<i>Pandorina morum</i>	41 000	500					2 000
<i>Pediastrum angulosum</i>	1 000						
<i>Pediastrum duplex</i>	1 000						
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	3 000						
Chrysophyta							
<i>Dinobryon bavaricum</i>							
<i>Dinobryon divergens</i>							
<i>Dinobryon sociale</i>		500					
Pyrrophyta							
<i>Peridinium sp.</i>		8 000					
Euglenophyta							
<i>Euglena sp.</i>	1 000						
Всупно ind/l	325 000	10 500	216 000	320 000	312 000	336 000	84 000

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во реките притоки на Преспанското Езеро на ден 08. 05. 2023 година

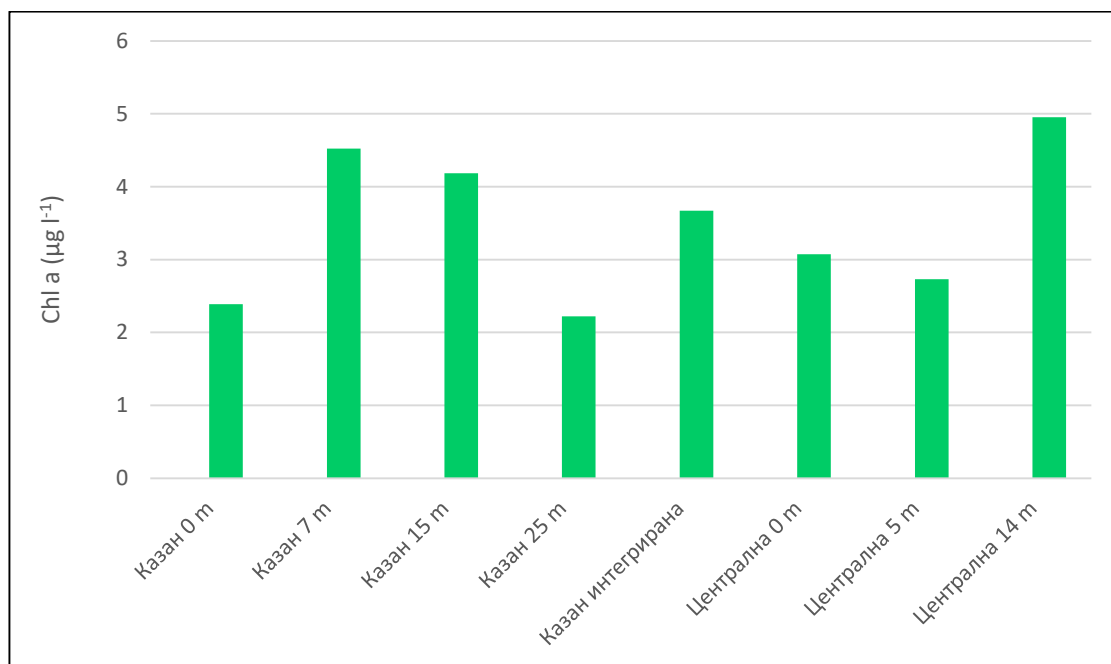
Видови	Кранска Река	Брајчинска Река
Bacillariophyta		
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	2 000	
<i>Amphora pediculus</i>		500
<i>Amphora sp.</i>	1 000	
<i>Aulacoseira sp.</i>		500
<i>Cocconeis sp.</i>	1 000	1 000
<i>Cymbella sp.</i>	1 000	
<i>Diatoma sp.</i>	14 000	11 000
<i>Diatoma mesodon</i>	1 000	500
<i>Encyonema neogracile</i>	1 000	
<i>Encyonema sp.</i>	1 000	500
<i>Encyonopsis microcephala</i>	1 000	
<i>Fragilaria sp.</i>	11 000	4 500
<i>Gomphonema sp.</i>	5 000	4 500
<i>Navicula sp.</i>		3 500
<i>Planothidium sp.</i>	2 000	1 500
<i>Hannaea arcus</i>	6 000	4 000
<i>Ulnaria ulna</i>	1 000	
Chlorophyta		
<i>Closterium acutum</i>	1 000	
Вкупно ind/l	49 000	32 000

Фитопланктонските истражувања во овој период покажуваат значително поголем диверзитет во литоралниот регион на Преспанското Езеро во однос на пелагијалот. Најбогат диверзитет на алги беше евидентиран на точката Стење. Најголем број на видови беа евидентирани од групата на силикатните алги (**Bacillariophyta**) кои доминираа и во квалитативен и во квантитативен поглед., каде се евидентирани и бентосни форми кои достигнуваат во фитопланктонот од брановите и струењата. Во пелагијалот апсолутно доминантен беше видот *Cyclotella sp.* Во литоралот покрај него со голема густина беше застапен видот *Navicula sp.* (Таб. 1, 2). Во реките доминираа водовите *Diatoma sp.* и *Fragilaria sp.* Видот исто така беше доминантен и во фитопланктонот на реките (Таб. 3).

Густината на фитопланктонот во пелагијалот беше релативно мала, а во литоралот со исклучок на Отешево и Долно Дупени во останатите точки беше голема. Најмала густина на фитопланктон во пелагијалот на езерото имаше на Централна точка 14 метри длабочина (9 000 ind/l), а најголема во интегрираната проба од Казан (84 000 ind/l) (Таб. 1),

Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Наколец и Стење, а многу блиска беше и густината во Крани и Сливница (сите нешто над 300 000 ind/l) а најмала беше густината во Отешево (10 500 ind/l). Во Претор густината изнесуваше 216 000 ind/l. (Таб. 2).

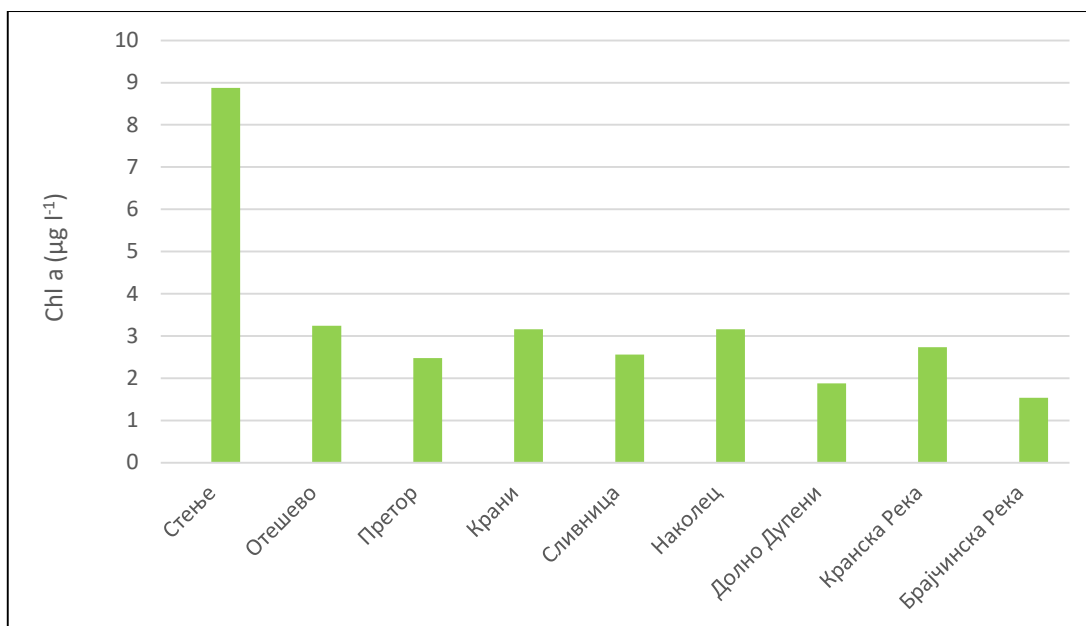
Во реките беше евидентиран помал диверзитет на алги во споредба со литоралниот регион, при што во Кранска Река беше евидентиран поголем диверзитет на алги и нешто поголема густина на фитопланктон во однос на Брајчинска Река (Таб. 3).



Слика 1. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро

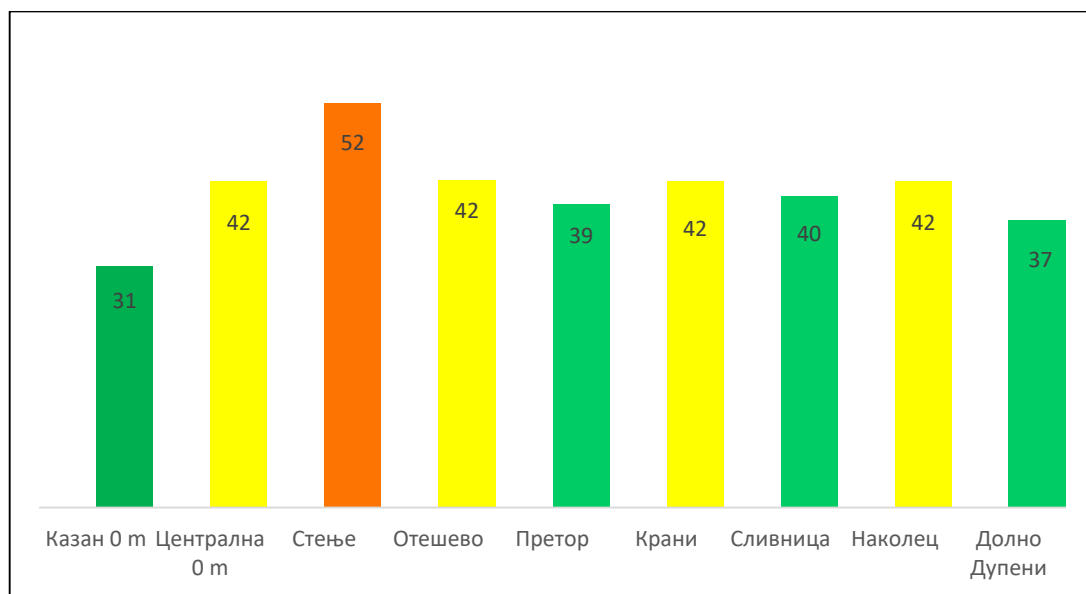
Концентрацијата на хлорофил *a*, како показател на продукцијата на фитопланктон, односно фитопланктонската биомаса, во пелагијалот на Преспанското Езеро најголема вредност имаше на точката Централна точка 14 m длабочина (4,95 µg l⁻¹), по што следеше Казан 7 m длабочина (4,52 µg l⁻¹), а најмала концентрација на хлорофил *a* беше регистрирана на точката Казан 25 m со вредност од 2.22 µg l⁻¹. Ниски вредности беа регистрирани и во површинските слоеви на двете пелагијални точки (Сл. 1).

Генерално во пелагијалот на Преспанското Езеро во овој период најголема концентрација на хлорофил *a*, односно најголема продукција на фитопланктон е регистрирана во слојот помеѓу 7 и 15 метри длабочина (Сл. 1).



Слика 2. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од литоралот и притоците на Преспанското Езеро

Во литоралниот регион, највисока вредност на концентрацијата на хлорофил *a* беше регистрирана кај Стење ($8,88 \mu\text{g l}^{-1}$) и таа вредност отскокнауваше во однос на сите останати, а најниска кај Долно Дупени ($1,88 \mu\text{g l}^{-1}$). Во останатите литорални точки вредностите беа блиски и се движеа помеѓу $2,48$ и $3,24 \mu\text{g l}^{-1}$. Во Кранска Река концентрацијата на хлорофил *a* изнесуваше $2,73 \mu\text{g l}^{-1}$, а во Брајчинска Река $1,54 \mu\text{g l}^{-1}$, соодветно на густината на фитопланктон (Сл. 2).



Слика 3. Индекс на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Според вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, езерската вода на точките Казан, Претор, Сливница и Долно Дупени се категоризира како олиготрофна, на точката Стење како еуотрофна, а на останатите точки се категоризира како мезотрофна (Сл. 13).

Фитопланктонски истражувања Летна кампања

Материјал и методи

Во тек на август 2023 година реализирани се кампањи, при кои колекциониран е материјал за анализа на фитопланктонот и концентрацијата на хлорофилот *a* од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро, како и од главните притоки на Преспанското Езеро.

Пробите за анализа на фитопланктонот се колекционирани на терен во темни шишиња од 100 ml и фиксирани со 4 % раствор од формалин и обработени во Utermohl-ови комори од 50 ml со помош на инверзен микроскоп после седиментација од 24 часа (Utermöhl, 1958). Нумеричките вредности на фитопланктонот се изразени како број на индивидуи на литар вода.

Концентрацијата на хлорофилот *a* се одредуваше спектрофотометриски после екстракција со 90% етанол (ISO 10260, 1992), а нумеричките вредности се изразени како микрограми на литар вода.

Резултати и дискусија

Табела 1. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во пелагијалот на Преспанското Езеро на ден 22. 08. 2023 година

	Казан	Централна точка		
Видови	Интегрирана проба	0 m	7 m	13 m
Cyanophyta				
<i>Anabaena solitaria</i>			4 000	
<i>Aphanizomenon sp.</i>	8 000			
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	2 260 000	3 368 000	3 580 000	440 000
Bacillariophyta				
<i>Cyclotella sp.</i>	96 000	56 000	52 000	12 000
<i>Fragilaria sp.</i>		4 000		4 000
<i>Navicula sp.</i>			4 000	
<i>Cocconeis sp.</i>	8 000			
<i>Ulnaria acus</i>		4 000		
<i>Ulnaria ulna</i>				4 000
Chlorophyta				
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>		4 000		
<i>Oocystis lacustris</i>	8 000	8 000		

Chrysophyta				
<i>Dinobryon bavaricum</i>	12 000	28 000		
<i>Dinobryon sociale</i>			4 000	4 000
Pyrrophyta				
<i>Peridinium sp.</i>		8 000	4 000	4 000
Вкупно ind/l	2 392 000	3 480 000	3 648 000	468 000

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро на ден 24. 08. 2023 година

Видови	Стење	Отешево	Претор	Крани	Сливница	Наколец	Долно дупени
Cyanophyta							
<i>Anabaena solitaria</i>	8 000		4 000	8 000	4 000		
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>			20 000		4 400	8 000	4 000
<i>Merismopedia glauca</i>	4 000		2 000				
<i>Merismopedia tenuissima</i>	8 000						
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	2 460 000	100 000	7 540 000	2 636 000	1 408 000	1 396 000	2 280 000
<i>Merismopedia glauca</i>		4 000					
<i>Planktothrix sp.</i>	4 000	4 000		12 000	4 000		
Bacillariophyta							
<i>Achnanthes minutissimum</i>					4 000		
<i>Amphora ovalis</i>				4000			
<i>Amphora sp.</i>	4 000	68 000				4 000	
<i>Aulacoseira sp.</i>		16 000		12 000	4 000		
<i>Caloneis sp.</i>							
<i>Cocconeis sp.</i>	12 000	96 000	2 000	28 000	8 000	16 000	4 000
<i>Cyclotella sp.</i>	3 600	32 000	28 000	160 000	84 000	136 000	12 000
<i>Cymatopleura solea</i>		16 000					
<i>Cymbella sp.</i>		8 000					
<i>Cymbopleura sp.</i>		24 000					
<i>Diatoma sp.</i>	16 000	16 000	10 000	8 000	4 000		16 000
<i>Encyonema sp.</i>		40 000					
<i>Epithemia sp.</i>		8 000					
<i>Fragilaria parasitica</i>		4 000					
<i>Fragilaria sp.</i>	28 000	220 000		12 000	8 000	12 000	4 000
<i>Gomphonema sp.</i>	4 000	48 000	2 000				
<i>Navicula reichardtii</i>							
<i>Navicula sp.</i>	80 000	304 000	24 000	24 000	8 000		28 000
<i>Neidium binodis</i>							

<i>Neidium dubium</i>							
<i>Neidium sp.</i>	24 000	80 000	6 000	8 000			4 000
<i>Nitzschia sigmoidea</i>		8 000					
<i>Nitzschia sp.</i>	16 000	20 000	6 000	8 000			4 000
<i>Pinnularia sp.</i>		4 000					
<i>Placoneis sp.</i>		16 000		56 000	4 000	4 000	
<i>Staurosira sp.</i>		12 000		4 000			
<i>Surirella angusta</i>		4 000					
<i>Surirella sp.</i>	4 000	20 000					4 000
<i>Ulnaria acus</i>			2 000	8 000			4 000
<i>Ulnaria ulna</i>	4 000	24 000	4 000				
Chlorophyta							
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>			2 000				4 000
<i>Chlamidomonas sp.</i>				8 000		12 000	
<i>Cosmarium phaseolus</i>				4 000			
<i>Oocystis lacustris</i>	4 000		12 000	12 000	4 000	44 000	16 000
<i>Pandorina morum</i>	8 000		14 000			4 000	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	8 000	12 000		4 000	4 000		
Chrysophyta							
<i>Dinobryon bavaricum</i>				48 000	12 000	60 000	
<i>Dinobryon divergens</i>				8 000			
<i>Dinobryon sociale</i>	4 000		8 000	52 000	20 000	48 000	12 000
Cryptophyta							
<i>Cryptomonas sp.</i>	8 000	8 000	6 000	8 000			12 000
Pyrrophyta							
<i>Peridinium sp.</i>	24 000		26 000	12 000	40 000	32 000	12 000
Вкупно ind/l	2 768 000	1 228 000	7 720 000	3 144 000	1 664 000	1 776 000	2 424 000

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во реките притоки на Преспанското Езеро на ден 17. 08. 2023 година

Видови	Кранска Река	Брајчинска Река
Bacillariophyta		
<i>Amphora sp.</i>		200
<i>Aulacoseira sp.</i>		200
<i>Cocconeis sp.</i>		2 200
<i>Cyclotella sp.</i>		200
<i>Fragilaria sp.</i>		1 000
<i>Gomphonema sp.</i>		200
<i>Navicula sp.</i>		1 400

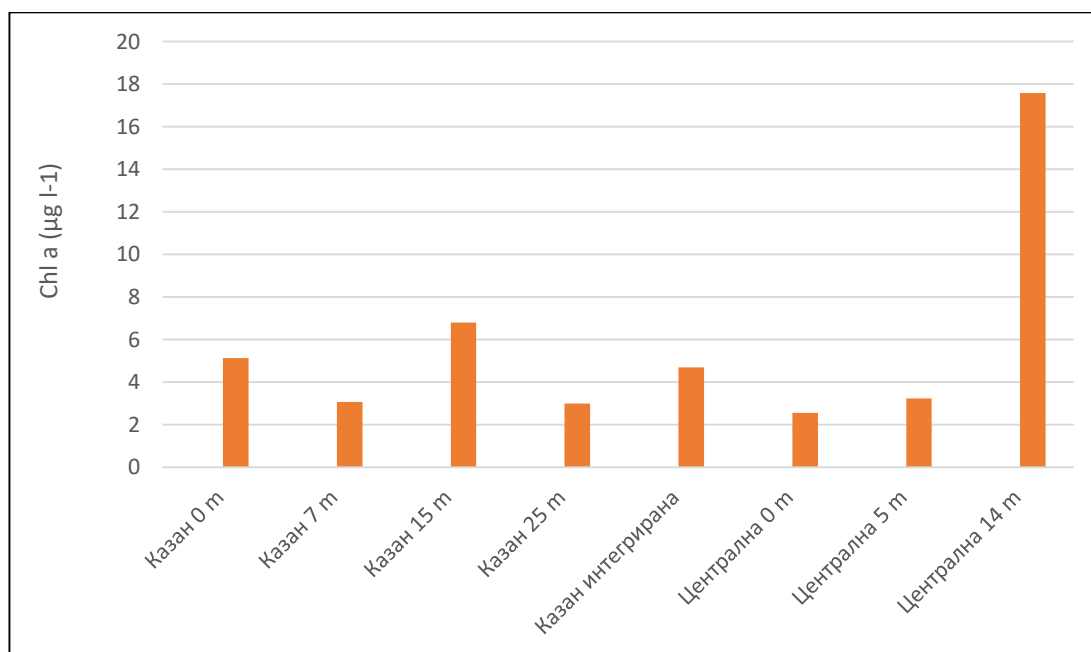
<i>Nitzschia sp.</i>		200
<i>Hannaea arcus</i>		200
Вкупно ind/l	0	5 800

Фитопланктонските истражувања во овој период покажуваат значително поголем диверзитет во литоралниот регион на Преспанското Езеро во однос на пелагијалот. Најбогат диверзитет на алги беше евидентиран на точката Отешево. Најголем број на видови беа евидентирани од групата на силикатните алги (Bacillariophyta), а според абундантноста во летниот период апсолутна доминација покажа видот *Planktolyngbya limnetica* од групата на сино-зелени алги (Cyanophyta) како во пелагијалот така и во литоралот на Преспанското Езеро. (Таб. 1, 2).

Густината на фитопланктонот и во пелагијалот и во литоралот беше многу голема, со милионски вредности. Најмала густина на фитопланктон во пелагијалот на езерото имаше во Централна точка 13 метри длабочина (468 000 ind/l), а најголема во Централна точка 7 метри длабочина (3 648 000 ind/l) (Таб. 1),

Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Претор со 7 720 000 ind/l, а најмала беше густината во Сливница (1 664 000 ind/l) и Наколец каде изнесуваше 1 776 000 ind/l. (Таб. 2).

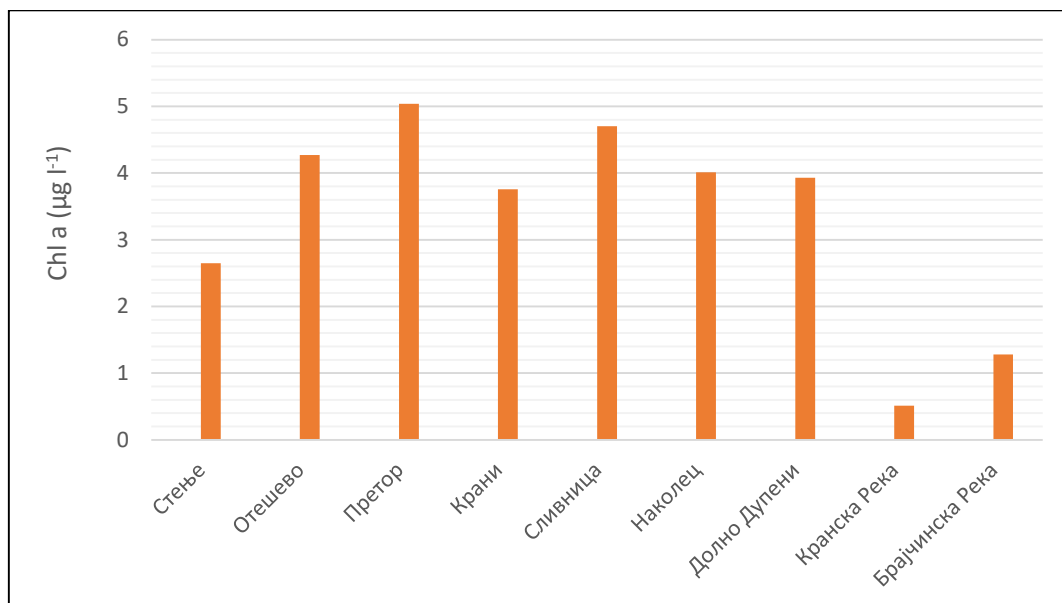
Во Кранска Река не беше евидентирано присуство на алги, додека во Брајчинска Река со слаб диверзитет беа застапени единствено силикатните алги (Bacillariophyta), а густината беше мала и изнесуваше 5 800 ind/l. (Таб. 3).



Слика 1. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро

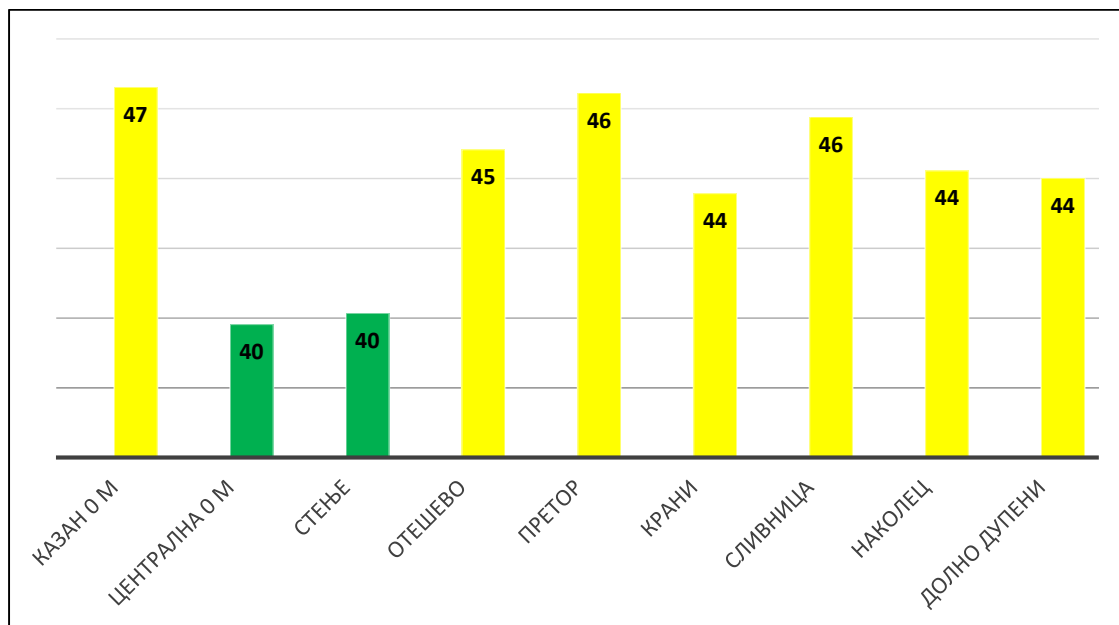
Концентрацијата на хлорофил *a*, како показател на продукцијата на фитопланктон, односно фитопланктонската биомаса, во пелагијалот на Преспанското Езеро најголема вредност имаше на точката Централна точка 14 m длабочина (17,59 µg l⁻¹) и таа вредност отскокнуваше во однос на сите останати длабочини каде вредностите беа значително пониски и се движеа од 2.56 µg l⁻¹ на Централна точка 0 m длабочина до 6,80 µg l⁻¹ на Казан 15 m длабочина (Сл. 1).

Генерално во пелагијалот на Преспанското Езеро во овој период најголема концентрација на хлорофил *a*, односно најголема продукција на фитопланктон е регистрирана во слојот околу 15 метри длабочина (Сл. 1).



Слика 2. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од литоралот и притоците на Преспанското Езеро

Во литоралниот регион, највисока вредност на концентрацијата на хлорофил *a* беше регистрирана кај Претор ($5,04 \mu\text{g l}^{-1}$), а најниска кај Стење ($2,65 \mu\text{g l}^{-1}$). Во останатите литорални точки вредностите беа блиски и сите беа под $5 \mu\text{g l}^{-1}$. Во Кранска Река концентрацијата на хлорофил *a* беше многу ниска и изнесуваше $0,51 \mu\text{g l}^{-1}$, а во Брајчинска Река $1,28 \mu\text{g l}^{-1}$, соодветно на густината на фитопланктон (Сл. 2).



Слика 3. Индекс на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Според вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, езерската вода на точките Централна и Стење се категоризира како олиготрофна, а на сите останати точки се категоризира како мезотрофна (Сл. 3).

Фитопланктонски истражувања Есенска кампања

Материјал и методи

Во тек на ноември 2023 година реализирани се кампањи, при кои колекциониран е материјал за анализа на фитопланктонот и концентрацијата на хлорофилот *a* од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро, како и од главните притоки на Преспанското Езеро.

Резултати и дискусија

Табела 1. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во пелагијалот на Преспанското Езеро на ден 27. 11. 2023 година

	Казан	Централна точка		
Видови	Интегрирана проба	0 m	7 m	14 m
Cyanophyta				
<i>Chroococcus limneticus</i>	2 000			1 000
<i>Cyanoduction imperfectum</i>	2 000	2 000		
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	1 000	1 000	1 000	2 000
Bacillariophyta				
<i>Asterionella formosa</i>			1 000	1 000
<i>Aulacoseira sp.</i>	16 000	16 000	20 000	10 000
<i>Cyclotella sp.</i>	6 000	6 000	12 000	9 000
<i>Fragilaria sp.</i>	3 000	1 000		1 000
<i>Gomphonema sp.</i>			1 000	
<i>Navicula sp.</i>	2 000			
<i>Cocconeis sp.</i>	1 000	1 000		
<i>Ulnaria acus</i>				1 000
Chlorophyta				
<i>Ankistrodesmusfalcatus</i>	3 000			
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>				1 000
<i>Eudorina elegans</i>		1 000	1 000	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1 000			

Charophyta				
<i>Closterium acutum</i>	8 000	21 000	7 000	11 000
<i>Closterium aciculare</i>		4 000	5 000	3 000
<i>Staurastrum sp.</i>			1 000	1 000
Вкупно ind/l	45 000	53 000	49 000	41 000

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро на ден 21. 11. 2023 година

ИДОВИ	Стење	Отешево	Претор	Крани	Сливница	Наколец	Долно дупени
Cyanophyta							
<i>Chroococcus limneticus</i>							1 000
<i>Gloeocapsa sp.</i>				2 000	2 500		1 000
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	2 000		2 000	2 000	1 500		2 000
Bacillariophyta							
<i>Amphora sp.</i>	5 000	2 000		3 000	500		
<i>Asterionella formosa</i>	2 000	500	1 000	4 000	2 500	500	1 000
<i>Aulacoseira sp.</i>	9 000	7 500	37 000	57 000	27 000	61 000	48 000
<i>Cocconeis sp.</i>	1 000	3 500		8 000		1 500	
<i>Cyclotella sp.</i>	8 000	4 500	9 000	5 000	1 500	5 500	
<i>Cymatopleura solea</i>		500			500		
<i>Cymbella sp.</i>		500					
<i>Cymboplectura sp.</i>	1 000						
<i>Diatoma tenuis</i>			1 000				
<i>Diatoma sp.</i>	2 000	2 500	1 000		500	1 000	
<i>Diploneis sp.</i>				1 000			
<i>Encyonema sp.</i>		500				1 000	
<i>Epithemia sp.</i>	4 000	500		3 000			
<i>Fragilaria parasitica</i>							
<i>Fragilaria sp.</i>	1 000	2 000	3 000	1 000	1 000	1 000	
<i>Gomphonema sp.</i>		2 000		2 000			
<i>Gyrosigma sp.</i>		500		1 000			
<i>Navicula reichardtii</i>			1 000	6 000	1 500		
<i>Navicula sp.</i>	23 000	9 000	10 000	13 000	6 000	4 000	3 000
<i>Neidium binodis</i>							
<i>Neidium sp.</i>			2 000	1 000			
<i>Nitzschia sp.</i>	1 000	1 000		1 000			
<i>Placoneis sp.</i>	3 000	500	1 000	5 000	1 000		
<i>Planothidium sp.</i>			1 000				
<i>Rhopalodia gibba</i>				1 000			

<i>Surirella sp.</i>		500	1 000	1 000			
<i>Ulnaria acus</i>				1 000	1 500		2 000
Chlorophyta							
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>					500		
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>		500					2 000
<i>Eudorina elegans</i>				1 000		500	
<i>Mougeotia sp.</i>						1 000	
<i>Oocystis lacustris</i>			1 000			500	2 000
<i>Scenedesmus quadricauda</i>					500		
Charophyta							
<i>Closterium acutum</i>	12 000	6 500	3 000	5 000	13 000	5 000	10 000
<i>Closterium aciculare</i>	4 000	1 500		1 000			2 000
Pyrrophyta							
<i>Peridinium sp.</i>						2 500	1 000
Вкупно ind/l	78 000	46 500	74 000	125 000	61 500	85 000	76 000

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во реките притоки на Преспанското Езеро на ден 13. 11. 2023 година

Видови	Кранска Река	Брајчинска Река
Cyanophyta		
<i>Planktolyngbya sp.</i>	800	800
Bacillariophyta		
<i>Achnanthes minutissimum</i>	2 800	800
<i>Aulacoseira sp.</i>	8 800	400
<i>Cocconeis sp.</i>	8 000	1 600
<i>Cyclotella sp.</i>	1 200	
<i>Diatom asp.</i>	3 200	1 600
<i>Encyonema sp.</i>	800	
<i>Fragilaria sp.</i>	11 200	400
<i>Gomphonema sp.</i>	800	
<i>Navicula sp.</i>	1 200	
<i>Hannaea arcus</i>		400
<i>Ulnaria ulna</i>	6 800	
Charophyta		
<i>Closterium sp.</i>	2 000	400
Вкупно ind/l	47 600	6 400

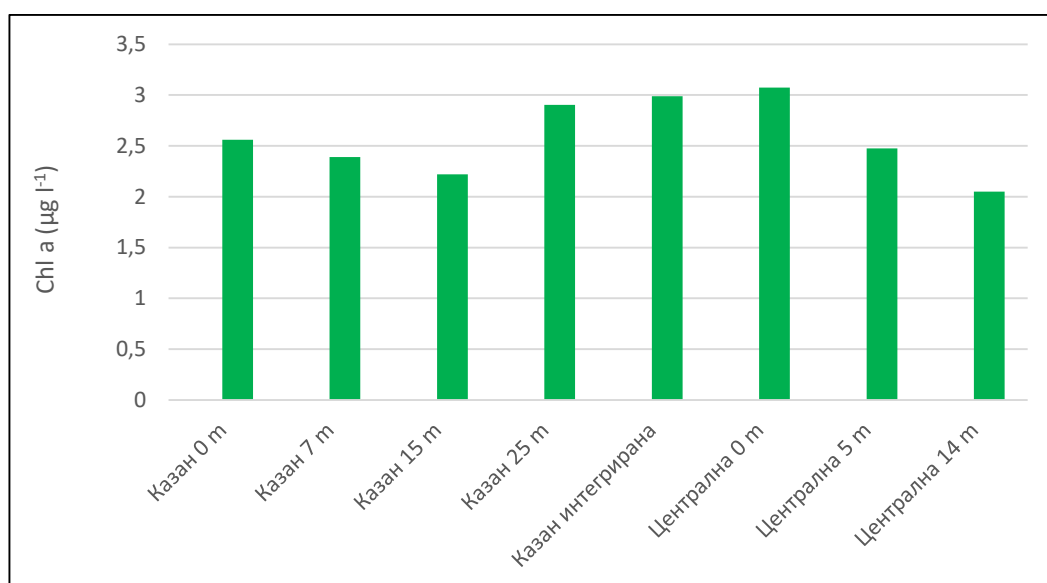
Фитопланктонските истражувања и во овој период покажуваат значително поголем диверзитет во литоралниот регион на Преспанското Езеро во однос на пелагијалот. Најбогат диверзитет на алги беше евидентиран на точката Крани со вкупно

23 видови на алги, а најмал број на видови се евидентирани кај Долно Дупени (12) и Наколец (13). Најголем број на видови беа евидентирани од групата на силикатните алги (Bacillariophyta), кои беа и најабундантни како во литоралот, така и во пелагијалот на Преспанското Езеро. Најабундантен вид беше *Aulacoseira sp.* (Таб. 1, 2).

Густината на фитопланктонот и во пелагијалот и во литоралот не беше голема, со тоа што во литоралот имаше повисоки вредности. Вредностите на сите точки од пелагијалот беа многу блиски при што најмала густина на фитопланктон во пелагијалот на езерото имаше во Централна точка 14 метри длабочина (41 000 ind/l), а најголема во Централна точка 0 метри длабочина (53 000 ind/l) (Таб. 1),

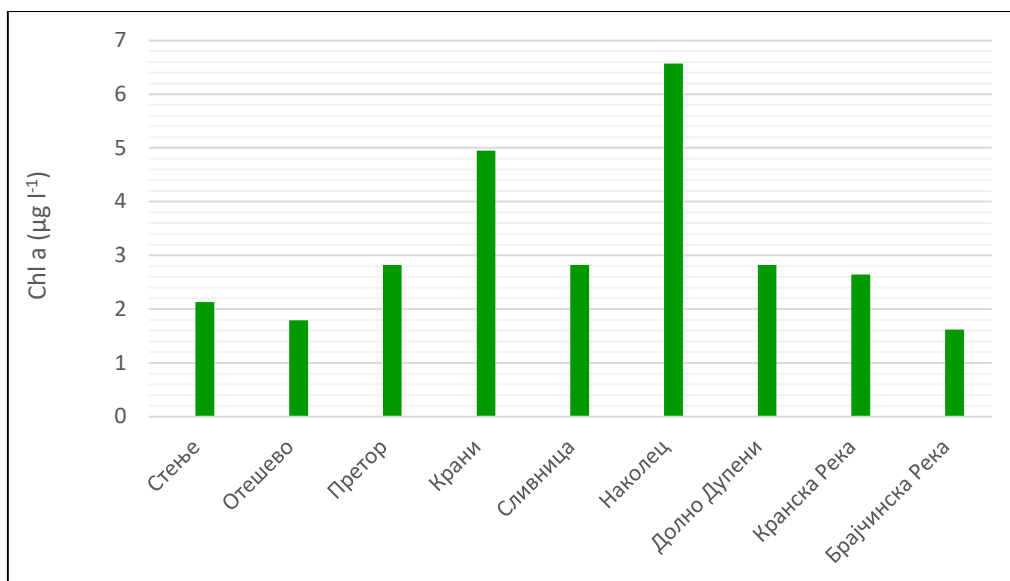
Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Крани со 125 000 ind/l, а најмала беше густината во Отешево со 46 500 ind/l. (Таб. 2).

Во Кранска Река беше евидентиран поголем број на видови алги во однос на Брајчинска Река, а најголем број од евидентираниите алги беа од групата на силикатни алги (Bacillariophyta). Густината на алги во Брајчинска Река беше мала и изнесуваше 6 400 ind/l, додека во Кранска Река беше значително поголема и изнесуваше 47 600 ind/l (Таб. 3).



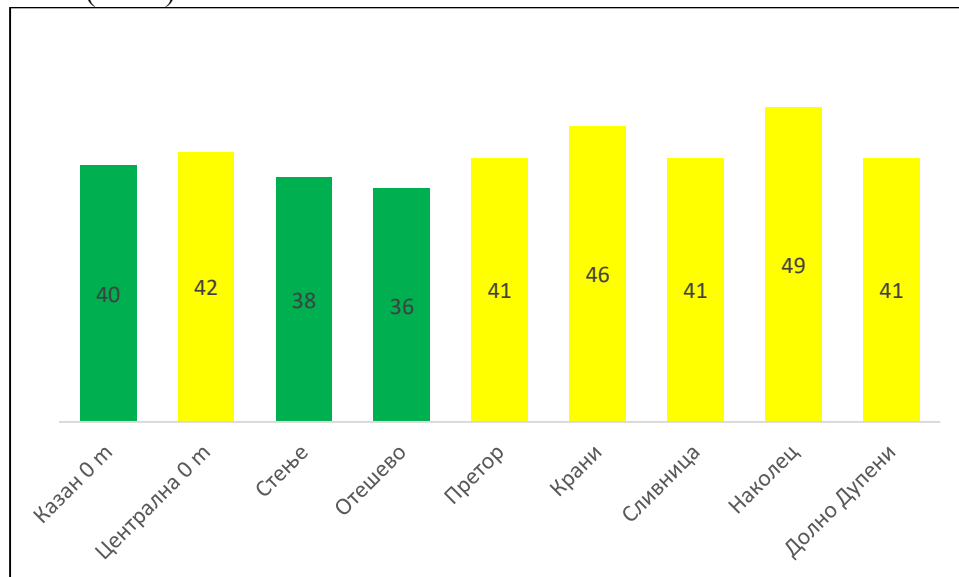
Слика 1. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро

Концентрацијата на хлорофил *a*, како показател на продукцијата на фитопланктон, односно фитопланктонската биомаса во овој период имаше ниски вредности кои беа блиски на сите точки. Во пелагијалот на Преспанското Езеро најголема вредност имаше на точката Централна точка 0 m длабочина (3,07 µg l⁻¹), а најниска вредност беше регистрирана на Централна точка 14 метри длабочина (2,05 µg l⁻¹) и на Казан 15 m длабочина (2,22 µg l⁻¹) (Сл. 1). Сите вредности соодветствуваа со вредностите на густината на фитопланктон.



Слика 2. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од литоралот и притоците на Преспанското Езеро

Во литоралниот регион, највисока вредност на концентрацијата на хлорофил *a* која отскокнуваше од сите останати точки беше регистрирана кај Наколец ($6,57 \mu\text{g l}^{-1}$), а по неа следеше точката Крани со $4,95 \mu\text{g l}^{-1}$, додека пак најниска вредност беше регистрирана кај Отешево ($1,79 \mu\text{g l}^{-1}$). Во останатите литорални точки вредностите беа блиски и сите беа под $3 \mu\text{g l}^{-1}$. Во Кранска Река концентрацијата на хлорофил *a* изнесуваше $2,65 \mu\text{g l}^{-1}$, а во Брајчинска Река $1,62 \mu\text{g l}^{-1}$, соодветно на густината на фитопланктон (Сл. 2).



Слика 3. Индекс на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Според вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, езерската вода на точките Казан, Отешево и Стење се категоризира како олиготрофна, а на сите останати точки се категоризира како мезотрофна (Сл. 3).

ЗООПЛАНКТОНСКИ ИСТРАЖУВАЊА CLADOCERA ОД ПЕЛАГИЈАЛОТ И ЛИТОРАЛОТ НА ПРЕСПАНСКОТО ЕЗЕРО зима, пролет, лето есен 2023 година

Одделение за зоопланктон

Др. Гоце Костоски

Др. Орхидеја Тасевска

Вовед

Слатководниот зоопланктон зазема важна и стратешка позиција во трофичкиот синџир на исхрана во акватичниот екосистем и е мошне чувствителен на антропогените влијанија (Caroni and Irvine 2010). Како интегриран и неизоставен дел од синџирот на исхрана, сместен помеѓу фитопланктонот како негов хранлив ресурс и рибите како predator, ги одразува суптилните промени кои се случуваат во пониските и повисоките трофички нивоа.

Промените во квалитетот на водата, но и климатските промени се одразуваат врз абундантноста и биомасата на зоопланктонот, како и на појавата или отсуството на поедини видови, параметри кои можат да бидат искористени како ефикасен индикатор за трофичката состојба и еколошкиот статус на површинските води (Hsieh et al. 2011; Jeppesen et al. 2011).

Структурата на нивната заедница не овозможува само проценка на степенот на загадување, туку може да го одреди трендот на општите услови во текот на времето.

Материјал и методи на работа

Материјалот за анализа на слободноживеачките планктонски видови беше колекциониран со Ruttner-ов семплер (Hydro-bios, Kiel, Германија) и филтриран низ микросито со димензии на окца од 55 μ . Видовите, пак, кои се сврзани со супстратот се колекционираа со помош на соодветна дреца. Перифитонските претставници од собраниот материјал, се потопуваа во сад со вода и се филтрираа низ микросито.

Материјалот е фиксиран со 4% формалин и транспортиран во лабораторија каде е анализиран со примена на микроскоп од марка Olympus BX43 и инверзен микроскоп од типот Leica DM IRB, како и Olympus UC30 камера и софтвер за архивирање и мерење на фотографии и податоци. Таксономската обработка на материјалот се изведуваше со помош на стандардни клучеви за идентификација (Kutikova 1970; Koste 1978; Segers 1995; Borutsky 1960; Manuilova 1964; Mazepova 1978).

Врз основа на квалитативната анализа и релативната абундантност на биоиндикаторите беше одреден и степенот на сапробност на испитуваните локалитети според Pantle and Buck (1955).

Резултати и дискусија

Rotifera

Во пелагијалот на Преспанско Езеро констатирано е присуство на следните видови: *Trichocerca pusilla* (Lauterborn, 1898), *Trichocerca capucina* (Wierzejski et Zacharias, 1893), *Trichocerca similis similis* (Wierzejski, 1893), *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832, *Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943, *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851), *Keratella cochlearis tecta* (Gosse, 1851), *Keratella quadrata* (Müller, 1786), *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879), *Filinia longiseta*

(Ehrenberg, 1834). Нивната квантитативна застапеност во составот на зоопланктонот, како и вертикална дистрибуција во пелагијалот се дадени во табелите 5-12.

Анализата на квалитативниот состав на ротиферите во литоралот покажува присуство на 41 вид ротифери. Во нивниот состав преовладуваат фитофилни и епифитски видови присутни во реонот на водната вегетација, делумно се бентосни, додека мал број се типично планктонски форми.

Квалитативниот и квантитативниот состав на ротиферската заедница варира во зависност од сезоната и локалитетот (Pejler, 1995). Анализите на зимскиот состав на ротиферите покажуваат ниско видово разнообразие и доминантност на поедини видови, како што се *Synchaeta pectinata* и *Polyarthra vulgaris*. За време на летниот период констатирано е најголемо видово разнообразие, односно присуство на 32 вида. Забележлива е доминацијата на видовите *Polyarthra vulgaris*, *Cephalodella gibba* и *Euchlanis dilatata* во текот на целиот истражувачки период.

Анализата на материјалот колекциониран од реките покажува квалитативно и квантитативно сиромаштво со видови, пред се поради нестабилноста на живеалиштата (Ricci and Balsamo, 2001). Регистрираните видови се претежно бентосни и перифитонски и припаѓаат воглавно на групата *Bdelloidea*.

Чувствителноста на ротиферите кон низа физичко-хемиски показатели, овозможува нивно искористување како биолошки индикатори за сапробноста на акватичните екосистеми (Sladecsek, 1983; Тасевска и сор., 2004; Fowler and Duggan, 2008). Според видовиот состав на ротиферите и вредностите на сапробниот индекс добиени при нашите истражувања (Таб. 1, 2, 3 и 4), водата од литоралниот регион на Преспанското Езеро воглавно има β -мезосапробен карактер.

Табела 1. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на зимската кампања 2023 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети							
		G.KI	s	Претор	Крани	Наколец	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1	1	1	1		1
2.	<i>Chromogaster ovalis</i> (Bergendal, 1892)	I	1,2			1			
3.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6		1	1	1	1	1
4.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7	1	1	1			1
5.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1	1	1	1	1	1	1
6.	<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	1	1	1		
7.	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	II	1,7	1					
8.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8	1	1		1		1
9.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1	1	1		1		
10.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1	1	1	1		
11.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1	1	1	1	1	1
12.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1				
13.	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5				1		
14.	<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	I, II	1,5				1		
15.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1
S				1,7	1,8	1,66	1,63	1,87	1,81

Табела 2. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на пролетната кампања 2023 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети							
		G.KI	s	Претор	Крани	Наколец	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1	1	1	1		1
2.	<i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1831)	II	1,8	1			1		
3.	<i>Cephalodella catellina</i> (Müller, 1786)	II	1,9		1				
4.	<i>Cephalodella ventripes</i> (Dixon-Nuttall, 1901)	I,II	1,5		1				
5.	<i>Chromogaster ovalis</i> (Bergendal, 1892)	I	1,2			1			
6.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6			1	1	1	
7.	<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,6		1				
8.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7	1	1	1			1
9.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1	1	1	1	1	1	1
10.	<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	1		1		
11.	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	I, II	1,6	1	1		1		
12.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	I,II	1,4		1				
13.	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,4	1	1				
14.	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)	I, II	1,5		1				
15.	<i>Mytilina ventralis brevispina</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5		1				
16.	<i>Lophocharis salpina</i> (Ehrenberg, 1834)	II	1,7		1				
17.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8		1				1
18.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1	1	1		1		
19.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1			1		
20.	<i>Lepadella triptera</i> Ehrenberg, 1830	I	1,3				1		
21.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1	1	1	1	1	1
22.	<i>Euchlanis deflexa</i> Gosse, 1851	I, II	1,6		1			1	
23.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1				
24.	<i>Platylabus quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,8		1				
25.	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	II	1,8		1				
26.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1
S				1,66	1,65	1,73	1,63	1,82	1,85

Табела 3. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на летната кампања 2023 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети							
		G.KI	s	Претор	Крани	Наколец	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1	1	1	1		1
2.	<i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1831)	II	1,8	1			1		
3.	<i>Cephalodella catellina</i> (Müller, 1786)	II	1,9		1				
4.	<i>Cephalodella ventripes</i> (Dixon-Nuttall, 1901)	I,II	1,5		1				
5.	<i>Notommata copeus</i> Ehrenberg, 1834	I	1,2						1
6.	<i>Scaridium longicaudum</i> (Müller, 1786)	I, II	1,4				1		
7.	<i>Chromogaster ovalis</i> (Bergendal, 1892)	I	1,2			1			
8.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6			1	1	1	
9.	<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,6		1				
10.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7	1	1	1			1
11.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1	1	1	1	1	1	1
12.	<i>Dicranophorus forcipatus</i> (Müller, 1786)	II	1,8			1			
13.	<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	1		1		
14.	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	I, II	1,6	1	1		1		
15.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	I,II	1,4		1				
16.	<i>Lecane scutata</i> (Haring et Myers, 1926)	I	1,0		1				
17.	<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	I	1,2		1				
18.	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,4	1	1				
19.	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)	I, II	1,5		1				
20.	<i>Mytilina ventralis brevispina</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5		1				
21.	<i>Lophocharis salpina</i> (Ehrenberg, 1834)	II	1,7		1				
22.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8		1				1
23.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1	1	1		1		
24.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1			1		
25.	<i>Lepadella triptera</i> Ehrenberg, 1830	I	1,3				1		
26.	<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	II	1,7				1		
27.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1	1	1	1	1	1
28.	<i>Euchlanis deflexa</i> Gosse, 1851	I, II	1,6		1			1	
29.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1				
30.	<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,8		1				
31.	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	II	1,8		1		1		
32.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1

S			1,66	1,6	1,74	1,63	1,82	1,76
---	--	--	------	-----	------	------	------	------

Табела 4. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на есенската кампања 2023 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети							
		G.KI	s	Претоп	Крани	Наколец	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1			1		
2.	<i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1831)	II	1,8					1	1
3.	<i>Cephalodella catellina</i> (Müller, 1786)	II	1,9		1				
4.	<i>Chromogaster ovalis</i> (Bergendal, 1892)	I	1,2		1	1			
5.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6					1	1
6.	<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,6	1			1		
7.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7	1		1			
8.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1	1	1	1	1	1	1
9.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	I, II	1,6					1	
10.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	I,II	1,4					1	
11.	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)	I, II	1,5		1				
12.	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	II	1,7	1			1		
13.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8	1			1		1
14.	<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	I, II	1,4	1	1		1	1	
15.	<i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg, 1831	II	1,9	1	1		1		1
16.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7		1		1		
17.	<i>Lepadella triptera</i> Ehrenberg, 1830	I	1,3						1
18.	<i>Lepadella (Heterolepadella) ehrenbergii</i> (Perty, 1850)	I, II	1,5						1
19.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1	1		1		
20.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9					1	1
21.	<i>Keratella cochlearis tecta</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1			1	1
22.	<i>Anuraeopsis fissa fissa</i> (Gosse, 1854)	I	1,2						1
23.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1
S				1,78	1,74	1,8	1,77	1,76	1,75

Rotifera, Copepoda и Cladocera во пелагијалот на Преспанско Езеро

Табела 5. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (зимска проба) 2023 год Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
ROTIFERA				
Keratella quadrata			500	500
Keratella cochlearis	1000	6500	2000	3500
Filinia longiseta		2500	1500	500
Polyarthra		1000	23000	
Conochilus hippocrepis		3500	2000	2000
COPEPODA				
Arctodiaptomus steindachneri		12000	14000	14000
Mesocyclops leuckarti	1000	4000	2500	500
Nauplii	1000	19000	20500	14000
CLADOCERA				
Daphnia cuculata	4000	35000		14500
Bosmina	1500	1500	3000	3000
Вкупно ind.m⁻³	8500	85000	69000	52500

Табела 6. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (зимска проба) 2023 год. Централна точка

Видови	0m	5m	13m
ROTIFERA			
Keratella quadrata		500	
Keratella cochlearis	2500	7500	2000
Filinia longiseta	1000	2500	2500
Asplanchna priodonta		500	
Conochilus hippocrepis		5000	2500
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri	2000	25500	
Mesocyclops leuckarti	500	5500	6000
Nauplii	9500	33000	18000
CLADOCERA			
Daphnia cuculata		20000	13500
Bosmina	500	1500	8500
Chidorus		500	2000
Syda cristalina			500
Вкупно ind.m⁻³	16000	98000	55500

Во текот на зимскиот период највисоки вредности во пелагијалот на Преспанското Езеро беа регистрирани во слоевите на термоклината помеѓу 5 м длабочина од централната точка и 7 м длабочина кај локалитетот Казан. Вкупната абундантност на целокупната заедница на зоопланктонот се движеше од 85000 до 98000 ind.m⁻³

Табела 7. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (пролетна проба) 2023 год Казан

Видови	0m	7 m	15 m	25 m
ROTIFERA				
Kellicotia longispina				2000
Keratella cochlearis	3500		2500	2000
Filinia longiseta	500			
Kellicottia longispina			2500	
Polyarthra sp.	2000	500	1500	500
Pompholyx	500	1500		1500
COPEPODA				
Arctodiaptomus steindachneri	1000	700	11000	
Mesocyclops leuckarti		500	1000	500
Cyclops vicinus			500	
CLADOCERA				
Daphnia cuculata	500	500		
Bosmina	500		2000	1500
leptodora		500		
Rinchotalona			500	
Syda cristalina			500	
Вкупно ind.m⁻³	8500	4200	22000	8000

Табела 8. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (пролетна проба) 2023 год. Централна точка

Видови	0 m	5 m	15 m
ROTIFERA			
Keratella cochlearis		1500	1000
Kellicottia longiseta			500
Filinia longiseta		500	500
Polyarthra sp.		500	
Pompholyx complanata			1500
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri		3500	2500
Mesocyclops leuckarti		4000	1000
CLADOCERA			
Bosmina		1000	1000
MOLUSCA			
Dreissena	200		500
Вкупно ind.m⁻³	200	11000	8500

Во текот на пролетниот период највисоки вредности на зоопланктонската заедница беа регистрирани на 15 м длабочина во локалитетот Казан и на 7 м во локалитетот Централна точка.

Табела 9. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (летна проба) 2023 год Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
ROTIFERA				
Polyarthra	400			
Trichocerca similis	200	200		
Branchionus diversicornis	200	800		
COPEPODA				

Arctodiaptomus steindachneri		200	200	
Mesocyclops leuckarti	400	800		
Nauplii	400	200		
CLADOCERA				
Diaphanosoma	400	800	400	
Chironomida		200		
Вкупно ind.m⁻³	2000	3200	600	

Табела 10. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (летна проба) 2023 год. Централна точка

Видови	0m	5m	13m
ROTIFERA			
Keratella cochlearis	200	400	
Trichocerca elongata	200		
Polyarthra vulgaris	200		
Brachionus diversicornis	200		
Synchaeta		200	
COPEPODA			
Mesocyclops leuckarti		600	
CLADOCERA			
Diaphanosoma	200		
Leptodora		400	
MOLUSCA			
Dreissena			600
Вкупно ind.m⁻³	1000	1600	600

Табела 11. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (есенска проба) 2023 год. Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
ROTIFERA				
Asplanchna priodonta	500			
COPEPODA				
Arctodiaptomus steindachneri	3500	4500	1500	1500
CLADOCERA				
Daphnia cuculata			500	2000
Bosmina	500			500
Diaphanosoma	500	500	500	
Вкупно ind.m⁻³	5000	5000	2500	4000

Табела 12. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (есенска проба) 2023 год. Централна точка

Видови	0m	5m	13m
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri	3500	3500	500
Mesocyclops leuckarti	500	500	1500
CLADOCERA			
Bosmina	1000		
Dyaphanosoma	2500	1500	
Вкупно ind.m⁻³	7500	5500	2000

Летните и есенските проби бележат помало видово разнообразие и помала густина на популациите на регистрираните видови.

Во Преспанското Езеро претставниците од зоопланктонот се распоредени долж целиот воден столб, што секако се должи на малата длабочина на ова езеро. Меѓутоа најголема густина популацијата достигнува од 5 до 15 м длабочина, што е секако условено од поволната комбинација на услови, како што се температура, растворен кислород, поголеми количини на растворени органски материи и секако, високата фитопланктонска продукција во овие слоеви.

Сорепода и Cladocera литоралот на Преспанско Езеро

Од групите Cladocera и Сорепода регистрирани се следните видови:

Sida cristalina (O.F. Muler), *Diaphanosoma leuchtemb* Fis, *Bosmina longirostris* (O.F. Muler), *Ilyocryptus sordidus* (Lievin), *Macrotrix laticornis* (Fischer), *Acroperus harpe* (Baird), *Camptocercus rectirostris* Schoedler, *Graptoleberis testudinaria* Lievin, *Alona rectangula* Sars, *Alona quadrangularis* (O.F. Muler), *Alona guttata* Sars, *Alonella excisa* (Fischer), *Alona afinis* (Leydig), *Chidorus sphaericus* (O.F. Muler), *Leydigia acanthocercoides* (Fischer), *Monospilus dispar* (Sars), *Pleuroxus aduncus* (Jurine), *Arctodiaptomus steindachneri* (Richard), *Macrocyclops albidus* (Jurine), *Eucyclops macruroides* (Lilljeborg), *Megacyclops viridis* (Jurine), *Mesocyclops leuckarti* (Claus).

По однос на видовото разнообразие во споредба со минатата година (2022) може да се забележи дека нема некои видливи промени од квалитативен и квантитативен аспект, или новорегистрирани видови.

ОДДЕЛЕНИЕ ЗА ХИДРОБОТАНИКА
Д-р Марина Талевска
Д-р Соња Трајановска
ИЗВЕШТАЈ ЗА ЗИМСКИ ПЕРИОД 2023 ГОДИНА

Макрофитите се еден од основните елементи кои се користат покрај фитопланктонот, макрозообентосот и рибите при проценката на еколошката состојба и класификацијата на водите.

Следењето на сите биолошки елементи, вклучувајќи ги и макрофитите, бара развој на две комплементарни методологии:

(з) методологијата на теренско истражување, т.е. начинот на земање примероци на материјали;

(ii) методологијата за проценка на водата врз основа на материјалот колекциониран на терен, односно начинот на анализа на податоците и пресметката на биолошките показатели.

Макрофитската вегетација има значајна улога во циркулацијата на материите во литоралната зона на Преспанското Езеро. Макрофитите се важни производители на кислород и претставуваат природни механички и биолошки филтри на езерската вода. Тие обезбедуваат и храна, живеалиште и засолниште за голем број без'рбетници и 'рбетници од крајбрежната зона.

Акватичните макрофити кои се наоѓаат во литоралната зона на езерата, опфаќаат макроскопски форми на васкуларни растенија, мал број водни мовови и некои крупни алги (како што се видовите од родовите *Chara* и *Nitella*, како и *Cladophora*) – Wetzel (1975), Lind (1979). Тие се релативно долговечни организми (нивниот животен век се мери во месеци или години) и често се користат како клучен показател за еколошкиот статус на езерата (Solimini et al. 2006).

Акватичните макрофити во литоралните зони на езерата имаат две фундаментални својства, што ги прави корисни како лимнолошки индикатори:

1) тие реагираат бавно и прогресивно на промените во условите за хранливи материи (Melzer 1999);

2) литоралната зона може да биде ефектирана од концентрации на хранливи материи (и загадувачи) предизвикани од природни или вештачки извори, како и од дифузни, извори (Dave, 1992; Drake & Heaney, 1987 во Melzer 1999). Како последица на тоа, во Европа се развиени индекси на макрофити кои го рефлектираат загадувањето со хранливи материи и за езерата (Melzer, 1999) и за реките (Schneider et al. 2000; Schneider & Melzer 2003).

Во литоралниот регион на Преспанското Езеро се распространети различни популации на макрофитна вегетација која секогаш претставува вертикална зонална дистрибуција. Емергентните макрофити и пловечките макрофити растат на помали длабочини и поблиску до крајбрежјето, а потопените макрофити растат на поголема длабочина.

Во последните неколку децении Преспанското Езеро е под голем антропоген притисок што влијае на драстично опаѓање на нивото на водата и зголемување на трофичкиот статус на водата. Оваа состојба во голема мера влијае и на диверзитетот и густината на макрофитска вегетација.

Резултати

По однос на проектот "Идентификација на антропогените влијанија на Преспанското Езеро" колекционирањето на пробите од макрофитската вегетација беше реализирано во 1 сезона: во зимскиот период 2023 година.

Теренските истражувања возимскиот период беа реализирани на 24 и 31 март и 07 април 2023 година. Временските услови беа погодни. На терен беа двете Одделенија од Хидробиолошки Завод: Одделението за Хидрботаника и Одделението за Бентална фауна.

Во тек на истражувањата беше одредуван квалитативниот состав на макрофитската вегетација во локалитетите Отешеве, Стење, Езерани, Асамати, Крани и Наколец, како и абундантноста (честотата) на секој макрофитски вид во секој локалитет.

Во локалитетот Отешеве беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

Макрофитски видови беа регистрирани само на длабочина од 2 метри:

2 метри

Ceratophyllum demersum L. (1)

Chara imperfecta A. Braun, 1845 (1)

Во локалитетот Стење беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

Макрофитски видови беа регистрирани само на длабочина од 2 метри (1 вид):

Nitella syncarpa (Thuillier) Chevallier 1827 (1)

Во локалитетот Езерани беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

Макрофитски видови беа регистрирани само на длабочина од 2 метри (вкупно 2 видови).

2 метри

1. *Myriophyllum spicatum* L. (1)

2. *Ceratophyllum demersum* L. (1)

Во локалитетот Асамати беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

Макрофитски видови беа регистрирани на трите длабочини:

2 метри

1. *Ceratophyllum demersum* L. (1)

2. *Ceratophyllum submersum* L. (1)

3. *Myriophyllum spicatum* L. (2)

5 метри

1. *Ceratophyllum demersum* L. (2)

10 метри

1. *Ceratophyllum submersum* L. (1)

Во локалитетот Крани беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

Макрофитски видови беа регистрирани само на длабочина од 2 метри.

2метри

1. *Ceratophyllum submersum* L. (1)
2. *Myriophyllum spicatum* L. (1)

Во локалитетот **Наколец** беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

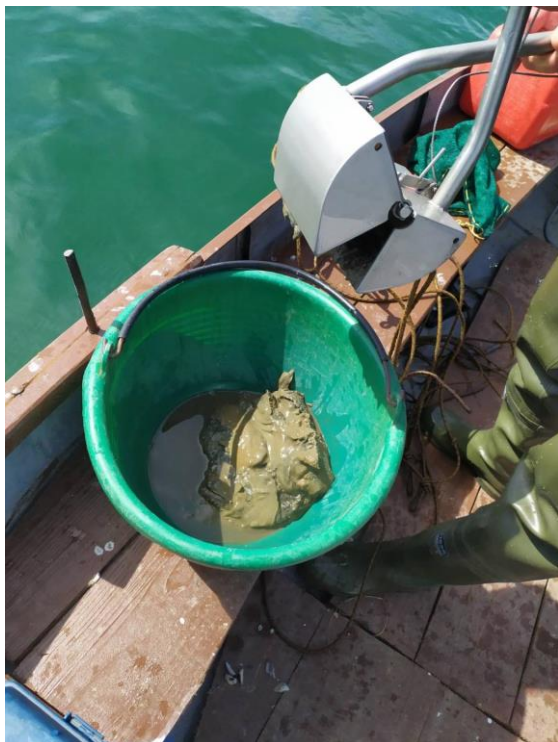
Макрофитски видови беа регистрирани само на длабочина од 2 метри (4 вида).

1. *Ceratophyllum submersum* L. (1)
2. *Ceratophyllum submersum* L. (1)
3. *Myriophyllum spicatum* L. (1)
4. *Vallisneria spiralis* L. (1)

Теренските истражувања предвидени за ПОНТ, реализирани во локалитетите Отешево, Стење, Езерани, Асамати, Крани и Наколец во зимскиот период 2023 година укажуваат на оскудна макрофитска вегетација. И покрај тоа што во некои од локалитетите како Наколец, Асамати и Крани има евидентирано повеќе макрофитски видови, сепак тие се делумно распадливи и во вид на остатоци од минатогодишната вегетација. Тоа е така бидејќи вегетациониот период сè уште не е започнат.

Но, реална претстава за состојбата на макрофитската вегетација во истражуваните локалитети од крајбрежието од Преспанското Езеро ќе се добие со континуирано сезонско следење на состојбата на вегетацијата во тие локалитети, како и со увид на состојбата на другите испитувани параметри.

Фотографии од истражувањата на макрофитската вегетација од Преспанското Езеро во тек на зимскиот период 2023 година



ИЗВЕШТАЈ ЗА ПРОЛЕТЕН ПЕРИОД 2023 ГОДИНА

Резултати

По проектот: "Идентификација на антропогените влијанија на Преспанското Езеро" теренските истражувања (колекционирањето на пробите) од макрофитската вегетација во пролетниот период 2023 година беа реализирани на 19 мај и 9 и 10 јуни 2023 година. Временските услови беа погодни (сончево време, без ветар и бранови). На терен беа двете Одделенија од Хидробиолошки Завод: Одделението за Хидрботаника и Одделението за Бентална фауна.

Во тек на истражувањата беше одредуван квалитативниот состав на макрофитската вегетација во локалитетите Отешево, Стење, Езерани, Асамати, Крани и Наколец, како и абундантноста (честотата) на секој макрофитски вид во секој локалитет.

Во локалитетот **Отешево** беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри. Макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 1 вид) и 5 метри (вкупно 1 вид)

2 метри

- *Najas marina* L. (1)

5 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (1)

10 метри

Нема вегетација

Во локалитетот **Стење** беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

2 метри

- *Potamogeton crispus* L. (4)
- *Ceratophyllum demersum* L. (2)
- *Ceratophyllum submersum* L. (3)

5 метри

- *Ceratophyllum submersum* L. (1)

10 метри

Нема вегетација

Макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 3 видови) и 5 метри (вкупно 1 вид)

Во локалитетот **Езерани** беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (2)
- *Myriophyllum verticillatum* L. (3)
- *Ceratophyllum demersum* L. (2)

5 метри

Нема вегетација

10 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (1)

Макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 3 видови) и 10 метри (вкупно 1 вид)

Во локалитетот **Асамати** беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (1)
- *Myriophyllum verticillatum* L. (1)
- *Potamogeton acutifolius* L. (2)
- *Potamogeton lucens* L. (4)
- *Potamogeton perfoliatus* L. (2)

5 метри

Нема вегетација

10 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (1)

Макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 5 видови) и 10 метри (вкупно 1 вид).

Во локалитетот **Наколец** беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (2)
- *Ceratophyllum demersum* L. (1)
- *Ceratophyllum submersum* L. (1)

5 метри

Нема вегетација

10 метри

Нема вегетација

Макрофитски видови беа регистрирани само на длабочина од 2 метри (3 видови).

Во локалитетот **Крани** беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

2 метри

Нема вегетација

5 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (3)

10 метри

Нема вегетација

Макрофитски видови беа регистрирани само на длабочина од 5 метри (1 вид).

Фотографии од истражувањата на макрофитската вегетација од Преспанското Езеро во тек на пролетниот период 2023 година



ИЗВЕШТАЈ ЗА ЛЕТЕН ПЕРИОД 2023 ГОДИНА

Резултати

По однос на проектот: "Идентификација на антропогените влијанија на Преспанското Езеро" колекционирањето на пробите од макрофитската вегетација во летниот период беа реализирани на 10, 11 и 21 август 2023 година. Временските услови беа погодни (сончево време, без ветар и бранови). На терен беа двете одделенија од ЈНУ Хидробиолошки Завод: Одделението за хидрботаника и Одделението за бентална фауна.

Во тек на истражувањата беше одредуван квалитативниот состав на макрофитската вегетација во локалитетите Отешево, Стење, Коњско, Езерани, Асамати, Крани и Наколец, како и абундантноста (честотата) на секој макрофитски вид во секој локалитет.

За реализирање на проектните цели и задачи во тек на теренските истражувања за одредувањето на квалитативниот состав на макрофитската вегетација од Преспанското Езеро се користени стандардни лимнолошки методи (Lind 1986; Wetzel 1975). Проценката на абундантноста (густината) на растенијата е направена со користење на скала за проценка од 1 до 5 (Tüxen & Preising 1942 во Melzer 1999). Во сите истражувани локалитети од Преспанското Езеро беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

Во локалитетот **Отешево** макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 2 вида) и на длабочина од 5 метри (вкупно 3 видови):

2 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (1)

- *Ceratophyllum submersum* L. (5)

5 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (2)
- *Ceratophyllum submersum* L. (5)
- *Chara imperfecta* A.Braun 1845(1)

Во локалитетот **Стење** макрофитски видови беа регистрирани само на длабочина од 2 метри (вкупно 3 видови):

2 метри

- *Ceratophyllum submersum* L. (4)
- *Ceratophyllum demersum* L. (3)
- *Myriophyllum spicatum* L. (1)

Во локалитетот **Коњско** макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 2 вида) и 5 метри (вкупно 4 видови):

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (5)
- *Ceratophyllum submersum* L. (2)

5 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (2)
- *Ceratophyllum submersum* L. (4)
- *Myriophyllum spicatum* L. (1)
- *Chara imperfecta* A.Braun 1845(1)

Во локалитетот **Езерани** макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 2 вида) и на длабочина од 5 метри (само 1 вид):

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (1)
- *Najas marina* L. (1)

5 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (1)

Во локалитетот **Асамати** макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 2 вида) и на длабочина од 5 метри (вкупно 3 видови):

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (2)
- *Potamogeton lucens* L. (5)

5 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (5)
- *Ceratophyllum submersum* L. (1)
- *Myriophyllum spicatum* L. (1)

Во локалитетот **Крани** макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 3 видови) и на длабочина од 5 метри (вкупно 2 вида):

2 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (1)
- *Ceratophyllum submersum* L. (1)

- *Myriophyllum spicatum* L. (1)

5 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (5)
- *Ceratophyllum submersum* L. (1)

Во локалитетот **Наколец** макрофитски видови беа регистрирани на длабочина од 2 метри (вкупно 3 видови) и на длабочина од 5 метри (вкупно 2 вида):

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (5)
- *Ceratophyllum demersum* L. (2)
- *Ceratophyllum submersum* L. (3)

5 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (5)
- *Ceratophyllum submersum* L. (1)

Фотографи и одистражувањата на макрофитската вегетација од Преспанското Езеро текна летниот период 2023 година



ИЗВЕШТАЈ ЗА ЕСЕНСКИОТ ПЕРИОД 2023 ГОДИНА

РЕЗУЛТАТИ

По проектот: "Идентификација на антропогените влијанија на Преспанското Езеро" теренските истражувања (колекционирањето на пробите) од макрофитската вегетација во есенскиот период 2023 година беа реализирани на 15, 16 и 24 ноември 2023 година. Временските услови беа релативно добри за теренски активности за двата дена (15 и 24 ноември), додека на 16 ноември, времето беше ветровито, студено пропратено со големи бранови во езерото, и заради тоа, беа колекционирани проби само од најплитките литорални точки (2 метри длабочина), додека останатите проби не беше возможно да се земат. На терен беа двете Одделенија од ЈНУ Хидробиолошки Завод: Одделението за хидробиотаника и Одделението за бентална фауна.

Во тек на истражувањата беше одредуван квалитативниот состав на макрофитската вегетација во локалитетите Отешево, Стење, Езерани, Асамати, Крани и Наколец, како и абундантноста (честотата) на секој макрофитски вид во секој локалитет.

Во локалитетот Отешево беа колекционирани проби од 1 длабочинска точка:

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (3)

Во локалитетот Стење беа колекционирани проби од 1 длабочинска точка:

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (3)
- *Ceratophyllum demersum* L. (2)

Во локалитетот Езерани беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

2 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (2)
- *Ceratophyllum submersum* L. (1)

5 метри

Нема вегетација

10 метри

Нема вегетација

Во локалитетот Асамати беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

2 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (2)

5 метри

Нема вегетација

10 метри

Нема вегетација

Во локалитетот Наколец беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (3)
- *Ceratophyllum demersum* L. (2)
- *Ceratophyllum submersum* L. (1)

- *Vallisneria spiralis* L. (1)

5 метри

Нема вегетација

10 метри

Нема вегетација

Во локалитетот **Крани** беа колекционирани проби од 3 длабочински точки: 2 метри, 5 метри и 10 метри.

2 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (2)
- *Ceratophyllum demersum* L. (1)
- *Ceratophyllum submersum* L. (1)

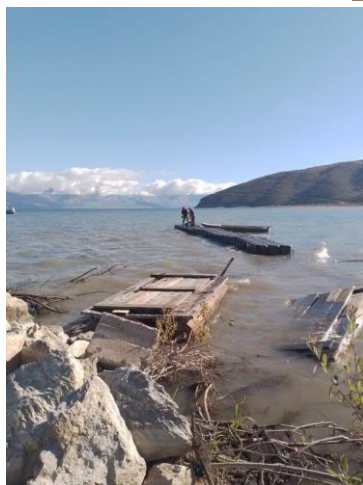
5 метри

- *Ceratophyllum demersum* L. (1)

10 метри

- *Myriophyllum spicatum* L. (1)
- *Ceratophyllum demersum* L. (2)
- *Ceratophyllum submersum* L. (1)

Фотографии од истражувањата на макрофитската вегетација од Преспанското Езеро во тек на есенскиот период 2023 година

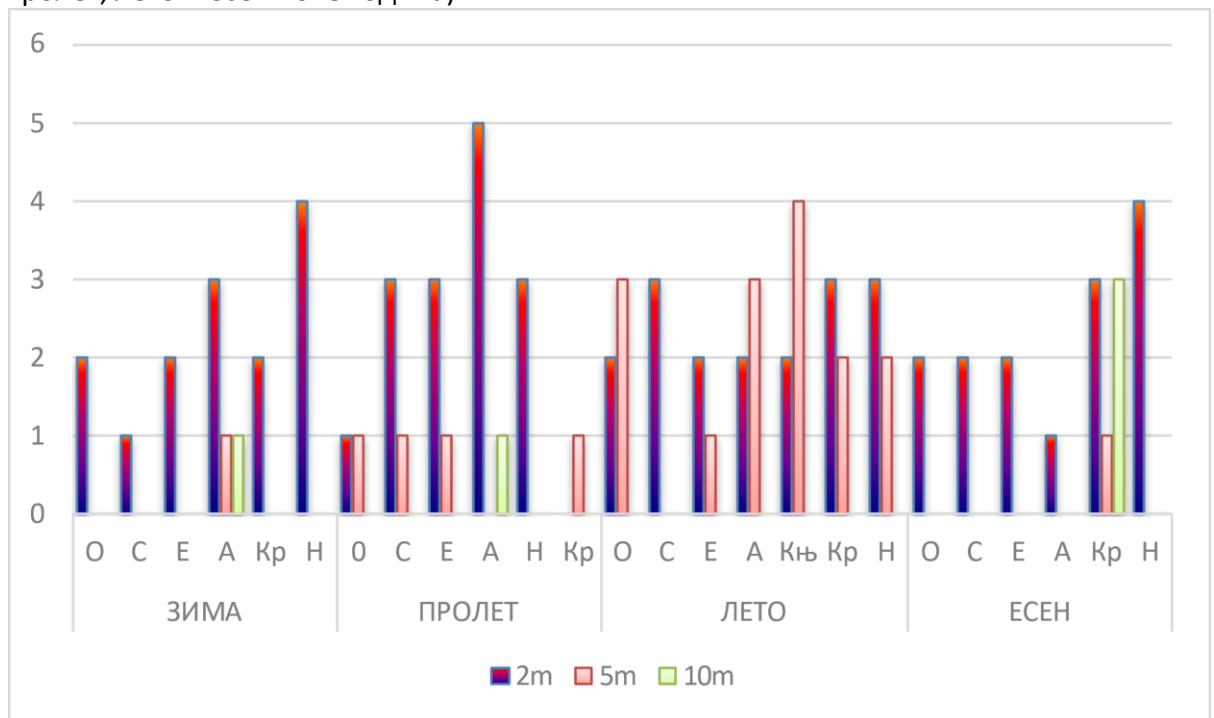


Колекционирањето на пробите од макрофитската вегетација во 2023 година по проектот: "Идентификација на антропогените влијанија на Преспанското Езеро" беше реализирано во 4 сезони: зима, пролет, лето и есен.

Во текот на 2023 година беа извршени истражувања на макрофитската вегетација во локалитетите Отешево, Стење, Езерани, Асамати, Крани, Коњско и Наколец од Преспанско Езеро. Истражувањата се извршени во 4 сезони (зима, пролет, лето и есен) од 3 длабочински точки (2 метри, 5 метри и 10 метри) од секој локалитет.

Од истражувањата на макрофитската вегетација од Преспанското Езеро во 2023 година во истражуваните локалитети од Преспанско Езеро се евидентирани следните макрофитски видови: *Potamogeton lucens* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Potamogeton crispus* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Myriophyllum verticillatum* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Ceratophyllum submersum* L., *Vallisneria spiralis* L., *Najas marina* L. и *Chara imperfecta* A.Braun 1845.

На Сл.1. е претставен бројот на регистрирани макрофитски видови во истражуваните локалитети од Преспанско Езеро (Отешево, Стење, Езерани, Асамати, Крани, Коњско и Наколец), на 3-те длабочински точки (2, 5 и 10 метри) во сите сезони (зима, пролет, лето и есен 2023 година).



Слика 1. Регистрирани макрофитски видови во сите сезони во 3-те длабочински точки (2, 5 и 10 метри) во истражуваните локалитети на Преспанско Езеро (2023) година:

О - Отешево, С - Стење, Е - Езерани, А - Асамати, Кр - Крани, К - Коњско и Н - Наколец

ЗАКЛУЧОЦИ

Податоците добиени од истражувањата на макрофитската вегетација од сите сезони (зима, пролет, лето и есен 2023 година) покажуваат дека бројот регистрирани макрофитски видови е најголем на 2 метри длабочина и тоа во тек на летниот период. Најмал број регистрирани макрофитски видови е евидентирано во летниот и зимскиот период на 10 метри длабочина.

Истражувањата покажаа дека и бројот и абундантноста на регистрираните макрофитски видови, а со тоа и биомасата е најголема во тек на летниот период во сите истражувани локалитети. Во зима, макрофитски видови се отсутни или застапени со мал број, мала абундантност, но и многу мала биомаса.

Ceratophyllum demersum и *Ceratophyllum submersum* се регистрирани во сите сезони и тоа со најголема абундантност (главно 3 и 4). Од сите регистрирани макрофитски видови во истражуваните локалитети видот *Myriophyllum spicatum* е евидентиран со најголема абундантност (5) во тек на летниот период (во 2 локалитети).

Во тек на летниот период беа регистрирани и видови од Charophyta кои во истражувањата на Преспанското Езеро се евидентирани и во текот на 2022 година.

Истражувањата на макрофитската вегетација извршени во текот на 2023 година потврдија дека субмерзните видови макрофити присутни во Преспанското Езеро се најзастапен, најтипичен вид на живеалиште на длабочина од 0,5-5 метри наведени во Анексот I од Директивата за живеалишта на ЕУ на подрачјето на Преспанското Езеро (Директиви на ЕУ за живеалишта 3150, Природни еутрофни езера со Magnopotamion или Hydrocharition тип вегетација).

Во истражуваните локалитети Отешево, Стење, Езерани, Асамати, Крани, Коњско и Наколец од Преспанско Езеро во текот на 2023 (сите сезони) не е евидентиран ненативниот инвазивен вид водна чума, *Elodea canadensis* кој беше регистриран во тек на 2020 година во 2 локалитети на западниот брег од Езерото (Стење и Отешево).

Во текот на 2023 година се посвети посебно внимание на длабочинскиот појас помеѓу 0 и 2 метри од литоралната зона. Колекционирањето на материјалите е извршено директно од езеро, рачно, или со користење на гребло. Така се добија подетални податоци за распределеноста на макрофитската вегетација и во почетниот дел на крајбрежната зона на Езерото. На тој начин беа добиени податоци за реалната состојба со макрофитската вегетација од брегот до најголемите длабочини (односно од појавата до исчезнувањето на макрофитите).

Добиените податоци за состојбата на макрофитските видови во тек на 2023 година, генерално даваат јасна слика за состојбата на макрофитската вегетација во Преспанското Езеро во сите сезони. Диверзитетот како и абундантноста на регистрираните макрофити во овој период и понатака укажуваат на постоење на умерено, а во одредени региони и поголемо загадување на водите од Езерото.

Треба да се има во предвид и тоа дека и оваа година водата во Преспанското Езеро е драстично повлечена, така да голем дел од макрофитските растенија кои до скоро биле во вода, сега се забележуваат на крајбрежието како исушени.

ПРЕПОРАКИ

Според Анекс V од Рамковната директива за води (WFD, 2000) водните растенија се еден од 4-те најрелевантни биолошки индикатори за квалитетот на водата во водните екосистеми (фитопланктон, макрофити, бентосна фауна и риби).

Главна препорака е континуирани мониторинг на макрофитската вегетација во Преспанското Езеро, како и следење на макрофитската вегетација и во други локалитети од Преспанското Езеро со цел да се добие комплетна слика за состојбата на оваа важна компонента од литоралната зона, но генерално и за целото Езеро.

ФАУНА НА ДНО

Извештај за состојбата на фауната на дно во Преспанско Езеро (Отешево, Стење, Наколец, Крани, Езерани и Асамати) во зимска кампања 2023

Д-р Сашо Трајановски

Д-р Билјана Буџакоска Ѓореска



Врз основа на предложената динамика за колекционирање на примероци од бенталната фауна со користење на стандардни лимнолошки методи, Одделението за фауна на дно успешно ја реализира зимската кампања за колекционирање на фауната на дно од Преспанско Езеро во 2023 година. Така, колекционирањето на проби беше комплетирано во текот на три излези во месеците март и април. Пробите беа колекционирани од три длабочински точки, по должина на претходно утврдени трансекти (2, 5 и 10 m).

Детерминацијата на видовите од фауната на дно и обработката на податоците се реализирани во лабораторијата на Одделението за фауна на дно. Постапката за земање примероци, транспортот на пробите, определување на примероците, како и обработката на податоците е во согласност со Протоколот за работа со макрозообентосот.

РЕЗУЛТАТИ

ОТЕШЕВО

Во текот на теренските активности во месец април 2023, обработен е квалитативниот состав на фауната на дно од локалитетот Отешево. Така, во пробите евидентирани беа 7 видови од фауната на дно кои припаѓаат на 7 класи (Turbellaria, Oligochaeta, Bivalvia, Hirudinea, Amphipoda, Isopoda и Insecta) (Таб.1.). Највисок биодиверзитет (6 видови) е

регистриран на длабочина од 5 метри на тињесто дно со черупки. Што се однесува до густината, таа е најголема кај популацијата на *Pothamotrix hammoniensis* со 300 ind/m².

Локалитет Отешево 07.04.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки 50: 50	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	300
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25
5	Тиња со черупки од Dreissena	Turbellaria	<i>Dendrocoelum prespaense</i>	125
		Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	225
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	125
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus roeseli triacanthus</i>	150
		Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	100
10	Тиња со черупки од Dreissena	Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100

Таб.1. Состав и густина на фауната на дно во Отешево (април 2023)

СТЕЊЕ

Фауната на дно во локалитетот Стење во зимските месеци ја претставуваат 6 таксони од 4 групи организми: Oligochaeta, Gastropoda, Bivalvia и Insecta. Иако дното на овој профил по должината на трансектот покажува прилична униформност (фациес од тиња и черупки) сепак дистрибуцијата на видовите не е еднаква. Во тој контекст, најголема густина е забележана на длабочина од 5 метри, на тињест фациес со черупки, каде се регистрирани 4 видови и најголема популација кај видот *Tubifex tubifex* 325ind/m².

Локалитет Стење 07.04.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	100
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	75
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	100
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
10-11 м	Тиња	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	325
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	250

Таб.2. Состав и густина на фауната на дно во Стење (април 2023)

НАКОЛЕЦ

Фауната на дно во локалитетот Наколец во зимската проба ја претставуваат 8 таксони од 6 класи организми: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Иако дното на овој профил по должината на трансектот покажува прилична униформност (фациес од тиња и школки) сепак дистрибуцијата на видовите не е еднаква. Во тој контекст, еднаква густина е забележана на длабочините од 2 и 5 метри, на тињест фациес од иситнети черупки од школки и полжави, каде евидентиравме по 5 видови. Квантитативно, со најголема густина е присутен видот *Dreissena carinata* – 1250 ind/m².

Локалитет Наколец 24.03.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња и черупки	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	300
			<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	75
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus roeseli triacanthus</i>	225
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125
5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	50
			<i>Eisseniola tetraedra</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	150
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	1250
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
10	Тиња (без вегетација, 98% тиња, 2% черупки)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	175
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus roeseli triacanthus</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	350

Таб.3. Состав и густина на фауната на дно во Наколец (март 2023)

КРАНИ

Фауната на дно во локалитетот Крани во зимските месеци ја претставуваат 11 таксони од 8 групи организми: Turbellaria, Oligochaeta, Gastropoda, Hirudinea, Bivalvia, Amphipoda, Isopoda и Insecta. Најголема густина е забележана на длабочина од 5 метри, на тињест фациес со черупки, каде се регистрирани 8 видови и најголема популација кај *Gammarus roeseli triacanthus* 350 ind/m².

Локалитет Крани 24.03.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)

2	Тиња (без вегетација, 70% тиња, 30% черупки) (Ceratophyllum парче)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	75
			<i>Criodrilus lacuum</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
5	Тиња со 20-30 % черупки	Turbellaria	<i>Dendrocoelum prespaense</i>	25
		Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	50
			<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	225
		Amphipoda	<i>Gammarus roeseli triacanthus</i>	350
10	Тиња	Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	25
		Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	75
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	275

Таб.4. Состав и густина на фауната на дно во Крани (март 2022)

ЕЗЕРАНИ

Во локалитетот Езерани во зимскиот период евидентирани се 7 таксони од 6 систематски групи: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Amphipoda, Bivalvia и Insecta. Длабочината од 2 метри која се одликува со тињест фациес на дно со вегетација се одликува со најголем биодиверзитет, односно 7 видови од 6 систематски групи. Најголема густина е забележана кај видот *Dreissena carinata* – 250 ind/m².

Локалитет Езерани 31.03.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со вегетација	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	100
			<i>Eisneriella tetraedra</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	125
		Amphipoda	<i>Gammarus roeseli triacanthus</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
5	Черупкина зона	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	50
			<i>Eisneriella tetraedra</i>	150
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	250
10	Тиња (без вегетација)	Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25
		Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	200
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75

Таб.5. Состав и густина на фауната на дно во Езерани (март 2023)

АСАМАТИ

Во локалитетот Асамати во март се евидентирани 6 таксони од 5 систематски групи: Oligochaeta, Hirudinea, Bivalvia, Amphipoda, Insecta. Длабочината од 5 метри која се одликува со фациес на дно со черупки од полжави и школки се одликува со најголем биодиверзитет, односно 5 вида од 4 систематски групи. Најголема густина е забележана кај видот *Chironomus plumosus* – 275 ind/m².

Локалитет Асамати 31.03.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	225
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus roeseli triacanthus</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	200
5	Черупкина зона	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	200
			<i>Eissenia tetraedra</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	250
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
10	Тиња	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	125
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	275

Таб.6. Состав и густина на фауната на дно во Асамати (март 2023)

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N	1250	1075	2950	1400	1275	1525
Број на Видови S	7	6	8	11	7	6
Shannon&Weaver H	3.02	2.76	2.88	3.3	3.52	3.12
Margalef d	2.91	2.64	3.75	4.77	4.51	3.14
Pielou e	0.91	0.87	0.76	0.83	0.9	0.9
Simpson c	0.14	0.18	0.22	0.14	0.11	0.13

Таб.7. Еколошки статус на локалитетите според индексите (март 2022)

Табела 7 го претставува еколошкиот статус на местата за земање проби според традиционалните индекси. Оттаму, еколошкиот статус се менува во границите од лош до многу добар (врз основа на индексите Pielou и Simpson). Од табелата вредноста на H (Shannon & Weaver индекс за диверзитет) и d (Индекс Margalef) се поблиски одраз на реалната слика на еколошкиот статус на местата на земање проби.

Нити еден од спомнатите индекси не ја одсликува реалната состојба на Езерото видена низ призмата на состојбата на фауната на дно, која генерално е или многу сиромашна (Фигура 1) во најголемиот дел од локалитетите во Езерото, или пак опфаќа

представници кои не се доволно индикативни, или пак индицираат еколошки статус кој не го задоволува барањето за добар еколошки статус согласно Европската директива за води. Затоа, и овој пат во истражувањата, односно обработката на податоците, употребен беше АСПТ индексот, кој се покажа како доволно индикативен и проверен во изминатите истражувања. Според овој индекс, три локалитети се одликуваат со умерен еколошки статус, (Отешево, Езерани и Асамати) додека останатите локалитети ги одликува лош еколошки статус.

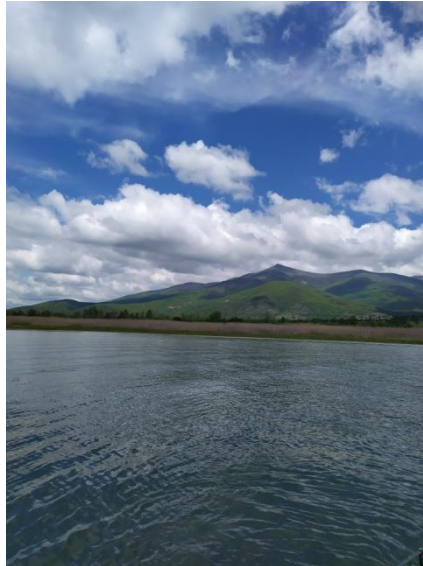
Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.8. Еколошки статус на локалитетите според АСПТ индексот (март/април 2023)



Фигура 1. Дел од опремата за изведување на теренот на локалитетите Езерани и Асамати

Извештај за состојбата на фауната на дно во Преспанско Езеро (Отешево, Стење, Наколец, Крани, Езерани и Асамати) во пролетната кампања 2023



РЕЗУЛТАТИ

ОТЕШЕВО

Во текот на теренските активности во пролет 2023, обработен е квалитативниот состав на фауната на дно од локалитетот Отешево. Така, во пробите евидентирани беа 6 видови од фауната на дно кои припаѓаат на 6 класи (Turbellaria, Oligochaeta, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta) (Таб.1.). По 5 видови се регистрирани на длабочина од 2 и 5 метри на тињесто дно со черупки (од школки и полжави). Што се однесува до густината, таа е најголема кај популацијата на *Dreissena carinata* со 200 ind/m².

Локалитет Отешево 08.06.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	тиња со черупки 50: 50	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	150
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	150
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
5	Тиња со черупки од <i>Dreissena</i>	Turbellaria	<i>Dendrocoelum prespaense</i>	25
		Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	150
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
10		Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	25

	Тиња со черупки од <i>Dreissena</i>	Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	200
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50

Таб.1. Состав и густина на фауната на дно во Отешево (јуни 2023)

СТЕЊЕ

Фауната на дно во локалитетот Стење во пролетните месеци ја претставуваат 5 таксони од 5 групи на организми: Oligochaeta, Gastropoda, Amphipoda, Bivalvia и Insecta. Иако дното на овој профил по должината на трансектот покажува прилична униформност (фациес од тиња и черупки) сепак дистрибуцијата на видовите не е еднаква. Во тој контекст, најголема густина е забележана на длабочина од 5,5 метри, на тињест фациес со черупки, каде се регистрирани 5 видови и најголема популација забележана кај видот *Dreissena carinata* 1000 ind/m².

Локалитет Стење 08.06.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
5,5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	1000
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
10	Тиња	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75

Таб.2. Состав и густина на фауната на дно во Стење (јуни 2023)

НАКОЛЕЦ

Фауната на дно во локалитетот Наколец во пролетната проба ја претставуваат 8 таксони од 5 класи организми: Oligochaeta, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Најголема густина е забележана на длабочина од 5 метри каде се регистрирани 7 видови од вкупната фауна. Квантитативно, со најголема густина е присутен видот *Dreissena carinata*– 625 ind/m².

Локалитет Наколец 19.05.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки и вегетација	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	75
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	25

	(Myriophyllum, Vallisneria)	Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Тиња со черупки (1:1) (Ceratophyllum, Potamogeton) черупки Valvata:Dreissena 50:50	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	125
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	100
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
			<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	625
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	275
10	Тиња (90% тиња, 10% черупки Dreissena)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	275
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
			<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	150

Таб.3. Состав и густина на фауната на дно во Наколец (мај 2023)

КРАНИ

Фауната на дно во локалитетот Крани во пролетните месеци ја претставуваат 9 таксони од 7 групи организми: Turbellaria, Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Најголема густина е забележана на длабочина од 2 метри, на тињест фацис со черупки, каде се регистрирани 7 видови. Најголема популација евидентираме кај *Gammarus roeseli triacanthus* 475 ind/m².

Локалитет Крани 19.05.2023				
Длаб. (m)	Фацис на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (Vallisneria)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	100
			<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	225
		Turbellaria	<i>Dendrocoelum prespaense</i>	25
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Тиња со черупки (50-50 %), без вегетација	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	125
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	475
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
10.5	Тиња со черупки (80-20 %), без вегетација	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	150
			<i>Criodrilum lacuum</i>	50
		Bivalvia	<i>Sphaerium corneum</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100

Таб.4. Состав и густина на фауната на дно во Крани (мај 2023)

ЕЗЕРАНИ

Во локалитетот Езерани во пролетниот период евидентирани се 7 таксони од 6 систематски групи: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Amphipoda, Bivalvia и Insecta. Најголем биодиверзитет регистриравме во черупкина зона на длабочината од 5 метри, 7 видови од 6 систематски групи. Најголема густина е забележана кај видот *Dreissena carinata*—575 ind/m².

Локалитет Езерани 09.06.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Черупкина зона	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	125
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	200
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	75
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	575
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
10	Тиња со черупки (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	150
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	150

Таб.5. Состав и густина на фауната на дно во Езерани (јуни 2023)

АСАМАТИ

Во локалитетот Асамати во јуни се евидентирани 7 таксони од 6 систематски групи: Oligochaeta, Hirudinea, Bivalvia, Gastropoda, Amphipoda и Insecta. Длабочината од 5 метри која се одликува со фациес на дно со черупки од полжави и школки има најголем биодиверзитет, 7 таксони од 6 систематски групи. Најголема густина е забележана кај видот *Chironomus plumosus*—525 ind/m².

Локалитет Асамати 09.06.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	150
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	525
5	Черупкина зона	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	150
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	50

10	Тиња со черупки (без вегетација)	Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	275
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	300
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25
		Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	50
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	375
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50

Таб.6. Состав и густина на фауната на дно во Асамати (јуни 2023)

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N(ind/m ²)	1025	1500	2000	1525	1675	2200
БројнаВидови S	6	5	8	9	7	7
Shannon&Weaver H	3.33	1.93	3.26	3.2	3.14	3.34
Margalef d	3.99	2.83	4.54	4.08	3.72	4.79
Pielou e	0.9	0.58	0.82	0.84	0.85	0.82
Simpson c	0.12	0.46	0.15	0.15	0.17	0.13

Таб.7. Еколошки статус на локалитетите според индексите (јуни 2023)

Табела 7 го претставува еколошкиот статус на местата за земање проби според традиционалните индекси. Оттаму, еколошкиот статус се менува во границите од лош до многу добар (врз основа на индексите Pielou и Simpson). Од табелата вредноста на H (Shannon&Weaver индекс за диверзитет) и d (Индекс Margalef) се поблиски одраз на реалната слика на еколошкиот статус на местата на земање проби.

Во обработката на податоците, употребен беше АСПТ индексот, кој се покажа како доволно индикативен и проверен во изминатите истражувања. Според овој индекс, два локалитети се одликуваат со умерен еколошки статус, (Езерани и Асамати) додека останатите локалитети ги одликува лош еколошки статус.

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

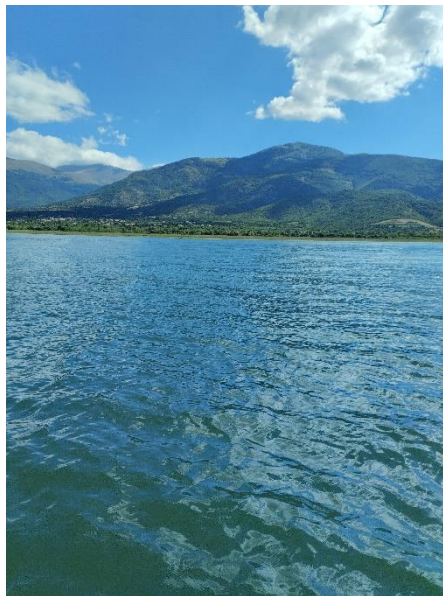
Таб.8. Еколошки статус на локалитетите според АСПТ индексот (мај/јуни 2023)



Фигура 1. Приказ на пролетна проба од локалитетот Наколец на длабочина од 5 m.

ФАУНА НА ДНО

Извештај за состојбата на фауната на дно во Преспанско Езеро (Отешево, Стење, Коњско, Наколец, Крани, Езерани и Асамати) во летна кампања 2023



РЕЗУЛТАТИ

ОТЕШЕВО

Во текот на теренските активности во месец јули 2022, обработен е квалитативниот и квантитативниот состав на фауната на дно од локалитетот Отешево. Така, во пробите беа регистрирани 4 видови кои припаѓаат на 4 класи од фауната на дно (Oligochaeta, Bivalvia, Gastropoda и Insecta) (Таб.1.). Видовите со кои се претставени овие три класи се индикатори за зголемена трофија на водата односно присуство на органско загадување. Сите 4 видови се регистрирани на длабочина од 5 метри. Што се однесува до густината, таа е најголема кај популацијата на *Chironomus plumosus* со 125 ind/m².

Локалитет Отешево 10.08.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	тиња со черупки 50: 50	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Тиња со черупки од <i>Dreissena</i>	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	75
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
10	Тиња со черупки од <i>Dreissena</i>	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	100
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125

Таб.1. Состав и густина на фауната на дно во Отешево (август 2023)

СТЕЊЕ

Фауната на дно во локалитетот Стење во пробите од летната кампања ја претставуваат 7 таксони од 6 групи организми: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Amphipoda, Bivalvia и Insecta. Иако дното на овој профил по должината на трансектот покажува прилична униформност (фациес од тиња и черупки) сепак дистрибуцијата на видовите не е еднаква. Во тој контекст, најголема густина е забележана на длабочина од 5 метри, на тињест фациес со черупки, каде се регистрирани 5 видови и најголема популација кај видот *Dreissena carinata* 1000 ind/m².

Локалитет Стење 10.08.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	1000
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
10	Тиња	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	75
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25

Таб.2. Состав и густина на фауната на дно во Стење (август 2023)

КОЊСКО

Во текот на летната кампања фауната на дно од локалитетот Коњско е претставена со 7 видови кои припаѓаат на 5 класи (Oligochaeta, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta) (Таб.3.). Најголема густина е забележана на длабочина од 2 метри, на тињест фациес каде се регистрирани 6 видови и најголема популација кај видот *Dreissena carinata* 875 ind/m².

Локалитет Коњско 10.08.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
			<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	100
			<i>Pyrgohydrobia prespaensis</i>	125
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	875
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5,5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	425
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
10	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50

Таб.3. Состав и густина на фауната на дно во Коњско (август 2023)

НАКОЛЕЦ

Фауната на дно во локалитетот Наколец во летната проба ја претставуваат 8 таксони од 5 класи организми: Oligochaeta, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Најголема густина е забележана на длабочините од 2 и 5 метри - тињест фациес со черупки од школки и полжави со вегетација каде се евидентирани по 6 видови. Квантитативно, со најголема густина е присутен видот *Dreissena carinata* - 125 ind/m².

Локалитет Наколец 11.08.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (Myriophyllum, Vallisneria)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	50
			<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	25
			<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Тиња со черупки (1:1)	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	50
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	25

	(Ceratophyllum, Potamogeton) черупки Valvata:Dreissena 50:50	Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	125
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
10	Тиња (без вегетација, 90% тиња, 10% черупки Dreissena)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	25
			<i>Eissenielia tetraedra</i>	50
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100

Таб.4. Состав и густина на фауната на дно во Наколец (август 2023)

КРАНИ

Фауната на дно во локалитетот Крани во летната кампања ја претставуваат 7 таксони од 5 групи организми: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Amphipoda и Insecta. Најголема густина е забележана на длабочина од 5 метри на тињест фациес со черупки, каде се регистрирани 5 видови. Најголема популација кај *Pothamotrix hammoniensis prespensis* 125 ind/m².

Локалитет Крани 11.08.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (Vallisneria)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	100
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25
5	Тиња со черупки (50- 50 %), без вегетација	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	50
			<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	75
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	25
			<i>Valvata piscinalis</i>	25
10.5	Тиња со черупки (80- 20 %), без вегетација	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	125
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
			<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50

Таб.5. Состав и густина на фауната на дно во Крани (август 2023)

ЕЗЕРАНИ

Фауната на дно во локалитетот Езерани во летната кампања ја претставуваат 6 таксони од 6 групи организми: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Amphipoda и Insecta. Најголема густина е забележана на длабочина од 5 метри на тињест фациес со черупки, каде се регистрирани 6 видови. Најголема густина е забележана кај видот *Gammarus triacanthus prespensis* - 100 ind/m².

Локалитет Езерани 21.08.2023

Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња и песок (вегетација и черупки)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumous</i>	50
5	Тиња со черупки (60% тиња, 40% черупки) и вегетација	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	50
		Hirudinea	<i>Glossiphonia complanata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Insecta	<i>Chironomus plumous</i>	50
10	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumous</i>	50

Таб.6. Состав и густина на фауната на дно во Езерани (август 2023)

АСАМАТИ

Во локалитетот Асамати во јули се евидентирани 8 таксони од 5 систематски групи: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Amphipoda и Insecta. По 6 видови се регистрирани на двете длабочини од 2 и 5 m при тињест фациес со черупки, додека најголема густина е забележана кај видот *Pyrgohydrobia prespensis* - 200 ind/m².

Локалитет Асамати 21.08.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки и вегетација	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	50
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	200
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Тиња со вегетација	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	100
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumous</i>	25
10	Тиња со черупки (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	25
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25

Таб.7. Состав и густина на фауната на дно во Асамати (август 2023)

Таб.8. Еколошки статус на локалитетите според индексите (лето 2023)

Индекси	Отешево	Стење	Коњско	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N (ind/m ²)	550	1525	1925	800	600	625	775
Број на Видови S	4	7	7	8	7	6	8
Shannon & Weaver H	2.99	2.17	2.56	3.8	3.4	3.49	3.53
Margalef d	2.92	4.08	3.65	5.17	4.32	3.93	4.85
Pielou e	0.94	0.57	0.69	0.95	0.92	0.97	0.9
Simpson c	0.14	0.44	0.27	0.08	0.11	0.09	0.12

Табела 8 го претставува еколошкиот статус на местата за земање проби според традиционалните индекси. Оттаму, еколошкиот статус се менува во границите од лош до многу добар (врз основа на индексите Pielou и Simpson). Од табелата вредноста на H (Shannon&Weaver индекс за диверзитет) и d (Индекс Margalef) се поблиски одраз на реалната слика на еколошкиот статус на местата на земање проби.

Во обработката на податоците, употребен беше АСПТ индексот, кој се покажа како доволно индикативен и проверен во изминатите истражувања. Според овој индекс, два локалитети се одликуваат со лош еколошки статус (Отешево и Стење), додека останатите локалитети ги одликува умерен еколошки статус.

Индекс	Отешево	Стење	Коњско	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ							

Таб.9. Еколошки статус на локалитетите според АСПТ индексот (лето 2023)



Фигура 1. Приказ на летна проба од локалитетот Езерани на длабочина од 2 m.

Извештај за состојбата на фауната на дно во Преспанско Езеро (Отешево, Стење, Наколец, Крани, Езерани и Асамати) во есенската кампања 2023



РЕЗУЛТАТИ

ОТЕШЕВО

Во текот на есенските теренските активности во месец ноември 2022, обработен е квалитативниот и квантитативниот состав на фауната на дно од локалитетот Отешево. Заради неповолните временски услови (силен ветар, бран..) не колекциониравме проби од 5 и 10 метри длабочина во литоралот од локалитетот. Така, во пробата беа регистрирани 4 видови кои припаѓаат на 4 класи од фауната на дно (Oligochaeta, Gastropoda, Amphipoda и Insecta) (Таб.1.). Најголема густина забележавме кај популацијата на *Chironomus plumosus* -250 ind/m².

Локалитет Отешево 16.11.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
1.5	Тиња со черупки и макрофити (40:50:10%)	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	200
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespaensis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	175
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	250
5	Тиња со черупки од <i>Dreissena</i> (40:60%)	Заради неповолните временски услови не можевме да колекционираме проби		
10	Тиња со черупки (95:5%)			

Таб.1. Состав и густина на фауната на дно во Отешево (ноември 2023)

СТЕЊЕ

Фауната на дно во локалитетот Стење во пробите од есенската кампања ја претставуваат 7 таксони од 5 групи организми: Oligochaeta, Hirudinea, Amphipoda, Bivalvia и Insecta. Во овој локалитет се регистрирани 7 видови и најголема популација има кај видот *Tubifex tubifex* со 250

ind/m². Заради неповолните временски услови (силен ветар, бран..) не колекционирахме проби од 5 и 10 метри длабочина во литоралот од локалитетот Стење.

Локалитет Стење 16.11.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
1.3	Тиња со черупки и макрофити (60:35:5%)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	25
			<i>Tubifex tubifex</i>	250
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	75
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	100
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	150
		Insecta	<i>Baetis vernus</i>	25
			<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Тиња со черупки и макрофити (60:35:5%)	Заради неповолните временски услови не можевме да колекционираме проби		
10	Тиња со черупки (95:5%)			

Таб.2. Состав и густина на фауната на дно во Стење (ноември 2023)

НАКОЛЕЦ

Фауната на дно во локалитетот Наколец ја претставуваат 7 таксони од 6 класи организми: Oligochaeta, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda, Hirudinea и Insecta. Иако дното на овој профил по должината на трансектот покажува прилична униформност (фациес од тиња и школки) сепак дистрибуцијата на видовите не е еднаква. Така, еднаква густина е забележана на длабочините од 2 и 5 метри, на тињест фациес од иситнети черупки од школки и полжави со вегетација. На овој фациес се регистрирани по 6 видови од 5 класи. Квантитативно, со најголема густина е присутен видот *Dreissena carinata* - 1250 ind/m².

Локалитет Наколец 15.11.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (Myriophyllum spicatum, Ceratophyllum demersum, Najas marina)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	125
			<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	1250
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	75
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	125
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
5	Тиња со черупки (1:1)	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	75
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	50

		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	150
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125
		Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	75
10	Тиња (90% тиња, 10% черупки <i>Dreissena</i>)	Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25

Таб.4. Состав и густина на фауната на дно во Наколец (ноември 2023)

КРАНИ

Фауната на дно во локалитетот Крани во есенската кампања ја претставуваат 7 таксони од 6 групи организми: Oligochaeta, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda, Isopoda и Insecta. Најголема густина е забележана на длабочина од 5 метри на тињест фациес со черупки, каде се регистрирани 5 видови. Најголема популација кај *Gammarus triacanthus prespensis* 250 ind/m².

Локалитет Крани 15.11.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (<i>Myriophyllum spicatum</i>)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	50
			<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Тиња со черупки (50-50 %)	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	225
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	250
		Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
10	Тиња со черупки (80-20 %)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	100
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125

Таб.5. Состав и густина на фауната на дно во Крани (ноември 2023)

ЕЗЕРАНИ

Во локалитетот Езерани во есенскиот период евидентирани се 8 таксони од фауната на дно од 6 систематски групи: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Длабочината 10 метри со фациес на дно со черупки од полжави и школки се одликува со поголем биодиверзитет, односно 6 видови од 5 систематски групи. Најголема густина во локалитетот е забележана кај видот *Chironomus plumosus* - 125 ind/m².

Локалитет Езерани 24.11.2023

Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки 80:15 (5% Myriophilum spicatum, Ceratophilum demersum)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
5	Черупкина зона	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	100
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125
10	Тиња со черупки (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	50
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	100
			<i>Sphaerium corneum</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50

Таб.6. Состав и густина на фауната на дно во Езерани (ноември 2023)

АСАМАТИ

Во локалитетот Асамати во есенската проба се евидентирани 7 таксони од 6 систематски групи: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Длабочината од 5 метри која се одликува со фациес на дно тиња со черупки од полжави и школки се одликува со најголем биодиверзитет, односно 7 вида од 6 систематски групи. Најголема густина е забележана кај видот *Dreissena carinata* - 425 ind/m².

Локалитет Асамати 24.11.2023				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	75
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
5	Черупкина зона	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	25
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	425
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
10		Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	75

	Тиња со черупки (без вегетација)		<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100

Таб.7. Состав и густина на фауната на дно во Асамати (ноември 2023)

Табела 8 го претставува еколошкиот статус на местата за земање проби според традиционалните индекси. Оттаму, еколошкиот статус се менува во границите од лош до многу добар (врз основа на индексите Pielou и Simpson). Од табелата вредностите на H (Shannon&Weaver индекс за диверзитет) и d (Индекс Margalef) се поблиски одраз на реалната слика на еколошкиот статус на местата на земање проби.

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N(ind/m ²)	650	675	2275	1100	900	1200
Број на Видови S	4	5	7	7	8	7
Shannon&Weaver H	1.74	2.4	2.57	3.28	3.68	3.32
Margalef d	1.07	2.12	3.87	3.95	4.74	4.87
Pielou e	0.87	0.86	0.68	0.89	0.94	0.83
Simpson c	0.32	0.23	0.32	0.13	0.09	0.16

Таб.8. Еколошки статус на локалитетите според индексите (есен 2023)

Во истражувањата, односно обработката на податоците од есенската кампања, употребен беше АСПТ индексот, кој се покажа како доволно индикативен и проверен во изминатите истражувања. Според овој индекс, ниту еден локалитет не ги задоволува критериумите за добар еколошки статус. Конкретно, локалитетите Отешево и Стење се одликуваат со лош еколошки статус, додека сите останати локалитети ги одликува умерен еколошки статус (Таб.9.).

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.9. Еколошки статус на локалитетите според АСПТ индексот (есен 2023)

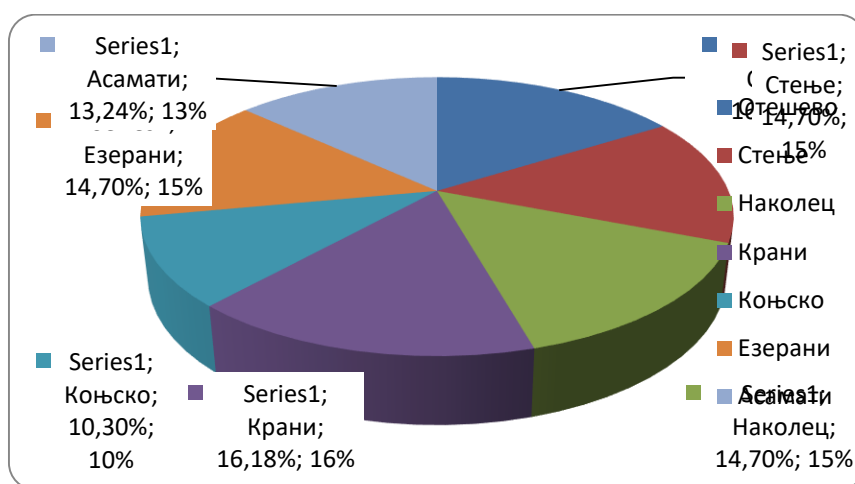


Фиг. 1. Дел од тимот во есенската кампања 2023

Заклучоци

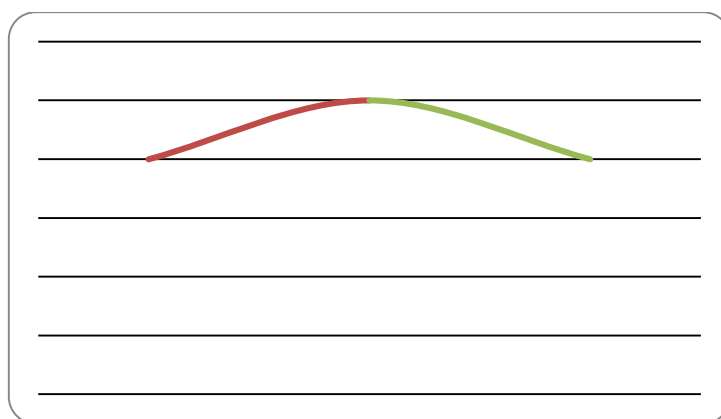
Генерално, и квалитативниот и квантитативниот состав на фауната на дно во Преспанското Езеро се значително пониски од вредностите на истите параметри споредено со сестринското езеро - Охридското Езеро. Ова претставува природен феномен кој има историска и еволутивна конотација а е во тесна поврзаност со хидроморфологијата на езерскиот басен, заканите и притисоците врз езерскиот екосистем. Она што е загрижувачко е фактот дека добиените резултати значително отскокнуваат од резултатите кои се добиени во истражувањата на истите локалитети со временска дистанца од 2-3 години. Конкретно, и квалитативниот и квантитативниот состав се значително посиромашни во последните истражувања во однос на истражувањата во минатото.

Хоризонтално, распоредот на биодиверзитетот во сезонските истражувања во текот на 2023 година во Преспанското Езеро најсиромашен е во Коњско (имаме само летна проба), побогат е во Стење, Наколец и Езерани, а најбогат е во Крани и Отешево (Фиг.2).



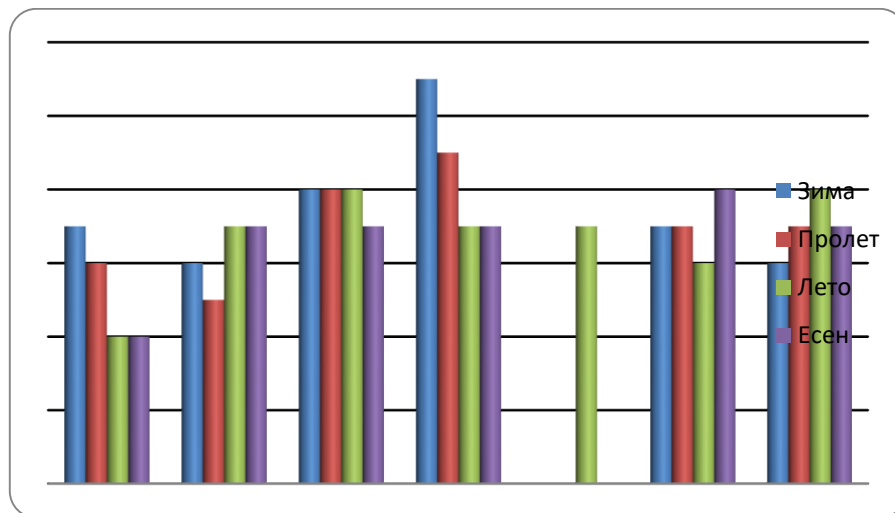
Фиг. 2. Хоризонтална дистрибуција на биодиверзитетот на фауната на дно во Преспанско Езеро

16,18 % од вкупниот диверзитет е регистриран во локалитетите Отешево и Крани, 14,70% во локалитетите Стење, Наколец и Езерани, додека истиот е посиромашен во останатите локалитети, односно најсиромашен во локалитетот Коњско, што е е во корелација со интензитетот на антропогениот притисок и промените во квалитетот на седиментите како резултат на колебањето на нивото на водата од езерото.



Фиг. 3. Вертикална дистрибуција на биодиверзитетот на фауната на дно во Преспанското Езеро

Ако се направи осврт врз квалитативниот состав, односно биодиверзитетот на населбата на дното во однос на длабочинскиот градиент (Фигура 3) се добива слика дека истиот има тренд на зголемување и потоа намалување со зголемувањето на длабочината. Така, врз основа на средната густина од сите локалитети и сите сезони по длабочински точки, се гледа дека биодиверзитетот на фауната на дно најпрво расте на најмалата длабочина (2 m), на следната длабочина (5 m) расте, а потоа опаѓа со зголемувањето на длабочината (10 m). Во нормални околности, ако се исклучи феноменот со повлекувањето на водата, актуелната длабочина од 2 метри би претставувала длабочина од 3-4 метри. Под нормални околности кога нивото на водата е на својот оптимум, сегашните песочни плажи би биле под вода а фацисот на дно би го одликувало присуство на ситна песок, детритус и макрофитска вегетација, што би претставувало атрактивен хабитат за бројни претставници од фауната на дно од класите на полжави и претставниците од водните инсекти. Но, од резултатите се гледа дека овој хабитат отсуствува заради ниското ниво односно повлекувањето на бреговата линија спрема подлабокиот литорал. Ова е една од главните причини за сиромашната животна заедница од фауната на дно. Отсуството на овој хабитат условува отсуство на голем број претставници односно го осиромашува квалитативниот состав на макрозообентосот.



Фиг. 4. Сезонско варирање на биодиверзитетот на фауната на дно во Преспанско Езеро
Сезонската динамика на варирање на квалитативниот состав на фауната на дно од Преспанското Езеро претставена е на Фигура 4. Се забележува дека не постојат јасно изразени два сезонски максимуми што претставува стандард за колебањето на квалитативниот и квантитативниот состав на фауната како резултат на еволутивните и екофизиолошките прилагодености на организмите од фауната на дно. Во случајов, биодиверзитетот е висок во пролет што е во корелација со условите во водната средина, односно период на пост пролетна циркулација и присуство на значителни хранливи ресурси. Истиот е повисок во лето, бидејќи во заедниците на бенталната фауна се присутни видови кои сеуште не се преобразиле во адултни форми (најчесто од групата на инсекти). Квалитативниот состав опаѓа во есен и зима. Секако за да се добие целосна слика потребно е да се затвори сезонскиот циклус на следење со вклучување на сите сезони во подолг временски период, најдобро 3-4 последователни години.

Препораки

Мониторинг

Следењето на состојбата на езерото преку постојан мониторинг на биолошките и хемиските карактеристики е од клучно значење за креирање на акциски план и стратегија за справување

со последиците од колебањето на водата и останатите директни и индиректни антропогени притисоци врз езерото и неговиот слив.

Активности за обезбедување на дотур на вода за прихранување на Преспанско Езеро

Изнаоѓање на решенија за дотур на вода во сушните години, кои заради климатските промени, ја забрзале својата цикличка природа, се во основа на решавање на овој историски проблем за Преспанското Езеро.

Активности за намалување на трофијата на водата

Намалувањето на трофијата на езерската вода е можеби теоретски полесен начин за намалување на притисокот врз биолошките ентитети, особено во услови на низок водостој на езерската вода. Активностите од типот на одстранување на вишокот на биомаса на акватичната вегетација би го смалил притисокот врз трофијата на водата а со тоа и притисокот врз животната населба во езерото.

Имплементација на планот за управување со Преспанско Езеро

Планот за управување со Преспанското Езеро би требало да ги даде основните насоки за справување со сите нотираните проблеми поврзани со Преспанско Езеро, вклучително и погоре наброените. Затоа од непроценлива важност е негова брза и доследна имплементација.

Соработка за Преспанско Езеро

Потребна е заедничка соработка на трите земји на патот кон општата заштита на водите во Преспанското Езеро.

Согласно задачите и целите на проектот “Идентификација на антропогените влијанија на Преспанско Езеро” финансиран од ПОНТ, Одделението за Ципринидна Фауна го изработи следниот

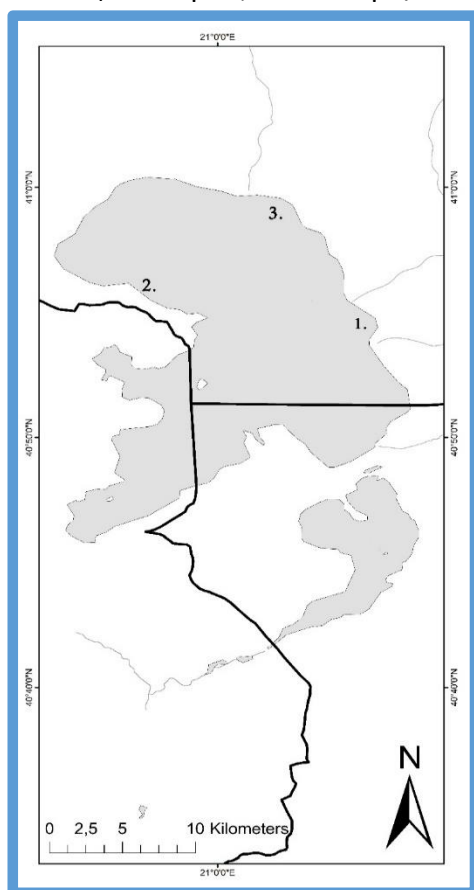
ИЗВЕШТАЈ

за изведените теренски и лабораториски активности и анализа на добиените податоци

М-р Благоја Трајчевски

Д-р Трајче Талевски

Во склоп на теренските активности, колекционирање на риби беше изведено на три локалитети од Преспанско езеро и тоа: Штрбово, Лиса и Асамати (Слика 1). Активностите беа изведувани низ неколку периоди во текот 2022/2023 година и тоа во месеците Април, Септември/Октомври, Ноември/Декември и Јуни.



Слика 1. Локалитети на колекционирање: 1. Штрбово, 2. Лиса и 3. Асамати

логаритмичката формна на должинско-тежинските односи (Froese 2006). Параметарот b претставува индикатор на видот на раст на рибата. Кога $b=3$ рибата има изометриски раст. Кога $b>3$ рибата ја зголемува својата тежина (и волумен) во поголем степен отколку

Колекционирањето беше реализирано со употреба на риболовен алат, стоечки жабрени мрежи со големина на окцата од 18, 22, 24 и 26 милиметри. Мрежите беа поставувани во литоралниот дел од езерото, во попладневните часови (пред самрак) и подигнувани по 12 часа наредниот ден. Тоа е со цел да се опфатат периодите од денот кога рибите се најактивни. По подигнување на мрежите и вадење на уловените единки од истите, рибите беа соодветно складирани и транспортирани до ЈНУ Хидробиолошки Завод за понатамошна обработка. Уловените единки беа детерминирани по видови и полово припадност и на секоја единка посебно и беа мерени тотална тежина со употреба на дигитална лабораториска вага со точност до 0,1 грам, и тотална должина со употреба на линијар со точност до 1 милиметар. Исто така од секоја единка беа издвоени лушпи за одредување на возраста¹. За одредување на должинско-тежинските односи беше користена функцијата $W=aL^b$ (Ricker 1975). W ја претставува тоталната тежина на рибата во грамови, L е тоталната должина на рибата во центиметри, додека a и b се коефициенти добиени со линеарна регресија на

¹ Резултатите од анализа на лушпите со цел одредување на ворасни групи не се вметнати во овој извештај со оглед на тоа што работата за анализирање на истите бара подолг временски период

што е потребно за да одржи константни телесни пропорции, а доколку $b < 3$ е обратниот случај (Ricker 1979). Вредноста на b беше тестирана со Т тест при статистичка значајност од 0,05 за да се утврди разлика од 3. Од вредностите за тежината и должината беше пресметан и Фултоновиот фактор на кондиција (Ricker 1975).

При колекционирањето беа уловени 9 видови риби од вкупно 26 идентификувани риби во Преспанско езеро (Spirkovski и сор. 2012, Talevski и сор. 2014, Ilik-Boeva и сор. 2017, Trajchevski и сор. 2020) (Табела 1), или 34.6% од вкупниот број видови. Тука треба да се напомене дека одреден број од видовите риби од Преспанско езеро се последен пат опишани и забележани пред десеттици и повеќе години, и нивното континуирано постоење во Преспанското езеро е под знак прашалник. Таквата состојба ја покажале и други преходни истражувања (Spirkovski и сор. 2012, Talevski и сор. 2014, Ilik-Boeva и сор. 2017).

Од вкупниот број на колекционирани видови, шест претставуваат ендемични-автохтони видови, карактеристични за фауната на Преспанско езеро. Тоа се *Alburnus belvica*, *Barbus prespensis*, *Chondrostoma prespense*, *Rutilus prespensis*, *Squalius prespensis* и *Alburnioides prespensis*. Од овие ендемични видови, *A. belvica*, *C. prespense*, *R. prespensis* и *A. prespensis* на црвената листа на IUCN се означени како загрозени видови (VU – Vulnerable).

Табела 1. Листа на различните колекционирани видови риби од Преспанско езеро

фамилија	латинско име	име	автохтон вид	алохтон вид
Cyprinidae	<i>Alburnoides prespensis</i>	Преспанска гомнушка	+	
	<i>Alburnus belvica</i>	Преспанска плашица	+	
	<i>Barbus prespensis</i>	Преспанска мрена	+	
	<i>Carrasius gibelio</i>	Карас		+
	<i>Chondrostoma prespense</i>	Преспански скобуст	+	
	<i>Cyprinus carpio</i>	Крап		+
	<i>Rutilus prespensis</i>	Преспански грунец	+	
	<i>Squalius prespensis</i>	Преспански клен	+	
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Сончарка		+

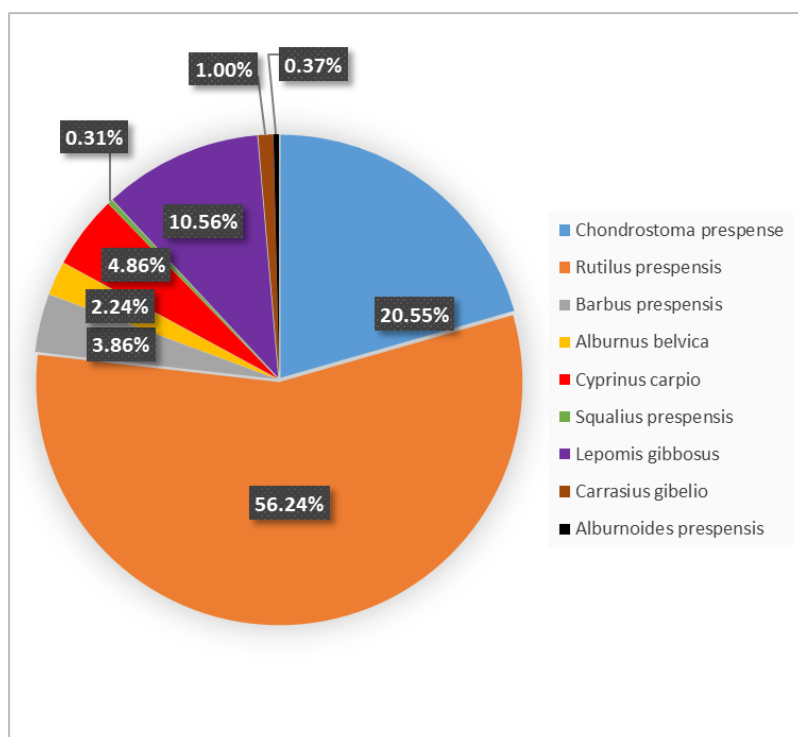
Останатите видови риби уловени при колекционирањето: *Cyprinus carpio*, *Carsassius gibelio* и *Lepomis gibbosus* се претставници на алохтоните видови, интродуцирани во Преспанското езеро во минатото преку различни механизми. Од нив за крапот може да се каже дека е одомаќинет во езерото, со оглед на тоа што неговото интродуцирање во Преспанското езеро е за прв пат документирано во антикатата, поточно за време на Римското владеење на овие простори, и неговата популација има континуирано постоење до денешно време. Крапот исто така претставува значаен дел од риболовот на Преспанското езеро, како најмногу таргетиран вид на риба за стопански и рекреативен риболов.

Отсуството на останатите видови риби од уловот се должи во најголема мера до видот на риболовен алат користен при истражувањето, односно селективноста на

истиот. Тоа е причина што особено помалите видови риби, како и помали единки од видовите кои беа колекционирани, не се дел од уловот. Претходни истражувања покажале присуство на стабилни популации на интродуцираните алохтони видови *Rhodeus amarus* и *Pseudorasbora parva* во литоралните области од езерото на длабочини од 0-3м и 3-6м (Ilik-Воева и сор. 2017) . Овие видови, интродуцирани во Преспанското езеро во втората половина од минатиот век, претставуваат риби со релативно мал раст, кои не би можеле да се колекционираат со риболовниот алат користен при капамањите за колекционирање дел од ова истражување. Истото важи и за некои од останатите ендемични видови како *Alburnoides prespensis*, *Pelargus prespensis* (Преспанско грунче) и *Cobitis meridionalis* (Преспанска штипалка).

Од вкупниот број на уловени единки во тек на досегашната кампања за колекционирање, најголем процент, повеќе од половина од сите единки, отпаѓа на *R.prespensis*, проследен со бројот на *C.prespense* и *L.gibbosus* (Слика 2). Остатокот го сочинуваат другите видови кои беа дел од уловот. Ваквата состојба со користење на идентичен алат е забележана и во претходни истражувања. Овие бројки, заедно со големиот број на должински класи (Прилог 3), укажуваат на стабилни популации на овие видови риби, а тоа е особено значаен факт што се однесува на ендемичните *R.prespensis* и *C.prespense*, со оглед на тоа што според IUCN имаат ознака на загрозени видови. Во

сите испитувани месеци грунецот и скобустот претставуваа доминантни автохтони видови во уловот (Прилог 1 и 2).



Слика 1. Процентуален приказ на вкупниот улов по видови риби

Крапот, за кој како што напоменавме, заедно со плашицата (*A.belvica*) се најбарани видови за стопански риболов, во нашиот улов беше претставен со млади, сеуште репродуктивно незрели единки. Причина за тоа е риболовниот алат, со оглед на тоа што за лов на овој вид, особено за поголеми единки, се користат мрежи со поголеми димензии на окцата, од 55мм и поголеми димензии. Истото е констатирано и од страна

на Ilik-Boeva и сор.(2017) при изведување на риболов за научно-истражувачки цели на Преспанско езеро со користење на MMG (Multi Mash Gillnets) мрежи. Позитивно е присуството на подмладок од крап во нашиот улов, што претставува доказ за успешни репродуктивни циклуси на овој вид риба. Нискиот процент на улов на плашицата најверојатно се должи на локалитетите избрани за колекционирање, со оглед на тоа што, како рибно плодиште на оваа риба се смета пелагијалниот дел на езерото (Ilik-Boeva и сор., 2017). Исто така и видот на риболовен алат со оглед на тоа што плашицата се лови со мрежи со помали големини на окца. Во разговор со рибари кои ловат на Преспанско езеро, беа добиени информации дека популацијата на плашицата е стабилна и ја има во уловот.

Од алохтоните видови од посебна важност е анализата на состојбата на сончарката. Овој вид на риба се смета за високо инвазивен во одредени водени средини низ Европа и светот, а нејзиното присуство како вид со стабилна популациона динамика е дел од ихтиофауната на Преспанското езеро неколку децении (се смета дека сончарката е интродуцирана во 90тите години од минатиот век). Сончарката е позната како исклучиво добар колонизатор и е карактеризирана со појава на агресивност кон другите риби особено во репродуктивниот период (при чување на гнездата за мрест) и при конкуренција за храна со други видови риби. Овој вид риба сочинува 10.56% од вкупниот улов (Слика 2), со тоа што најголем процент е забележан во периодот Септември/Октомври и тоа како доминантен вид во уловот кај локалитетите Штрбово и Лиса. Со оглед на тоа што во другите месеци, како на овие, така и на други локалитети бројот на сончарките во уловот е драстично помал, може да се каже дека станува случај за миграциска појава, најверојатно во потрага по храна. Со оглед на тоа што сончарките го имаат завршено природниот мрест во пролетно-летниот период, во есенските месеци ти се во активна потрага по храна, како припрема за зимскиот период.

Факторот на кондиција по Фултон и видот на раст за секој вид беше пресметан за вкупниот улов од различните сезони. Вредностите за факторот на кондиција покажа вредности од 0.95 за *C.prespense* до 2.19 за *L.gibbosus* (Табела 2). Вредностите за факторот на кондиција се движат околу еден за испитуваните видови (освен за сончарката) што укажува на генерално добра физиолошка состојба на популациите. За сончарката ова претставуваат и ниски вредности, со тоа што за овој вид на риба се смета дека факторот на кондиција се движи околу 3. Но и претходни истражувања за сончарката (Талевски и Трајчевски, 2022) од Преспанско езеро покажале слична тенденција на вредноста на факторот за кондиција, што од друга страна укажува на влијанија од животната средина како достапност на храна и интензитет на исхраната. Преку регресионата анализа на вредностите на должина и тежина беш одреден видот на раст на испитуваните видови. Сите видови покажаа изометриски раст, освен карасот, крапот и сончарката кои покажаа позитивен алометриски раст. Позитивниот алометриски раст значи дека рибите растат побрзо и повеќе во волумен отколку во должина (Froese 2006). Соодветно на тоа се и повисоките вредности за факторот на кондиција за овие видови (Табела 2).

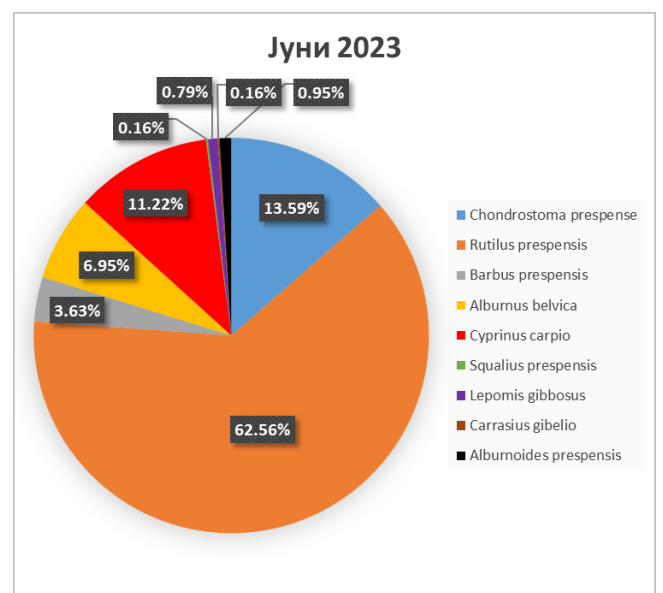
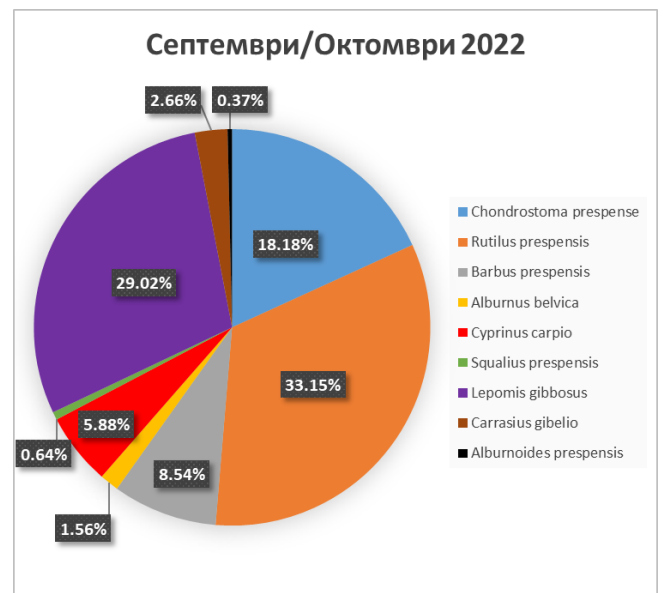
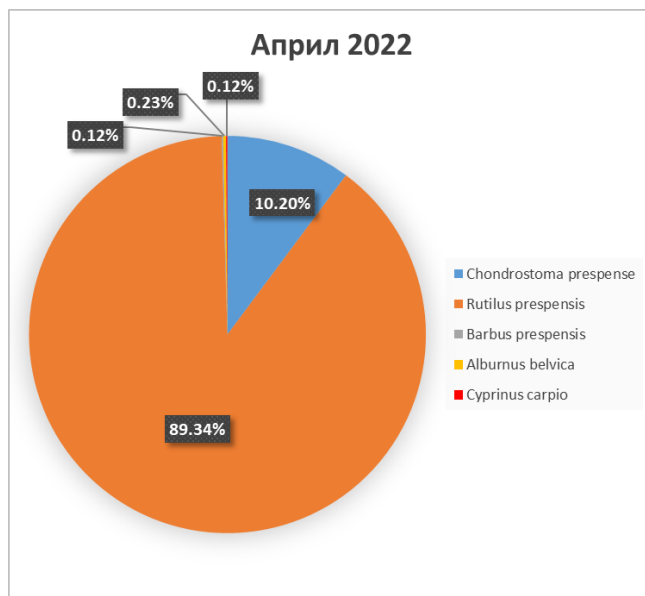
Табела 2. Должинско-тежински односи и Фултонов фактор на кондиција на колекционираниите видови риби

Вид	Фактор на кондиција по Фултон	раст според параметар b	r ²
<i>Alburnoides prespensis</i>	1.02	/	/
<i>Alburnus belvica</i>	1.01	изометриски	0.740
<i>Barbus prespensis</i>	1.09	изометриски	0.971
<i>Carrasius gibelio</i>	1.56	позитивен алометриски	0.987
<i>Chondrostoma prespense</i>	0.95	изометриски	0.953
<i>Cyprinus carpio</i>	1.34	позитивен алометриски	0.970
<i>Rutilus prespensis</i>	1.18	изометриски	0.901
<i>Squalius prespensis</i>	1.24	/	/
<i>Lepomis gibbosus</i>	2.19	позитивен алометриски	0.931

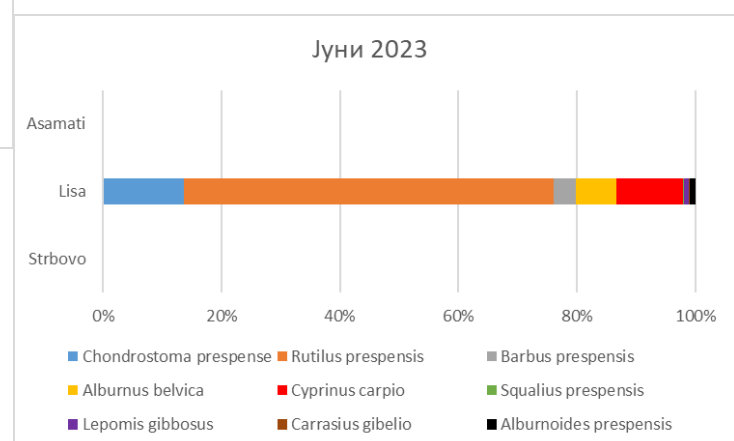
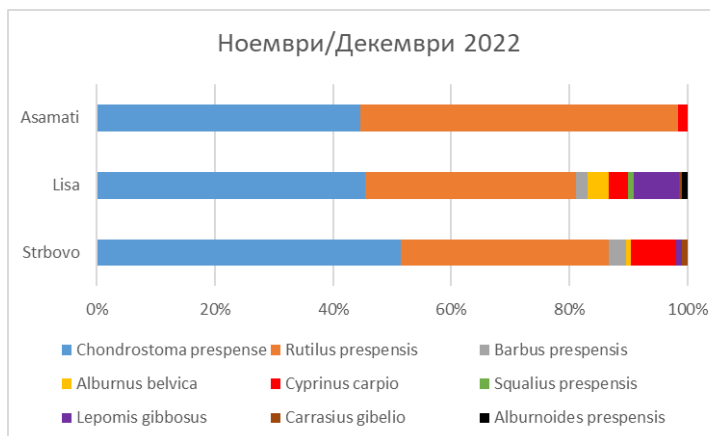
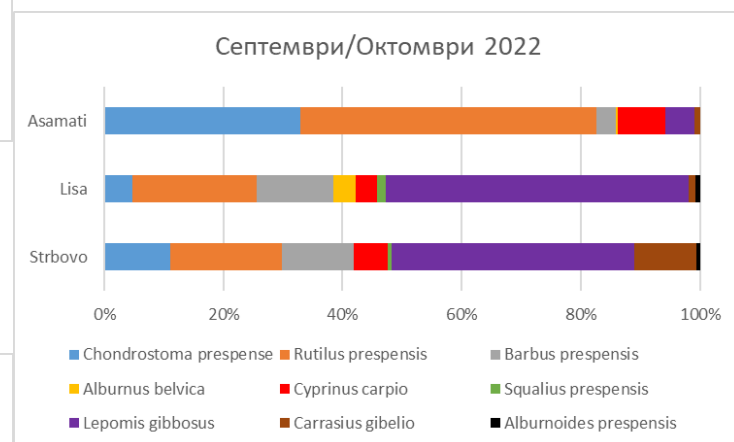
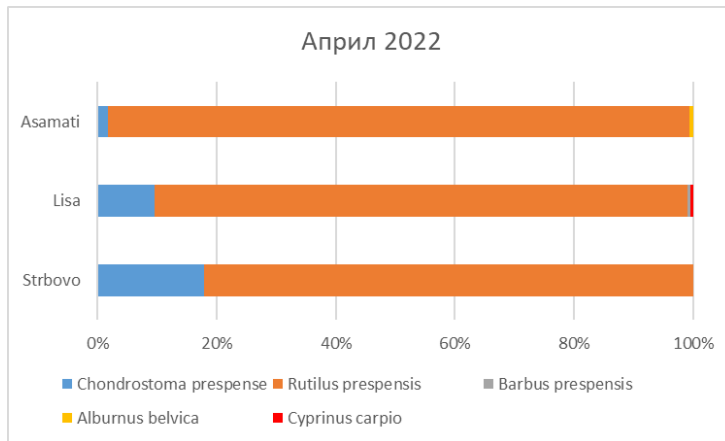
Половиот однос и репродуктивната зрелост на видовите колекционирани при ова истражување е претставен во Прилог 4 . Воочливо е дека кај одредени видови процентот на репродуктивно незрели единки е доминантен или значително висок во споредба со зрелите машки и женски единки. Тоа се должи до присуството на млади единки во уловот, најчесто во пониските должински класи, кои сеуште не ја достигнале репродуктивната зрелост. Различни видови риби имаат различна возраст при која достигнуаат репродуктивна зрелост при различни должински класи на единките.

Што се однесува до должинските класи, тие се поврзани со селективноста на риболовниот алат. Бројноста на единките и бројноста на должинските класи се одраз на стабилни одржливи популации. Должинските класи за видовите колекционирани при ова истражување се претставени во Прилог 3.

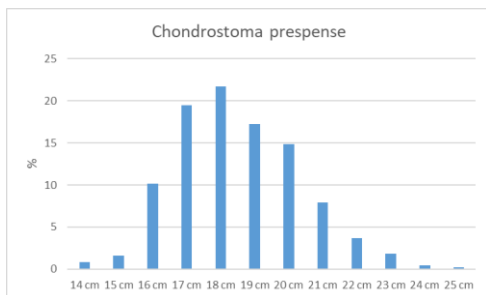
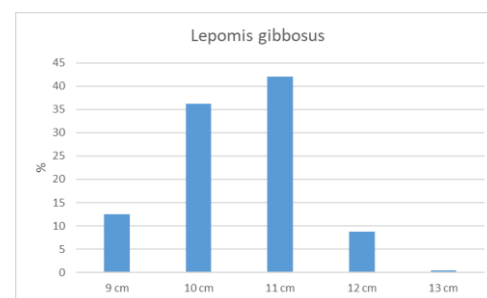
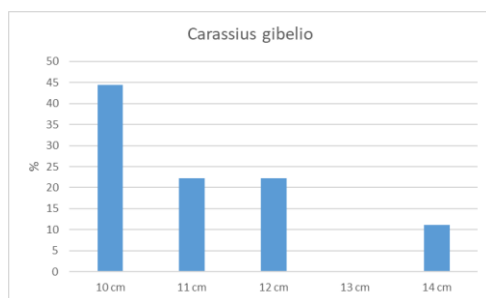
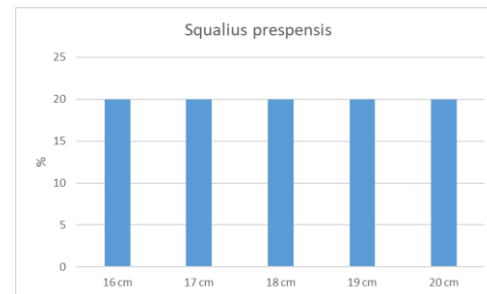
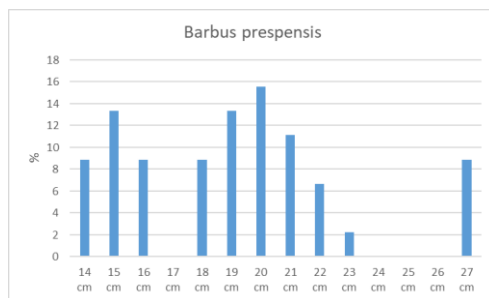
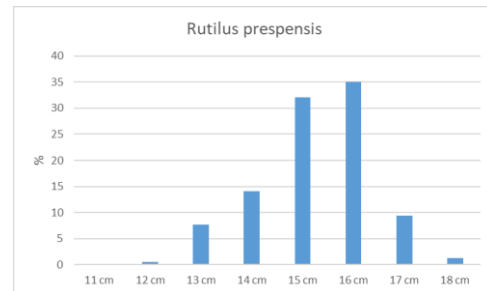
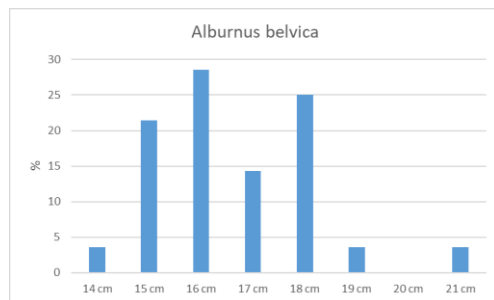
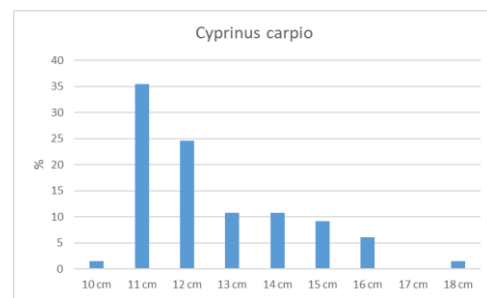
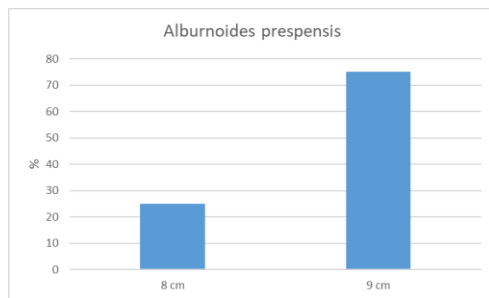
Прилог 1. Процентуален приказ на колекционираните видови риби во различните сезони на колекционирање



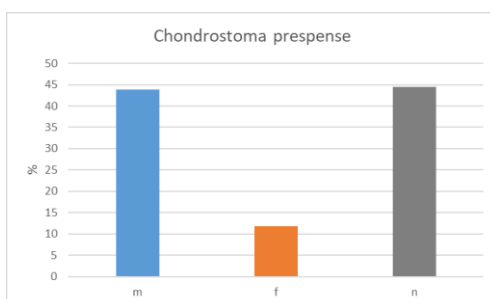
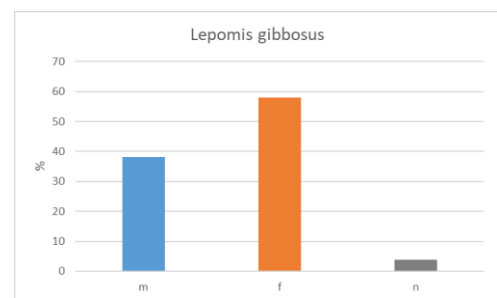
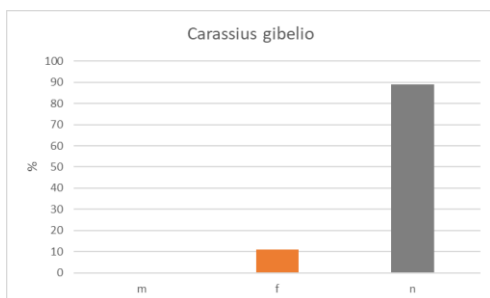
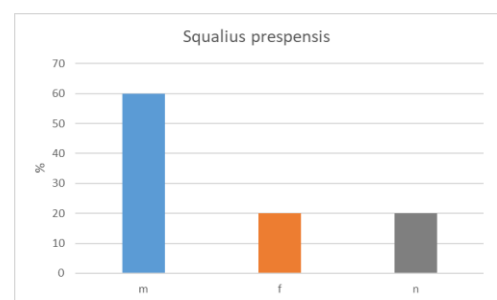
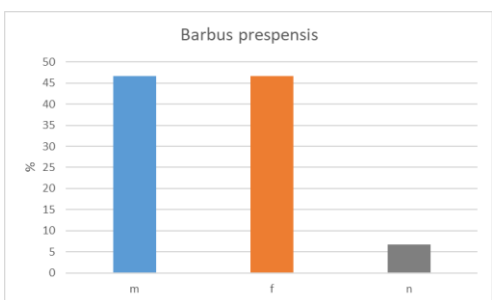
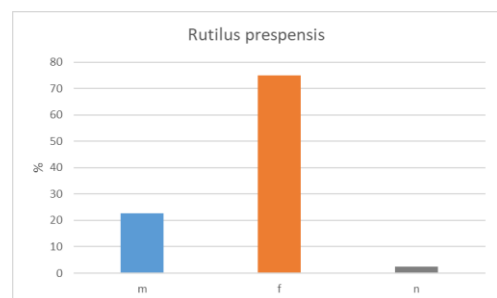
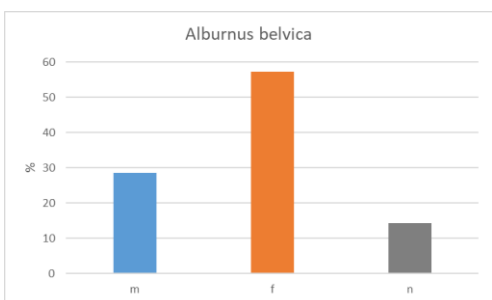
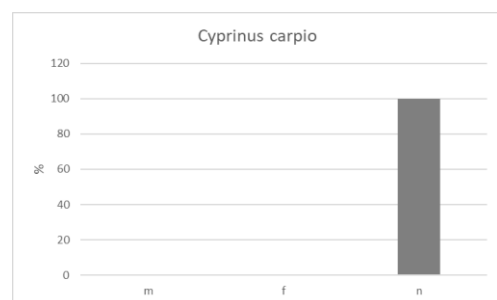
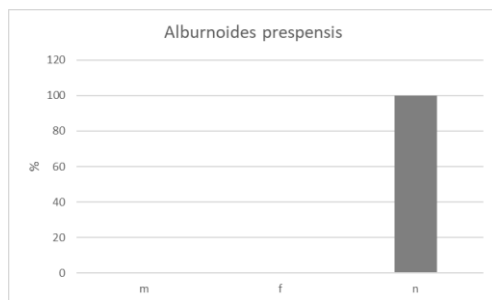
Прилог 2. Процентуален приказ на колекционираните видови риби во однос на локалитетите на колекционирање



Прилог 3. Процентуален приказ на должинските класи на колекционираните видови риби



Прилог 4. Процентуален приказ на половиот однос на колекционираниите видови риби (m-машки, f-женски, n-неразвиени)



Одделение за молекуларна биологија

Д-р Лидија Велкова-Јорданоска, научен советник



ВОВЕД

За разлика од хистопатолошките промени, кои се показатели за долготрајна изложеност на рибите на неповолното влијание на разни ксенобиотици во водената средина, ензимите на антиоксидативниот систем покажуваат скоро моментални промени во крвта и внатрешните органи. Оксидативниот стрес претставува дисбаланс помеѓу создавањето на ROS (reactive oxygen species) и капацитетот на одбрамбениот механизам на антиоксидативниот ензимски систем на организмот. ROS (reactive oxygen species) се индуцирани од супстанции како што се метални јони, пестициди и јагленоводородни загадувачи. Зголеменото создавање на ROS може да предизвика оксидација на протеини и липиди во организмот, промени во генската експресија и промени во клеточниот red-ox статус. Механизмот на антиоксидативна одбрана на организмот кај рибите вклучува ензимски систем и антиоксиданси со ниска молекулска маса, слично како кај цицачите, иако специфични изоформи на ензими кај различни видови риби досега не се констатирани.

Загадувањето на водените екосистеми е главен причинител на оксидативен стрес кај рибите. Познато е дека метаболизмот на ксенобиотиците предизвикува постојана продукција на ROS (reactive oxygen species). За неутрализација на токсичниот ефект на ROS кај рибите, слично како кај цицачите постои добро развиен антиоксидативен одбрамбен систем. Овој систем вклучува антиоксидативни ензими како што се супероксид дисмутаза (SOD) и каталаза (CAT),

Нивото на антиоксидативните ензими може да биде користено како индикатор за антиоксидативниот статус на организмот и може да претставува биомаркер за оксидативен стрес.

ИСТРАЖУВАНИ ЛОКАЛИТЕТИ

1. Наколец
2. Отешево
3. Казан

Локалитет Наколец (април 2022)

КОЛЕКЦИОНИРАЊЕ НА МАТЕРИЈАЛ

Во периодот април-декември 2022 година беше колекциониран материјал за анализа со сезонска динамика:

- април-пролетна проба,
- јули -летна проба,
- декември-есенска проба.

Беа изловени вкупно 56 единки риби кои припаѓаа на следните видови:

- Скобуст (*Chondrostoma prespense*)
- Грунец (*Rutilus prespense*)
- Крап (*Cyprinus carpio*)
- Мрена (*Barbus prespensis*)
- Сончарка (*Lepomis gibosus*)

Од секоја единка беше земено парче црн дроб и жабри кои беа чувани на лед и замрзнати на -20°C .

Во тек е постапка за набавка на хемикалии, со кои ќе бидат направени анализи на антиоксидативните ензими.

АНАЛИЗА НА КОЛЕКЦИОНИРАНИОТ МАТЕРИЈАЛ ВО МОНИТОРИНГ СТАНИЦАТА ВО СТЕЊЕ



ПАРАЗИТИ НА РИБИ ОД ПРЕСПАНСКО ЕЗЕРО

Изработил: Д-р Стојмир Стојаноски, научен советник
Одделение за болести на риби

Рибините паразити се појавуваат или како директни предизвикувачи на одредени болести или како фактори што доведуваат до нарушување или намалување на отпорноста на рибите. Одредени видови паразити предизвикуваат многу сериозни болести и масовно угинување на рибите, особено кај младите индивидуи. Во овој контекст, особено е важен фактот дека рибите можат да се појават како носители или преодни домаќини на одредени видови паразити кои го напаѓаат човекот.

Кога е избран соодветен домаќин на риба, анализата на неговите паразити нуди корисна, економична и поедноставена индикација, т.е. следење за здравјето на животната средина. Вредноста на тие информации се зголемува кога се потврдува со друга непаразитолошка техника. Анализата на паразитите не е нужно едноставна затоа што не сите домаќини служат како добри модели и затоа што бројот на паразити, присуството на специфични видови, интензитетот на инфекција, животниот циклус, локацијата кај домаќините и одговорот на домаќинот за секој вид паразит треба да бидат анализирани индивидуално во проценката. Исто така, различни антропогени загадувачи дејствуваат на посебен начин во однос на домаќините, паразитите, итн. Во зависност од видот на паразитот и времето избрано за собирање / испитување, проценката може да укаже на здрава или нездрава околина, исто така, хронична или акутна состојба на здравјето на животната средина.

Рибите се колекционирани и се подложени на рутински методи на идентификација, дисекција и набљудување. Исклучените паразити се одделуваат и се ставаат во одредени фиксатори, подготвени за одредување со утврдени техники на боење и расчистување. Со цел да се одредат видовите на паразити, се користеа клучевите на **Bauer** (1985, 1987) и **Lom** и **Dykova** (1992). Таксономијата на пронајдените паразити е според: **Lom** и **Dykova** (1992); **Fauna Europea** (2010) и **World Register of Marine Species** (2011).

За време на паразитолошките истражувања на ципринидните риби од Преспанското Езеро, од вкупно 81 испитани примероци риба, пронајдени се паразити кај 66 риби (81,48%).

Воспоставено е присуство на 27 видови паразити, и тоа: 3 видови припаѓаат на Protozoa: *Trichodina* sp. (кај скобуст), *Myxobolus* sp. (скобуст) и *Ichthyophthyrus multifilis*; 11 видови припаѓаат на Monogenea: *Gyrodactylus* sp. (скобуст), *Gyrodactylus* sp. (мрена), *Dactylogyrus dyki*, *D. elegantis*, *D. erhardovae*, *D. extensus*, *D. sphyrna*, *D. vastator*, *D. vistulae*, *Diplozoon* sp. (крап) и *Paradiplozoon zelleri*; 3 видови припаѓаат на Digenea: *Parasymphylodora markewitschi*, *Diplostomum spathaceum* (ларва) и *Tylodelphis clavata* (ларва); 3 видови припаѓаат на Cestoda: *Caryophyllaeus fimbriceps*, *Ligula intestinalis* (ларва) и *Cestoda* gen. sp. (кај грунец); 1 вид припаѓа на Nematoda: *Raphidascaris acus* (ларва); 5 видови припаѓаат на Arthropoda: *Argulus foliaceus*, *Ergasilus* sp. (мрена), *Ergasilus* sp. (клен), *Ergasilus* sp. (скобуст) и *Ergasilus sieboldi* и пронајден е 1 вид ларви на мекотели - глохидии на *Anodonta cygnea* (Табела 1).

Испитани се шест видови риби, при што зараза е утврдена кај следниве видови риби: *Chondrostoma prespense*, *Cyprinus carpio*, *Rutilus prespensis*, *Alburnus belvica*, *Barbus prespensis*. Кај *Carassius gibelio* не се пронајдени паразити (Табела 1).

Преспански скобуст (*Chondrostoma prespense*) - од 36 испитани риби биле зафатени 30 или 83,33%. *Dactylogyrus elegantis* е најчест паразит - утврден е кај 50,0% од испитаните риби, додека највисок интензитет на инфестација е забележан со *Diplostomum spathaceum* (ларва) (50,0) (Табела 1).

Преспански грунец (*Rutilus prespensis*) - испитани се 28 риби, од кои инфицирани биле 25 или 89,29%. Глохидиите на *Anodonta cygnea* се најчести паразити - утврдени се кај 50,0% од испитаните риби, додека највисок интензитет на инфестација е забележан со *Ergasilus sieboldi* (26,75) (Табела 1).

Преспански клен (*Squalius prespensis*) – испитани се 2 примероци, кои се инфицирани со *Ichthyophthyrus multifilis* и *Ergasilus sp.* (Табела 1).

Крап (*Cyprinus carpio*) - 4 од 6 испитани риби биле нападнати 3, т.е. 50,0%. *Dactylogyrus vastator* е најчест и утврден кај сите инфицирани крапови, а и интензитетот на инфестација е највисок со тој паразит (3,0) (Табела 1).

Преспанска мрена (*Barbus prespensis*) - од 7 испитани риби биле зафатени 6 или 85,71%. *Gyrodactylus sp.* и *Paradiplozoon zeller* се најчести паразити - утврдени кај по 42,86% од испитаните риби, додека највисок интензитет на инфестација е забележан со *Dactylogyrus dyki* и *Ergasilus sp.* (8,50) (Табела 1).

Карас (*Carassius gibelio*) - испитани се 2 примероци, кај кои не се најдени паразити (Табела 1).

Видови риби со најголема преваленца на инфестација се *Squalius prespensis* (100%) и *Rutilus prespensis* (89,29%), а најчест паразит се глохидиите на *Anodonta cygnea*, кои се најдени кај 37,88% од инфицираните риби.

Највисок интензитет на инфестација е поврзан со *Diplostomum spathaceum* (ларва) (19,12) (Табела 1).

Вкупно, видови риби со најголем број видови паразити се *Chondrostoma prespense* и *Rutilus prespensis* (по 11) (Табела 1).

Патолошкото значење е поврзано со следниве видови паразити: *Gyrodactylus sp.*, *Dactylogyrus extensus*, *D. vastator*, *Paradiplozoon zeller*, *Diplostomum spathaceum* (ларва), *Tylodelphis clavata* (ларва), *Ligula intestinalis* (ларва), *Caryophyllaeus fimbriceps*, *Raphidascaris acus* (ларва) и *Ergasilus sp.*

Табела 1. Паразитофауна на рибите од Преспанското Езеро.

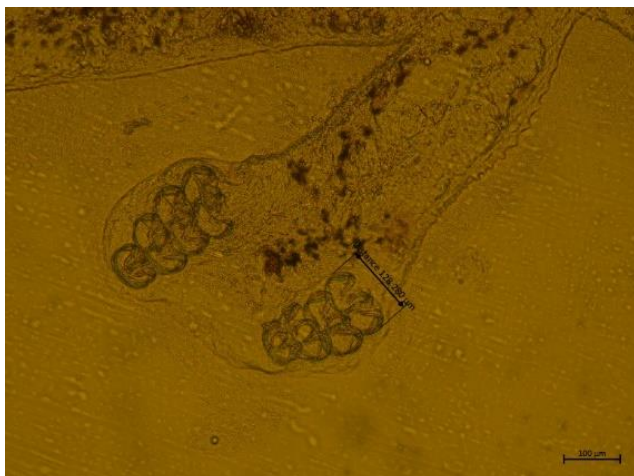
Вид риба	Вид паразит	Годишно време	Екстензитет на инфестација		Интензитет на инфестација
			Број на прегледани риби	% на инфестирани риби	
<i>Chondrostoma prespense</i>	<i>Trichodina</i> sp.	пролет	36	2,78	2,0
	<i>Myxobolus</i> sp.	пролет, есен		50,0	23,66
	<i>Gyrodactylus</i> sp.	пролет		8,33	1,33
	<i>Dactylogyrus elegantis</i>	пролет, лето, есен		50,0	5,0
	<i>Dactylogyrus vistulae</i>	пролет, лето		25,0	1,78
	<i>Paradiplozoon zeller</i>	пролет, лето, есен		22,22	1,50
	<i>Diplostomum spathaceum</i>	лето		5,56	50,0
	<i>Tylodelphis clavata</i>	пролет		16,67	7,0
	<i>Raphidascaris acus</i>	пролет, лето		5,56	1,0
	<i>Ergasilus</i> sp.	есен		2,78	1,0
	глохидии на <i>Anodonta cygnea</i>	пролет, лето, есен		30,56	20,45
Вкупно <i>Chondrostoma prespense</i>			36	83,33	9,49
<i>Rutilus prespensis</i>	<i>Gyrodactylus</i> sp.	пролет	28	3,57	1,0
	<i>Dactylogyrus sphyrna</i>	пролет, лето		39,29	6,36
	<i>Dactylogyrus erhardovae</i>	пролет, лето		21,43	3,0
	<i>Paradiplozoon zeller</i>	пролет, лето, есен		10,71	5,67
	<i>Diplostomum spathaceum</i>	пролет, лето, есен		21,43	8,83
	<i>Tylodelphis clavata</i>	пролет, есен		39,29	11,36
	<i>Cestoda</i> gen. sp.	лето		3,57	1,0
	<i>Ligula intestinalis</i>	лето		3,57	1,0
	<i>Raphidascaris acus</i>	пролет, лето		10,71	1,33
	<i>Ergasilus sieboldi</i>	пролет, лето, есен		14,29	26,75
	глохидии на <i>Anodonta cygnea</i>	пролет, лето, есен		50,0	3,21
Вкупно <i>Rutilus prespensis</i>			28	89,29	7,23
<i>Squalius prespensis</i>	<i>Ichthyophthyrus multifilis</i>	лето	2	50,0	2,0
	<i>Ergasilus</i> sp.	лето		50,0	2,0
Вкупно <i>Squalius prespensis</i>			2	100	2,0
<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Dactylogyrus extensus</i>	лето	6	33,33	1,0
	<i>D. vastator</i>	лето		50,0	3,0
	<i>Diplozoon</i> sp.	лето		33,33	1,0

	<i>Caryophyllaeus fimbriiceps</i>	лето		16,67	1,0
Вкупно <i>Cyprinus carpio</i>			6	50,0	1,75
<i>Barbus prespensis</i>	<i>Gyrodactylus sp.</i>	лето	7	42,86	2.67
	<i>Dactylogyrus dyki</i>	лето		28,57	8.50
	<i>Paradiplozoon zeller</i>	лето		42,86	3.67
	<i>Parasymphylodora markewitschi</i>	лето		28,57	4.50
	<i>Raphidascaris acus</i>	лето		14,29	2.0
	<i>Ergasilus sp.</i>	лето		28,57	8.50
	<i>Argulus foliaceus</i>	лето		14,29	1.0
Вкупно <i>Barbus prespensis</i>			7	85,71	4,0
<i>Carassius gibelio</i>			2	0	0
ВКУПНО			81	81,48	7,47

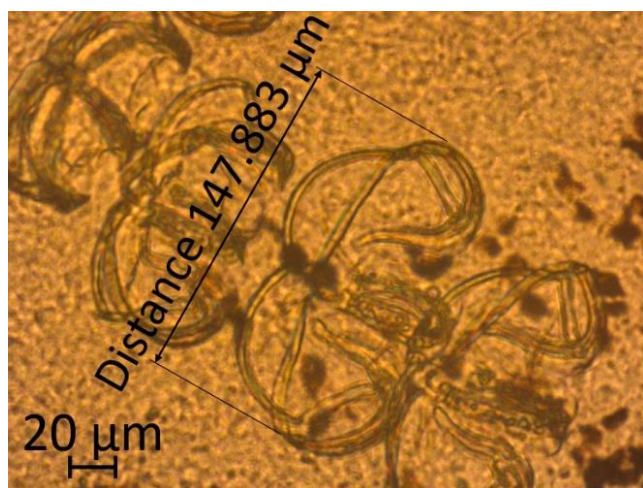
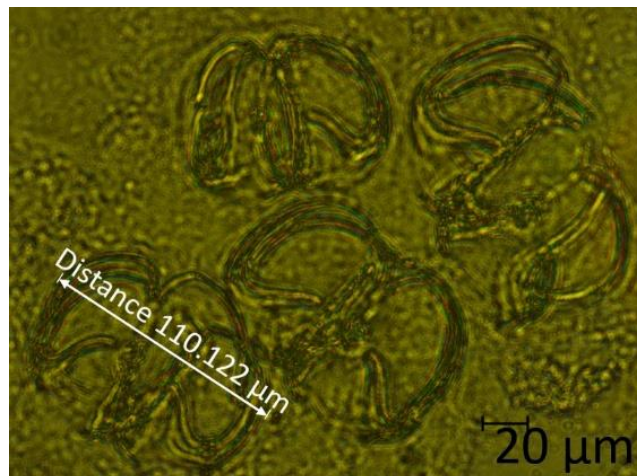
Како последица на тоа што процесот на еутрофикација во Преспанското Езеро станува сè поинтензивен, односот помеѓу ларвите кои созреваат кај птиците во споредба со возрасните форми на паразити кај рибите е 0,66 : 1, иако 57 видови на возрасни форми на рибни паразити и само 12 видови ларви од паразити на риби кои созреваат кај птиците и другите водни организми (метацеркарии на *Echinoshasmus sp.*, *Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphis clavata* и *Posthodiplostomum cuticola*, плероцеркоид на *Ligula intestinalis*, ларви на *Trematoda gen. sp.*, *Bucephalidae gen. sp.*, *Cestoda gen. sp.* и *Nematoda gen. sp.*, ларви од *Eustrongylides excisus* и *Raphidascaris acus*, глохидии од *Anodonta cygnea*). Со овие нашите истражувања се потврдени резултатите од: 1. Wisniewski (1958), кој смета дека голем број рибни паразити во еутрофичните езера се ларвени фази кои го завршуваат нивниот животен циклус кај птиците и цицачите што се хранат со риби, т.е. односот помеѓу рибите. паразитските ларви кои созреваат кај птиците и возрасните паразити се зголемуваат од олиготрофни во еутрофни системи; и 2. Esch (1971), кој укажува на поголем број риби паразитски ларви кои созреваат кај птиците од еутрофни системи, што е последица на различните односи предатор – плен, додека во олиготрофните води постојат незначителни меѓуземни водно-копнени интеракции.

Со овие наши испитувања доаѓаме до заклучок дека е нарушена животната средина во Преспанското Езеро, а процесот на еутрофикација станува сè поинтензивен заради:

1. Големiot број од установените видови паразити имаат широк ареал на распространување и широк спектар на домаќини.
2. Големiot број видови рибни паразити во Преспанското Езеро се ларвени фази кои го завршуваат нивниот животен циклус кај птиците другите водни организми. Со ова укажуваме дека бројот на рибојадните птици на Преспанското Езеро е многу голем, и сметам дека треба да се превземат мерки за нивниот број да се стави под контрола, бидејќи предизвикуваат штети по здравјето на рибите, но и на целиот екосистем.
3. Се појавуваат ларвени облици на паразити кои никогаш до сега не биле присутни во Преспанското Езеро (*Echinoshasmus sp.* и *Eustrongylides excisus*), а својот животен циклус го завршуваат кај рибојадните цицачи и птици, што значи дека имаат зоонотски потенцијал, односно може да дојде и до инфекција на човекот. Со ова уште еднаш упатуваме апел за контролирање на бројот на рибојадните птици на Преспанското Езеро.



Слика 1. *Paradiplazoon zeller* – клапни (оригинал)



Слика 2. *Diplozoon paradoxum* - клапни (оригинал)



Слика 3. *Parasympylodora markewitschi* – цел паразит (оригинал)



Слика 4. *Lamproglena pulchella* – SEM цел паразит (лево - оригинал), преден дел (средина – оригинал); заден дел (десно – оригинал)

Литература

- APHA-AWWA-WPCF, (2005) Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed – Washington DC.
- Aizaki, M., Otsuki, A., Fukusima, T., Hosomi, M., Muraoka, K., 1981: Application of Carlson's trophic state index to Japanese lakes and relationship between the index and other parameters. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* Vol. **21**: 675-678
- Alexander, G.R. 1978: The rationale for a ban on a detergent phosphate in the Great Lakes Basin in Phosphorus in the Environment: its chemistry and biochemistry. Ciba Foundation Symposium 57.
- BETHER, G., 1953: *Praktikum za hemisko ispitivanje voda*. Hig. Inst. Srbije br 3. Beograd. Str. 79.
- Bottrell, H. H., A. Duncan, Z. M. Gliwicz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hillbricht-Ilkowska, H. Kurasawa, P. Larsson & T. Weglenska. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.* 24, 419-456.
- Buerge, R.H. & Stadelmann, P., 2000: Change of phytoplankton diversity during long-term restoration of Lake Baldegg - Switzerland. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* volume 27. 574-581pp
- Carlson, R.E. (1977): A Trophic State Index for Lakes. *Limn. and Oceanog* **22**: 363–369
- Caroni, R. and K. Irvine, 2010. The potential of zooplankton communities for ecological assessment of lakes: redundant concept or political oversight? *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 110B: 35–53
- Chrost RJ and Overbeck J, (1990) Introduction: Aims, Problems and Solutions in Aquatic Microbial Ecology In: *Aquatic Microbial Ecology*, Overbeck J Chrost JR, (eds) New York.
- Daubner, I., Ritter R., 1973: Bakteriengehalt und Stoffumsatzaktivitat einiger physiologischer Bakteriengruppen in zwei kunstlichen Grundwasserseen (Baggerseen). *Arch. Hydrobiol.*, 72, 4: 440 - 459.
- Daubner, I., 1967: *Mikrobiologia vody*. Bratislava: 462
- Daubner I, (1972) *Mikrobiologie des Wassers (Aquatic Microbiology)*. Akademie-Verlag, Berlin.
- Gajin S., Matavulj M., Petrović O., Radnović D., Svirčev Z., 1995: Unifikacija mikrobioloških metoda za određivanje kvaliteta površinskih voda. VII Kongres Mikrobiologa Jugoslavije. Herceg Novi. 93
- Halmann, M., Stiller, M., 1974: Turnover and uptake of dissolved phosphat in freshwater. A study in Lake Kinneret. *Limnology and Oceanography*. Volume 19. N° 5. 774-780 pp
- Hsieh, C.H., Y. Sakai, S. Ban, K. Ishikawa, T. Ishikawa, S. Ichise, N. Yamamura, and M. Kumagai, 2011. Eutrophication and warming effects on long-term variation of zooplankton in Lake Biwa. *Biogeosciences*, 8, 1383–1399
- Froese R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*. 22, 241–253.
- Ilik-Boeva D., Shumka S., Spirkovski Z., Talevski T., Trajchevski B. et al. (2017). Fish and Fisheries Prespa Lake – Implementing the EU Water Framework Directive in South-

- Eastern Europe. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Bonn, Germany: Pegi Sh.p.k., Tirana
- ISO 5813: 1983-Water quality– Determination of dissolved oxygen – Iodometric method
- ISO 10260 (1992): Water quality - measurement of biochemical parameters - spectrometric determination of the chlorophyll A concentration, ISO, Geneva.
- ISO 10260, (1992). Water quality - measurement of biochemical parameters - spectrometric determination of the chlorophyll *a* concentration, ISO, Geneva.
- Jeppesen E., P. Nöges, T.A. Davidson, J. Haberman, T.Nöges, K. Blank, T.L. Lauridsen, M. Søndergaard, C. Sayer, R. Laugaste, L.S. Johansson, R. Bjerring & S.L. Amsinck, 2011. Zooplankton as indicators in lakes - a plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia*, 676:270-297
- Kavka G, Poetsch E, (2002) Microbiology. In: Joint Danube Survey – Technical report of the International Commission for the Protection of the Danube River. 138-150.
- Kavka G, Kasimir GD, Farneitner AH, (2008)-Microbiological water quality of the River Danube (km 2581-km15): Longitudinal variation of pollution as determined by the standard parameters. In: Proceedings 36th International Conference of IAD. Austrian Committete Danube Research/IAD, Vienna,pp: 415-421. ISBN: 13: 978-3-9500723-2-7
- Kohl, W., 1975: Über die Bedeutung Bakteriologischer Untersuchungen für die Beurteilung von Fließgewässern, Dargestellt am Beispiel der Österreich. Donau. *Arch. Hydrobiol.*, 44, 4: 392 - 461.
- Кузнецов, И. С. и Романенко, И. В., 1963: Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Лабораторное руководство. Издательство Академии наук СССР Москва, Ленинград.
- Кузнецов, И. С., Г. А. Дубинина, 1989: Методы изучения водных микроорганизмов. Москва, пп. 286
- Kuznetsov, S. I. 1968: : Recent studies on the role of mikroorganisms in the cycling of substances in lakes . *Limnol. and Oceanography* Vol. 13, No 2: 211 - 224.
- L i k e n s , G . , 1972: Eutrophication and aquatic ecosystems. -Bo Likens ed . *Nutrients and eutrophication.*- *Limnol. Oceanog. Spec. Symposia* 1: 3 - 13.
- EPA Office of Water (2006) *Aeromonas*: Human Health Criteria Document. Health and Ecological Criteria. Division Office of Science and Technology. Office of Water Washington, US Environmental Protection Agency.
- EUROPEAN COUNCIL, (1976) - Council directive 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water. *Official Journal* L031, 1-7;
- EUROPEAN COUNCIL, (1998)-Council directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. *Official Journal* 1330: 32-54;
- EUROPEAN PARLAMENT & COUNCIL, (2006) - Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing directive 76/160/EEC. *Official Journal* L064, 37-51.
- Magadza, C. H. D. and Dhlomo, 1996: Wet season incidence of coliform bacteria in Lake Kariba inshore waters in the Kariba town area.

- Marshall, C. T. and Peters, R. H. (1989): General patterns in the seasonal development of chlorophyll *a* for temperate lakes. - *Limnol. Oceanogr.* 34: 856-867.
- Melchiorri-Santolini, Malara, G., 1989: The evolution of studies on the ecology of heterotrophic microflora in lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 46: 135 - 143.
- Menzel, D., Corvin, N., 1965: The measurement of total phosphorus in seawater based on the liberation of organically bound fractions by persulfate oxidation. - *Limnol. Oceanogr.* 10: 280 - 282.
- Meyns, S., Illi, R. and Ribi, B. (1994): Comparison of chlorophyll *a* analysis by HPLC and spectrophotometry: Where do the differences come from? - *Arch. Hydrobiol.* 132: 129-139.
- Moss, B., 1980: The plankton. In: *Ecology of freshwaters*: Blackwell Sci. Publ., Oxford. 386pp
- Nürnberg, G. (1996). Trophic state of clear and colored, soft- and hard water with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *J. Lake & Reservoir Manag.* 12, 432-447.
- Nürnberg, G. & Shaw, M. (1999): Productivity of clear and humic lakes: nutrients, phytoplankton, bacteria. - *Hydrobiologia* 382: 97-112.
- Otsuki, A., R. H. Goma, M. Aizaki and Y. Nojiri, 1993: Seasonal and spatial variations of dissolved nitrogenous nutrient concentrations in hypertrophic shallow lake, with special reference to dissolved organic nitrogen. *Verh. Internat. Verein Limnol.* 25: 187-192.
- Pantle, R. and Buck, H., (1955). Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach* 96, 604.
- Petrovic, O., Gajin, S., Dalmacija, B., 1983: Fiziološke grupe heterotrofne bakterije kao jedan od pokazatelja procesa preciscavanja otpadnih voda. *Zbornik radova Konferencije Zastita voda '83, Opatija*, knjiga 3: 143 - 148.
- Правилник за барања за безбедност и квалитет на водата за пиење, Сл. весник на Република Македонија бр. 183, октомври 2018, 13-40
- Raschke, R. (1993): Guidelines for assessing and predicting eutrophication status of small southeastern piedmont impoundments. EPA-Region IV. Environmental Services Division, Ecological Support Branch. Athens, GA.
- Rheinheimer, G., 1974: *Aquatic mikrobiology*, London, J. Wiley and Sons: 184.
- Reynolds, C.S., 1978: Phosphorus and the eutrophication of lakes - a personal view. in *Phosphorus in the Environment: its chemistry and biochemistry*. Ciba foundation Symposium 57.:201-228
- Reynolds, C. S. (1984). Phytoplankton periodicity: The interaction of form, function and environmental variability. *Aaafreswater Biol.* 14: 111-142.
- Родина, А. Г., 1965: Методы водной микробиологии. Практическое руководство. Ленинград
- Rodina, G. A., 1972: *Methods in aquatic microbiology*, Univ. Park. Press, Baltimore, Butterworths, London
- Русев, Б., 1993: *Osnovi na saprobiologi@ta*. Univerzitetsko izdatelstvo "Sv. Kliment Ohridski" Sofi®: 161.
- Rutnner, F., 1972: *Fundamentals of limnology*. 3rd ed. University of Toronto Press. Toronto, Buffalo: 295.

- Ricker W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191 . 381 p.
- Ricker. W. E. (1979) Growth rates and models. In: W. S. Hoar. D. J. Randall and J. R. Brett(Eds.), *Fish Physiology Vol. VIII Bioenergetics and Growth*. Academic Press. London, pp. 677- 743.
- Spirkovski Z., Ilik-Boeva D., Talevski T., Paliqi A., Kapedani E. (2012). The fishes of Prespa. Skopje, Macedonia: UNDP
- Solorzano, L., 1969: Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.* 14: 799-801.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1998), 20th Edition. Published jointly by American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environmental Federation (APHA-AWWA-WPCF), Washington, D.C.
- Stilinović S., Maloseja Ž., Futač N., Plenković A., 1988: Vertikalni raspored saprofitskih bakterija i fitoplanktona u Prošćanskom jezeru i jezeru Kozjak u 1985/86. *Mikrobiologija*, Vol. 25, No. 2: 163 - 171.
- Stilinović, B., 1979: Bakteriološka istraživanja Bijele i Crne rijeke i nekih plitvičkih jezera. *Acta Bot. Croat.*, Vol. 38: 79 - 86.
- Stinović, B., 1981: Istraživanja zastupljenosti nekih fizioloških grupa bakterija u rijeci Savi od Krškog do Podsuseda. *Mikrobiologija*, Beograd, 18, 1: 67 - 74.
- Stinović, B., Futač N., 1984: Vertikalni raspored bakterijskih populacija u jezeru Kozjak (Nacionalni Park Plitvička Jezera). *Ekologija*, Vol. 19, No 1: 25 - 30.
- Strickland, J. D. H., Parsons, T.R., 1968: A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fish. Reas. Board Canada. bull. Ottawa. pp 311
- Strickland, J.D.H. & Parsons, T. R., 1972: A practical handbook of seawater analysis. 2nd ed. - Bull. Fish. Res. Bd. Canada: 167pp.
- Tabuchi, T. 1996: Towards creating an enviromentally sensitive lake basin. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 2: 147-151.
- Talevski T., Milosevic D., Maric D., Talevska M., Talevska A. (2014) Biodiversity of Ichthyofauna from Lake Prespa, Lake Ohrid and Lake Skadar. *Biotechnology & Biotechnological Equipement*, 23:400-404.
- Талевски Т., Трајчевски Б. (2022) Технички извештај за реализација на пилот проектот “Следење на состојбата на популацијата на сончарка *Lepomis gibbosus* и преземање мерки за намалување на негативното влијание врз автохтоната риболовна популација во Преспанско езеро”.
- Trajchevski B., Spirkovski Z., Ilik-Boeva D., Talevski T. (2020). An alien species or another perspective to the freshwater gobies puzzle: a new finding in Lake Prespa. *Turkish Journal of Zoology*, 44:542-547.
- Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton - Methodik. International association of theoretical and applied limnology. *Mitteil. Int. Ver. Limnologie*, 1-38.
- Уредба за класификација на површинските води (водотеци, езера и акумулации) на Р. Македонија, 1999, (Сл. весник на Република Македонија бр 18, март'99) 1165-1179
- WELCH R. G., 1948: *Limnological methods*. Blackiston Co. Philadelphia

- Wetzel, R. G., 1972: The role of carbon in hard-water marl lakes. In: Nutrients and eutrophication, ed. G. E. Likens Lawrence, Kansas: American Society of Limnology and Oceanography Spec. Symposium No. 1: 14 - 20.
- Wetzel, R. 1975: Limnology W.B.Saunders Co, Philadelphia, London, Toronto: 743.
- Wetzel, R. G., Likens, G., 1979: Limnological analyses. W. B. Saunders Comp. Philadelphia, London, Toronto: 357.
- Williamson, C. E., 1991. Copepoda, p. 787-822. In J. H. Trop and A. P. Covich (eds.), Ecology and classification of North American freshwater invertebrates.
- Winkler, L.W. (1888). Die Bestimmung des in Wasser gelösten Sauerstoffes. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, **21**, page 2843.
- Vollenweider, R.A., 1965: Materiali e idee per una idrochimica delle acque insubriche. Mem. Ist. It. Idrobiol., 19
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, (2001) Guidelines, Standards and Health. WHO, Geneva, Switzerland, 220 pp
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, (2003) Guidelines for Safe Recreational Water Environments. In: Coastal and Fresh Waters, vol 1 WHO, Geneva, 220 pp
- WHO (World Health Organization), (1996) *Guidelines for Drinking-Water Quality, 2nd ed. Health Criteria and Other Supporting Information*. W