

**ТЕМЕТСКИ ИЗВЕШТАИ ОД СПРОВЕДЕНИТЕ АКТИВНОСТИ ВО ТЕКОТ НА
ЕСЕН 2024- ЛЕТО 2025 ГОДИНА ПО ПРОЕКТОТ
"ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА АНТРОПОГЕНИТЕ ВЛИЈАНИЈА ВРЗ
ПРЕСПАНСКОТО ЕЗЕРО"(2021-2025)**



**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 ИСТРАЖУВАЊА

Есенска кампања 2024

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, рН, електропроводливоста, турбидитетот се мерат на терен. Температурата се определува со помош на реверзибилен термометар (Welch, 1948), а рН со инструмент рН-метар WTW рН 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 фенолфталеин 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 (Solozano 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 есента 2024 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 2024 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема Река Избиште	Голема Река бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река брана
Температура (°C)	7,4	9,6	8,6	7,7	8,3
Боја mg l ⁻¹ Pt	50	30-35	15	35	90-100
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	224	266	70,6	61,7	348
pH	7,58	7,30	7,35	7,5	16,67
Матност (NTU)	16,7	17,3	2,55	15,8	20,0
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	105	114	34	31	118
СлободенCO ₂ mg l ⁻¹	3,96	7,832	3,784	3,432	
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	31	26	11,5	25,5	57,6
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	180	186	132	141	300
Проток m ³ s ⁻¹	0,252	0,227	0,090	0,517	

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 2024 г.

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Долно дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
Температура (°C)	10.7	12	11.6	11.4	11.1	10.7	11
Боја mg l ⁻¹ Pt	10-15	5	10	5	10-15	10-5	5
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	228.5	232.5	230.5	232	226.5	207	218
pH	8.69	8.62	8.68	8.76	8.56	8.45	8.43
Матност (NTU)	16.6	8.28	14.4	13.17	9.05	8.5	10.2
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	113	115	126	119	113	110	113
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	9.5	10.5	12.5	10.5	11.5	11.5	13,5
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	171	200	188	128	244	164	159

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 2024 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегрирана
Просирност (m)	1.5				
Температура (°C)	11,0	10,7	10,6	10,6	10,8
боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	5-10	10	10	5-10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	210	211	211	214	211
pH	8,57	8,42	8,43	8.35	8.5
Матност (NTU)	14,8	8,66	7,02	7,76	11,1
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	115	110	121	115	115
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	8,5	8,5	9	12	8,5
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	185	174	226	224	186

Табела 4. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Централна Точка, есен 2024г.

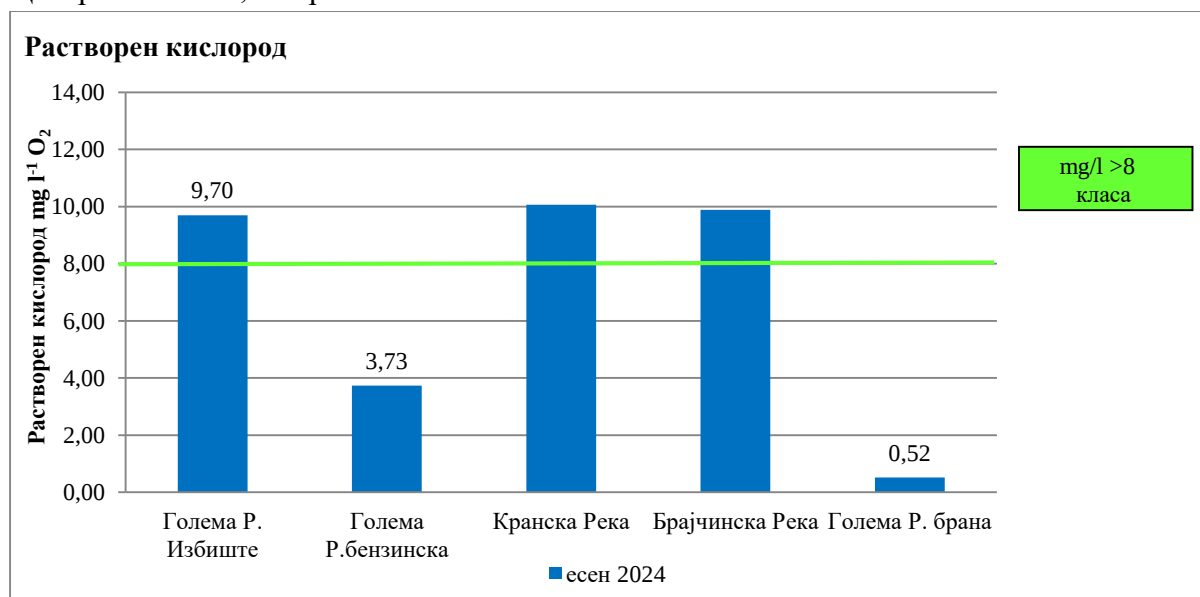
ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Централна 0м	Централна 5м	Централна 15м
Просирност (m)	1,5		
Температура (°C)	11,0	10,6	10,5
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	10	10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	211	210	212
pH	8,50	8,43	8,39
Матност (NTU)	9,56	9,08	6,76
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	119	117	111
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	10,5	11,5	10
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	167	182	187

Во есенскиот период, за време на намалени температури на воздухот, видливо е и намалувањето на температурата на водата во реките и Езерото. 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. Најниска вредност за температурата е забележана во Голема Река Избиште (7,4°C), додека максималната вредност за овој параметар изнесува 12°C и е евидентирана во литоралот Наколец 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

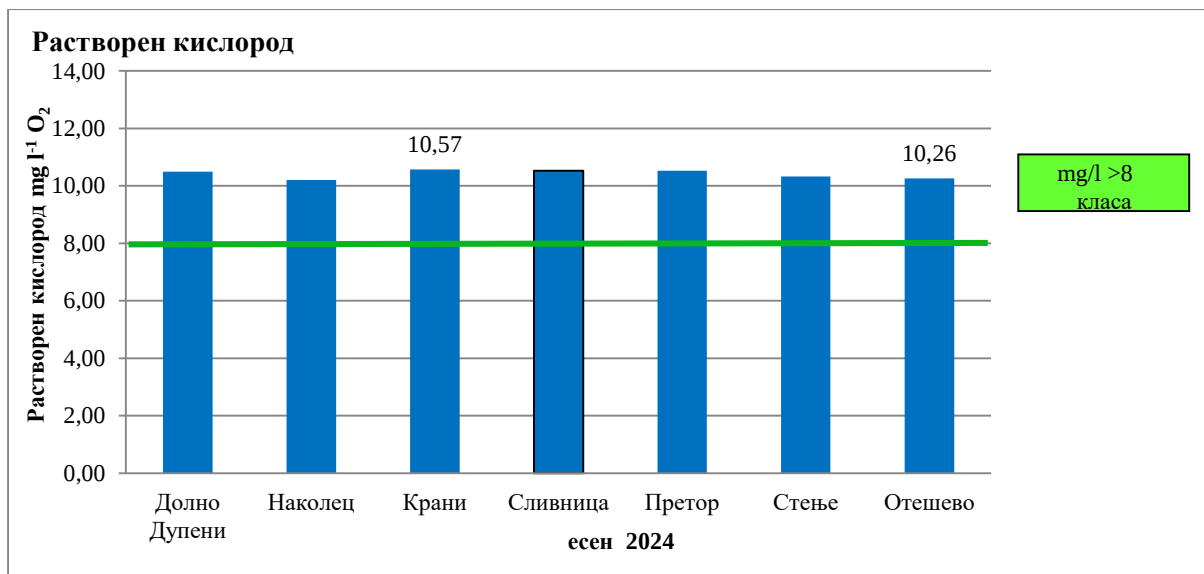
се движи од 5-10 mg l⁻¹ Pt и 10-15 во Долно Дупени и Претор. Значително високи вредности за бојата на водата се регистрирани во реките, а посебно во Голема Река кај бензинска пумпа 35 mg l⁻¹ Pt и Голема Река кај брана 90-100 mg l⁻¹ Pt. Според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 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 20 mg l⁻¹), суспендираните материи (максимална вредност евидентирана во Голема Река кај брана изнесува 57,6 mg l⁻¹) и вкупниот остаток после испарување (максимална вредност евидентирана во Голема Река кај брана изнесува 300 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.

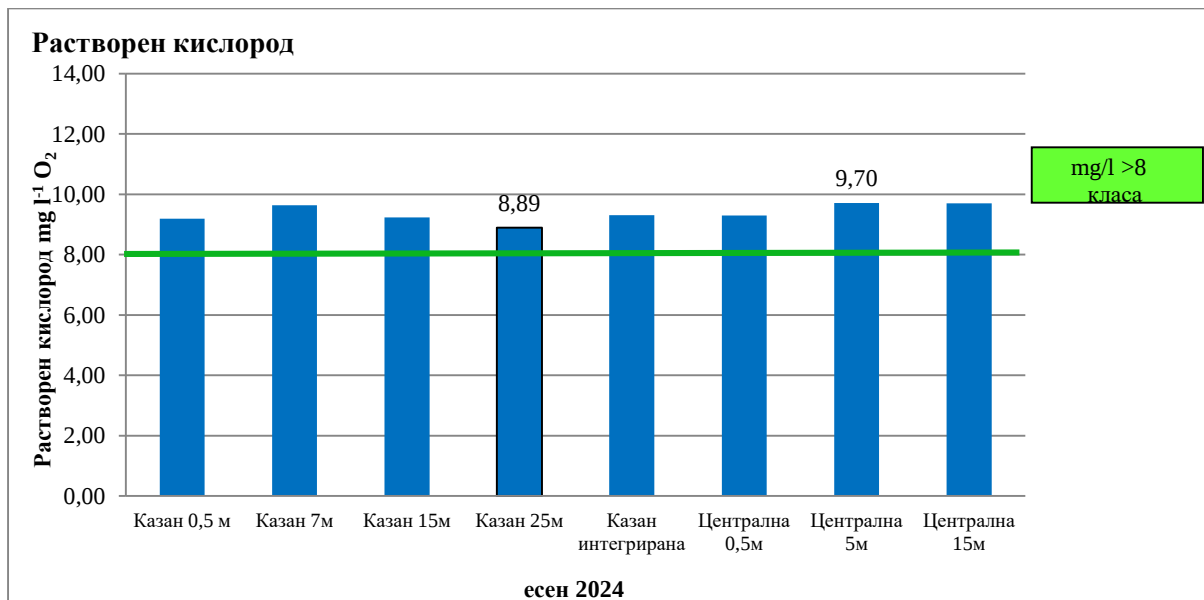
Резултатите за концентрациите на растворен кислород во анализираните примероци вода од реките се претставени графички на слика 1, во примероците од литоралната зона на слика 2, додека во примероците од вертикалните профили Казан и Централна точка, се претставени на слика 3.



Слика 1. Вредности за концентрациите на растворен кислород во реките



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



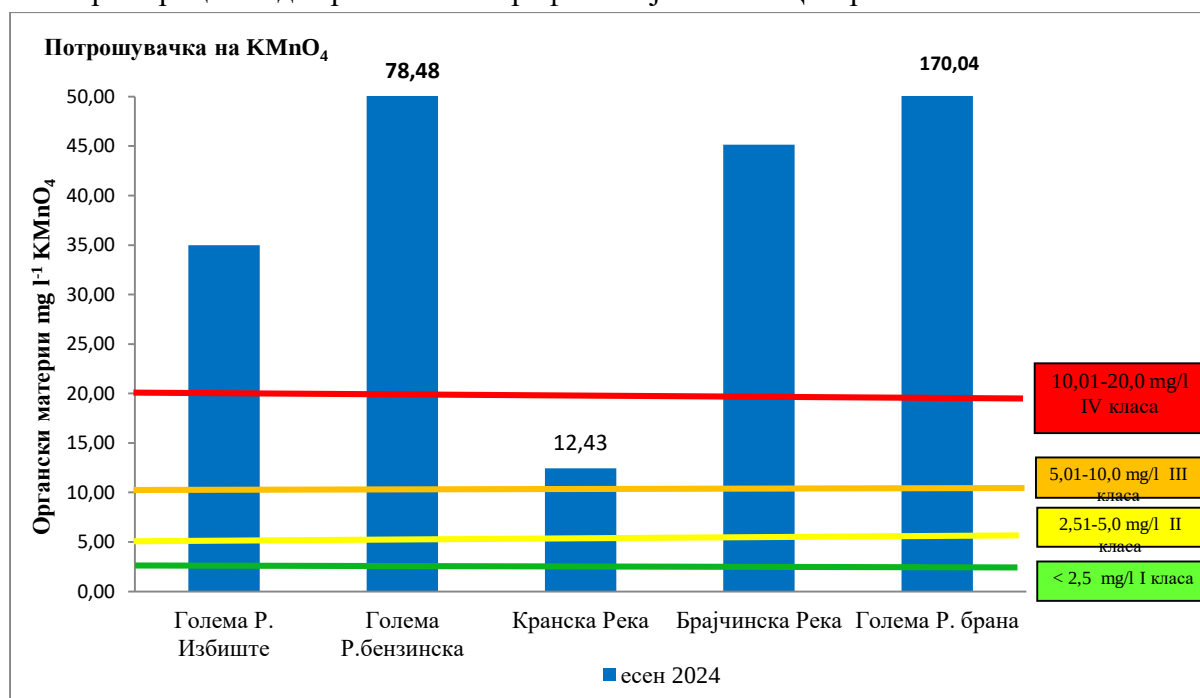
Слика 3. Вредности за концентрациите на растворен кислород во вертикалните профили кај Казан и Централна точка на Преспанското Езеро

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 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 Голема Река кај бензинска пумпа Ресен (3,73 mg l⁻¹ O₂) и Голема Река кај брана (0,52 mg l⁻¹ O₂). Состојбата кај овие локалитети е алармантна, концентрациите на растворен кислород се

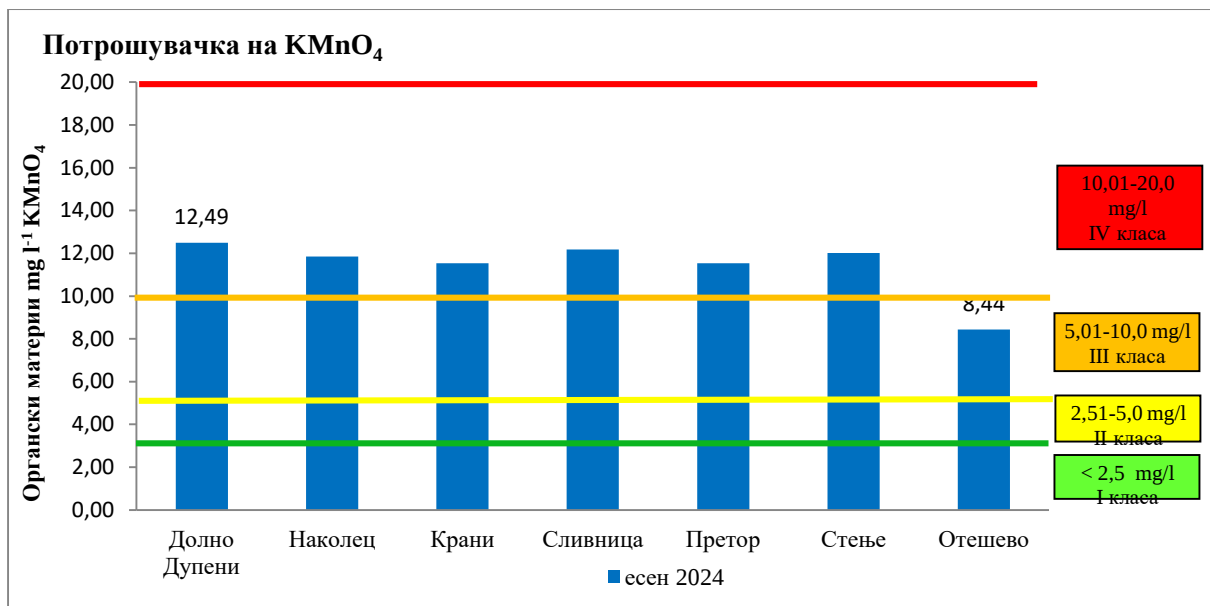
многу ниски, што значи V класа според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99).

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.

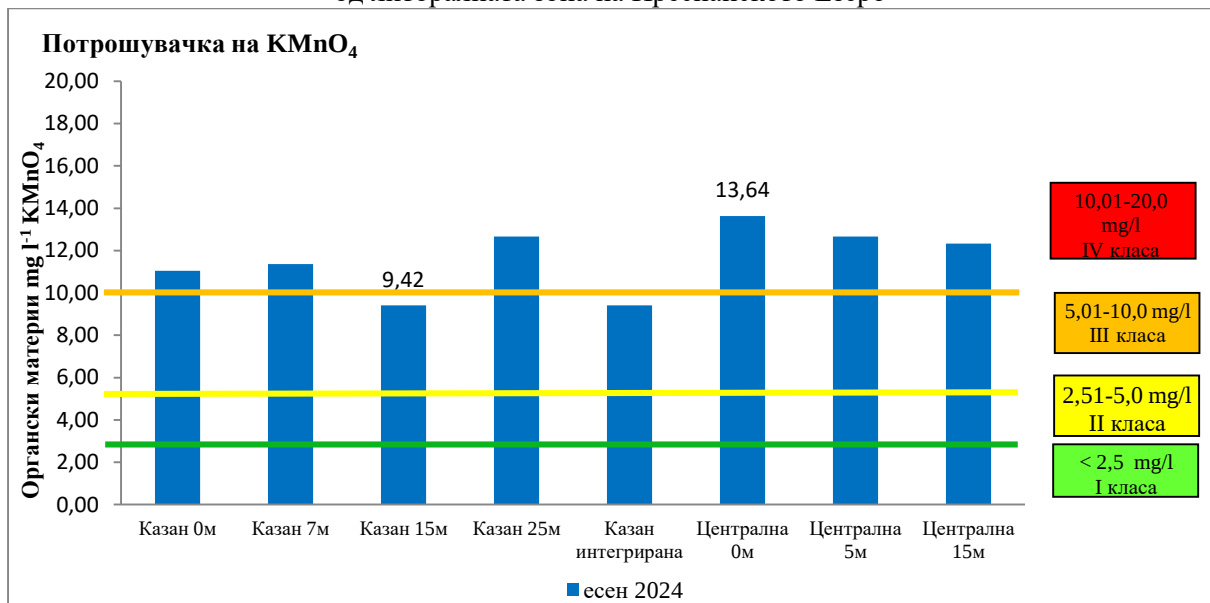
Добиените вредности за содржината на органски материи (претставени како потрошувачка на KMnO_4) имаат значително високи вредности во сите истражувани мерни места. Посебно екстремно високи вредности се евидентирани во примероците колекционирани од Голема Река кај бензинска пумпа ($78,48 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Голема Река кај брана ($170,04 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), 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

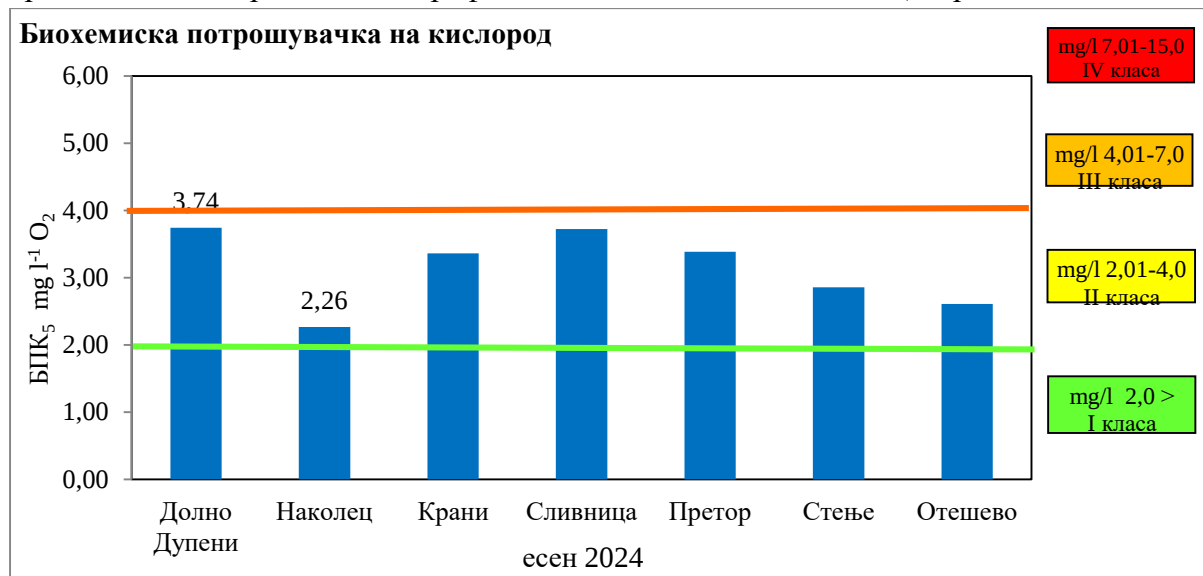
Биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена, претставува индикатор на органското загадување во водните екосистеми.

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

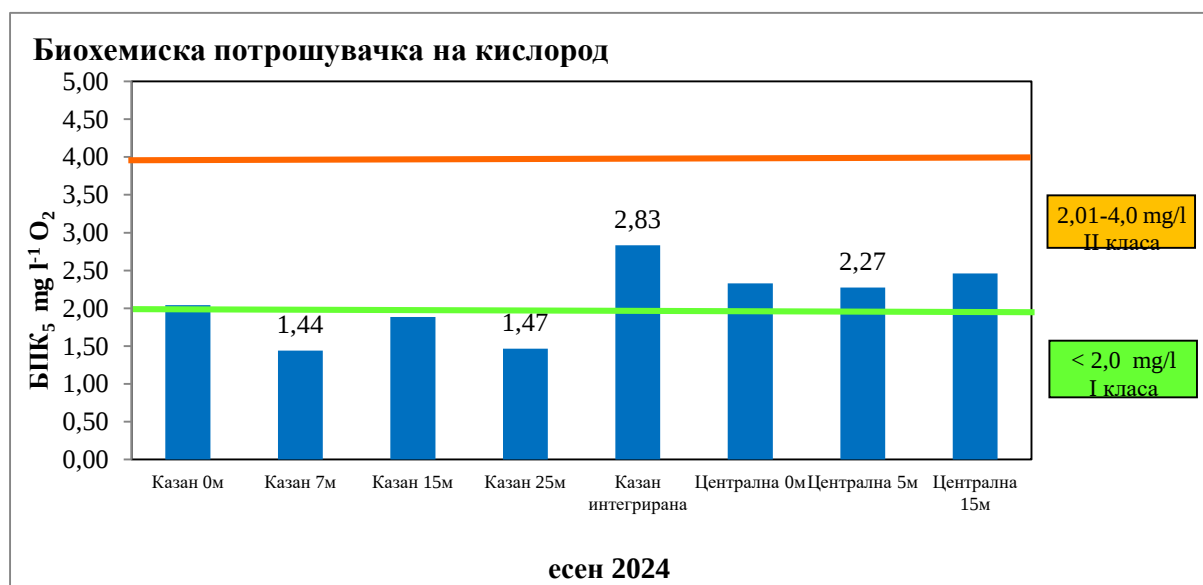
Табела 5. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во реките, есен 2024

	Голема Река Избиште	Голема река бенз.	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река кај брана
Биохемиска потрошувачка на кислород ($\text{mg l}^{-1} \text{O}_2$)	5,617	Потрошен о целосно	2,841	2,874	Потрошен о 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 примерокот колекционирани од Голема Река кај брана (5,617 mg L⁻¹ O₂), е евидентирана највисока вредност за овој параметар и укажува на квалитет на вода од III класа. Во примероците 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 $2 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$, освен за Голема Река кај бензинска пумпа ($13,115 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$) и Голема Река кај брана ($7,174 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$). 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 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 Кјелдахл) во примероците од реките, есен 2024

Пролет 2024	Голема Река Избиште	Голема Река Бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река кај брана
$\text{NO}_2\text{-N} (\mu\text{g l}^{-1})$	1,063	13,115	2.48	0.532	7.174
$\text{NO}_3\text{-N} (\mu\text{g l}^{-1})$	49,72	60,34	131,89	81,49	13,065
$\text{N-NH}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	Н.д	124,17	Н.д	Н.д	52,854
$\text{TN}_{\text{Kjeldahl}} (\mu\text{g l}^{-1})$	733,25	1778.60	505.05	361.59	1350.73

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

Пролет 2024	Долно Дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
$\text{NO}_2\text{-N} (\mu\text{g l}^{-1})$	0.536	0.357	0.536	0.357	0.179	1.661	1.827
$\text{NO}_3\text{-N} (\mu\text{g l}^{-1})$	14,344	18,169	23,907	13,387	24,863	23,91	60,08
$\text{N-NH}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	Н.д	Н.д	Н.д	Н.д	Н.д	Н.д	Н.д
$\text{TN}_{\text{Kjeldahl}} (\mu\text{g l}^{-1})$	243,15	237,83	380,99	426,58	455,23	471.04	396.15

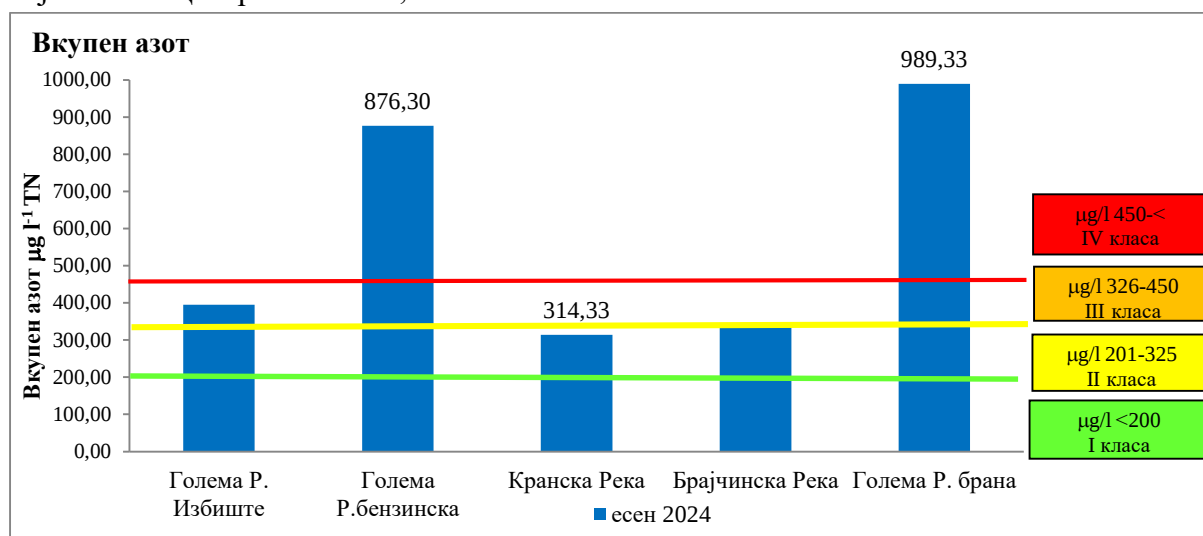
Табела 7. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Пролет 2024	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегрирана
$\text{NO}_2\text{-N} (\mu\text{g l}^{-1})$	0,374	0,561	0,374	0,561	0,561
$\text{NO}_3\text{-N} (\mu\text{g l}^{-1})$	45,218	161,67	19,202	12,389	9,291
$\text{N-NH}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	9.249	19.37	27.812	7.399	20.174
$\text{TN}_{\text{Kjeldahl}} (\mu\text{g l}^{-1})$	436,20	324,59	305,47	360,97	668,31

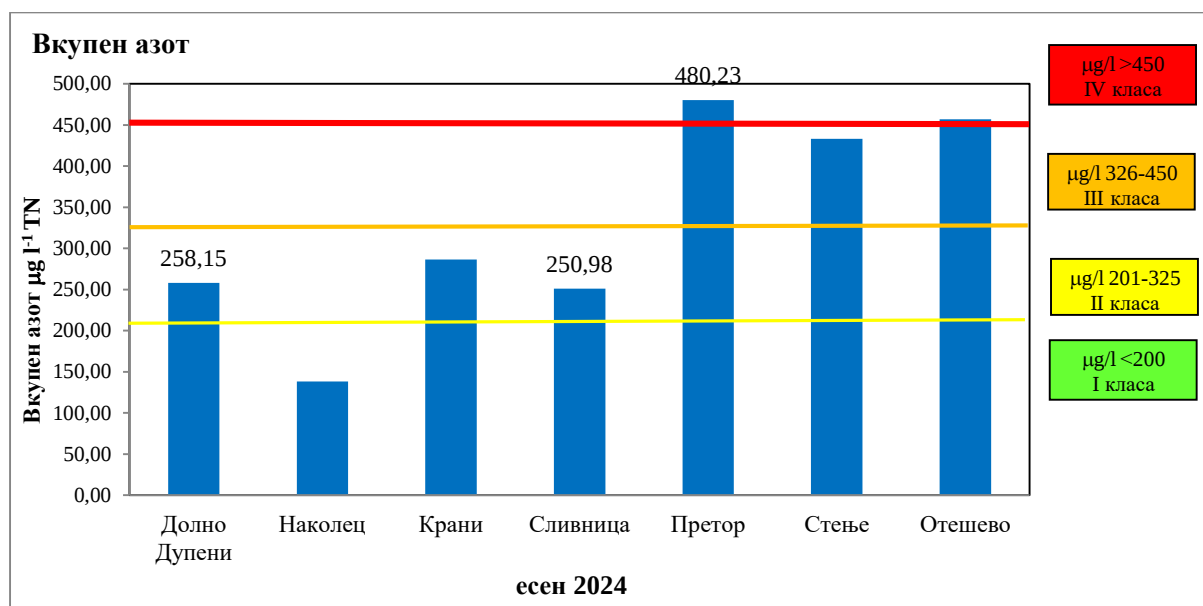
Табела 8. Вредности за концентрацијата на нитратен азот во вертикалниот профил

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)	13,009	22,299	7.247
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	Н.д	9.249	10.637
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	307,23	286,91	607,07

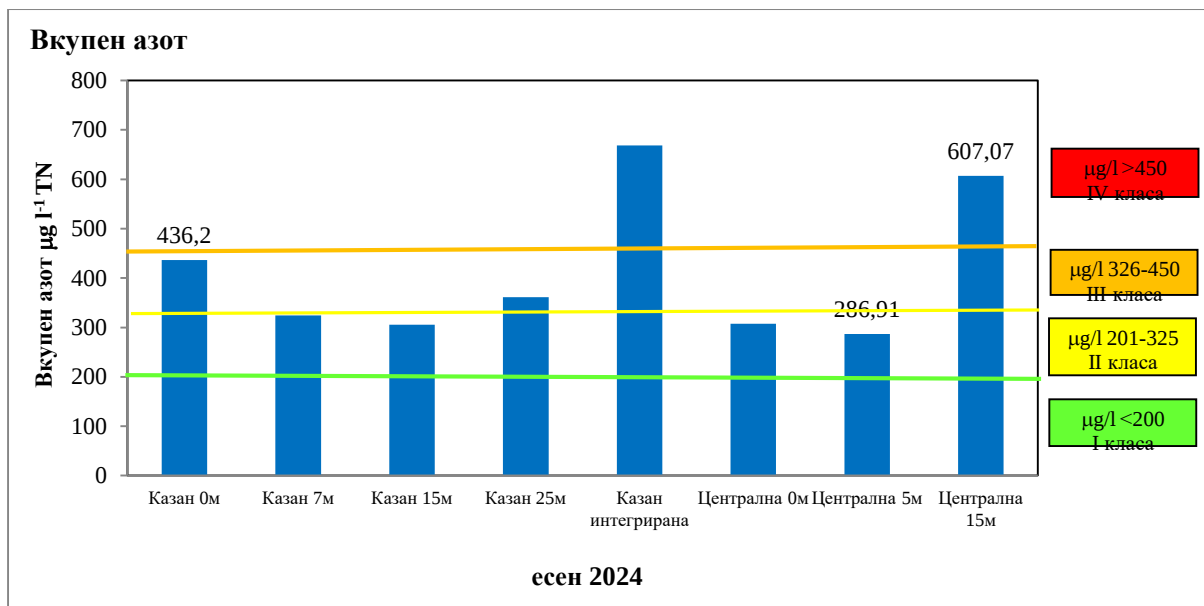
Добиените вредности за концентрациите на вкупен азот (претставен како збир на органските и неорганските азотни форми), во истражуваните Реки, се претставени графички на слика 9, за литоралната зона на слика 10, додека за вертикалните профили кај Казан и Централна точка, на слика 11.



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

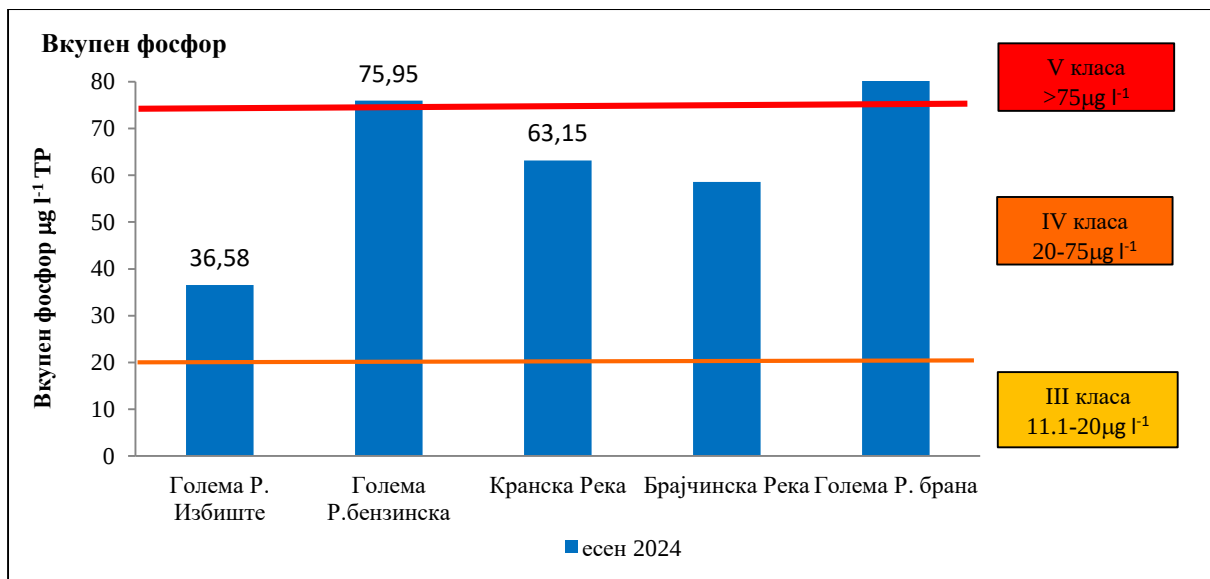


Слика 11. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

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 $876,30 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$ и Голема Река кај брана $989,33 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$. 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 и V класа.

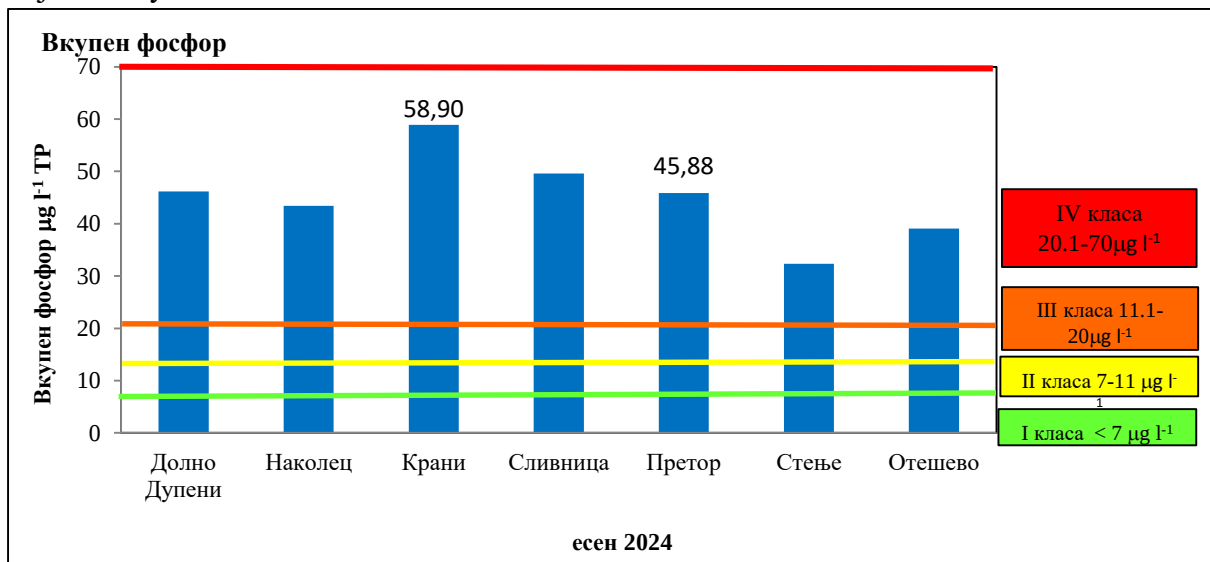
Врз основа на концентрациите на вкупен азот според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата од истражуваните локалитети во литоралната зона укажува генерално на квалитет на вода од II и III. Исклучок од ваквата состојба е регистриран во литоралот Претор ($480,23 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$) и Отешево ($456,70 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$), каде се евидентирани повисоки 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 II и III класа, освен во најдлабоката точка кај Центрана каде имаме премин во IV класа, што е воедно и максимална вредност.

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.

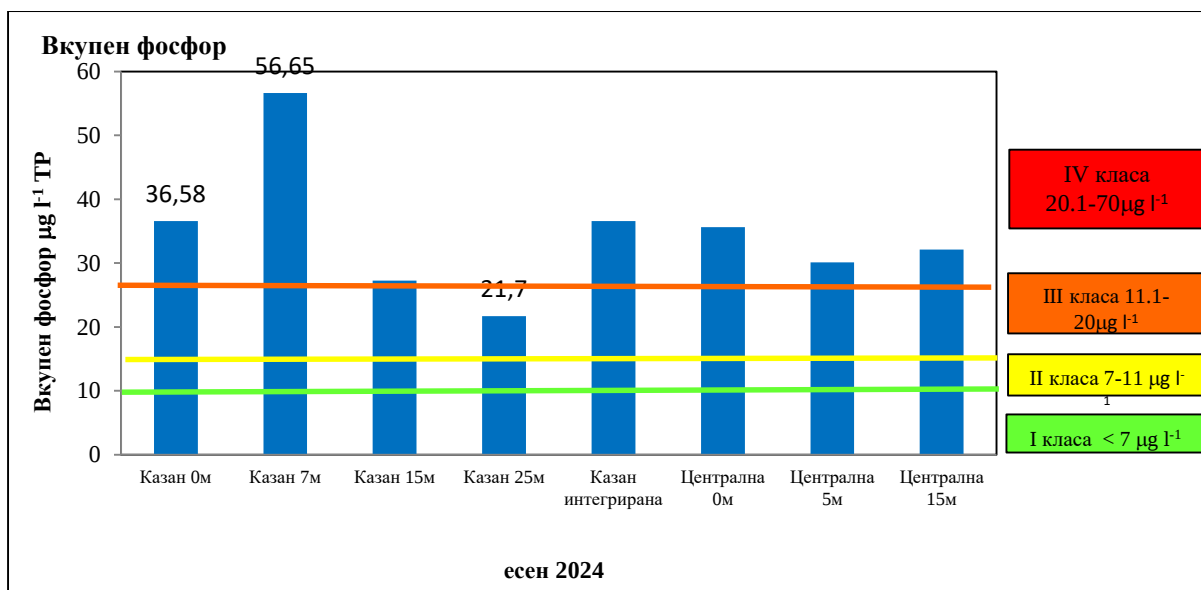


Слика 12. Концентрации на вкупен фосфор во реките
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

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 ($75,95 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$) и Кранска Река ($63,15 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$). Врз основа на уредбата за класификација на водите, квалитетот на водата во реките од сливното подрачје на Преспанското Езеро припаѓа во IV и V 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.

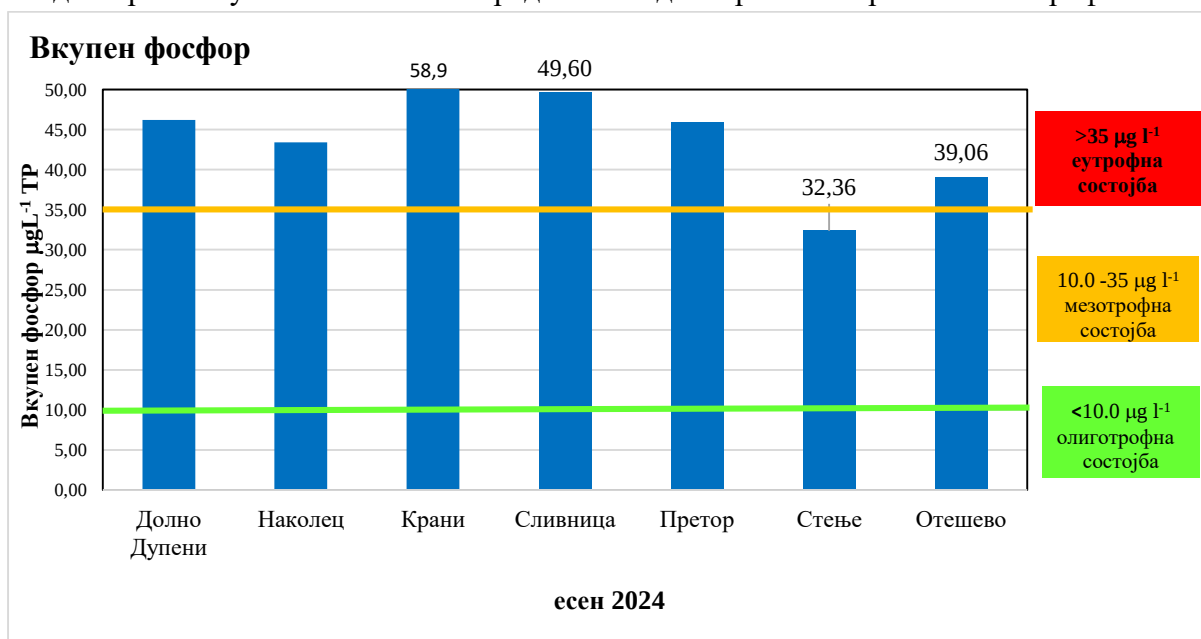


Слика 13. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

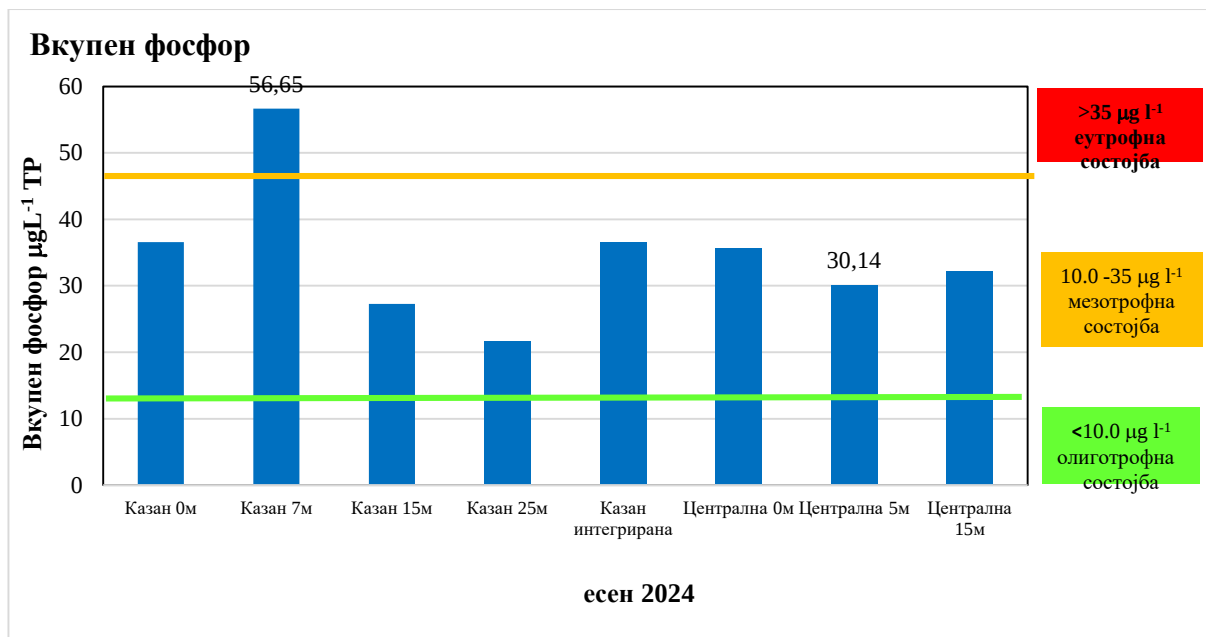


Слика 14. Концентрации на вкупен фосфор во примероците од вертикалните профили на Преспанското Езеро – Казан и Централна точка (Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99)

Вредностите за вкупен фосфор во примероците од литоралната зона според Уредбата за класификација на водите припаѓа генерално во IV класа, односно мезотрофно - еутрофен карактер според OECD класификацијата (1982), што е прикажано графички на слика 15. Највисока вредност во примероците од литоралната зона се евидентирани во локалитетот Крани и изнесува 58,90 $\mu\text{g l}^{-1}$ TP. И во вертикалниот профил, вредностите за вкупен фосфор укажуваат на квалитет на вода од III и IV, односно мезотрофен и мезотрофно еутрофен карактер (Сл.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.



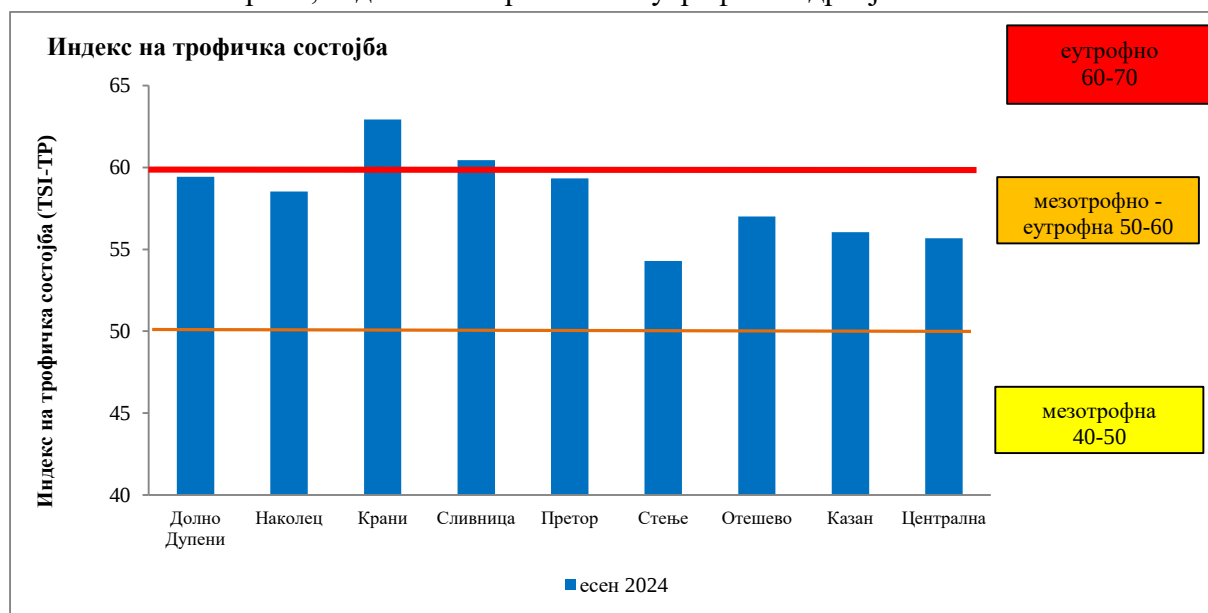
Слика 15. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро (ОЕЦД класификација, 1982)



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-еутрофно подрачје. Исклучок од ваквата состојба е забележан во локалитетот Крани, 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 материи, водата од истражуваните локалитети се движи од III – IV класа.

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 забележан во локалитетот Крани, 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 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-хемиска анализа на примероци седимент од литоралната и пелагијалната зона на Преспанското Езеро.

Примероци седимент

Седиментот претставува есенцијална, динамична компонента на сите акватични екосистеми кој поради силно изразената тенденција на врзување, претставува резервоар на акумулирани, органски, токсични и перзистентни соединенија кои се од антропогено потекло. Со оглед дека седиментот претставува живеалиште на бентосниот жив свет (инсекти, школки, ракчиња кои петставуваат храна за рибите), како извор и механизам за отстранување на поедини контаминенти во и од водниот екосистем и како преносител на контаминентите во екосистемот.

Во периодот ноември - декември 2024 година колекционирани се примероци седимент за анализа на одредени основни физичко-хемиски параметри. Примероците се колекционирани од:

- Од литорална зона на Преспанското Езеро и тоа локалитетите:
 - Претор одморалиште,
 - Сливница
 - Крани (кај вливот на Кранска Река во Езеро),
 - Наколец - пред вливот на Брајчинска Река во Езеро
 - Долно Дупени
 - Отешево одморалиште
 - Стење и
- Од централна точка на 15 метри длабочина

Присуството на влага во седиментот се мери со сушење на седиментот 6 часови на 105 °C во порцелански лончиња. Уделот на органските материи во седиментот се одредувани со "загуба при палење", метод (ATSM Method D 2974-00). Оваа метода опфаќа деструкција на сите органски компоненти во седиментот со загревање. Позната маса од примерокот одмерена во порцеланско лонче, после сушење, се загрева 3 часа на 550 °C. Содржината на органските материи се пресметува како разлика од масите пред и после жарење, поделено со масата пред жарење. Добиената вредност помножена со 100 ни го дава уделот на органската материја во седиментот $w(OM)\%$. Уделот на органски јагленород $w(OC)\%$ се пресметува според формулата на Tung i Tarner (2003), во зависност од вредностите добиени за уделот на органските материи во седиментите

$$w(OM)\% = 1,7 \times w(OC)\%$$

Анализи на седимент за време на летна сезона. Добиените резултати од физичко-хемиските истражувања на седиментот од литоралната зона на Преспанското Езеро и од 15 метри длабочина кај Централна точка се прикажани во табела 8:

Табела 8. Физичко-хемиските параметри на седиментот 2024 г.

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Долно дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево	Централна 15м
pH	7,41 7,46	7,18 7,25	7,33 7,42	7,56 7,73	7,6 7,56	7,63 7,74	7,67 7,95	7,66 7,72
Електроспроводливо ст ($\mu S\ cm^{-1}$)	415 352	637 543	579 492	359 309	345 294	318 271	248 212	278 239
% влага во седимент	32,4 34,5	36,5 37,1	27,9 26,1	25,1 26,4	39,1 38,8	27,1 28,6	47 45,2	80,6 77,5
Удел на органски материи во седимент $w(OM)\%$	1,511 1,430	2,003 1,899	0,591 0,635	0,616 0,538	1,982 2,252	1,081 1,268	3,147 3,016	9,333 9,061
Удел на органски јагленород $w(OC)\%$	0,889 0,841	1,178 1,117	0,347 0,373	0,363 0,316	1,133 1,325	0,635 0,746	1,851 1,774	5,490 5,329
Температура °C	16	16	16	16,1	16,2	16,1	16,3	16,4

Од анализираните примероци седимент, може да се забележи дека вредностите за спроводливоста се значително повисоки во однос на тие кои се добиени за примероците вода. Карактеристично е да се напомене дека примероците седимент колекционирани од 15 метри длабочина од централната точка имаат највисок % на влага (80,6 % и 77,5%) и највисок удел на органска материја $w(OM)\%$ (9,333 и 9,061) и органски јагленород $w(OC)\%$ (5,490 и 5,329). Ваквата состојба укажува на големата акумулациона моќ на седиментот. Всушност, во зависност од видот на подлогата ќе зависи и акумулационата моќ. Песокливите подлоги имаат помала акумулативна моќ, на што укажуваат и резултатите добиени за седиментите колекционирани од локалитетите Крани и Сливница. Овие седименти имаат најмал % на влага (27,9 и 26,1 Крани) и (25,1 и 26,4 Сливница). И вредностите за уделот на органска материја е најнизок во примероците од Крани $w(OM)\%$ (0,591 и 0,635) и Сливница $w(OM)\%$ (0,616 и 0,538).

ФИЗИЧКО ХЕМИСКИ АНАЛИЗИ

Зимска кампања 2024 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, електроспроводливоста, 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-влакнест 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 фенолфталеин 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 2025 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., додека 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. Следната табела 3 ги претставува резултатите за азотните форми во двата вертикални профили и тоа Казан со 4 вертикални точки (0,5м; 7м; 15м; 25м) и Централна точка со 3 вертикални точки (0,5м; 5м; 15м).

Табела 1. Физичко хемиски параметри за Реките во сливното подрачје на Преспанското Езеро, зима 2025 година

ЛОКАЛИТЕТ	Голема Река	Голема Река	Кранска	Брајчинска	Голема
ПАРАМЕТАР	Избиште	Бензинска	Река	Река	Река брана
Температура (°C)	0.4	4.1	2.6	2.1	2.9
Боја mg l ⁻¹ Pt	5	10	5-10	5	15
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	225	238	57.2	59.0	212
pH	7.4	7.17	7.03	7.13	7.11
Матност (NTU)	4.38	5.52	1.14	2.97	5.54
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	111	107	25	12.5	95
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	14	21	11	10,5	23
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	183	234	164	145	155
Проток	0,168	0,312	0,110	0,353	
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹	3.52	7.48	3.08	3.52	8.36

Табела 2. Физичко хемиски параметри во литорална зона на Преспанското Езеро зима 2025 г.

Локалитет	Долно дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
Параметар							
Температура (°C)	8	7	8,6	9,1	10	11,9	11,2
Боја mg l ⁻¹ Pt	10	5-10	10	5	20-25	10	5-10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	227	235	226	226	225	227	249
pH	8,46	8,3	8,43	8,49	8,43	8,48	8,42
Матност (NTU)	4,69	4,32	4,42	4,91	72,8	5,61	5,96
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	126	109	120	125	117	126	126
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	26,5	24,6	25.1	18,2	32.2	22	10,5

Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	243	218	176	163	200	171	249
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Табела 3. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Казан и Централна точка зима 2025 година

Локалитет	Казан 0.5м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегр.	Централна 0,5 м	Централ на 5м	Централна 15м
Параметар								
Просирност (м)	3,0					3,0		
Температура (оC)	9,4	9,2	8,9	8,8		9,4	8,6	7,9
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	5-10	5-10	5-10	10	5-10	5-10	10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	241	241	241,5	239,5	239	242,5	242,5	244,5
pH	8,39	8,38	8,38	8,36	8,44	8,37	8,38	8,09
Матност (NTU)	3,38	3,63	4,03	4,39	4,71	3,46	4,32	10,7
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	125	119	121	120	122	113	125	125
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	16	15	18	17	18	26,6	25,8	27,2
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	181	206	227,5	174	190	179	202	179

Температурата на водата, како примарен физички параметар, кој ги условува физичко-хемиските и биолошките процеси во акватичните екосистеми што има влијаение врз основните процеси на кружење на материјата во природата (кружење на биогените елементи), покажува правопрпорционална зависност од температурата на воздухот. За време на зимскиот период се евидентирани значително ниски вредности за сите локалитети, посебно за примероците од реките (минимална вредност од 0,4 °C е евидентирана во Голема Река кај Избиште), кои претставуваат проточни системи и се сите планински реки. Во литоралната зона највисока вредност е евидентирана во локалитетот Наколец (7,1 °C), што е под големо влијание на Брајчинска Река (2,1 °C) која во овој период има и најголем проток (0,353 m³s⁻¹) во однос на останатите реки. За време на зимскиот период евидентирана е миксија на езерото и темпериатурата во целиот вертикален профил е скоро изедначена и за двете дефинирани точки и е во опсегот 7.9 до 9,4 °C.

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 Голема Река кај бензинска пумпа 15 mg l⁻¹ Pt и литоралот Претор 20-25 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 5,52 NTU, во литоралите,

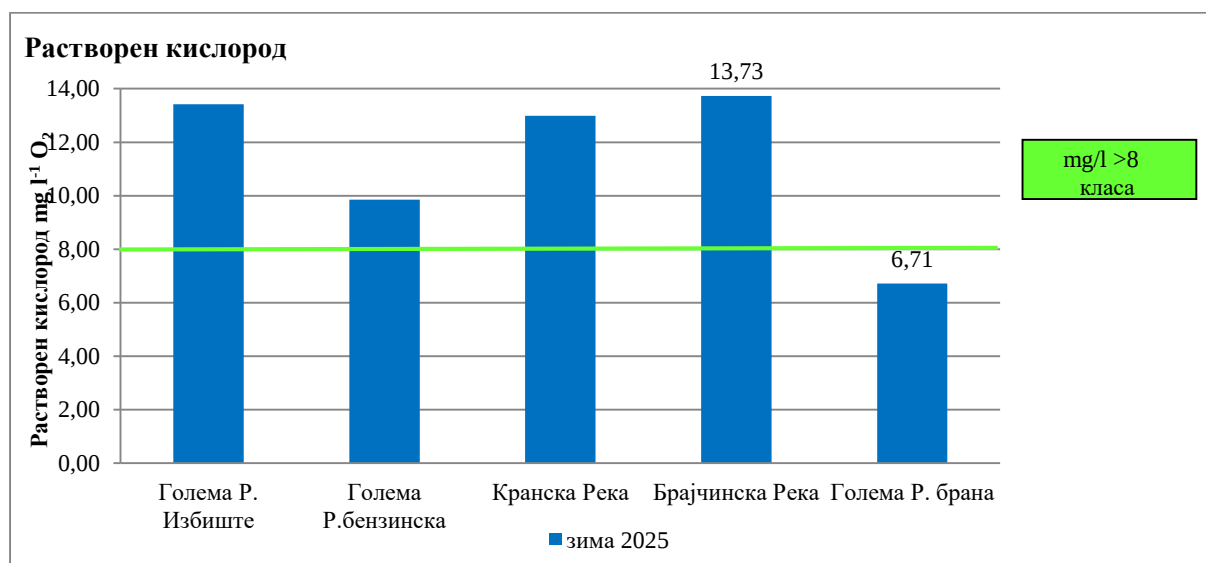
Стење 5,61 NTU и Отешево 5,96 NTU и Централна точка на 15 метри длабочина (10,7 NTU). Екстремно висока вредност за матноста е евидентирана во локалитетот Претор (72,8 NTU), каде на површината на водата беше забележана зелена прекривка, состојба невообичаена за време на нашите досегашни истражувања.

Повисоките вредности за матноста, суспендираните материи и вкупниот остаток после испарување во поедини локалитети како што се Претор, Голема Река, Стење, за време на истражуваните кампањи се должат пред сè на составот на подлогата која претставува тиња и ситен песок и при струење на водата и бранови, зголемен ветар, доведува до матење на водата и зголемување на вредностите за овие параметри.

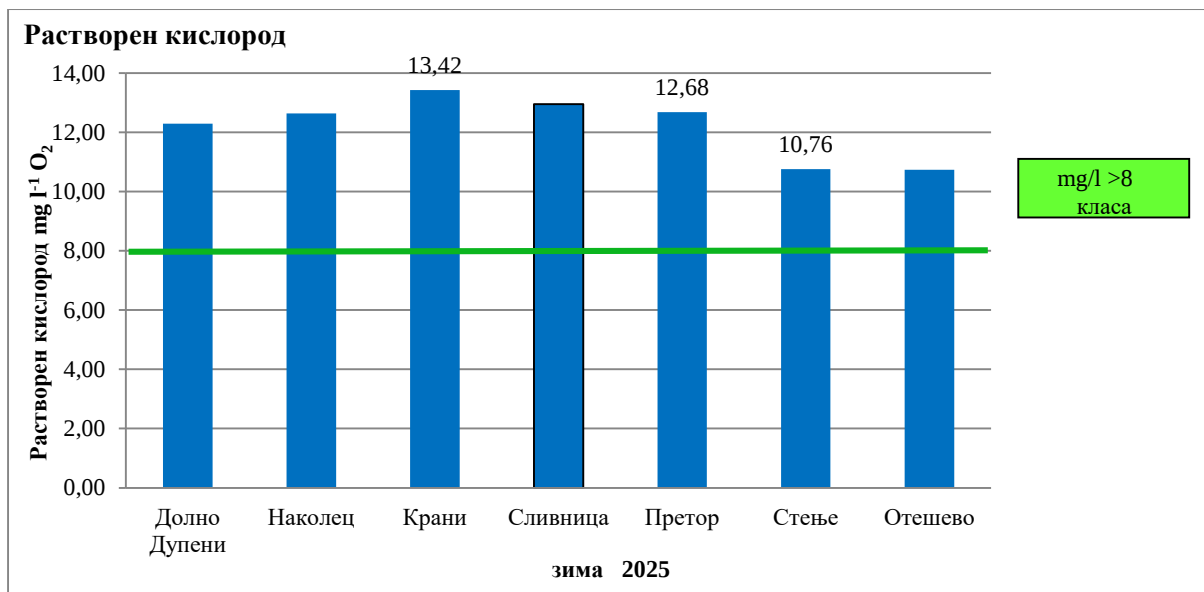
Кислородните параметри претставени се со концентрациите на растворен кислород, биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена и потрошувачка на калиум перманганат потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем.

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.

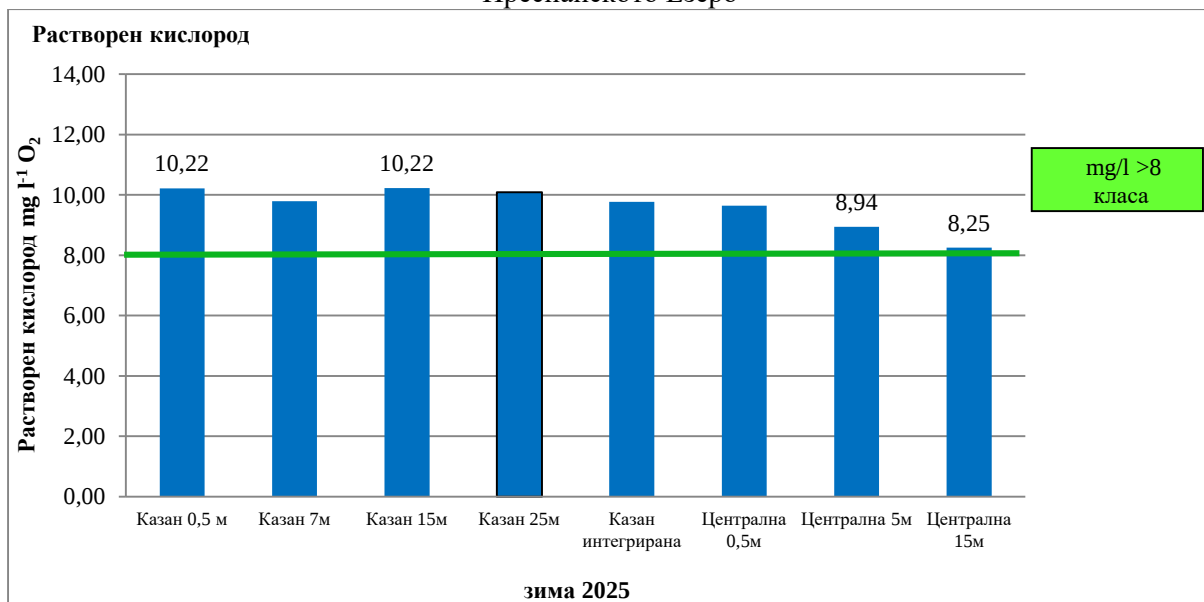
Добиените вредности за овој параметар за време на истражуваниот зимски период, укажуваат на добра снабденост со кислород во сите дефинирани локалитети од литоралната зона, вертикалните профили кај Казан и Централна точка и во примероците од Голема Река кај бензинска пумпа, Кранска и Брајчинска Река. 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 ($6,71 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), што укажува на квалитет на вода од II класа според Уредбата за класификација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99). Највисока вредност од $13,73 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ е евидентирана во Брајчинска Река и $13,42 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ во литоралот Крани.



Слика 1. Вредности за концентрациите на растворен кислород во реките



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

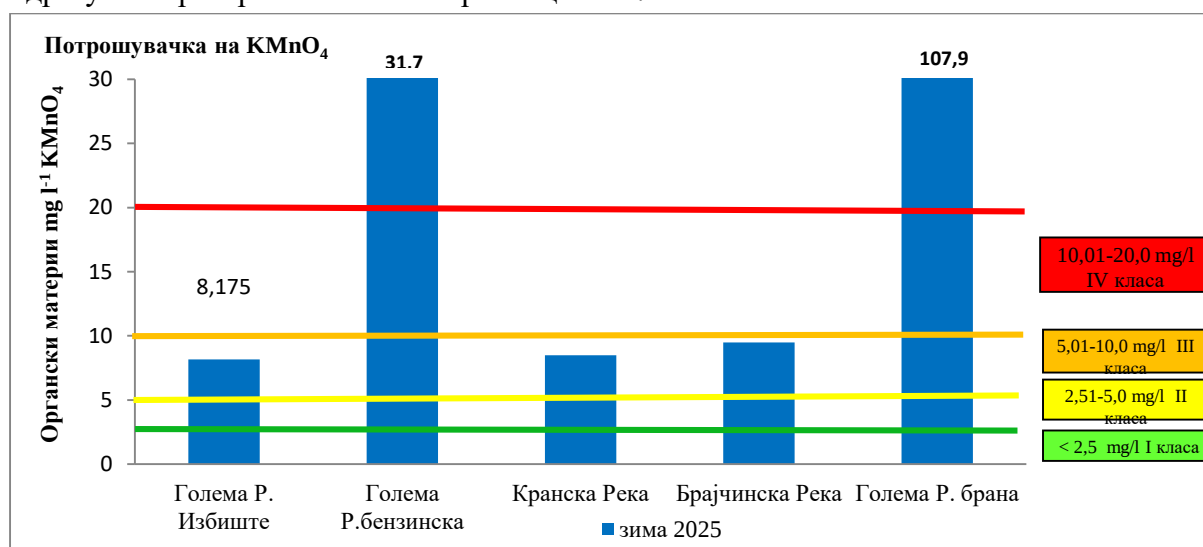


Слика 3. Вредности за концентрациите на растворен кислород во вертикалните профили кај Казан и Централна точка на Преспанското Езеро

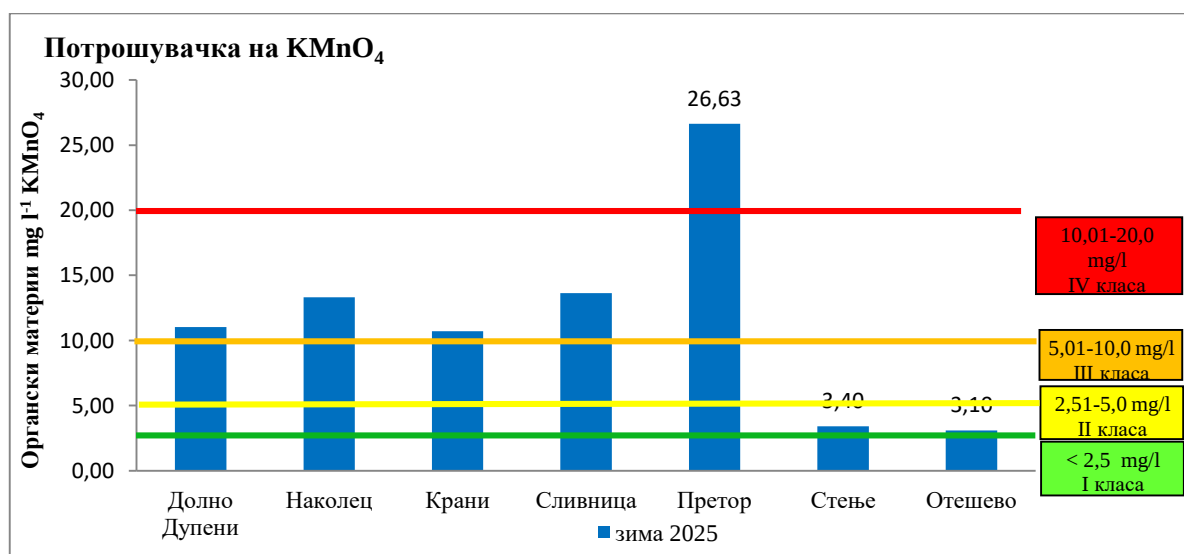
Содржината на **растворените биоразградливи органски материи** во водата се претставени како потрошувачка на KmnO_4 потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем. Вредностите за овој параметар во истражуваните локалитети се претставени графички на: слика 4 во примероците 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 ($31,72 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Голема Река кај

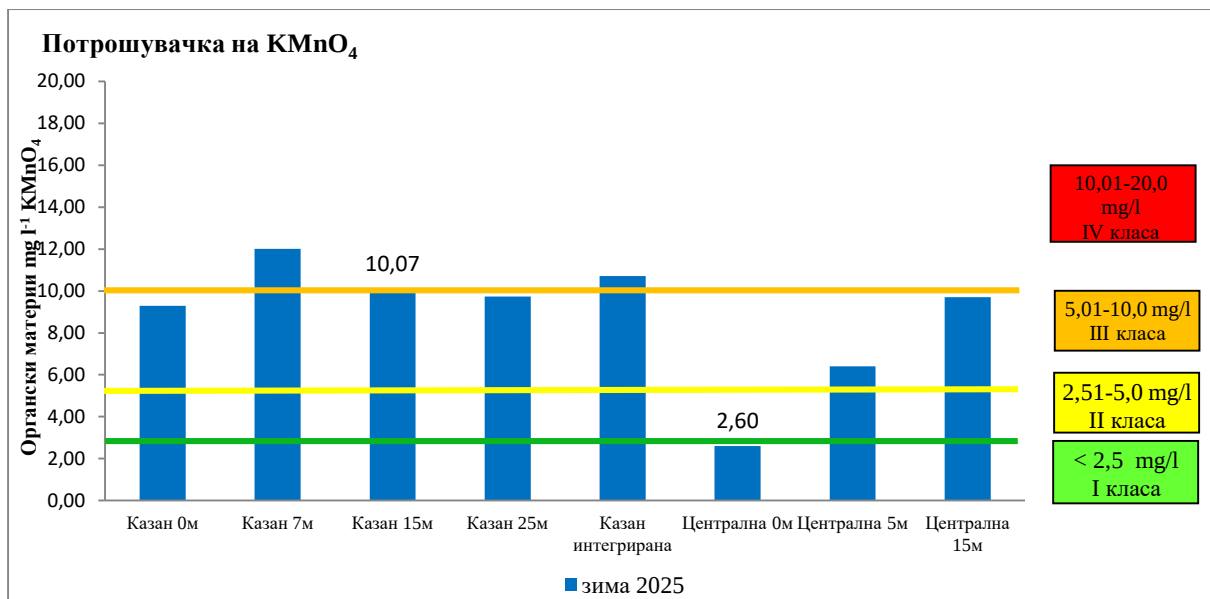
брана ($107,9 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), што укажува на силното антропогено влијание врз оваа река и отоварувањето на реката со органски материи. Вредностите во литоралната зона на Преспанското Езеро, се движат од $3,10 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ кај Отешево до $26,63 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ во Претор и генерално 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 од II до IV класа. Во вертикалниот профил кај Казан и Централна точка, вредностите се движат од $2,6 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ (Централна точка 0,5 метри длабочина), до $12,01 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ (Казан 7 метри) и се генерално генерално под $10 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ и укажуваат на квалитет на вода од II и 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.



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

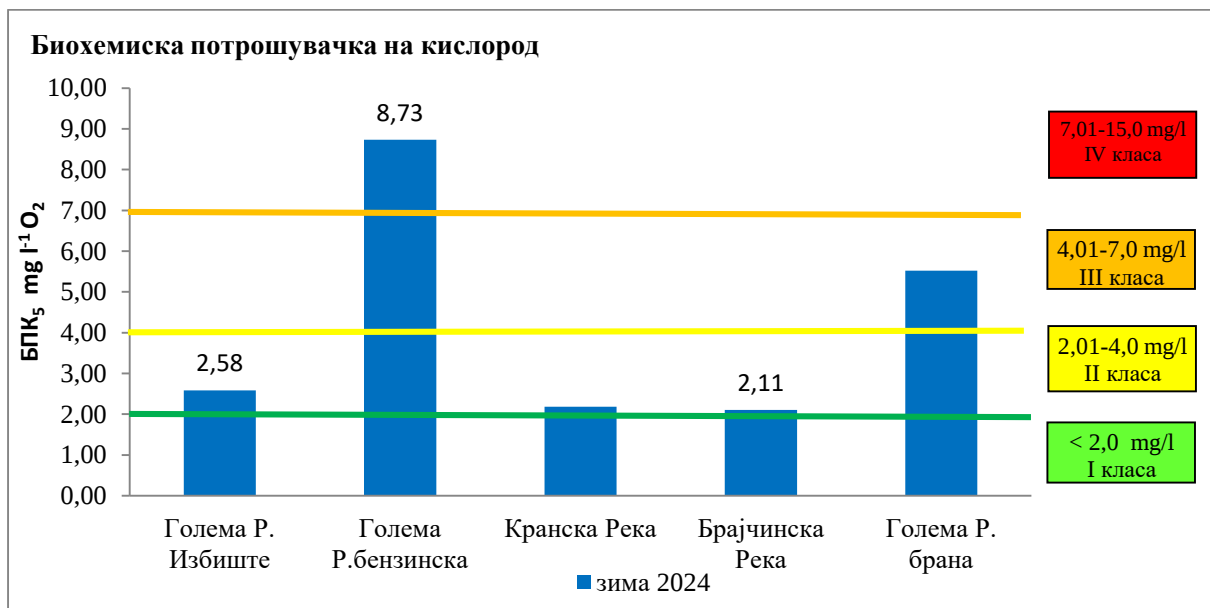


Слика 5. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



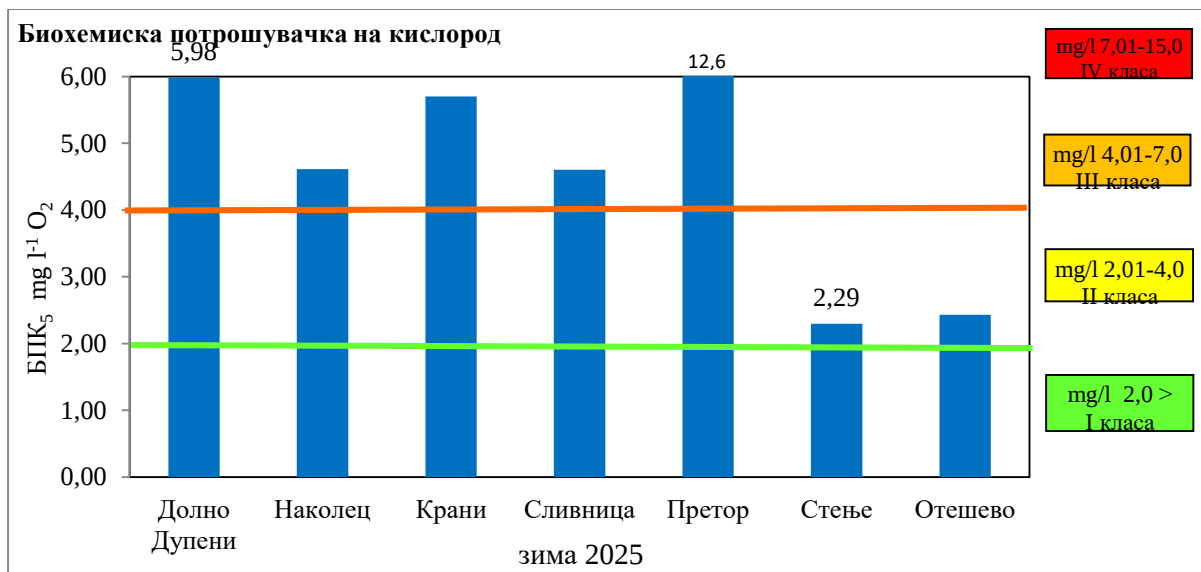
Слика 6. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена, претставува индикатор на органското загадување во водните екосистеми. Вредностите за БПК₅ во примероците од реките се претставени на слика 7.

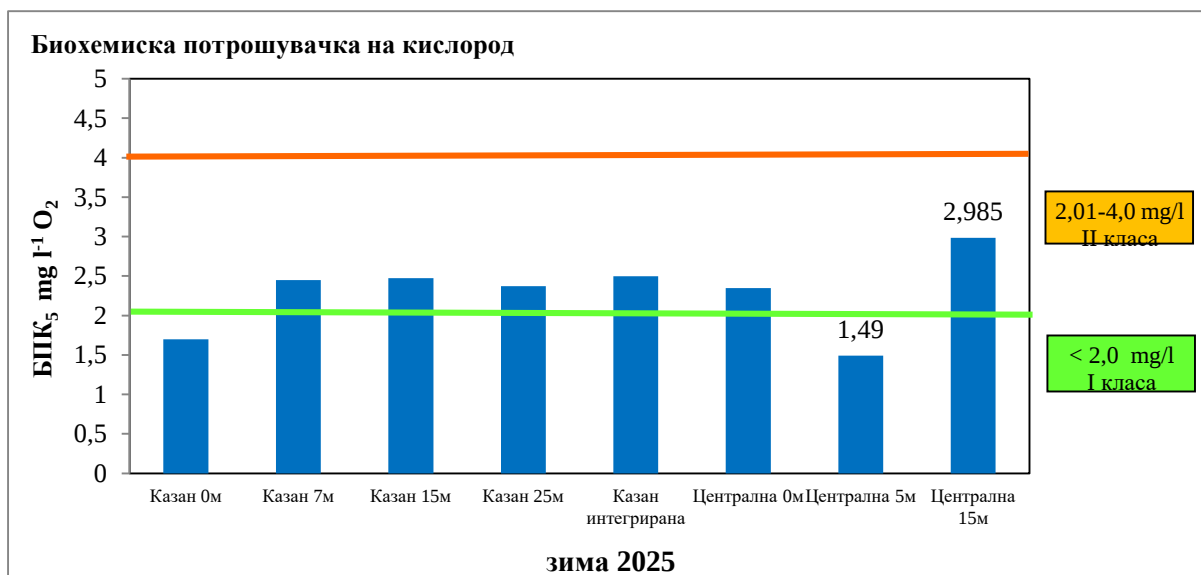


Слика 7. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во примероците од реките

Вредностите за БПК₅ во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро се претставени графички на слика 8, додека на графикот на слика 9 дадени се вредностите за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.



Слика 8. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



Слика 9. 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, како и Голема Река кај Избиште 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 $8,73 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ (IV класа според Уредбата за класификација на водите). Исто така и во литоралната зона на Преспанското Езеро вредностите за овој параметар се значително високи, максималната вредност е евидентирана во литоралот

Претор и изнесува $12,6 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$. Според Уредбата за класификација на водите во литоралната зона квалитетот на водата се движи од II до 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 (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 ($1058,31 \mu\text{g l}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$) и Голема Река кај брана ($115,42 \mu\text{g l}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$), во литоралот Крани каде е евидентирана и максималната вредност ($134,5 \mu\text{g l}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$) и во локалитетот Наколец ($89,04 \mu\text{g l}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$). Повисоки вредности за амонијачниот азот во вертикалните профили Казан и Централна точка се евидентирани во подлабоките слоеви и тоа Казан 25 метри ($10,41 \mu\text{g l}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$) и Централна точка 15 метри ($36,67 \mu\text{g l}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$). 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 4. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од реките, зима 2025

Зима 2023	Голема Р. Избиште	Голема Р. бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река кај брана
N-NO ₂ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	0.217	5.427	3.473	Н.д	Н.д
N-NO ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	61.851	179.43	191.67	74.765	4.758
TN _{Kjeldahl} ($\mu\text{g l}^{-1}$)	401.31	987.27	736.91	285.88	1464.94
N-NH ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Н.д	1058.31	8.878	Н.д	115.42

Табела 5. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

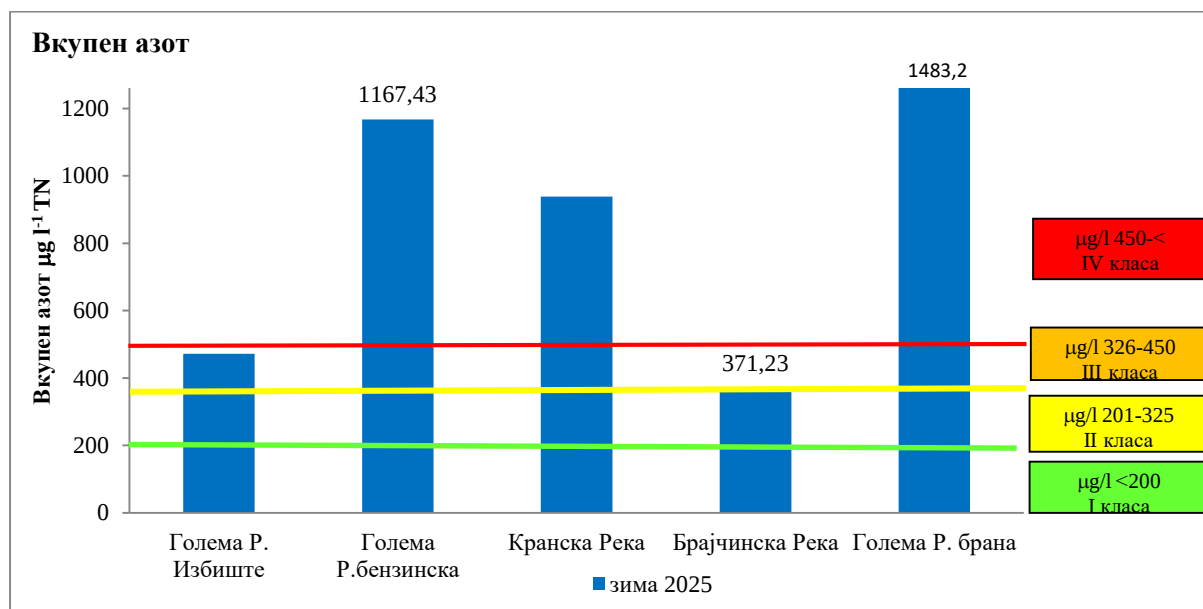
Зима 2025	Долно Дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
N-NO ₂ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	0,212	Н.д	0,434	0,217	Н.д	0,203	0,609
N-NO ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	39,263	16,283	12,356	11,779	22,773	18,97	12,414
TN _{Kjeldahl} ($\mu\text{g l}^{-1}$)	136,84	278,95	267,55	81,561	117,55	269,49	268,73
N-NH ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	16,67	89,04	134,5	Н.д	Н.д	14,67	1,544

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

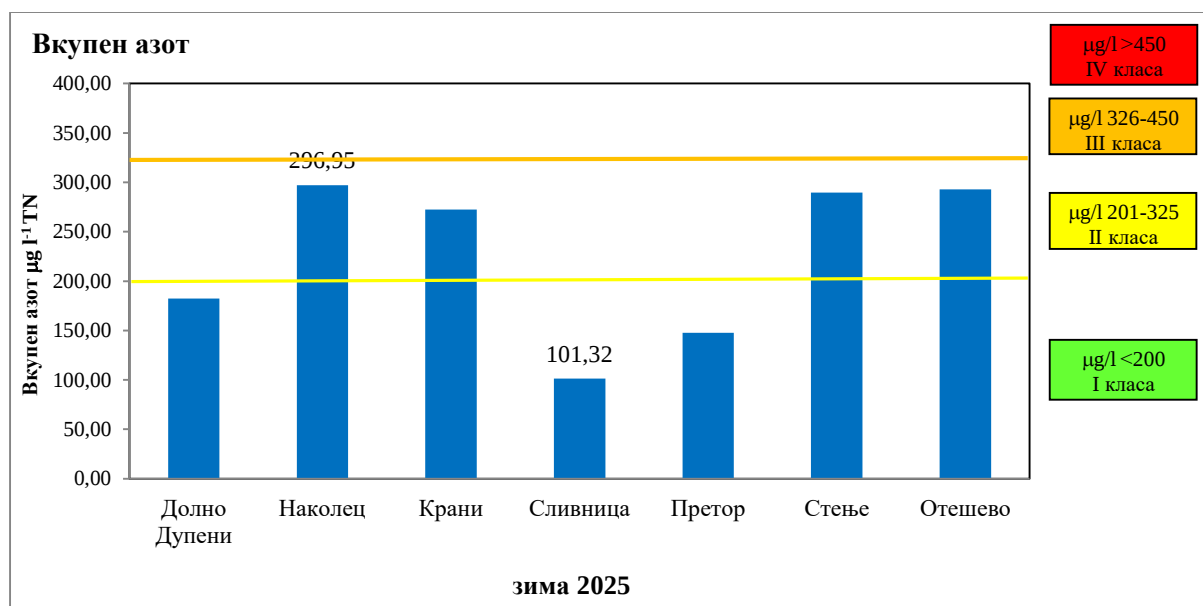
Зима 2025	Казан 0.5м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегр.	Централна 0,5 м	Централна 5м	Централна 15м
N-NO ₂ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	1,83	0,406	0,406	0,406	0,609	Н.д	Н.д	Н.д
N-NO ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	14,48	11,72	9,66	6,21	8,97	81,38	26,21	16,55
TN _{Kjeldahl} ($\mu\text{g l}^{-1}$)	137,02	777,89	287,05	239,35	200,33	258,46	253,46	356,84

N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	11,27	6,07	6,94	10,41	19,95	22,36	5,37	36,67
---	-------	------	------	-------	-------	-------	------	-------

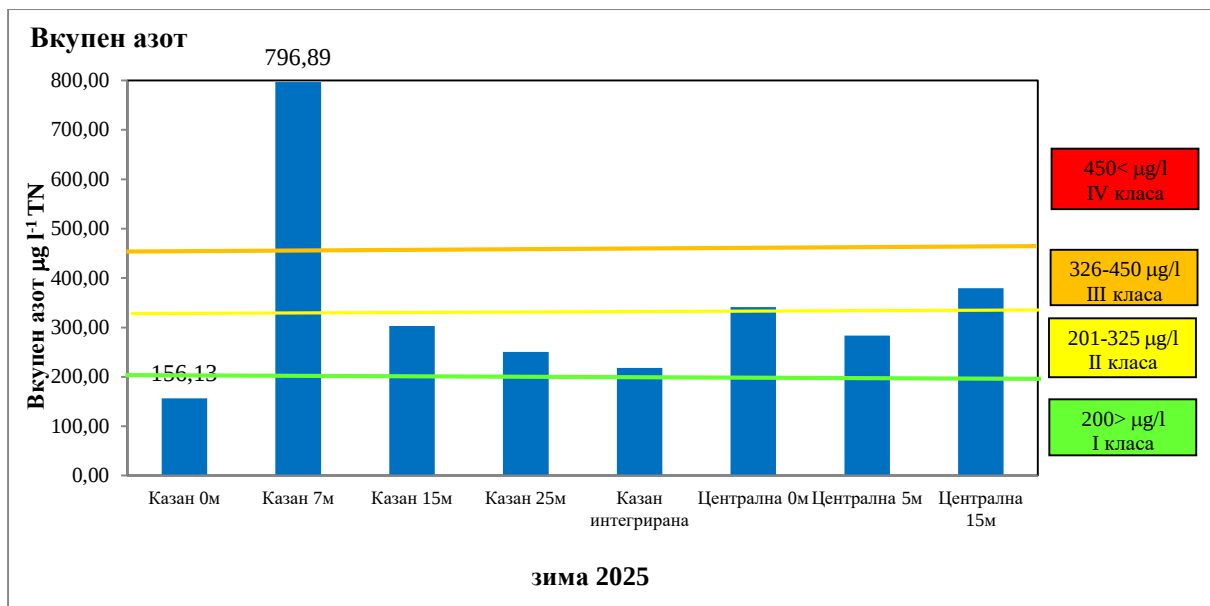
Добиените вредности за концентрациите на вкупен азот (претставен како збир на органските и неорганските азотни форми), во истражуваните Реки, се претставени графички на слика 10, за литоралната зона на слика 11, додека за вертикалните профили кај Казан и Централна точка, на слика 12.



Слика 10. Вредности за концентрација на вкупен азот во истражуваните реки



Слика 11. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

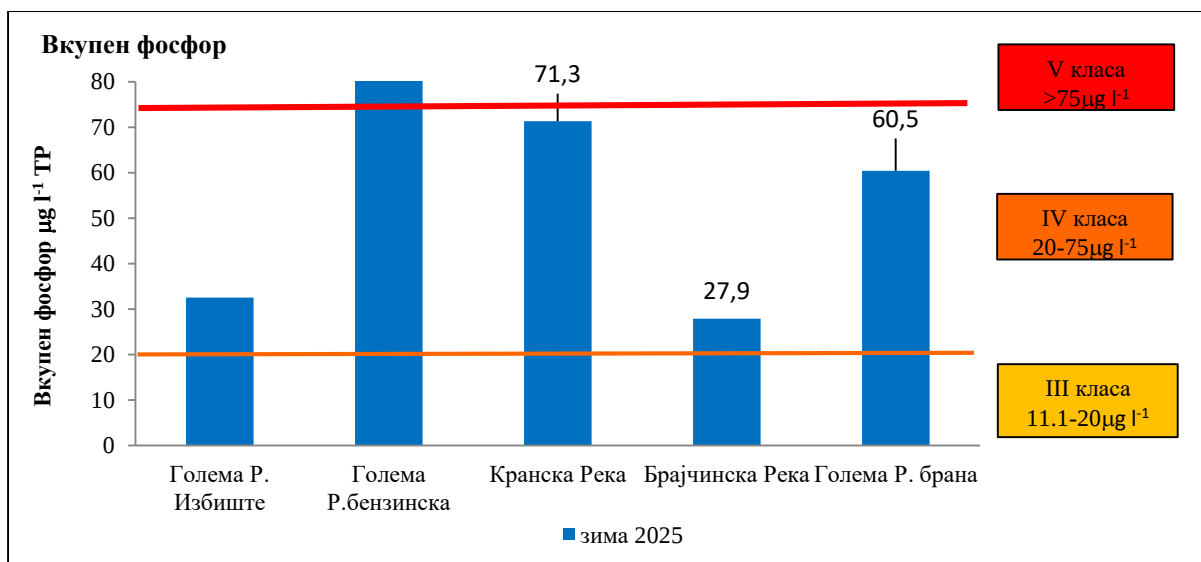


Слика 12. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

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 $1167,43 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$ и Голема Река кај брана $1483,2 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$. Според Уредбата за класификација на води, водата во 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.

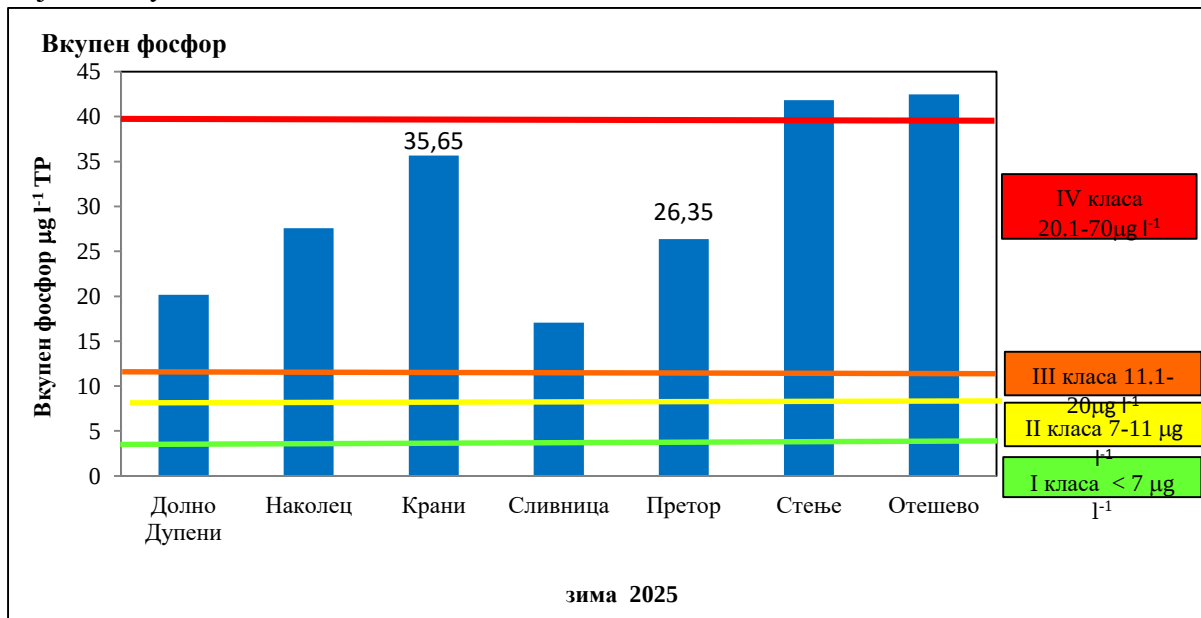
Врз основа на концентрациите на вкупен азот според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата од истражуваните локалитети во литоралната зона и вертикалните профили укажува генерално на квалитет на вода од I и II класа. Исклучок од ваквата состојба е регистриран во Казан на 7 метри длабочина каде е евидентирана значително висока вредност за вкупен азот која изнесува $796,89 \mu\text{g l}^{-1} \text{TN}$ според Уредбата за класификација на водите припаѓа во IV класа.

Добиените вредности за концентрациите на вкупен фосфор се претставени графички на сликите: Сл.13 за примероците колекционирани од реките, Сл.14 за примероците од литоралната зона на езерото и Сл.15 за вертикалните профили кај Казан и Централна точка.

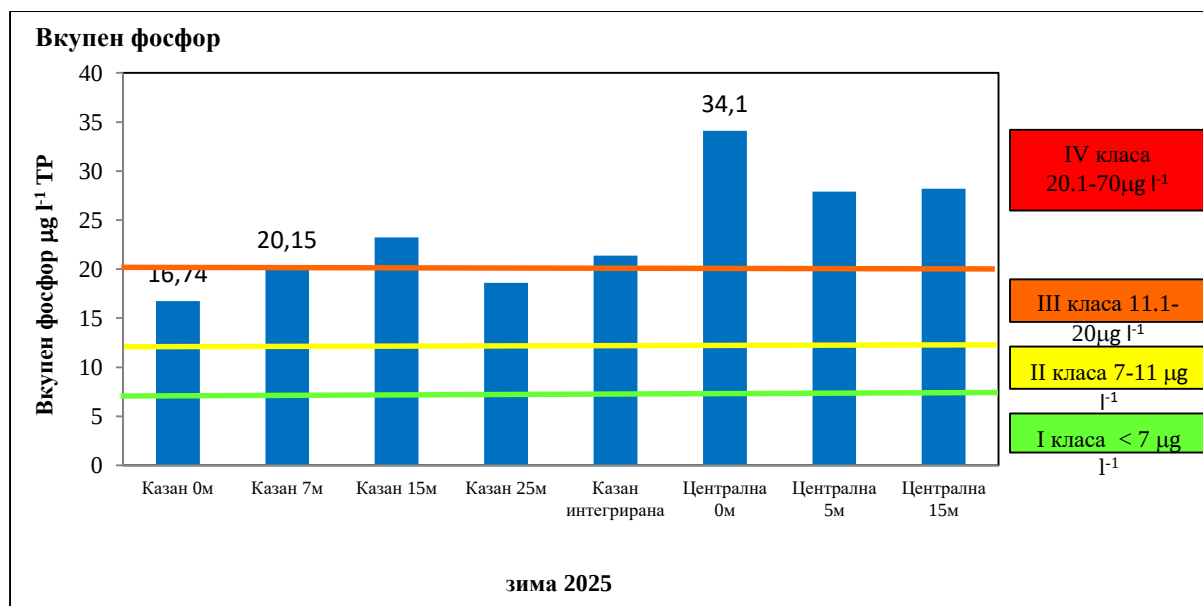


Слика 13. Концентрации на вкупен фосфор во реките
(Уредба за категоризација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99))

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 ($167.4 \mu\text{g l}^{-1}$ TP) и Кранска Река ($71.3 \mu\text{g l}^{-1}$ 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 ($68.20 \mu\text{g l}^{-1}$ TP), што укажува на големото влијание на Голема Река врз квалитетот на водата во литоралната зона во близина на нејзиното устие.

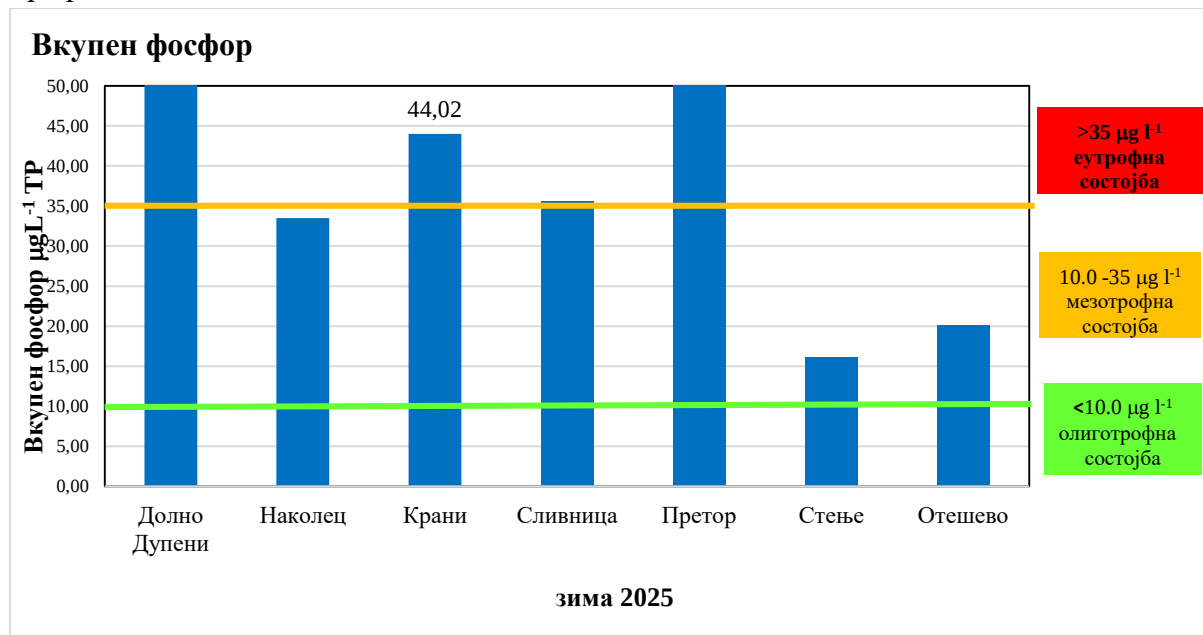


Слика 14. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро
(Уредба за категоризација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99))

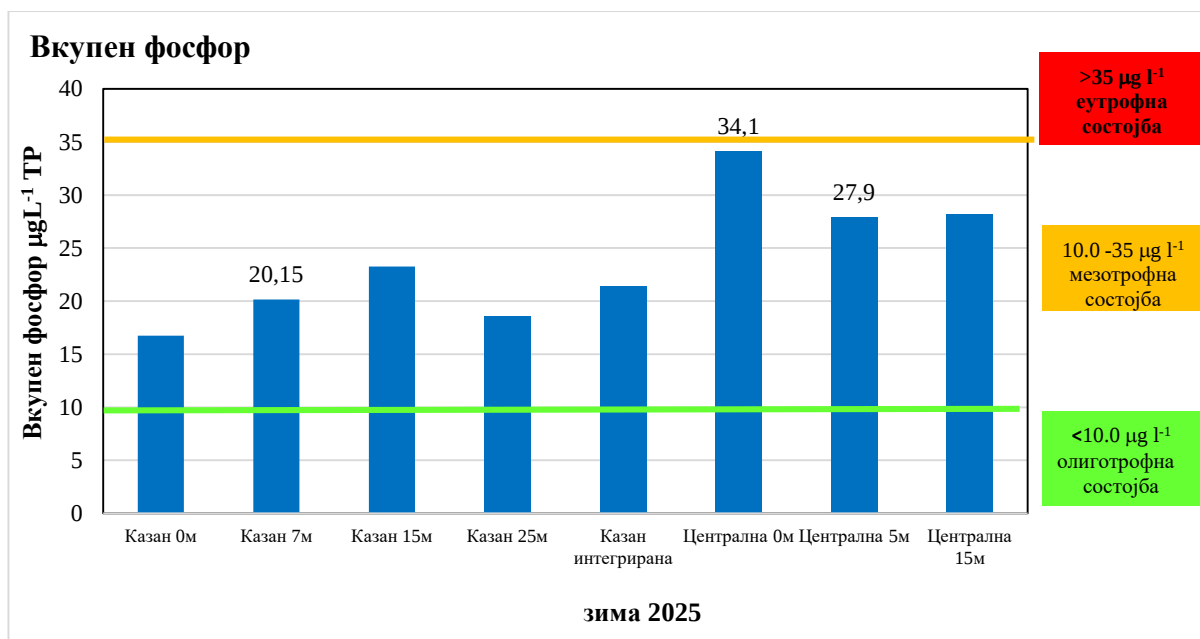


Слика 15. Концентрации на вкупен фосфор во примероците од вертикалните профили на Преспанското Езеро – Казан и Централна точка (Уредба за категоризација на водите (Сл. Весник на РМ бр. 18/99)

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 и мезотрофно-еутрофен карактер според OECD класификацијата (1982), што е прикажано графички на сликите 16 и 17. Вредноста евидентирана за локалитетот Централна точка површинска (34,1 $\mu\text{g l}^{-1} \text{TP}$), претставуваат воедно и максимална вредност евидентирана за вертикалните профили.



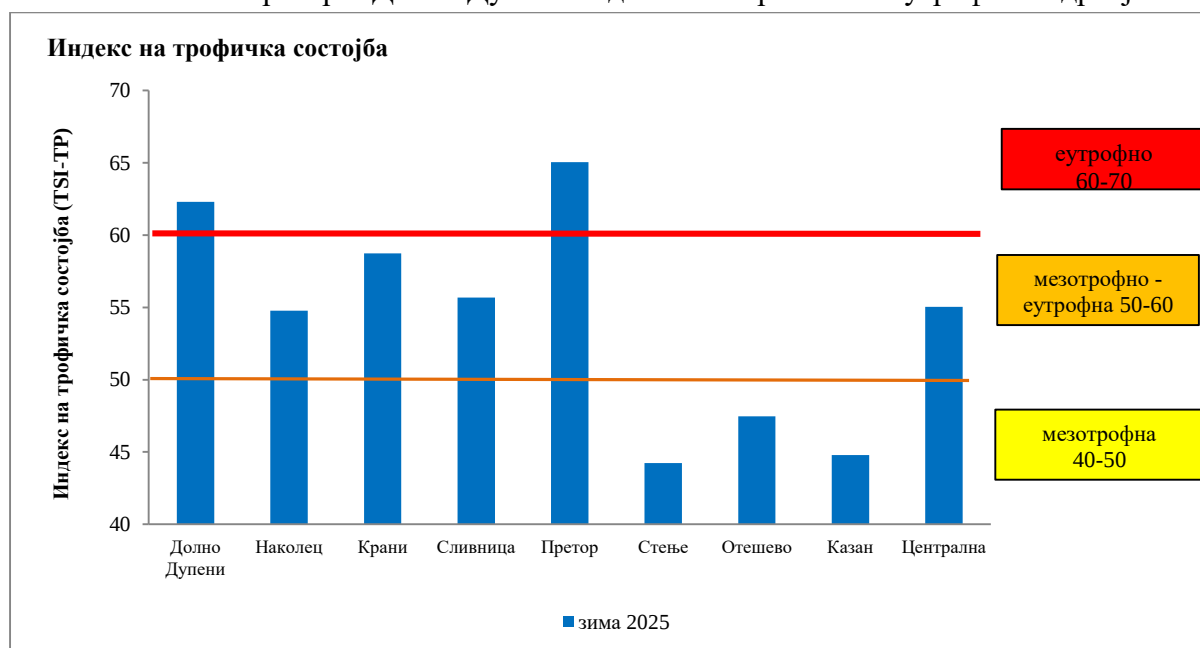
Слика 16. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро (ОЕЦД класификација, 1982)



Слика 17. 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-еутрофно подрачје. Исклучок од ваквата состојба е забележана во локалитетите Претор и Долно Дупени каде имаме премин во еутрофно подрачје.



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

Заклучоци

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. 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).

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 2025 година

Резултати и дискусија

Вредностите од анализите за физичко-хемиските параметри добиени за време на пролет 2025 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 2025 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема Река Избиште	Голема Река бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река брана
Температура (°C)	9,00	11,0	10,1	10,6	12,0
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	10	5-10	10	35-40
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	151,9	181,6	34,8	43,4	182,5
pH	7,78	7,79	7,3	7,67	7,53
Матност (NTU)	2,44	3.08	1,66	1,68	11,2
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	80	98	27	26	98
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹	3,7	7,92	4,4	3,52	17,6
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	0.08	17.5	10.5	11.5	17.2

Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	168	180	127	139	153
Проток m ³ /s	0,305	0,552	0,515	0,866	

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 2025 г.

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Долно дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
Температура (°C)	19,1	19,7	20,7	21,7	17,6	23,7	23,0
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	5-10	10-15	5-10	5-10	5-10	10-15
Електроспроводноста (μS cm ⁻¹)	242	224	225	233	238	230	235
pH	8.49	8.61	8.58	8.56	8.47	8.53	8.55
Матност (NTU)	8,76	3,79	7,92	5,34	4,36	6,45	10,1
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	122	136	136	107	127	129	125
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	18	15,5	17	15.5	21.5	19	22.6
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	174	158	172	176	175	161	180

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 2025 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Казан 0.5m	Казан 7m	Казан 15m	Казан 25m	Интегрирана
Температура (°C)	22,4	19,4	14,1	11,7	22,0
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	10	10	15-20	10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	227	230	251	255	228
pH	8.72	8.76	7.78	7.59	8.72
Матност (NTU)	1.85	2.26	2,08	2.38	2,31
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	130	123	137	135	129
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹	Н.д	Н.д	11,44	13,64	Н.д
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	16	14,5	19	20,5	18,5
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	137	147	175	150	132

Табела 4. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Централна точка, пролет 2025 г.

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Централна 0.5м	Централна 5м	Централна 15м
Температура (°C)	21,8	18,1	15,6
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	10	10
Електроспроводливост (μS cm ⁻¹)	216	217	229
pH	8.76	8.77	7.98
Матност (NTU)	2,26	2,63	4,8
Вкупна алкалност (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	138	126	130
Слободен CO ₂ mg l ⁻¹			6,16
Суспендирани материи (mg l ⁻¹)	15.2	20,5	23,5
Сув остаток после испарување (mg l ⁻¹)	152	189	171

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 17,6 °C во Претор до 23,7 °C во Стење и 23,0 °C 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 11,7°C, а површинската температура кај Казан е 22,4 °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 исклучок во локалитетот Казан 25 метри длабочина каде имаме вредност од 15-20 mg l⁻¹ Pt и Голема Река кај брана 35-40 mg l⁻¹ Pt. Во однос на матноста, највисоки вредности се евидентирани во примерокот од Голема Река кај брана (11,2 NTU) и литоралот Отешево (10,1 NTU).

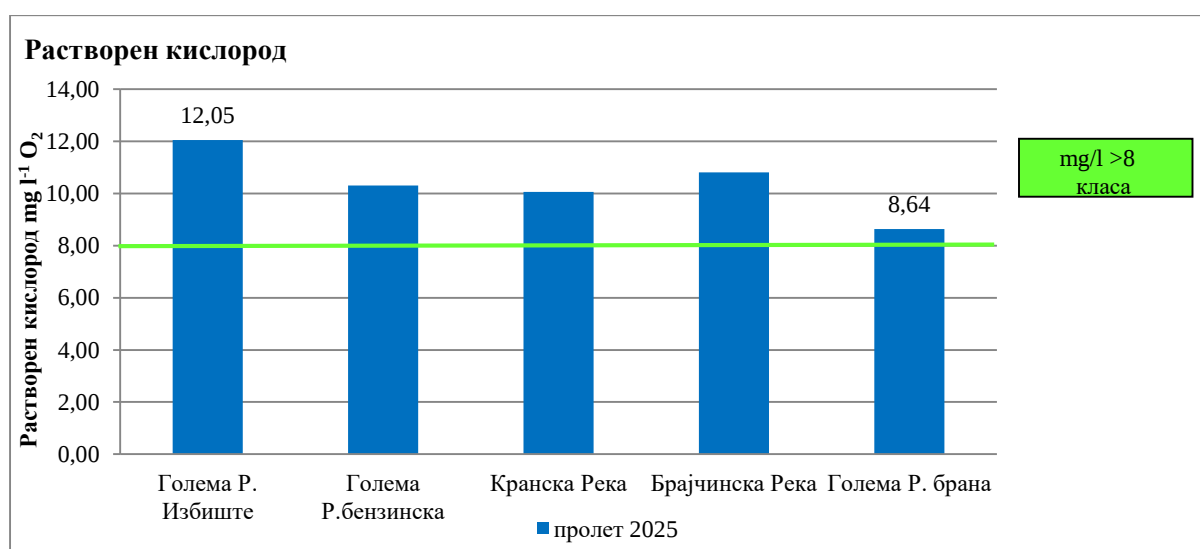
Според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99) врз основа на добиените вредности за суспендираните материи, водата од истражуваните локалитети (реки, литорална зона и вертикални профили кај Казан и Централна точка) генерално припаѓа во I-II класа. Вредностите за сувиот остаток 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.

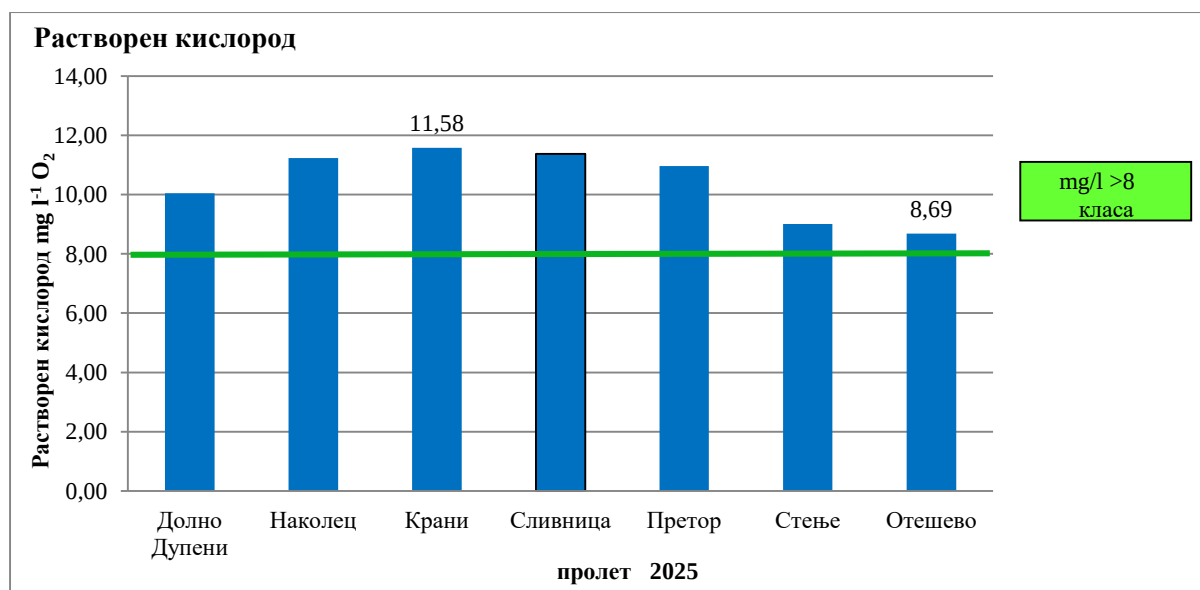
За време на пролетта, како резултат на топењето на снеговите и зачестените врнежи од дожд во голема мерка допринесуваат за зголемување на водостојот и протокот на сите рекни екосистеми во преспанскиот регион. Максимална вредност за протокот на водата е регистриран за Брајчинска Река и изнесува $0,866 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

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 материји присутни во водниот екосистем.

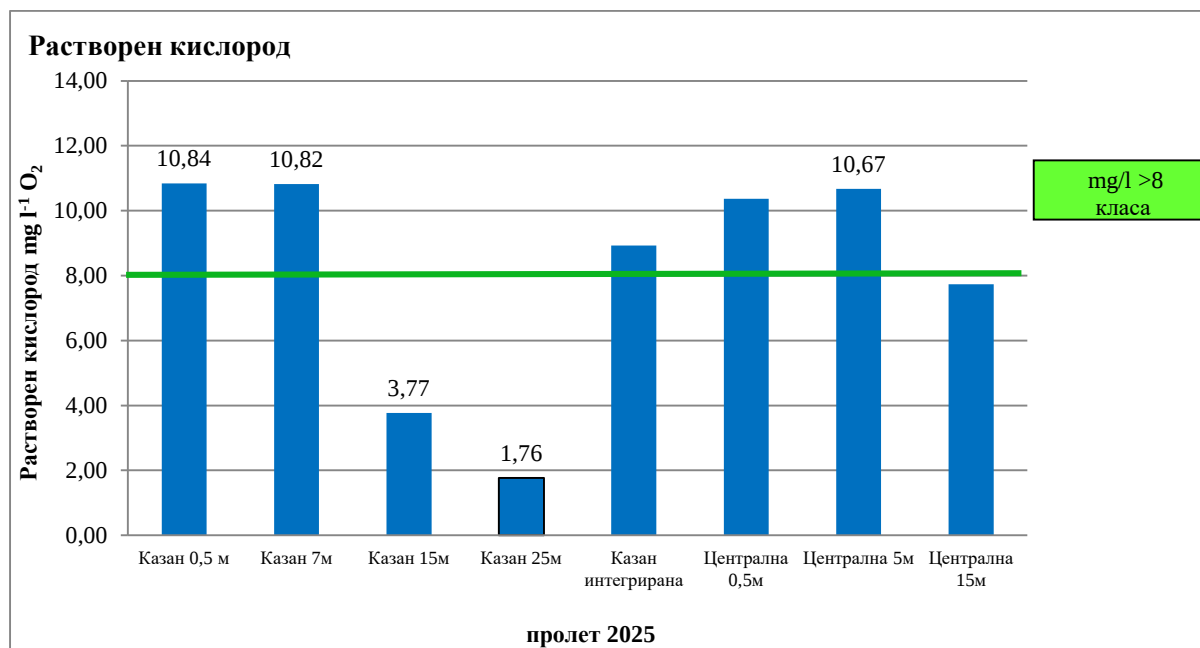
Резултатите за концентрациите на растворен кислород во анализираните примероци вода од реките се претставени графички на слика 1, во примероците од литоралната зона на слика 2, додека во примероците од вертикалните профили Казан и Централна точка, се претставени на слика 3.



Слика 1. Вредности за концентрациите на растворен кислород во реките



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



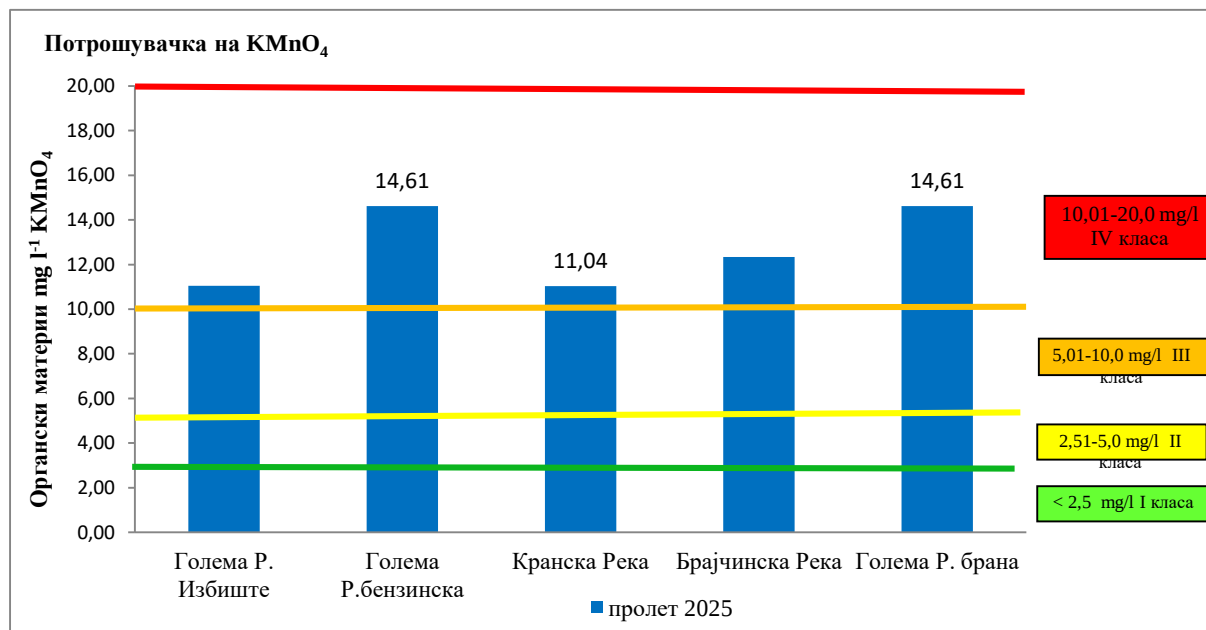
Слика 3. Вредности за концентрациите на растворен кислород во вертикалните профили кај Казан и Централна точка на Преспанското Езеро

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 метри длабочина (3,77 mg l⁻¹ O₂) и 25 метри (1,76 mg l⁻¹ O₂). Концентрациите во овие локалитети укажуваат на III класа според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99).

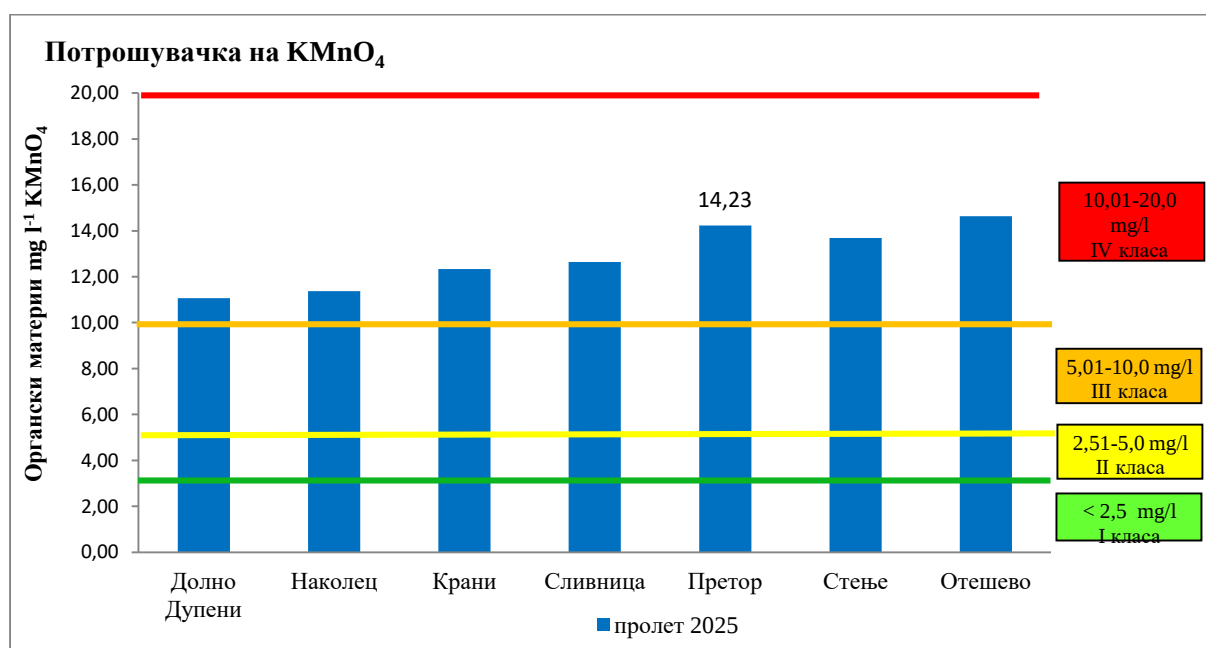
Содржината на **растворените биоразградливи органски материи** во водата се претставени како потрошувачка на KMnO₄ потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем. Вредностите за овој параметар во истражуваните локалитети се претставени графички на: слика 4 во примероците колекционирани 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 KMnO₄) имаат значително високи вредности во сите истражувани мерни места. Највисока вредност е евидентирана во примерокот колекциониран од Голема Река кај бензинска пумпа (14,61 mg l⁻¹ O₂). 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

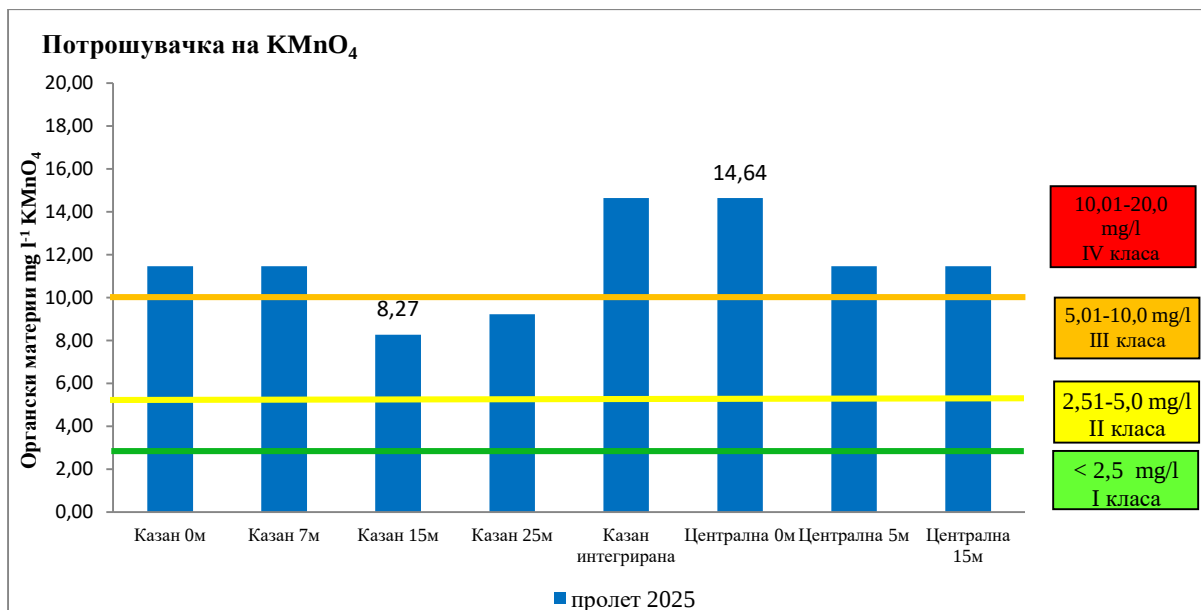
Езеро, како и во вертикалниот профил кај Казан и Централна точка се генерално повисоки од $10 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата врз основа на овој параметар во истражувните локалитети припаѓа генерално во III -IV класа. Резултатите укажуваат 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 ($14,23 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) 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

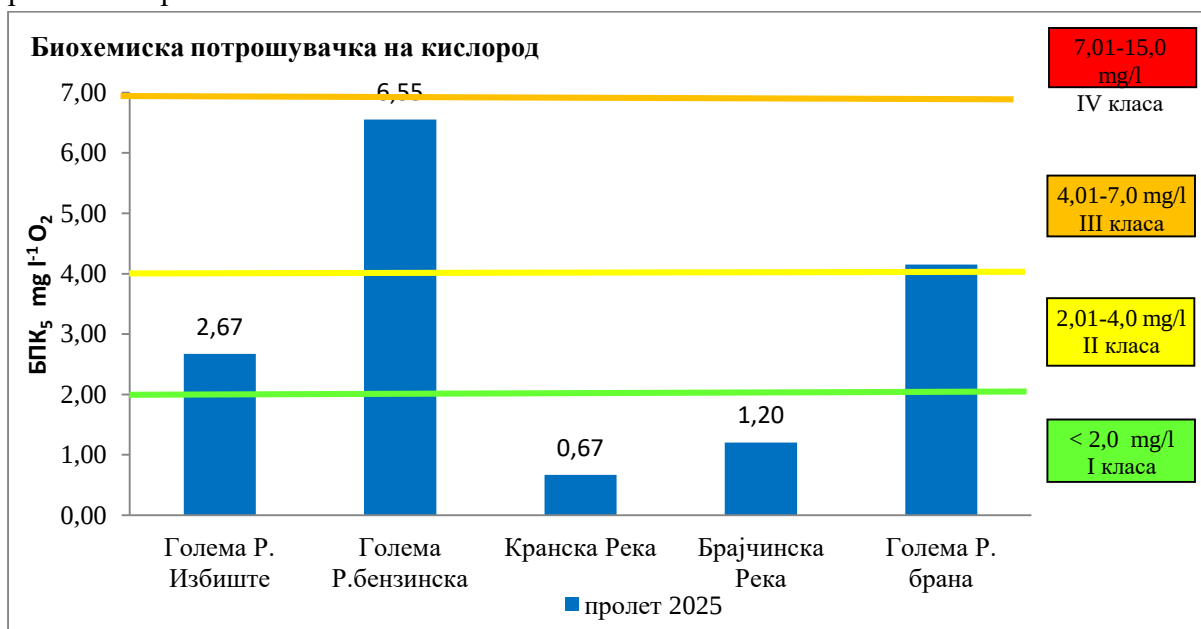


Слика 5. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



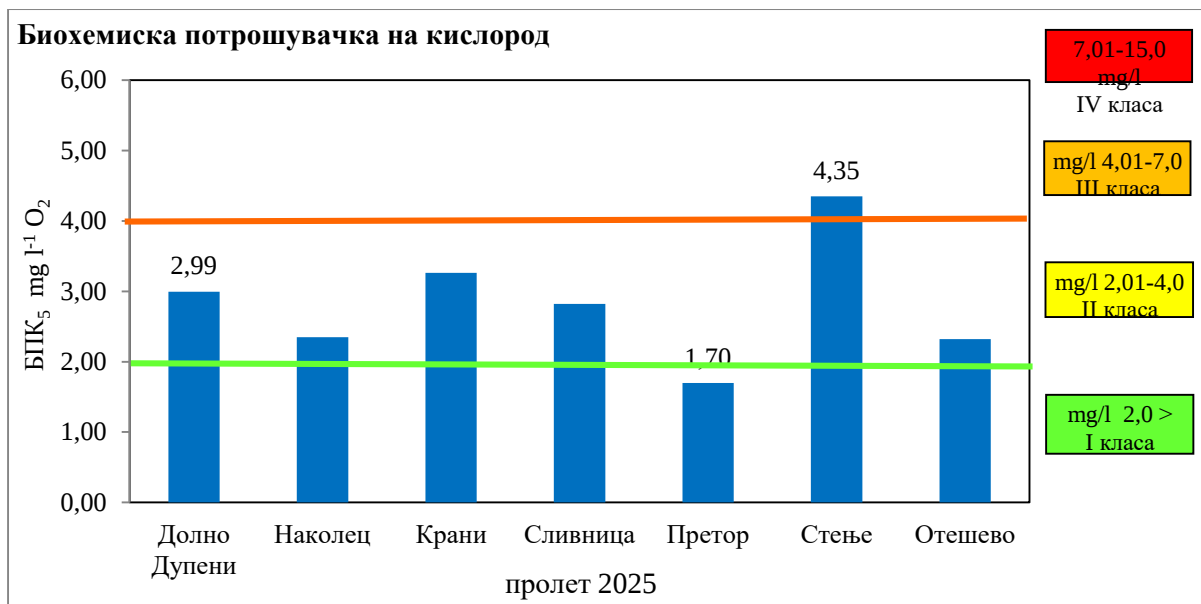
Слика 6. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

Биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена, претставува индикатор на органското загадување во водните екосистеми. Вредностите за БПК₅ во примероците од реките се претставени на слика 7.

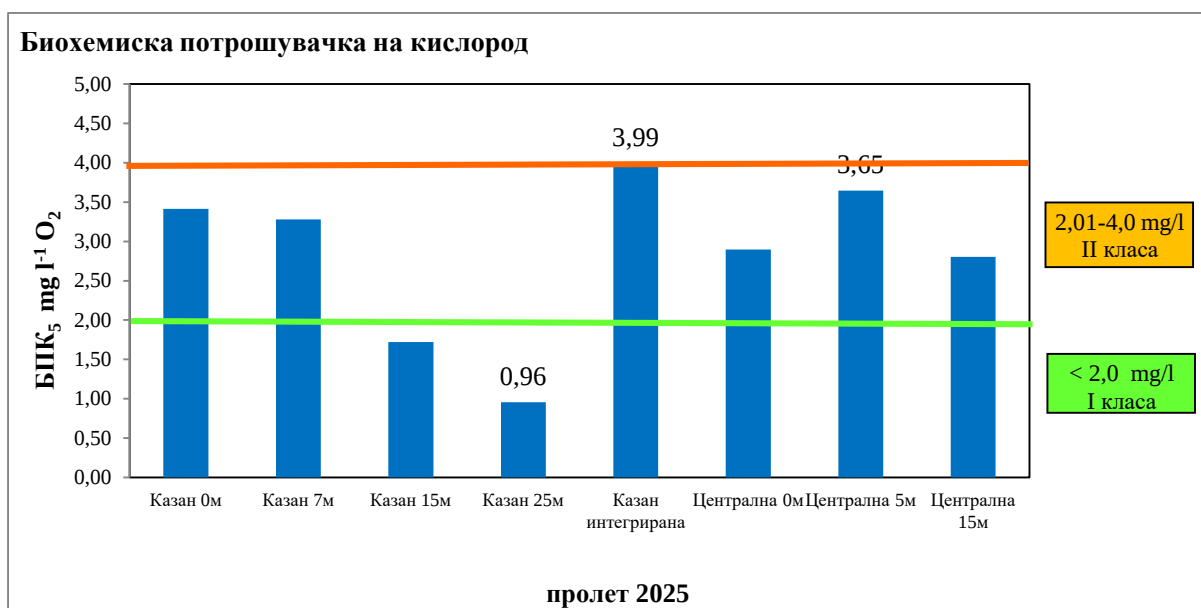


Слика 7. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во примероците од реките

Вредностите за БПК₅ во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро се претставени графички на слика 8, додека на графикот на слика 9 дадени се вредностите за вертикалните профили од локалитетите Казан и Централна точка.



Слика 8. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро



Слика 9. 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 $6,55 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што воедно е и максимална вредност и укажува на квалитет на вода од III класа. Во литоралната зона вредностите укажуваат на квалитет на вода од II класа, со исклучок на литоралот Стење каде вредноста изнесува $4,35 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ и укажува на квалитет на вода од III 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 5, од литоралната зона вредностите се во табела 6, вредностите за вертикалниот профил кај Казан во табела 7 и за Централна точка во табела 8.

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 брана и изнесува $19,12 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$. Присуството на амонијачниот азот е забележано во значително високи концентрации во Голема Река кај бензинска пумпа ($314,72 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$) и Голема Река кај брана ($314,03 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$). 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 Кјелдахл) во примероците од реките, пролет 2023

пролет 2023	Голема Река Избиште	Голема Река Бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река кај брана
N-NO ₂ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	1,86	4,83	1,30	1,30	19,12
N-NO ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	45,21	93,27	19,07	23,32	152,62
TN _{Kjeldahl} ($\mu\text{g l}^{-1}$)	338,79	717,45	189,33	362,87	747,33
N-NH ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Н.д	314,72	Н.д	16,61	314,03

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 ($\mu\text{g l}^{-1}$)	0,93	0,93	3,53	0,93	1,11	4,05	4,36
N-NO ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	16,25	14,24	17,07	17,07	12,82	21,93	10,42
TN _{Kjeldahl} ($\mu\text{g l}^{-1}$)	97,11	142,19	187,28	352,02	200,28	108,26	303,78
N-NH ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Н.д	Н.д	22,54	Н.д	Н.д	Н.д	6,71

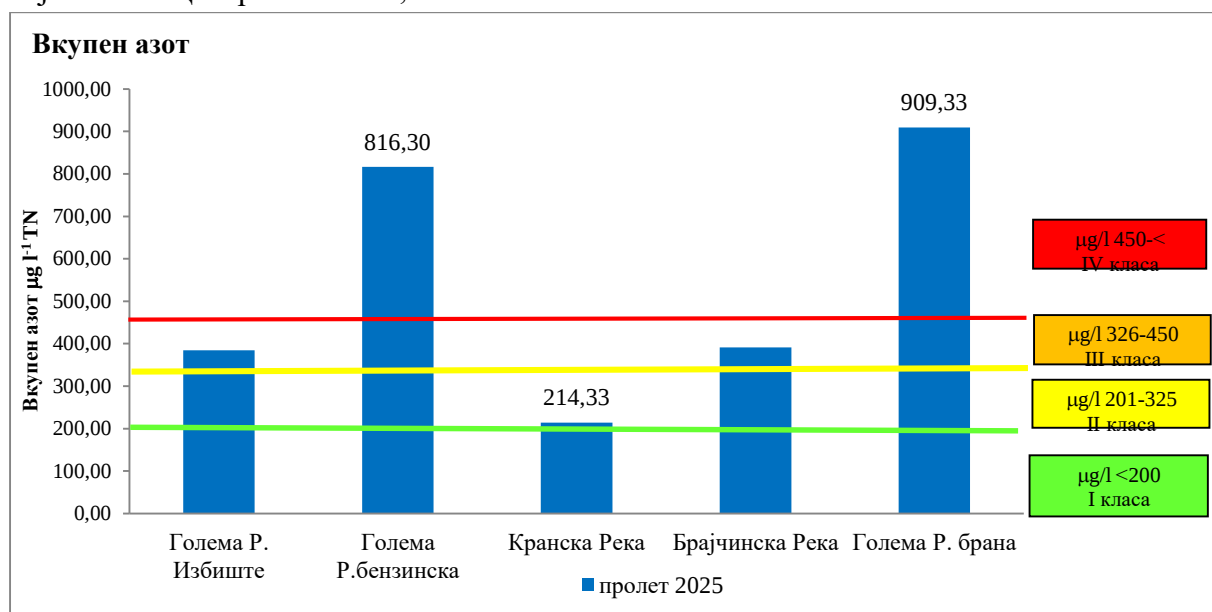
Табела 7. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Пролет 2023	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегрирана
N-NO ₂ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	2,49	4,36	0,62	2,80	1,87
N-NO ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	31,80	54,82	99,22	232,98	101,96
TN _{Kjeldahl} ($\mu\text{g l}^{-1}$)	434,69	181,26	80,56	135,95	427,14
N-NH ₃ ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Н.д	Н.д	1,68	1,68	38,60

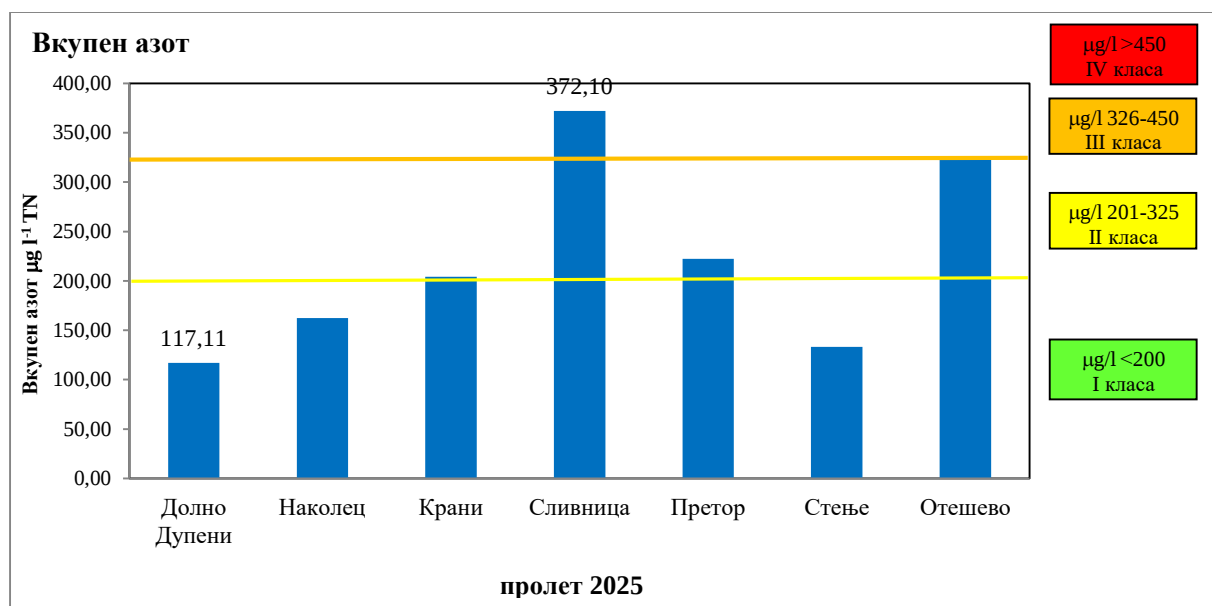
Табела 8. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Кјелдахл) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

Пролет 2023	Централна 0,5м	Централна 5м	Централна 15м
N-NO ₂ (µg l ⁻¹)	5,30	4,67	0.934
N-NO ₃ (µg l ⁻¹)	21,92	10,96	43,85
TN _{Kjeldahl} (µg l ⁻¹)	356.47	377.81	264.78
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	3,95	Н.д	Н.д

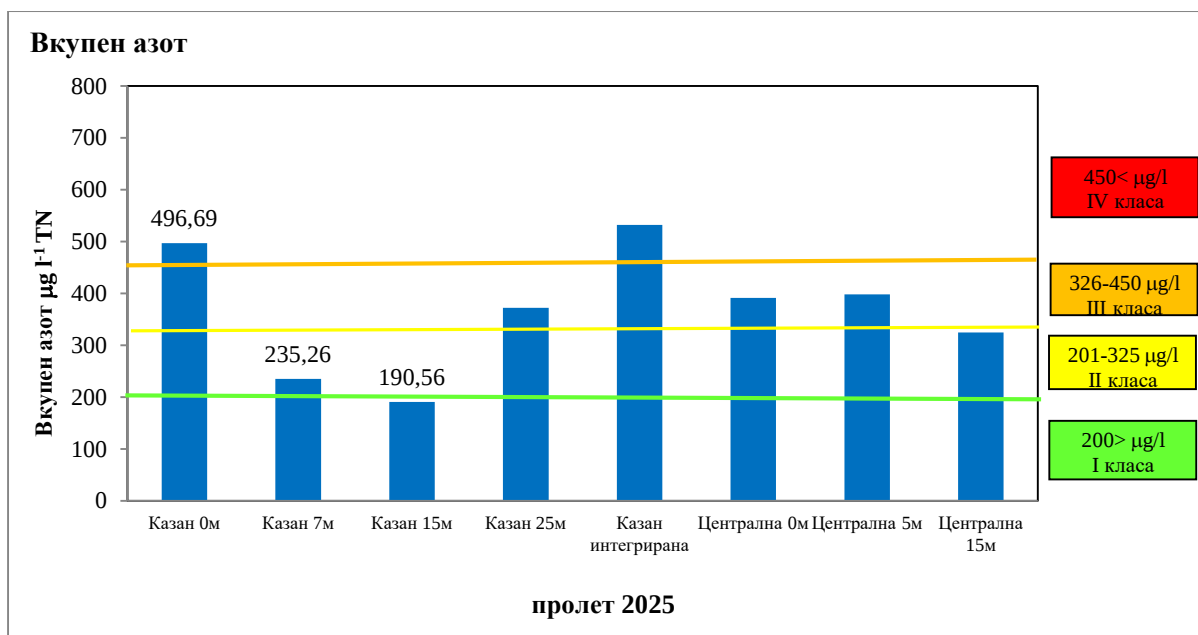
Добиените вредности за концентрациите на вкупен азот (претставен како збир на органските и неорганските азотни форми), во истражуваните Реки, се претставени графички на слика 10, за литоралната зона на слика 11, додека за вертикалните профили кај Казан и Централна точка, на слика 12.



Слика 10. Вредности за концентрација на вкупен азот во истражуваните реки



Слика 11. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро

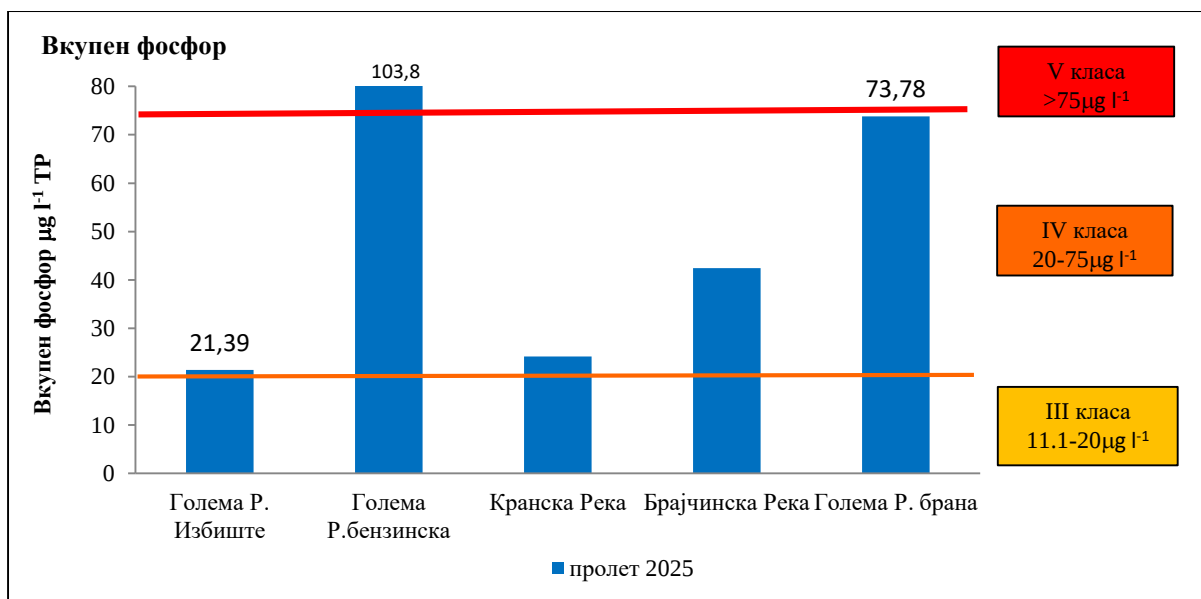


Слика 12. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

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 $816,3 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TN}$. Според Уредбата за класификација на води, водата во Кранска Река ($214,33 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TN}$) укажува на квалитет на вода од I класа и е воедно и најниската вредност за време на истражуваниот период за реките.

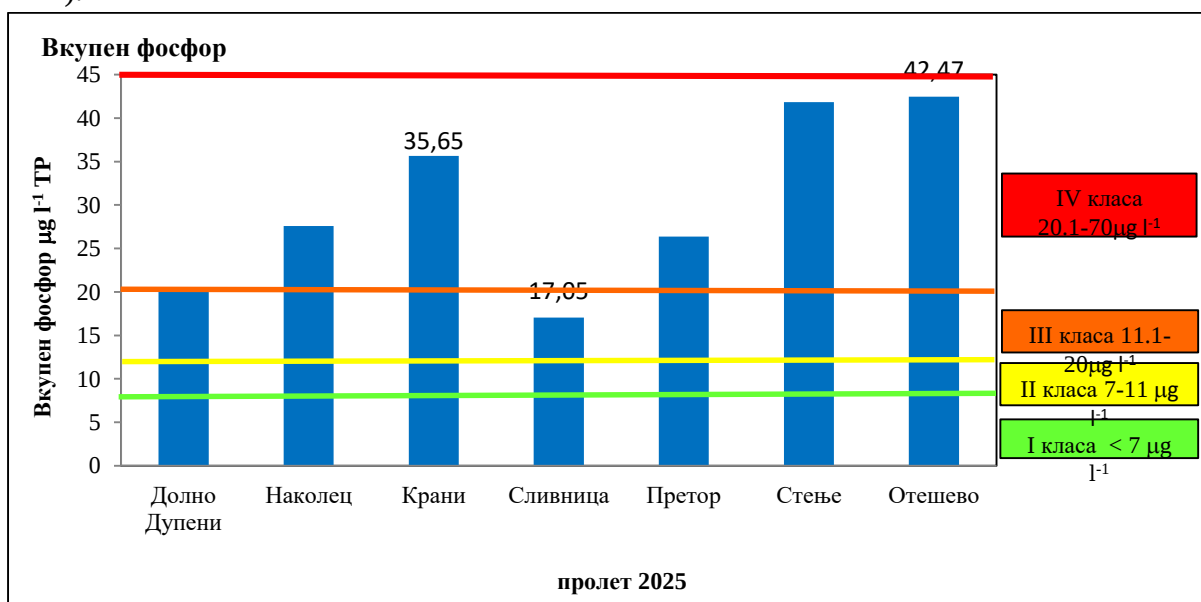
Врз основа на концентрациите на вкупен азот според Уредбата за класификација на води, квалитетот на водата од истражуваните локалитети во литоралната зона укажува генерално на квалитет на вода од I и II, со исклучок на литоралот Сливница каде вредноста за овој параметар е највисока ($372,10 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TN}$) и укажува на квалитет на вода од III 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 II-III класа. Максималната вредност е евидентирана во Казан површинска проба ($496.69 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TN}$) и укажува на премин во IV класа.

Добиените вредности за концентрациите на вкупен фосфор се претставени графички на сликите: Сл.13 за примероците колекционирани од реките, Сл.14 за примероците од литоралната зона на езерото и Сл.15 за вертикалните профили кај Казан и Централна точка.

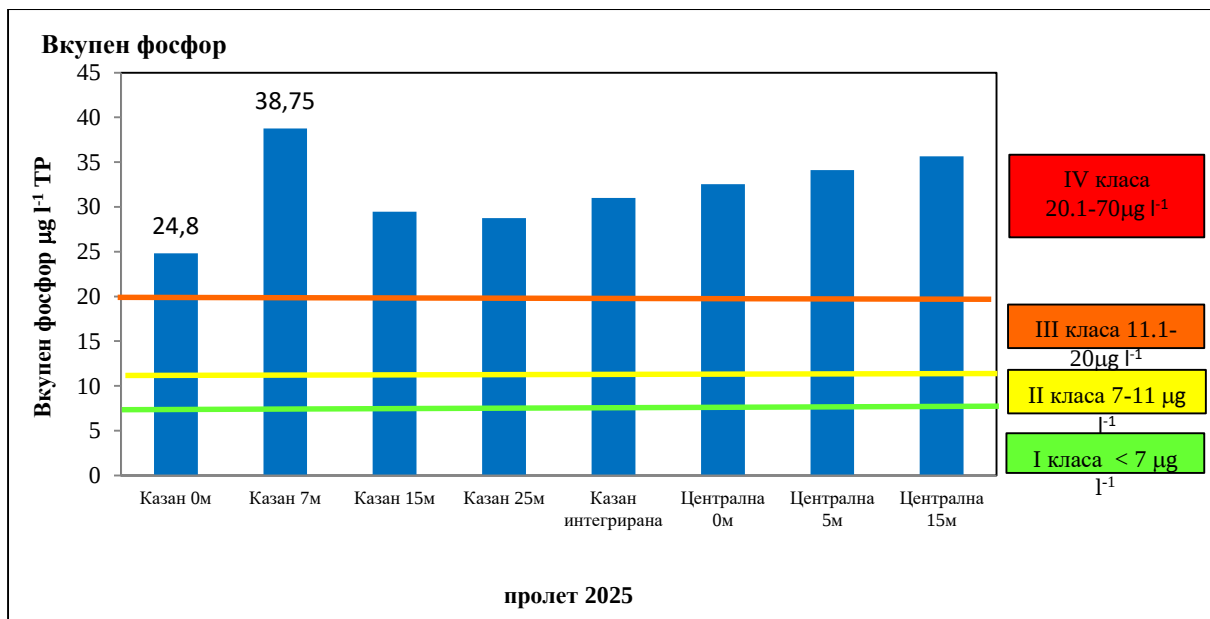


Слика 13. Концентрации на вкупен фосфор во реките
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

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 ($103,8 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$) и Голема Река кај брана ($73,78 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$). 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 Отешево ($42,47 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$), додека најниска вредност е евидентирана во локалитетот Сливница ($17,05 \mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$).

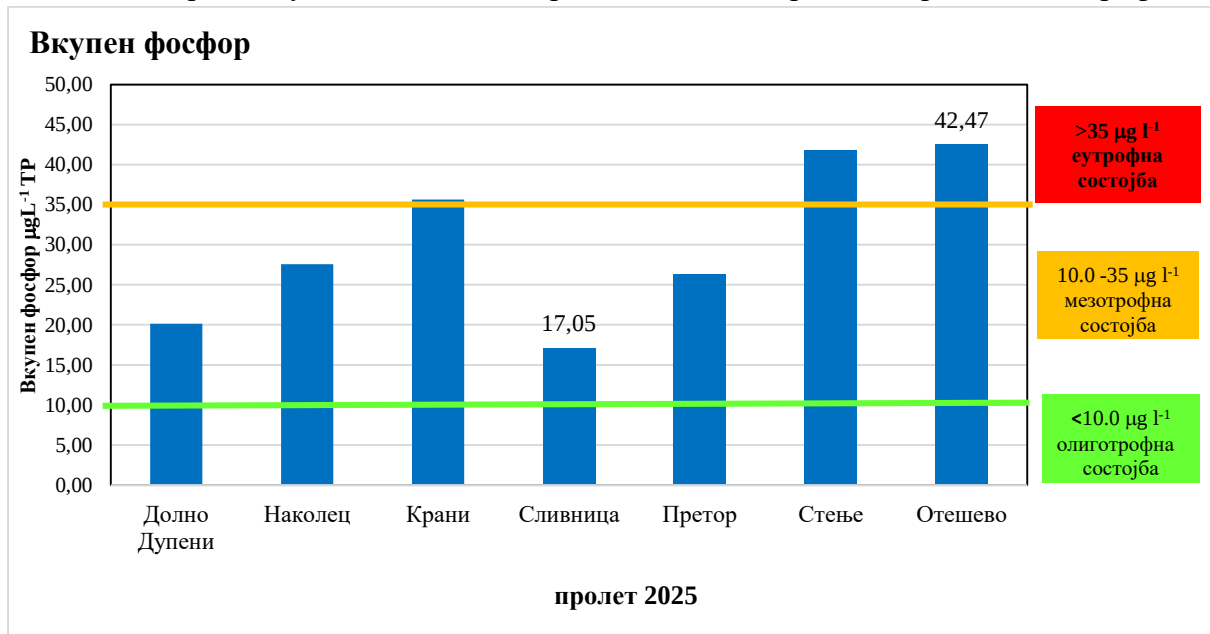


Слика 14. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

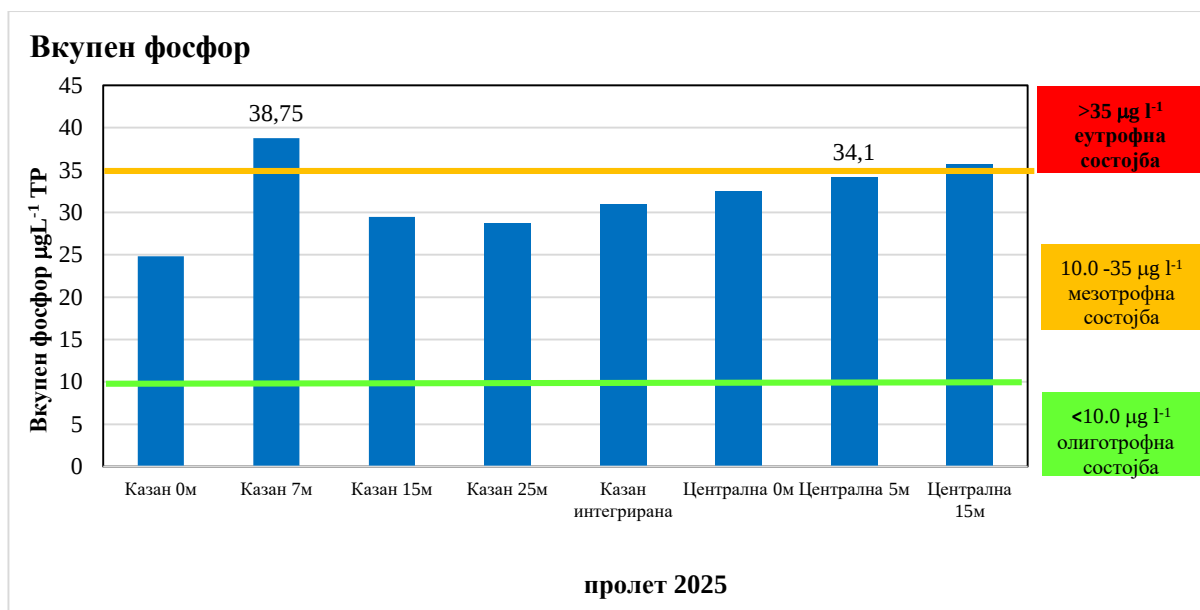


Слика 15. Концентрации на вкупен фосфор во примероците од вертикалните профили на Преспанското Езеро – Казан и Централна точка (Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

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 16 и 17. Вредноста евидентирана за локалитетот Казан површинска проба изнесува 31,0 $\mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$, што воедно претставува и максимална вредност евидентирана за вертикалните профили.



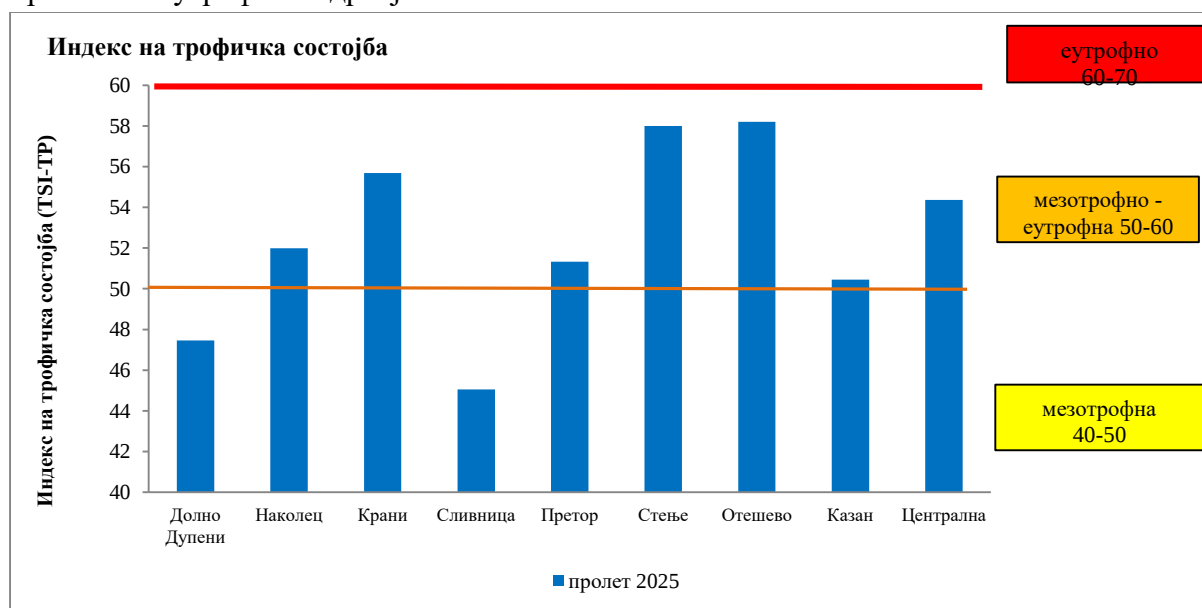
Слика 16. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро (ОЕЦД класификација, 1982)



Слика 17. 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, Сливница, Наколец и Долно Дупени каде имаме премин во еутрофно подрачје.



Слика 18. 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 Сливница и Долно Дупени каде имаме мезотрофен карактер.

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 2025

Резултати и дискусија

Вредностите од анализите за физичко-хемиските параметри добиени за време на лето 2025 година, за истражуваните реки: Голема Река кај бензинска пумпа, Брајчинска и Кранска Река и пречистителна станица се претставени во Таб. 1. Голема Река кај брана нема вода.

Табела 1. Физичко хемиски параметри за Реките во сливното подрачје на Преспанското Езеро, лето 2025 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема РекаИзбиште	Голема река бенз.	Кранска река	Брајчинс ка Река
Температура (°C)	14,1	18,7	17,0	19,5
Боја mg l ⁻¹ Pt	5-10	35-40	5-10	5-10

Електроспроводливост ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	312	458	76,9	72,6
pH	8,05	7,28	7,17	7,85
Матност (NTU)	1,7	9,32	2,02	2,47
Вкупна алкалност ($\text{mg l}^{-1}\text{CaCO}_3$)	6,731	39,742	8,974	8,974
Слободен CO_2 mg l^{-1}	4,4	28,6	6,336	2,64
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})	184	296	146	169
Проток m^3/sec	0,039	0.04	немерливо	0,028

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 2025

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Долно дупени	Наколец	Крани	Сливниц а	Претор	Стење	Отешево
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	22,3	23,4	23,5	24,5	23,9	24,7	27,3
Боја mg l^{-1} Pt	10	5	5-10	10	5-10	10	10
Електроспроводливост ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	268	214	223	215	213	199	201
pH	8,50	8,42	8,36	8,38	8,38	8,47	8,45
Матност (NTU)	4,77	4,21	3,58	4,82	3,46	6,32	5,79
Вкупна алкалност ($\text{mg l}^{-1}\text{CaCO}_3$)	113	116	124	115	120	133	119
Суспендирани материи (mg l^{-1})	19,5	22,5	21	21	18	23	21,5
Сув остаток после испарување (mg l^{-1})	167	156	172	169	142	198	204

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 2025 година

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Казан 0.5м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25	Казан интегрир ана
Просирност (м)	2,1				
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	25,1	23,9	16,8	14,7	25,0
Боја mg l^{-1} Pt	10	10	80	70	10
Електроспроводливост	221	218	255	256	225

($\mu\text{S cm}^{-1}$)					
pH	8,48	8,32	7,52	7,47	8,44
Матност (NTU)	4,43	4,52	10,7	2,56	4,99
Вкупна алкалност ($\text{mg l}^{-1}\text{CaCO}_3$)	115	115	146	145	119
Слободен CO_2 mg l^{-1}			8,36	7,48	
Суспендирани материи (mg l^{-1})	11,5	14	37	17	16,5
Сув остаток после испарување (mg l^{-1})	218	224	275	448	246

Табела 4. Физичко хемиски параметри во вертикален профил Централна Точка, лето 2025

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Централна 0.5м	Централна 5м	Централна 14м
Просирност (м)	2,2		
Температура ($^{\circ}\text{C}$)	26,0	24,7	20,8
Боја mg l^{-1} Pt	5-10	10	10
Електроспроводливост ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	211,4	216,3	239
pH	8,43	8,40	7,60
Матност (NTU)	4,35	5,48	3,90
Вкупна алкалност ($\text{mg l}^{-1}\text{CaCO}_3$)	124	119	133
Слободен CO_2 mg l^{-1}			0.731
Суспендирани материи (mg l^{-1})	15	11,5	13,5
Сув остаток после испарување (mg l^{-1})	192	206	216

Температурата на водата, како примарен физички параметар, кој ги условува физичко-хемиските и биолошките процеси во акватичните екосистеми што има влијаение 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 Брајчинска Река ($19,5^{\circ}\text{C}$), 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 $22,3^{\circ}\text{C}$ во Долно Дупени до $27,3^{\circ}\text{C}$ во Отешево. Во вертикалните профили кај Казан и Централна точка регистрирана е термичка стратификација, површинската проба има температура од $25,1^{\circ}\text{C}$ кај Казан и 26°C кај Централна точка, до $14,7^{\circ}\text{C}$ на 25 метри длабочина кај Казан и $20,8^{\circ}\text{C}$ 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.

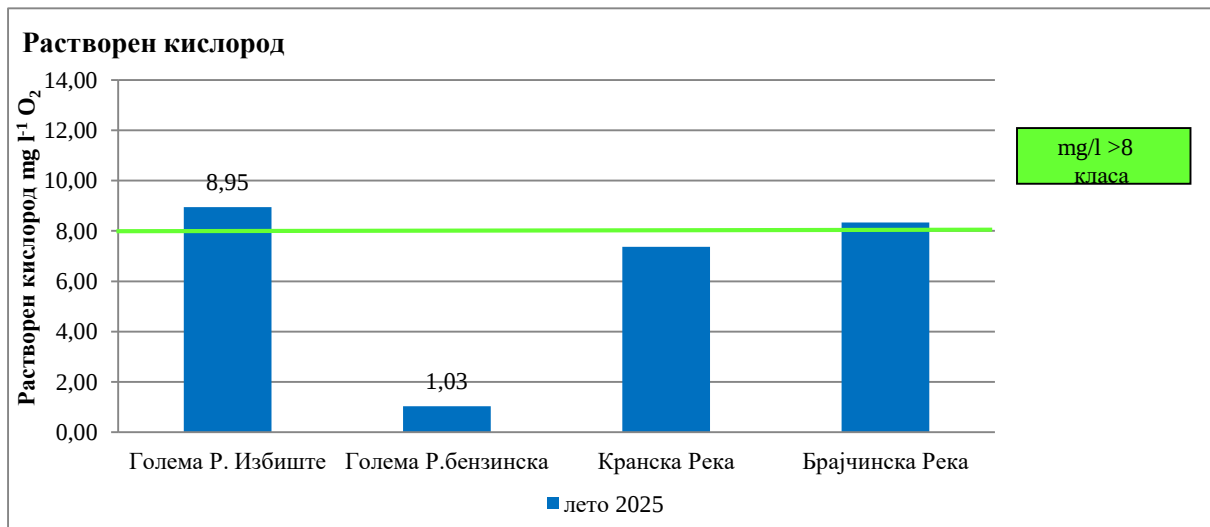
Бојата на водата во локалитетите од литоралната зона на Преспанското Езеро, како и во вертикалните профили кај Казан и Централна точка за време на истражуваниот период се движи од $5-10 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$. Исклучок е вредноста добиена за локалитетот Казан на 15 и 25 метри длабочина кои изнесуваат 80 и $70 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$ соодветно. Значително високи вредности за бојата на водата се регистрирани во реките, а посебно во Голема Река кај бензинска пумпа $35-40 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$. ($150 \text{ mg l}^{-1} \text{ Pt}$. 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 Голема Река има највисока вредност во однос на реките и изнесува 9,32 NTU. Во вертикалниот профил кај Казан на 15 метри длабочина е евидентирана највисоката вредност за овој параметар која изнесува 10,7 NTU. Максималната вредност во литоралната зона изнесува 6,32 NTU и е евидентирана во литоралот Стење.

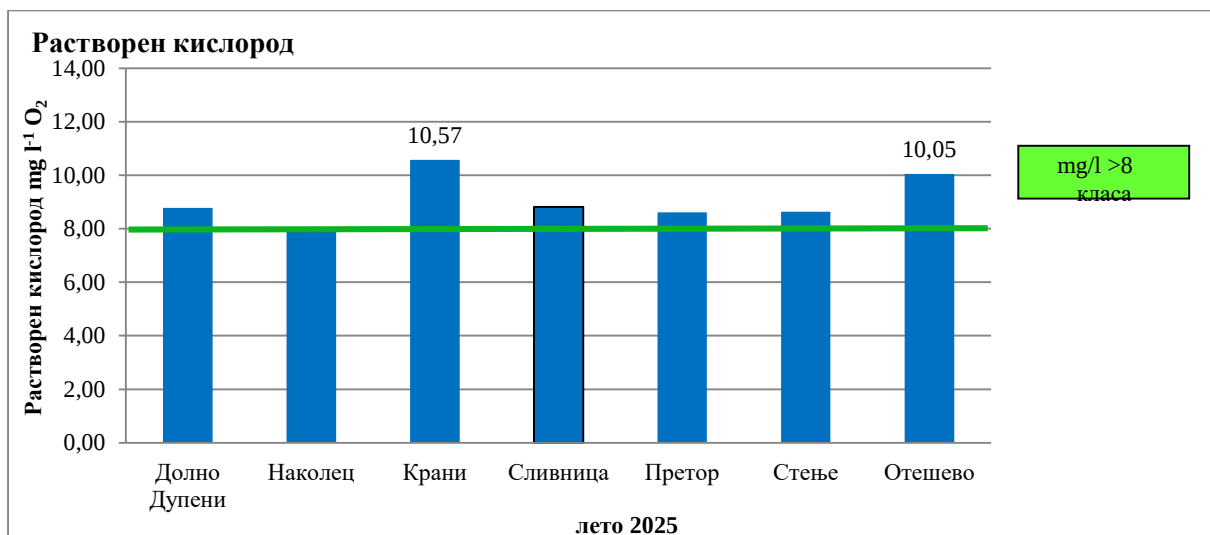
Кислородните параметри претставени се со концентрациите на растворен кислород, биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена и потрошувачка на калиум перманганат потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем.

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.

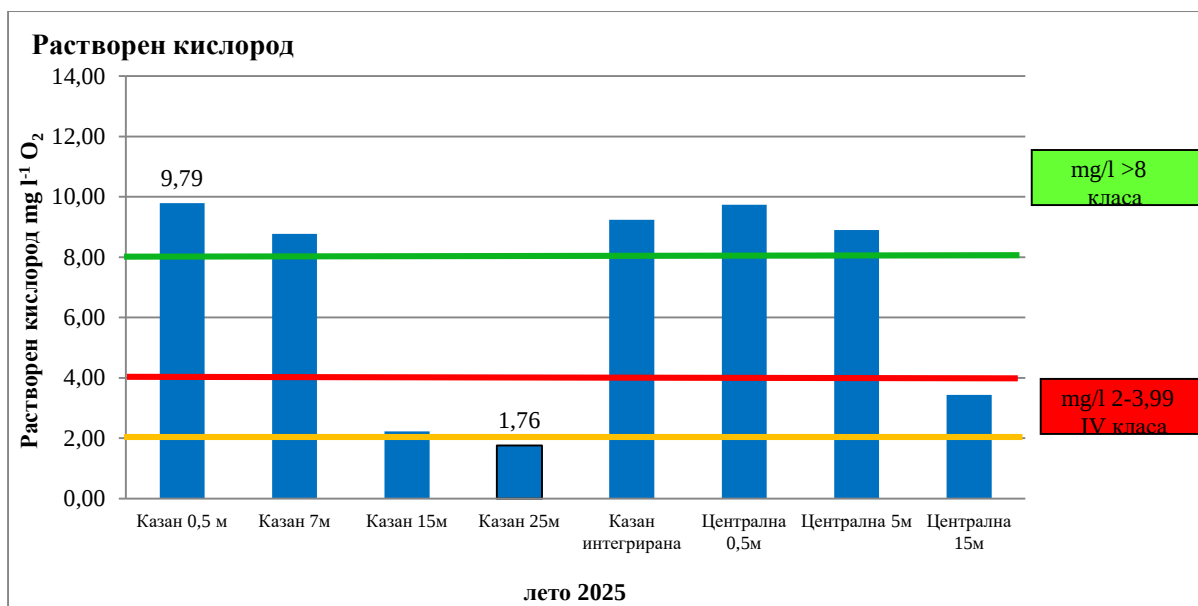
Добиените вредности за овој параметар за време на истражуваниот период, укажуваат на добра снабденост со кислород во литоралната зона на Преспанското Езеро, каде вредностите се повисоки од $8 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$, што според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99). Добра снабденост со кислород е евидентирана и во Кранска ($7,38 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), Голема Река Избиште ($8,95 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Брајчинска Река ($8,33 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), што не е случај со Голема Река кај бензинска пумпа ($1,03 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), каде имаме значително ниски концентрации на кислород, поради неговото користење за разградба на органската 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 $2,23 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ додека на 25 метри длабочина $1,76 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$) и Централна точка $3,44 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ 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

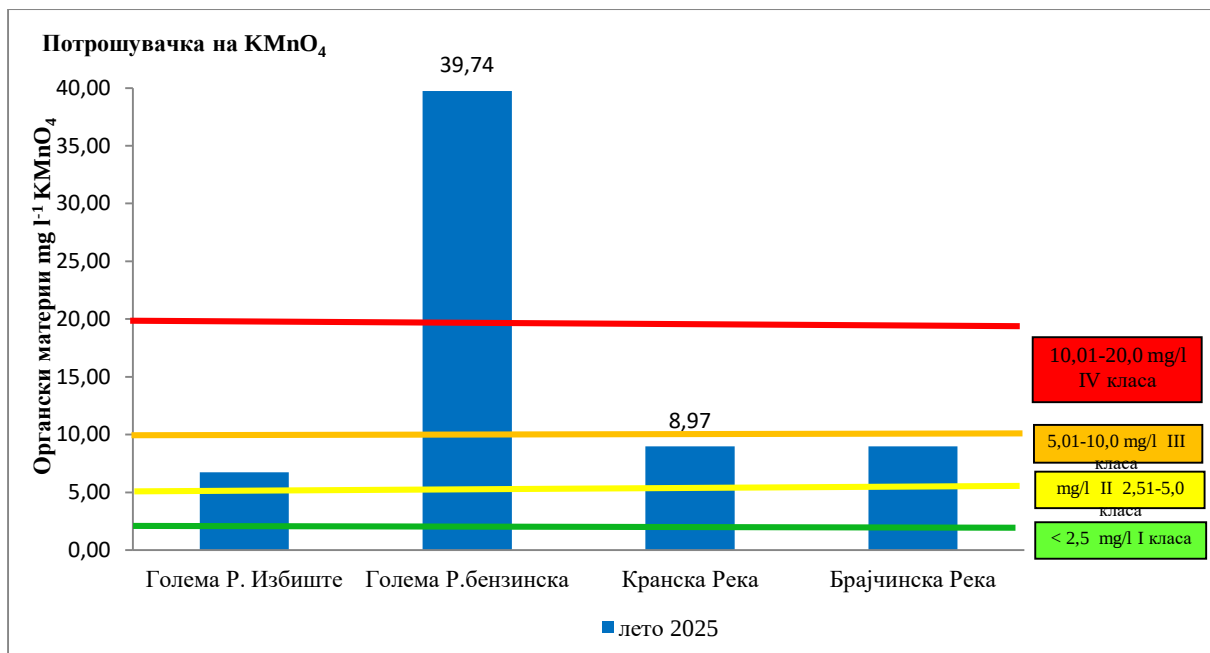


Слика 3. Вредности за концентрациите на растворен кислород во вертикалните профили кај Казан и Централна точка на Преспанското Езеро

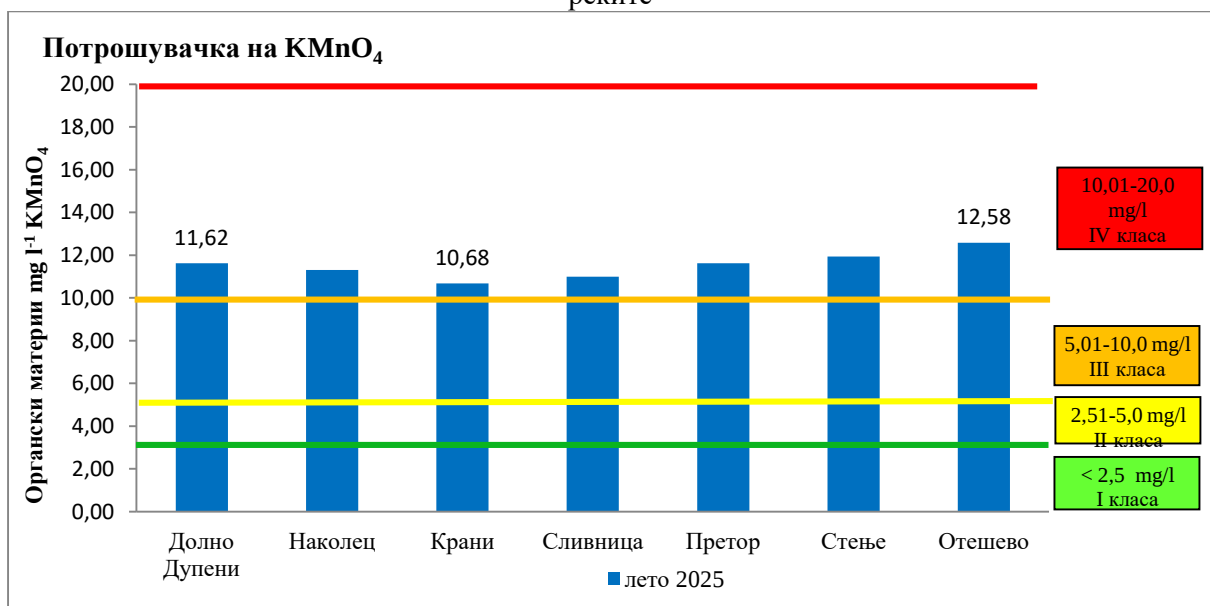
Содржината на **растворените биоразградливи органски материи** во водата се претставени како потрошувачка на KMnO_4 потребен за оксидација на органските материи присутни во водниот екосистем. Вредностите за овој параметар во истражуваните локалитети се претставени графички на: слика 4 во примероците 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 ($39,74 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$), 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 $10,68 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ кај Крани до $12,58 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ 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 IV класа. Во вертикалниот профил кај Казан максималната вредност за органските биоразградливи материи е евидентирана во површинската проба и изнесува $13,55 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$. Во вертикалните профили квалитетот на водата е од IV класа.

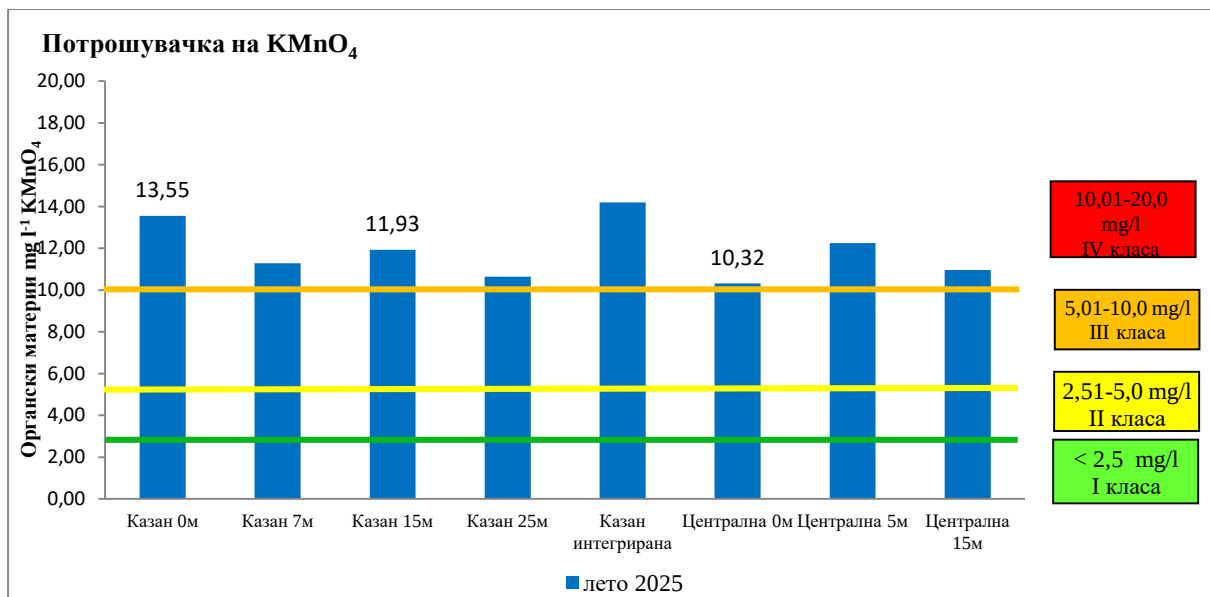
Вака добиените вредности укажуваат на силно антропогено влијание посебно врз реките, кое се одразува и во литоралната зона на Преспанското Езеро (посебно во близина на речните устија), што доведува до интензивно органско оптеретување во истражуваните мерни места. Ваквата состојба во голема мера се одразува 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



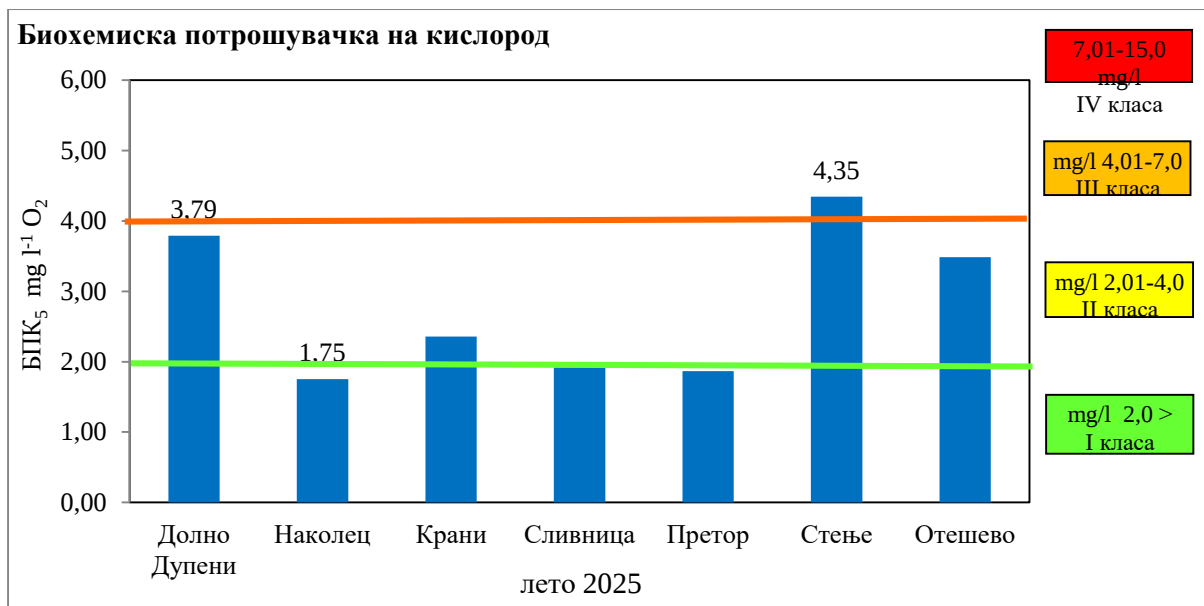
Слика 6. Вредности за органските материи како перманганатна потрошувачка во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

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.

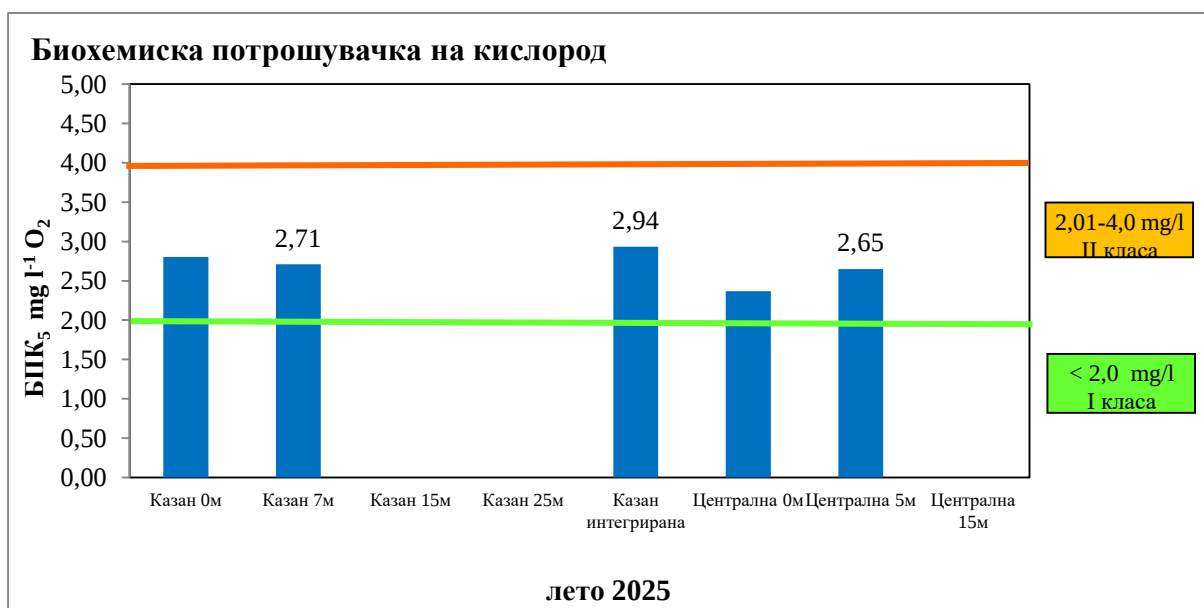
Табела 5. Вредности за биохемиска потрошувачка на кислород во реките, лето 2025

ЛОКАЛИТЕТ ПАРАМЕТАР	Голема Река Избишта	Голема Река бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река
Биохемиска потрошувачка на кислород ($\text{BPK}_5 \text{ mg l}^{-1} \text{O}_2$)	2,069	Н.д	1,390	0,748

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 ($1,390 \text{ mg l}^{-1} \text{O}_2$) и Брајчинска ($0,748 \text{ mg l}^{-1} \text{O}_2$), 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 15 и 25 метри длабочина, како и во Централна точка на 15 метри длабочина. Значително високи вредности за овој параметар се евидентирани и во литоралната зона кај локалитетот Долно Дупени ($3,79 \text{ mg l}^{-1} \text{O}_2$) и Стење ($4,35 \text{ mg l}^{-1} \text{O}_2$) каде водата укажува на квалитет од III класа. Останатите локалитети од литоралната

зона укажуваат на квалитет на вода од II класа, како и останатите вредности за површинската вода и 7 метри (Казан) и 5 метри (Централна точка) од вертикалните профили каде квалитетот на водата е во 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 (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 $10 \mu\text{g l}^{-1} \text{NO}_2\text{-N}$. Присуството на амонијачниот азот за време на летната сезона е забележан во сите истражувани локалитети, со исклучок на Голема Река Избиште и површинските примероци од вертикалните профили кај Казан и Централна точка. Екстремно висока вредност за амонијачниот азот е забележана во Голема Река кај бензинска пумпа ($4670,76 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$), 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 ($138,58 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$ на 25 метри длабочина) и Централна точка ($57,31 \mu\text{g l}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$ на 5 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 Избиште	Голема Река бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река
$\text{N-NO}_2 (\mu\text{g l}^{-1})$	1,483	6,725	2,985	2,199
$\text{N-NO}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	142,47	29,819	111,7	9,576
$\text{TN}_{\text{Kjeldahl}} (\mu\text{g l}^{-1})$	227,73	130,63	236,18	257,71
$\text{N-NH}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	Н.д	4670,76	21,271	4,908

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	1.529	0.713	0.713	19.975	0.812	0.377
$\text{N-NO}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	16,397	16.405	15.417	18.536	16.106	12,811	19,219
$\text{TN}_{\text{Kjeldahl}} (\mu\text{g l}^{-1})$	696,82	595,02	762,32	505,84	2390,32	407,3	101,03
$\text{N-NH}_3 (\mu\text{g l}^{-1})$	5.615	6.299	7.684	5.259	7.808	11.276	18.995

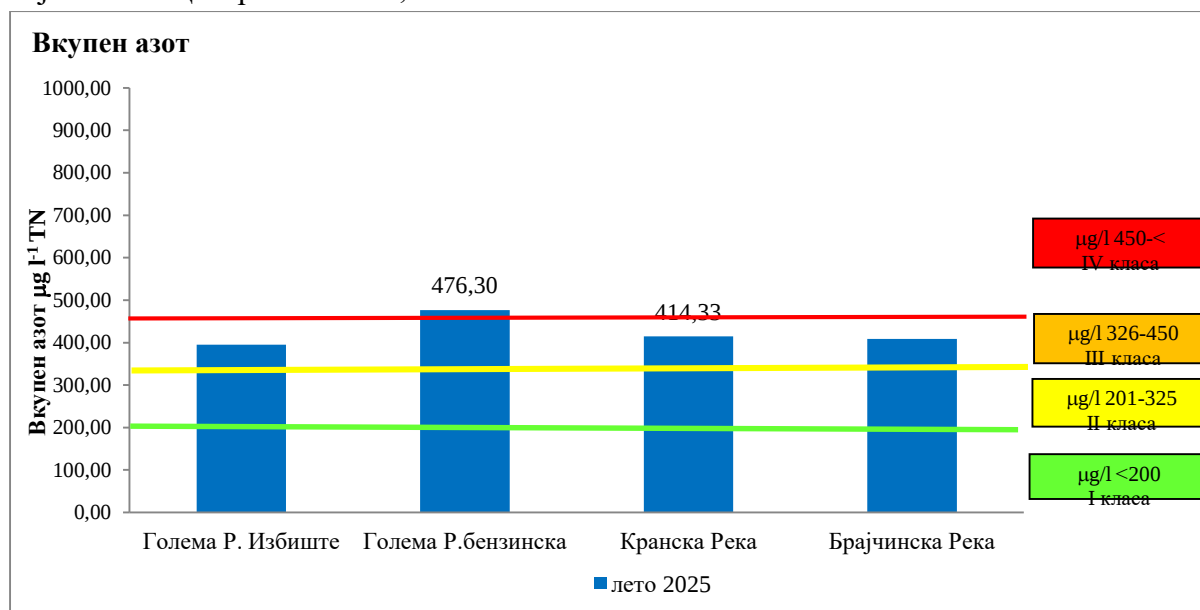
Табела 7. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

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)	457,37	669,78	1132,56	505,55	615,89
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	Н.д	59,023	72,703	138,58	38,921

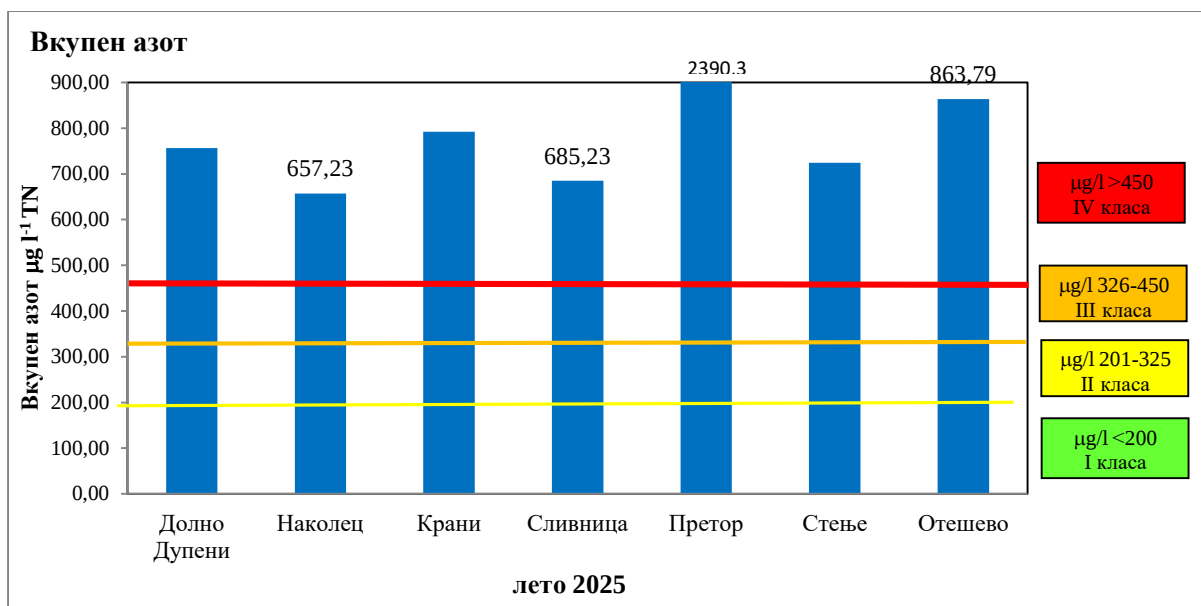
Табела 8. Вредности за концентрацијата на азотните форми (нитритен, нитратен, амонијачен и азот по Kjeldahl) во примероците од вертикалниот профил на Преспанското Езеро

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)	662,09	824,65	701,44
N-NH ₃ (µg l ⁻¹)	Н.д	57,31	19.38

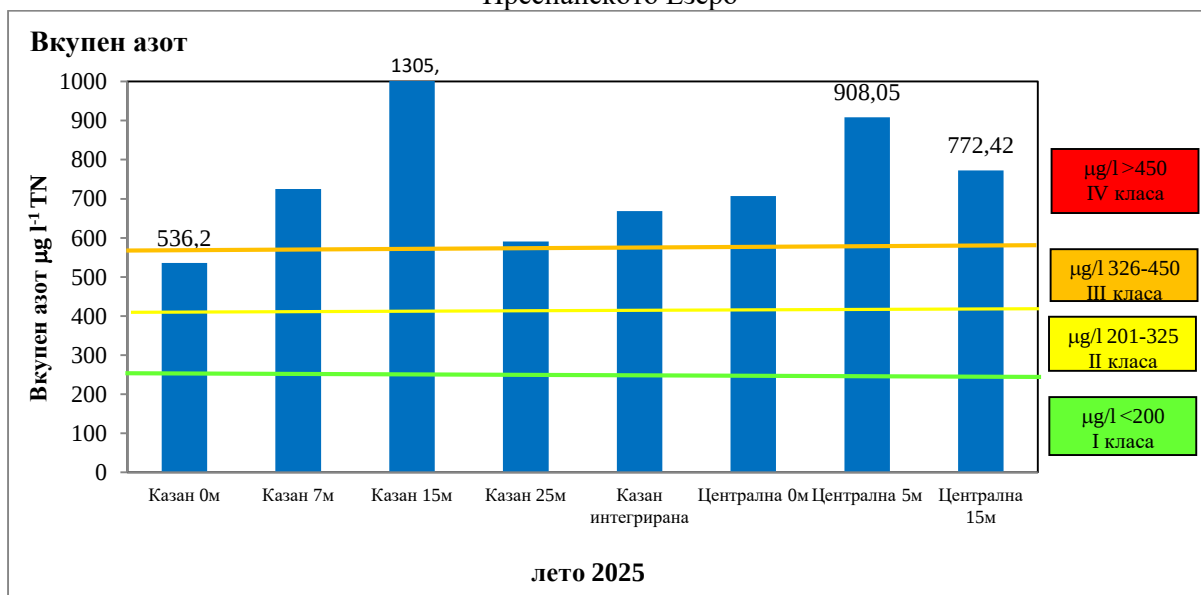
Добиените вредности за концентрациите на вкупен азот (претставен како збир на органските и неорганските азотни форми), во истражуваните Реки, се претставени графички на слика 9, за литоралната зона на слика 10, додека за вертикалните профили кај Казан и Централна точка, на слика 11.



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

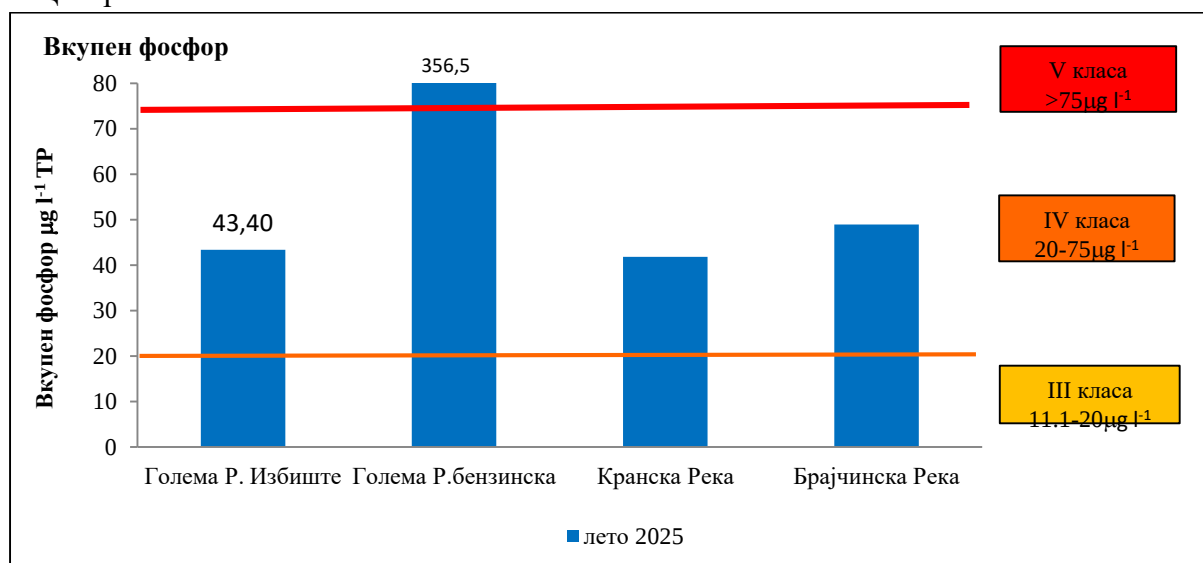


Слика 11. Вредности за концентрација на вкупен азот во примероците од вертикалните профили кај локалитетите Казан и Централна точка

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 литоралот Претор (2390,3 µg l⁻¹ TN), Казан 15 метри длабочина (1305,47 µg l⁻¹ TN) и Централна точка 5 метри длабочина 9908,5 µg l⁻¹ 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 III до IV класа.

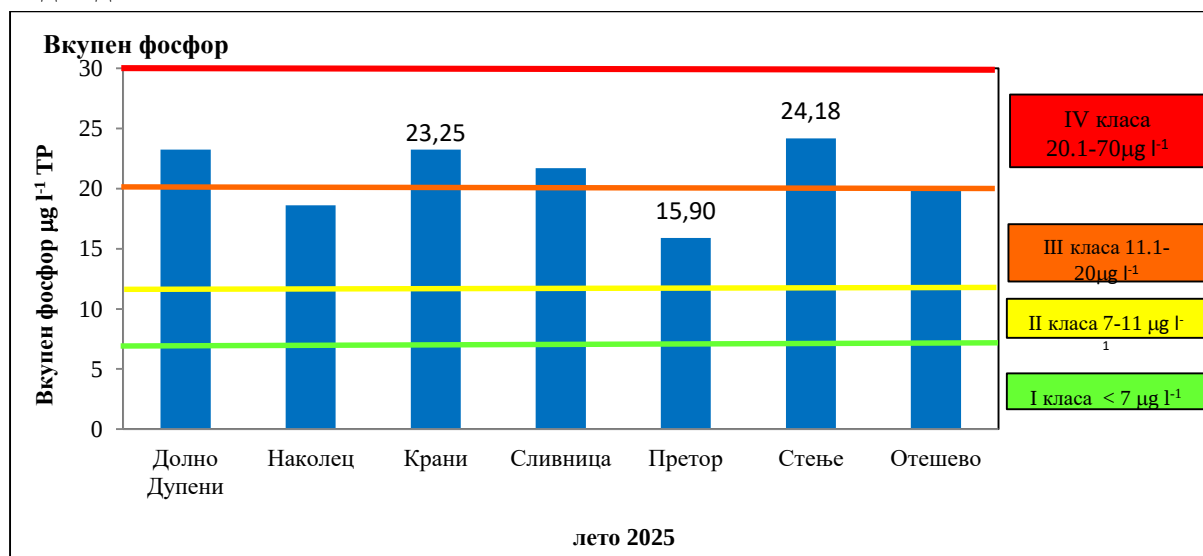
Добиените вредности за концентрациите на вкупен фосфор се претставени графички на сликите: Сл.12 за примероците колекционирани од реките, Сл.13 за

примероците од литоралната зона на езерото и Сл.14 за вертикалните профили кај Казан и Централна точка.

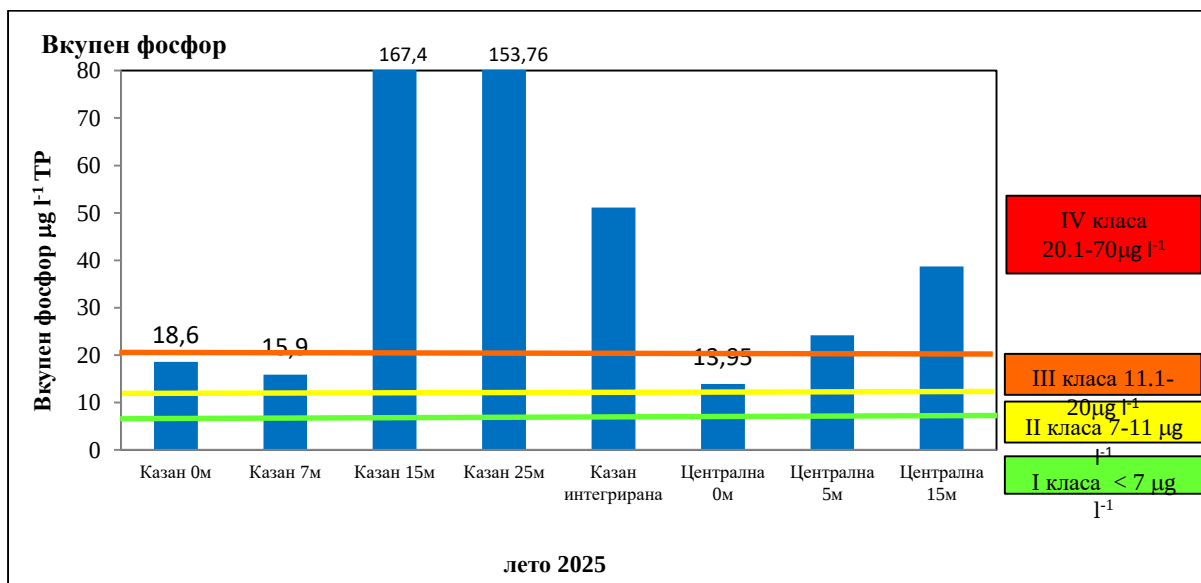


Слика 12. Концентрации на вкупен фосфор во реките
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

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 (356,5 $\mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$) што укажува на квалитет на вода од V класа врз основа на Уредбата за класификација на водите. Во Голема Река кај Избиште, Брајчинска и Кранска Река и квалитетот на водата припаѓа во IV класа. Максималната вредност во примероците од литоралната зона на Преспанското Езеро е евидентирана во локалитетот Стење (24,18 $\mu\text{g l}^{-1} \text{ TP}$). 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. Во литоралите Наколец и Претор имаме квалитет на вода од III класа

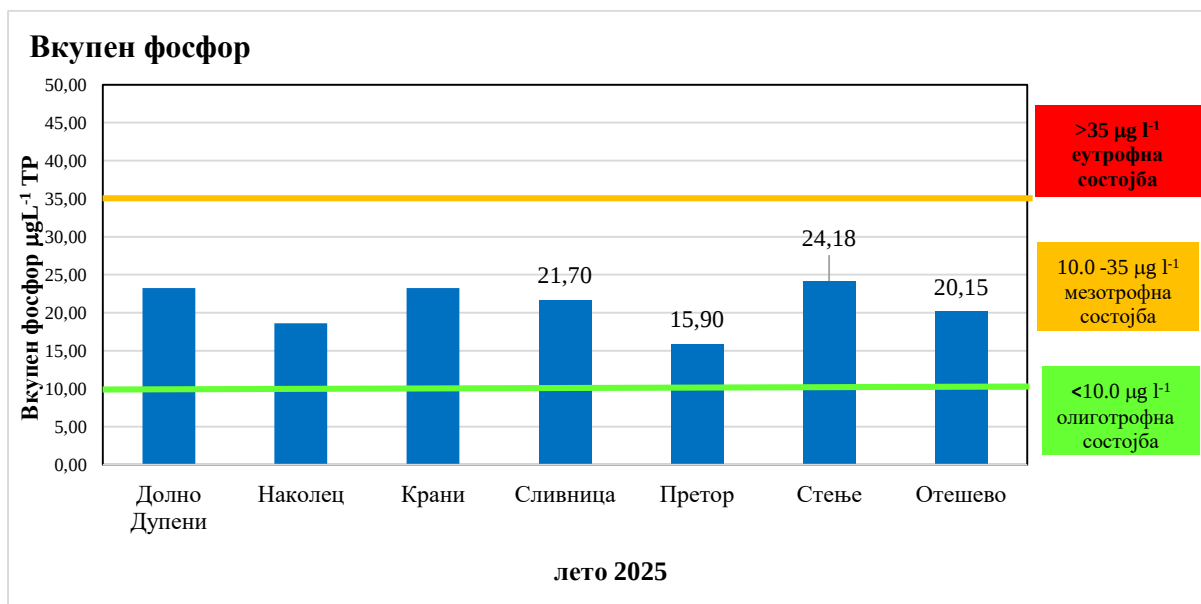


Слика 13. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро
(Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99))

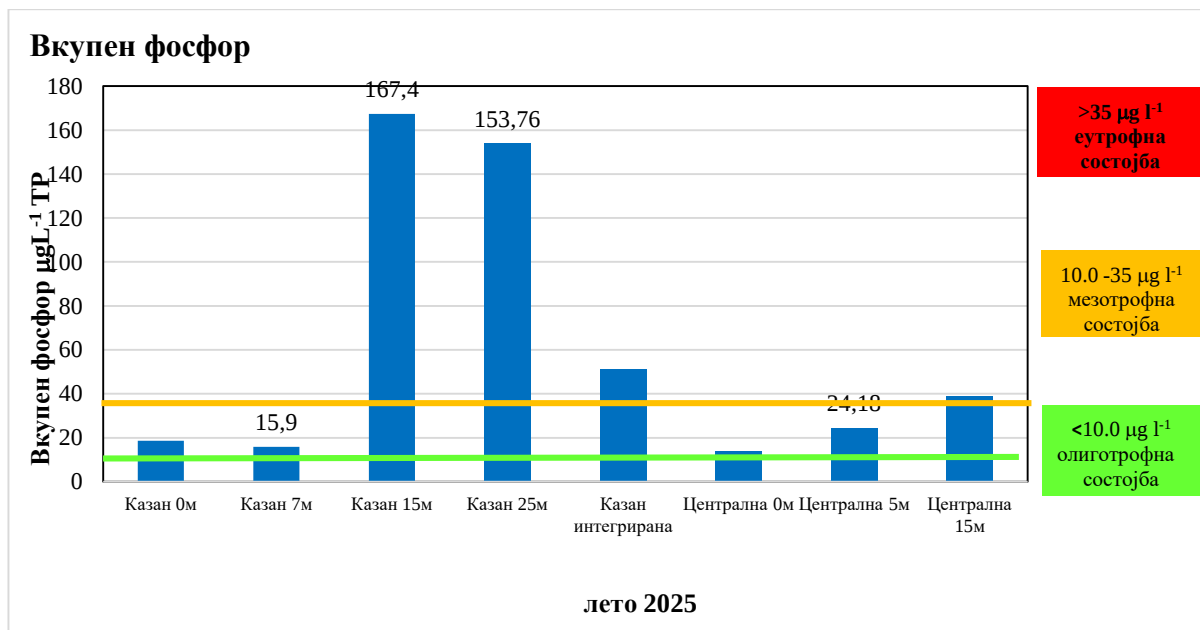


Слика 14. Концентрации на вкупен фосфор во примероците од вертикалните профили на Преспанското Езеро – Казан и Централна точка (Уредба за категоризација на водите (Сл. весник на РМ бр. 18/99)

Вредностите за вкупен фосфор во примероците од вертикалниот профил кај Казан и Централна точка, според Уредбата за класификација на водите припаѓаат генерално во III и IV класа, односно укажуваат на мезотрофно-еутрофен карактер (Сл.16). Исклучок од ваквата состојба се вредностите добиени за подлабоките слоеви Казан 15 метри (167,4 µg l⁻¹ TP), Казан 25 метри (153,76 µg l⁻¹ TP) каде имаме квалитет на вода од V класа односно еутрофен карактер.



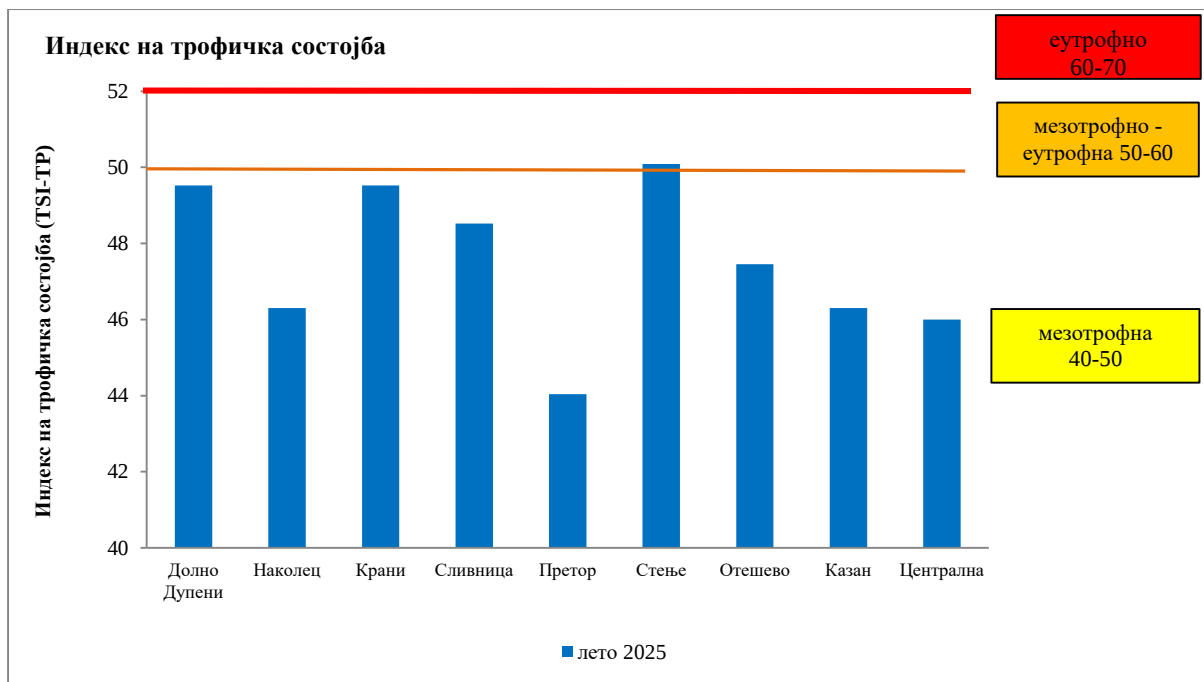
Слика 15. Концентрации на вкупен фосфор во литоралната зона на Преспанското Езеро (ОЕЦД класификација, 1982)



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 акватични 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 подрачје

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, 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 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

Есенска кампања 2024

Изготвил: Д-р. Ленче Локооска
Одделение за микробиологија

Во есен 2024 година колекционирани се мостри вода за микробиолошки анализи од Преспанско Езеро и неговите притоки, од следните локалитети:

- По течението на реките
 - Голема Река – бензинска и кај брана
 - Голема Река – кај Избишта
 - Кранска и
 - Брајчинска Река како и од
- 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 и тоа од површинскиот слој на вода (0,5м), 5м и 15 метри длабочина 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 табели.

Сапрофитните (хетеротрофните, органотрофните) бактерии 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 22⁰C), односно тие се показатели за органското загадување на водата.

Табела 1. Резултатите од микробиолошките истражувања на водата од притоците на Преспанското Езеро

Параметри	Локалитети				
	Голема Р. Избишта	Голема Река бензинска	Голема Река брана	Кранска Река	Брајчинска Река
Колиформни бакт./100 ml	39700	345500	27100	126700	23700
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	5800	223000	3400	38500	2900
ентерококи бакт./100 ml	9400	79000	8700	13200	6200
хетеротрофни - 22 ⁰ C бакт./ml	395200	1282000	351200	169400	122300
Протеолитички бакт./ml	4900	32000	2800	6100	2200
Амилолитички бакт./ml	11800	37000	5900	6700	3100
Липолитички бакт./ml	5400	27000	5200	3400	2600
Фосфоминерализаторни бакт./ml	2240	23000	1990	2170	1420

Добиените резултати за присуството и бројноста на хетеротрофните бактерии во испитуваните примероци на вода од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки покажуваат голема просторна варијабилност (Таб. 1-3).

Во овој период од истражувањата (есен) хетеротрофите се многу повеќе застапени во водата од притоците, во споредба со Езерото, а најголемата бројност е евидентирана во Голема Река кај бензинска (1282000 бакт./ml), а најмалата во Брајчинска Река (122300 бакт./ml) .

Во табела 2 се прикажани вредностите за хетеротрофните бактерии во водата од крајбрежните локалитети на Езерото (литорал). Од табелата може да се забележи дека максимумот од 5090 бакт./ml е регистриран кај Отешево, минимумот е кај Крани (180 бакт./ml).

Хетеротрофните бактерии се релативно помалку застапени во водата од вертикален профил на Преспанско Езеро, иако вредностите надминуваат 1000 бакт./ml кај централна точка на сите длабочини. Во контактната вода (во непосредна близина на седиментот се регистрирани повисоки вредности, а максимумот од 1240 бакт./ml (Ц₁₅) .

Табела 2. Резултатите од микробиолошките истражувања на водата од литоралната зона на Преспанското Езеро

Параметри	Локалитети						
	Претор	Сливн.	Крани	Наколец	Д.Д	Отешево	Стење
Колиформни бакт./100 ml	1071	859	997	868	439	1626	544

<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	39	11	13	12	7	58	8
ентерококи бакт./100 ml	56	29	5	38	9	78	52
хетеротрофни - 22°C bact./ml	970	250	180	440	1250	5090	1080
Протеолитички bact./ml	290	150	90	100	240	190	150
Амилолитички bact./ml	130	110	70	70	210	150	120
Липолитички bact./ml	140	30	20	10	20	238	74
Фосфоминерализа- торни bact./ml	450	110	50	70	190	106	174

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 табелите 1, 2 и 3 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 водата од сите истражувани локалитети, а 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 1626 бакт./100ml е кај Отешево.

Според застапеноста на вкупните колиформни бактерии и Уредбата за категоризација на водите (Сл. Весник на Р. М. бр. 18/99), квалитетот на водата од притоците е лош, односно е V класа. Водата од сите мерните места во литоралот на Езерото, како и водата од Езерото кај Казан и централна точка (на сите длабочини) е во IV класа.

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

Евидентирано е присуство на индикаторот за свежо фекално загадување, *Escherichia coli* во водата од сите притоки на Езерото, со максимуми во Голема Река кај бензинска (223000 бакт./100 ml), а минимум во Брајчинска Река (2900 бакт./100 ml).

Табела 3 Резултати од микробиолошки истражувања во пелагијалот на Преспанското Езеро (кај Казан и централна точка)

Параметри	Локалитети						
	К 1м	К 7	К 15	К 25м	Ц 1м	Ц 5	Ц 15
Колиформни бакт./100 ml	525	680	500	541	615	505	529
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	11	8	6	5	19	17	15
ентерококи бакт./100 ml	107	356	196	272	136	47	87
хетеротрофни - 22°C bact./ml	960	870	940	980	1190	1170	1240
Протеолитички	50	70	160	270	80	120	130

bact./ml							
Амилолитички bact./ml	40	60	90	130	30	60	110
Липолитички bact./ml	92	74	118	152	78	82	58
Фосфоминерализа- торни bact./ml	52	56	74	118	58	82	98

Во овој истражуван период, е регистрирано присуство на *E. coli* во водата од Преспанското Езеро, така и кај Казан и централна точка.

При максималната бројност на *Escherichia coli* во водата од реките, посебно кај Голема Река се евидентирани и максимумите за ентерококи. Ентерококите (фекални стрептококи) се присутни и во водата од крајбрежните локалитети на Езерото, како и кај Казан и централна точка на сите длабочини.

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 бактерии). Класификацијата за микробиолошкото загадување се базира на стандардни параметри и е синтеза - модификација според Kavka (1975), Kavka&Poetsch(2002) и EU-Bathing Water Quality Directive 2006/7/EC и директивата 76/160 EEC.

Класификацијата на водата од 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 – пролет 2024 година е следна:

Фекално загадување – класификација

- според вкупните колиформни бактерии
 - Голема Река кај бензинска и Кранска Река се IV класа, а Голема Река кај Избишта и кај брана и Брајчинска се III класа;
 - Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети на Преспанското Езеро е во II класа;
- според ентерококите
 - Голема Река кај бензинска е V класа, Голема Река кај Избишта, Голема кај брана, Кранска Рекасе и Брајчинска Река се III класа;
 - Квалитетот на водата од крајбрежните локалитети на Преспанското Езеро кај е во I класа, освен кај Претор, Отешево и Стење каде е II класа;
 - Водата од сите мерните места на вертикалните профили од Езерото кај Казан и централна точка (на сите длабочини) е во II класа.
- според присуството на *E. coli*
 - Голема Река кај бензинска е V класа, Кранска Река е IV класа, а Голема Река кај Избишта, Голема кај брана и Брајчинска Река се III класа;
 - Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети на Преспанското Езеро е во I класа;

Органско загадување – класификација

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

- Голема Река кај бензинска е максимално органски загадена (V класа), додека водата на Голема Река кај Избиште, кај Брана, како и Кранска и Брајчинска Река се во IV класа;
- Квалитетот на водата од литоралот на Преспанското Езеро е во I класа, кај Сливница, Крани и Наколец, додека кај Претор Долно Дупени, Отешево и Стење е II класа,
- Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети од пелагијалот на Преспанското Езеро (вертикални профили кај Казан и централна точка) е во II 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.

Заклучоци

Според резултатите од микробиолошките истражува водата од Голема Река кај бензинска е со најлош квалитет, максимално фекално и органски загадена. Голема Река кај Избиште, кај брана и Кранска и Брајчинска Река се во III и IV класа.

Водата од истражуваните локалитети на крајбрежниот дел од Езерото, како и водата од пелагијалот (кај Казан и Централна точка) на сите мерени длабочини е органски и фекално загадена (претежно 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 голема варијабилност на вредностите во зависност од 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 на седимент

Во месец ноември 2024 година колекционирани се мостри на седимент за микробиолошки анализи од Преспанско Езеро од следните локалитети:

- Од крајбрежниот дел на Преспанско Езеро и тоа локалитетите:
 - Претор одморалиште,
 - Сливница
 - Крани (кај вливот на Кранска Река во Езеро),
 - Наколец - пред вливот на Брајчинска Река во Езеро
 - Долно Дупени
 - Отешево одморалиште
 - Стење и

- Од централна точка на 15 метри длабочина

Микробиолошките анализи на седиментот ги опфатија следните параметри: вкупен број на колиформни бактерии, *Escherichia coli*, сулфид редуцирачки клостридии (*Clostridium perfringens*), хетеротрофни бактерии определувани на температура од 22°C (психрофили) и фосфоминерализаторни бактерии. Изведените анализи се според светски познати и признати научни методи и стандарди.

Резултатите добиени од микробиолошките истражувања на седиментот од Преспанското Езеро се претставени во табела. Од табелата може да се забележи дека во сите примероци на седимент е регистрирано присуство на индикатори за фекално загадување и индикатори за органско загадување, со голема варијабилност на вредностите.

Табела 1. Резултати од микробиолошки истражувања на седиментот од локалитети во литоралот и од централна точка на Преспанско Езеро

Параметри	Локалитети							
	Претор	Сливн.	Крани	Наколец	Д.Д	Отешево	Стење	Цент. Т
Колиформни бакт./100 g	35000	8600	2500	166000	1800	363500	65000	80000
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 g	2000	2800	400	17000	200	14500	500	1000
<i>Cl.perfringens</i> бакт./100 g	19000	2500	1500	4500	3500	4500	7000	9000
хетеротрофи bact./g	297000	224000	194000	342000	122000	169000	398000	48000
Фосфоминерализатори bact./g	7400	21600	2900	11600	2400	4900	6800	4200

Хетеротрофните (сапрофитни, органотрофни) бактерии 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 акватичните екосистеми.

Добиените резултати за присуството и бројноста на хетеротрофните бактерии во испитуваните примероци на седимент од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро покажуваат голема просторна варијабилност. Најмалата вредност од 48000 бактерии во еден грам седимент е регистрирана кај централна точка на 15 метри длабочина. Во останатите локалитети вредностите надминуваат 100 000, а максимумот е кај Стење (398 000 bact./g).

Во чистите извори, потоци, реки, езера, нема колиформни бактерии кои доаѓаат со комуналните води, односно фекалните отпадни води. Колиформните бактерии се наоѓаат во цревата кај 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.

Покрај органското, евидентно е и фекалното загадување на седиментот од Преспанското Езеро. Вкупен број на колиформни бактерии е евидентиран во сите истражувани локалитети со релативно високи и варијабилни вредности. Овие бактерии најмногу се присутни кај Отешево (363500 бакт./100 g).

Индикаторот за свежо фекално загадување, *Escherichia coli* исто така е регистриран во седиментот од сите истражувани локалитети на Езерото, со максимална бројност кај Наколец (17000 бакт./100 g).

Clostridium perfringens (сулфид редуцирачки клостридии) е индикатор за старо фекално загадување. Неговото присуство е евидентирано во седиментот од сите истражувани локалитети на Езерото, со максимална бројност кај Претор (19000 бакт./100 g). Релативно висока вредност е регистрирана и во седиментот кај централна точка, на 15 метри длабочина.

Фосфоминерализаторните бактерии, минерализатори на сложените органски материи што содржат фосфор во сврзана состојба, до фосфати достапни за процесите на примарната продукција, се присутни во седиментот од сите истражувани локалитети, со голема просторна варијабилност на вредностите. Од табелата може да се забележи дека најниска вредност е регистрирана кај Долно Дупени (2400), а највисока кај Сливница (21 600 бакт./g).

Присуството на фосфоминерализаторните бактерии во акватичните екосистеми а е во тесна зависност од степенот на загадување и содржината на фосфорни соединенија во водата и седиментот.

Врз бројноста на овие бактерии во голема мера влијаат и околните аграрни површини, како и канализационите отпадни води.

Резултатите од микробиолошките истражувања на седиментот од крајбрежјето на Преспанското Езеро покажуваат дека во него се евидентирани сите истражувани групи на бактерии и тоа со многу поголеми вредности во споредба со оние добиени од анализите на водата. Варијабилноста на вредностите по локалитети е во зависност од антропогеното влијание (загадување на водата и седиментот од населбите во крајбрежјето како и од притоците). Исто така и при бранувањето доаѓа до испирање на почвата од самото крајбрежје кое е богато со органски материи и бактерии. Со процесот на седиментација не се случува целосна декомпозиција на органските материи со што доаѓа до нивно исталожување на дното. Ваквата состојба на поголема бројност на бактерии во седиментот отколку во водата е нормална појава во акватичните екосистеми. Исто така многу е важно за каков тип на седимент се работи. Во овој случај со Езерото, седиментот што е колекциониран е претежно милест, односно богат со органски материи и бактерии. Кај седименти со песоклива и каменеста структура има помал број на бактерии.

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 кај бензинска. Сите овие бактерии за цело време од истражувањата се евидентирани и во водата од Преспанското Езеро, но со релативно помали вредности. Има голема варијабилност на вредностите по локалитети, а евидентна е доминација на амилолитички бактерии во водата кај Крани.

Заклучок

Според резултатите од микробиолошките истражувања водата од Голема Река кај бензинска е со најлош квалитет, максимално фекално и органски загадена. Голема Река кај Избиште, кај брана и Кранска се со нешто подобар квалитет, а водата од Брајчинска Река, во споредба со нив е најдобра.

Водата од истражуваните локалитети на крајбрежниот дел од Езерото, како и водата од пелагијалот (кај Казан и Централна точка) на сите мерени длабочини е органски и фекално загадена.

Евидентно е дека реките се фекално и органско загадени и имаат влијание врз деловите од литоралот каде што се вливаат. Има голема варијабилност на вредностите во зависност од 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.

Зимска кампања 2025

Изготвил: Д-р. Ленче Локоска
Одделение за микробиологија

Во зима 2025 година колекционирани се мостри вода за микробиолошки анализи од Преспанско Езеро и неговите притоки, од следните локалитети:

- По течението на реките
 - Голема Река – бензинска
 - Голема Река – кај Избишта
 - Кранска и
 - Брајчинска Река како и од
- 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 и тоа од површинскиот слој на вода (0,5м), 5м и 15 метри длабочина 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, 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 табели.

Сапрофитните (хетеротрофните, органотрофните) бактерии 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.

Табела 1. Резултатите од микробиолошките истражувања на водата од притоците на Преспанското Езеро

Параметри	Локалитети				
	Голема Р. Избишта	Голема Река бензинска	Голема Река брана	Кранска Река	Брајчинска Река
Колиформни бакт./100 ml	5200	422000	12100	22500	4900
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	2300	213000	6800	13600	200
ентерококи бакт./100 ml	400	34000	1650	600	300
хетеротрофни - 22°C bact./ml	19700	1194000	26400	12400	11600
Протеолитички bact./ml	1200	27000	3100	800	700
Амилитички bact./ml	700	14000	1800	400	300
Липолитички bact./ml	700	36900	1100	600	300
Фосфоминерализаторни bact./ml	430	42000	970	360	140

Добиените резултати за присуството и бројноста на хетеротрофните бактерии во испитуваните примероци на вода од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки покажуваат голема просторна варијабилност (Таб. 1-3).

Во овој период од истражувањата (зима) хетеротрофите се многу повеќе застапени во водата од притоците, во споредба со Езерото, а најголемата бројност е евидентирана во Голема Река кај бензинска (1194000 bact./ml), а најмалата во Брајчинска Река (11600 bact./ml).

Во табела 2 се прикажани вредностите за хетеротрофните бактерии во водата од крајбрежните локалитети на Езерото (литорал). Од табелата може да се забележи дека релативно високи вредности (над 100 000 бактерии во 1 милилитар вода) се евидентирани кај Претор и Крани. Минимумот е регистриран кај Оташево (1560 бакт./ml).

Хетеротрофните бактерии се релативно помалку застапени во водата од вертикален профил на Преспанско Езеро. Вредностите надминуваат 1000 бакт./ml кај Казан и централна точка при максималните длабочини (25 и 15 метри), во контактната вода (во непосредна близина на седиментот).

Табела 2. Резултатите од микробиолошките истражувања на водата од Крајбрежни локалитети (литорал) на Преспанското Езеро

Параметри	Локалитети						
	Претор	Сливн.	Крани	Наколец	Д.Д	Отешево	Стење
Колиформни бакт./100 ml	5500	650	4000	200	700	105	156
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	300	100	100	0	0	4	6
ентерококи бакт./100 ml	8	9	3	3	4	18	20
хетеротрофни 22°C бакт./ml	101880	18560	172160	2080	5370	1560	1990
Протеолитички бакт./ml	2980	1970	4230	270	530	390	260
Амилитички бакт./ml	3870	2860	6070	940	1380	350	230
Липолитички бакт./ml	312	114	418	26	196	78	96
Фосфоминерализаторни бакт./ml	584	58	296	38	144	136	294

Во чистите извори, потоци, реки, езера, нема колиформни бактерии кои доаѓаат со комуналните води, односно фекалните отпадни води. Колиформните бактерии се наоѓаат во цревата кај 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 табелите 1, 2 и 3 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 водата од сите истражувани локалитети, а 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. Кај Претор и Крани се регистрирани релативно повисоки вредности (5500 и 4000 бакт./100ml).

Според застапеноста на вкупните колиформни бактерии и Уредбата за категоризација на водите (Сл. Весник на Р. М. бр. 18/99), квалитетот на водата од притоците е лош, сите примероци се во V класа, освен од Брајчинска Река која е во IV класа. Водата од литоралот на Езерото кај Претор е V класа, кај Сливница, Крани и Долно Дупени е во IV класа, а кај Наколец, Отешево и Стење е во III класа. Водата од Езерото кај Казан и централна точка (на сите длабочини) е во II класа.

Присуство на индикаторот за свежо фекално загадување, *Escherichia coli* е евидентирано во водата од сите притоки на Езерото, со максимум во Голема Река кај бензинска (223000), а минимум во Брајчинска Река (2900 бакт./100 ml).

Во овој истражуван период, е регистрирано присуство на *E. coli* и во водата од Преспанското Езеро. Во водата од крајбрежните локалитети, ја нема само кај Наколец и кај Долно Дупенитака, кај Казан е регистрирана само во површинската вода, а кај централна точка ја има во водата од сите длабочини.

Табела 3 Резултати од микробиолошки истражувања во пелагијалот на Преспанското Езеро (кај Казан и централна точка)

Параметри	Локалитети						
	К 1м	К 7	К 15	К 25м	Ц 1м	Ц 5	Ц 15
Колиформни бакт./100 ml	18	14	17	26	18	20	24
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	1	0	0	0	1	1	3
ентерококи бакт./100 ml	6	14	21	29	18	27	32
хетеротрофни 22°C бакт./ml	230	570	940	1490	630	980	1320
Протеолитички бакт./ml	60	70	160	270	70	120	180
Амилолитички бакт./ml	50	60	120	210	60	100	760
Липолитички бакт./ml	12	8	152	126	22	4	26
Фосфоминерализаторни бакт./ml	18	24	58	92	46	26	74

При максималната бројност на *Escherichia coli* во водата од реките, посебно кај Голема Река се евидентирани и максимумите за ентерококи. Ентерококите (фекални стрептококи) се присутни и во водата од крајбрежните локалитети на Езерото, како и кај Казан и централна точка на сите длабочини.

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 бактерии). Класификацијата за микробиолошкото загадување се базира на стандарни параметри и е синтеза - модификација според Kavka (1975), Kavka&Poetch(2002) и EU-Bathing Water Quality Directive 2006/7/EC и директивата 76/160 EEC.

Класификацијата на водата од 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 – зима 2025 та година е следна:

Фекално загадување – класификација

- според вкупните колиформни бактерии
 - Голема Река кај бензинска е IV класа, Голема Река кај брана и Кранска Река се во III класа, Голема Река кај Избишта и Брајчинска Река се II класа;
 - Квалитетот на водата од крајбрежните локалитети на Преспанското Езеро претежно е во II класа, освен кај Наколец, Отешево и Стење каде е во I класа,
 - кај Казан и централна точка е во I класа на сите длабочини;
- според ентерококите
 - Голема Река кај бензинска е IV класа, Голема Река кај Избишта, Голема кај брана и Кранска Река се III класа, а Брајчинска Река е II класа;
 - Квалитетот на водата од крајбрежните локалитети на езерото е во I класа;

- Водата од сите мерните места на вертикалните профили од Езерото кај Казан и централна точка (на сите длабочини) е во I класа.
- според присуството на *E. coli*
- Голема Река кај бензинска е V класа, Кранска Река е IV, Голема Река кај Избишта и Голема кај брана се III класа, а Брајчинска Река се II класа;
- Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети на Преспанското Езеро е во I класа, освен кај Претор, Сливница и Крани (II класа);

Органско загадување – класификација

- според број на хетеротрофни бактерии (број на бактерии на 22 °C)
- Голема Река кај бензинска е максимално органски загадена (V класа), додека водата на Голема Река кај Избиште, кај Брана, Кранска и Брајчинска Река се во III класа;
- Квалитетот на водата од крајбрежните локалитети на Преспанското Езеро претежно е во II класа, освен кај Претор и Крани каде е во IV класа;
- Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети од пелагијалот на Преспанското Езеро (вертикални профили кај Казан и централна точка) е во II класа, освен површинската вода кај Казан која е во I класа;

Останатите истражувани бактерии (еколошките параметри) како што се протеолитички, амилитички, 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.

Заклучоци

Според резултатите од микробиолошките истражува водата од Голема Река кај бензинска е со најлош квалитет, максимално фекално и органски загадена. Голема Река кај Избиште, кај брана и Кранска и Брајчинска Река се во III и IV класа. Со нешто подобар квалитет е водата од Брајчинска Река.

- Водата од истражуваните локалитети на крајбрежниот дел од Езерото, како и водата од пелагијалот (кај Казан и Централна точка) на сите мерени длабочини е органски и фекално загадена (претежно е во II класа), поголемо органско загадување е евидентирано кај Претор и Крани каде е во IV класа;

Евидентно е дека реките се фекално и органско загадени и имаат влијание врз деловите од литоралот каде што се вливаат. Има голема варијабилност на вредностите во зависност од 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 амилитичките 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

Пролетна кампања 2025

Изготвил: Д-р. Ленче Локооска
Одделение за микробиологија

Во пролет 2025 година колекционирани се мостри вода за микробиолошки анализи од Преспанско Езеро и неговите притоки, од следните локалитети:

- По течението на реките
 - Голема Река – бензинска
 - Голема Река – кај Избишта
 - Кранска и
 - Брајчинска Река како и од
- 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 и тоа од површинскиот слој на вода (0,5м), 5м и 15 метри длабочина 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, 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 табели.

Табела 1. Резултатите од микробиолошките истражувања на водата од притоците на Преспанското Езеро

Параметри	Локалитети				
	Голема Р. Избишта	Голема Река бензинска	Голема Река брана	Кранска Река	Брајчинска Река
Колиформни бакт./100 ml	5000	224500	15100	8900	5200
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	4200	91500	7900	4800	3900
ентерококи бакт./100 ml	1300	26000	5300	4700	1800
хетеротрофни - 22°C бакт./ml	17900	798000	48900	21900	8400
Протеолитички бакт./ml	1800	57000	5900	4200	3400
Амилолитички бакт./ml	1300	59000	6100	5300	2600
Липолитички бакт./ml	650	119000	6800	1740	560
Фосфоминерализаторни бакт./ml	570	47000	3130	1240	960

Табела 2. Резултатите од микробиолошките истражувања на водата од Крајбрежни локалитети (литорал) на Преспанското Езеро

Параметри	Локалитети						
	Претор	Сливн.	Крани	Наколец	Д.Д	Отешево	Стење
Колиформни бакт./100 ml	878	266	3759	575	574	1212	3800
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	114	30	104	56	113	26	12
ентерококи бакт./100 ml	132	34	6	12	6	6	16
хетеротрофни - 22°C бакт./ml	1380	890	1480	680	7950	12180	5180
Протеолитички бакт./ml	140	370	830	390	260	680	950
Амилолитички бакт./ml	130	120	1080	160	210	650	840
Липолитички бакт./ml	72	38	66	60	70	70	260
Фосфоминерализаторни бакт./ml	218	50	92	76	188	350	370

Сапрофитните (хетеротрофните, органотрофните) бактерии 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.

Добиените резултати за присуството и бројноста на хетеротрофните бактерии во испитуваните примероци на вода од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки покажуваат голема просторна варијабилност (Таб. 1-3).

Во овој период од истражувањата (зима) хетеротрофите се многу повеќе застапени во водата од притоците, во споредба со Езерото, а најголемата бројност е евидентирана во Голема Река кај бензинска (798000 bact./ml), а најмалата во Брајчинска Река (8400 bact./ml) .

Во табела 2 се прикажани вредностите за хетеротрофните бактерии во водата од крајбрежните локалитети на Езерото (литорал). Од табелата може да се забележи дека релативно висока вредности (над 10 000 бактерии во 1 милилитар вода) е евидентирани кај Отешево. Крани. Минимумот е регистриран кај Наколец (680 бакт./ml).

Хетеротрофните бактерии се релативно помалку застапени во водата од вертикален профил на Преспанско Езеро

Табела 3 Резултати од микробиолошки истражувања во пелагијалот на Преспанското Езеро (кај Казан и централна точка)

Параметри	Локалитети						
	К 1м	К 7	К 15	К 25м	Ц 1м	Ц 5	Ц 15
Колиформни бакт./100 ml	2	2	12	5	24	9	7
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	0	0	0	0	0	0	0
ентерококи бакт./100 ml	2	0	4	6	0	6	3
хетеротрофни 22°C bact./ml	620	930	2130	5980	570	1680	3940
Протеолитички бакт./ml	90	260	210	930	110	280	590
Амилолитички бакт./ml	40	180	160	780	50	230	380
Липолитички бакт./ml	30	50	70	360	30	40	110
Фосфоминерализаторни бакт./ml	50	70	90	260	40	50	70

Во чистите извори, потоци, реки, езера, нема колиформни бактерии кои доаѓаат со комуналните води, односно фекалните отпадни води. Колиформните бактерии се наоѓаат во цревата кај 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 табелите 1, 2 и 3 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 водата од сите истражувани локалитети, а од притоците на Езерото најмногу се присутни во Голема Река кај бензинска. Овие бактерии се евидентирани и во водата од Езерото, со максимална застапеност кај Крани (3759 бакт./100ml).

Според застапеноста на вкупните колиформни бактерии и Уредбата за категоризација на водите (Сл. Весник на Р. М. бр. 18/99), квалитетот на водата од притоците е лош, односно е V класа. Водата од литоралот на Езерото кај сите локалитети

е во IV класа, освен кај Сливниц (III класа). Водата од Езерото кај Казан и централна точка (на сите длабочини) претежно е во II класа.

Присуство на индикаторот за свежо фекално загадување, *Escherichia coli* е регистрирано во водата од сите притоки на Езерото, со максимална бројност во Голема Река кај бензинска (91500 бакт./100 ml), а минимална во Брајчинска Река (3900 бакт./100 ml). И во водата од крајбрежните локалитети на Преспанското Езеро е регистрирано присуство на *E. coli*. Кај Казан и централна точка оваа бактерија не е присутна при овие истражувања.

При максималната бројност на *Escherichia coli* во водата од реките, посебно кај Голема Река се евидентирани и максимумите за ентерококи. Ентерококите (фекални стрептококи) се присутни и во водата од крајбрежните локалитети на Езерото, како и кај Казан и централна точка на сите длабочини.

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 бактерии). Класификацијата за микробиолошкото загадување се базира на стандардни параметри и е синтеза - модификација според Kavka (1975), Kavka&Poetsch(2002) и EU-Bathing Water Quality Directive 2006/7/EC и директивата 76/160 EEC.

Класификацијата на водата од 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 – пролет 2025 година е следна:

Фекално загадување – класификација

- според вкупните колиформни бактерии
 - Голема Река кај бензинска е IV, Голема Река кај брана е III, а Кранска Река, Голема Р. кај Избишта и кај брана и Брајчинска се II класа;
 - Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети на Преспанското Езеро е во II класа, освен кај Отешево (III класа) ;
 - Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети од вертикалните профили кај Казан и централна точка е во I класа;
- според ентерококите (фекални стрептококи)
 - Голема Река кај бензинска, Голема кај брана и Кранска Река се во IV класа; Голема Река кај Избишта и Брајчинска Река се III класа;
 - Квалитетот на водата од сите крајбрежни локалитети на Преспанското Езеро се во I класа, освен кај Претор, каде е II класа;
 - Водата од сите мерните места на вертикалните профили од Езерото кај Казан и централна точка (на сите длабочини) е во I класа.
- според присуството на *E. coli*
 - Голема Река кај бензинска е IV класа, а Голема Река кај Избишта, Голема кај брана, Кранска Река и Брајчинска Река се III класа;
 - Квалитетот на водата од крајбрежните локалитети на Езерото кај Претор, Крани и Долно Дупени е II класа, а останатите локалитети се во I класа;
 - Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети на Преспанското Езеро кај Казан и централна точка (вертикални профили) е во I класа;

Органско загадување – класификација

- според број на хетеротрофни бактерии (број на бактерии на 22 °C)
- Голема Река кај бензинска е максимално органски загадена (V класа), водата на Голема Река кај Избиште, кај Брана и Кранска Река се III класа, а Брајчинска Река е во II класа;
- Квалитетот на водата од мерните места на литоралот на Преспанското Езеро е во II класа, освен кај Отешево каде е III класа;
- Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети од пелагијалот на Преспанското Езеро (Казан и централна точка) е во II класа;

Останатите истражувани бактерии (еколошките параметри) како што се протеолитички, амилаолитички, липолитички и фосфоминерализаторни, многу повеќе се застапени во водата од реките со сите максимуми во Голема Река кај бензинска. Сите овие бактерии за цело време од истражувањата се евидентирани и во водата од Преспанското Езеро, но со релативно помали вредности. Има голема варијабилност на вредностите по локалитети, а евидентна е доминација на амилаолитички бактерии во водата кај Крани.

Заклучок

Според резултатите од микробиолошките истражува водата од Голема Река кај бензинска е со најлош квалитет, максимално фекално и органски загадена. Голема Река кај Избиште, кај брана и Кранска се со нешто подобар квалитет, а водата од Брајчинска Река, во споредба со нив е најдобра.

Водата од истражуваните локалитети на крајбрежниот дел од Езерото, како и водата од пелагијалот (кај Казан и Централна точка) на сите мерени длабочини е органски и фекално загадена.

Евидентно е дека реките се фекално и органско загадени и имаат влијание врз деловите од литоралот каде што се вливаат. Има голема варијабилност на вредностите во зависност од 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 амилаолитичките 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 кампања 2025

Изготвил: Д-р. Ленче Локоска
Одделение за микробиологија

Во лето 2025 година колекционирани се мостри вода за микробиолошки анализи од Преспанско Езеро и неговите притоки, од следните локалитети:

- По течението на реките

- Голема Река – кај Избишта
- Голема Река – бензинска
 - Голема Река – брана (немаше вода)
- Кранска и
- Брајчинска Река како и од
- 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 и тоа од површинскиот слој на вода (0,5м), 5м и 15 метри длабочина 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 табели.

Табела 1. Резултатите од микробиолошките истражувања на водата од притоците на Преспанското Езеро

Параметри	Локалитети				
	Голема Р. Избишта	Голема Река бензинска	Голема Река брана	Кранска Река	Брајчинска Река
Колиформни бакт./100 ml	38600	40360000	Нема вода	40350	19900
<i>Escherichia coli</i>	1300	20480000	Нема	5450	900

бакт./100 ml			вода		
ентерококи бакт./100 ml	5300	114000	Нема вода	6700	3900
хетеротрофни - 22°C bact./ml	59400	41344000	Нема вода	26800	14600
Протеолитички bact./ml	4600	3214000	Нема вода	3200	2700
Амилолитички bact./ml	8300	17000	Нема вода	4600	3400
Липолитички bact./ml	390	7000	Нема вода	420	370
Фосфоминерализа- торни bact./ml	1690	343000	Нема вода	1370	1260

Табела 2. Резултатите од микробиолошките истражувања на водата од Крајбрежни локалитети (литорал) на Преспанското Езеро

Параметри	Локалитети						
	Претор	Сливн.	Крани	Наколец	Д.Д	Отешево	Стење
Колиформни бакт./100 ml	2232	1038	1158	746	1993	512	2910
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	186	488	147	38	34	43	551
ентерококи бакт./100 ml	96	84	232	268	76	64	58
хетеротрофни - 22°C bact./ml	6520	3970	3980	1890	6970	2530	2860
Протеолитички bact./ml	210	320	430	450	290	340	460
Амилолитички bact./ml	360	230	390	270	230	290	370
Липолитички bact./ml	46	22	42	62	32	14	28
Фосфоминерализа- торни bact./ml	148	124	138	294	86	126	164

Сапрофитните (хетеротрофните, органотрофните) бактерии 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.

Добиените резултати за присуството и бројноста на хетеротрофните бактерии во испитуваните примероци на вода од истражуваните локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки покажуваат голема просторна варијабилност (Таб. 1-3).

Во овој период од истражувањата (лето) хетеротрофите се многу повеќе застапени во водата од притоците, во споредба со Езерото, а најголемата бројност е евидентирана во Голема Река кај бензинска (41 344 000 bact./ml), а најмалата во Брајчинска Река (14 600 bact./ml) .

Во табела 2 се прикажани вредностите за хетеротрофните бактерии во водата од крајбрежните локалитети на Езерото (литорал). Од табелата може да се забележи дека

релативно висока вредности (над 1000 бактерии во 1 милилитар вода) се евидентирани кај сите истражувани локалитети. Најмалата вредност е кај Наколец (1890 бакт./мл).

Од табела 3 може да се забележи дека хетеротрофните бактерии имаат релативно голема бројност и во водата од вертикалните профили на Преспанско Езеро кај Казан и централна точка. И најмалата и најголемата бројност се евидентирани кај Казан и се во границите од 540 бакт./мл е (во површинската вода) до 6930 бакт./мл (на 25 метри длабочина).

Табела 3 Резултати од микробиолошки истражувања во пелагијалот на Преспанското Езеро (кај Казан и централна точка)

Параметри	Локалитети						
	К 1м	К 7	К 15	К 25м	Ц 1м	Ц 5	Ц 15
Колиформни бакт./100 ml	711	545	8900	9850	104	1150	175
<i>Escherichia coli</i> бакт./100 ml	19	13	200	0	18	100	7
ентерококи бакт./100 ml	43	41	49	72	54	69	42
хетеротрофни 22°C бакт./ml	540	6210	2230	6930	620	4750	2940
Протеолитички бакт./ml	130	550	450	730	150	710	780
Амилолитички бакт./ml	80	470	390	560	80	620	590
Липолитички бакт./ml	4	8	26	38	6	118	32
Фосфоминерализаторни бакт./ml	312	76	276	368	348	96	398

Во чистите извори, потоци, реки, езера, нема колиформни бактерии кои доаѓаат со комуналните води, односно фекалните отпадни води. Колиформните бактерии се наоѓаат во цревниот тракт кај 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 табелите 1, 2 и 3 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 водата од сите истражувани локалитети. Во овој период во Голема Река кај бензинска е регистрирана е нормно висока вредност од 40 360 000 бакт./100ml. Овие бактерии се евидентирани и во водата од литоралот на Езерото, каде што вредностите се во границите од 512 кај Отешево, до 2910 бакт./100ml кај Стење.

Колиформните бактерии имаат релативно голема бројност и во водата од вертикалните профили на Преспанско Езеро кај Казан и централна точка. Тие се во границите од 104 бакт./мл (површинска вода кај централна точка) до 9850 бакт./мл (на 25 метри длабочина кај Казан).

Според застапеноста на вкупните колиформни бактерии и Уредбата за категоризација на водите (Сл. Весник на Р. М. бр. 18/99), квалитетот на водата од притоците е лош, односно е V класа. Водата од литоралот на Езерото кај сите локалитети е во IV класа. Водата од Езерото кај Казан и централна точка (на сите длабочини) е во IV класа, освен кај централна точка на 1 и 15 метри длабочина (III класа) и кај Казан на 15 и 25 м длабочина (V класа).

Присуство на индикаторот за свежо фекално загадување, *Escherichia coli* е регистрирано во водата од сите притоки на Езерото, со максимална бројност во Голема Река кај бензинска (20 480 000 бакт./100 ml), а минимална во Брајчинска Река (900 бакт./100 ml). И во водата од крајбрежните локалитети на Преспанското Езеро е регистрирано присуство на *E. coli* с како и во водата од вертикалните профили на Езерото, освен кај Казан на 25 метри длабочина..

При максималната бројност на *Escherichia coli* во водата од реките, посебно кај Голема Река се евидентирани и максимумите за ентерококи. Ентерококите (фекални стрептококи) се присутни и во водата од крајбрежните локалитети на Езерото, како и кај Казан и централна точка на сите длабочини.

Класификацијата на водата од 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 2025 година е следна:

Фекално загадување – класификација

- според вкупните колиформни бактерии
 - Голема Река кај бензинска е V, Голема Река кај Избишта, Кранска и Брајчинска Река се во III класа;
 - Квалитетот на водата од сите истражувани крајбрежни локалитети на Преспанското Езеро е во II класа;
 - Квалитетот на водата од сите истражувани локалитети од вертикалните профили кај Казан и централна точка е во II класа, освен кај централна точка на 1 и 15 м длабочина (I класа);
- според ентерококите (фекални стрептококи)
 - Голема Река кај бензинска е во V класа (максимално фекално загадена), Голема кај Избишта и Кранска Река се во IV класа, а Брајчинска Река е III класа;
 - Квалитетот на водата од сите крајбрежни локалитети на Преспанското Езеро е II класа;
 - Водата од сите мерните места на вертикалните профили од Езерото кај Казан и централна точка (на сите длабочини) е во II класа.
- според присуството на *E. coli*
 - Голема Река кај бензинска е V класа, Голема Река кај Избишта и Кранска Река се III класа, а Брајчинска Река е II класа;
 - Квалитетот на водата од крајбрежните локалитети на Езерото кај Претор, Сливница и Крани е II класа, Наколец, Долно Дупени и Отешево е I класа, а кај Стење е во III класа;
 - Квалитетот на водата од Преспанското Езеро кај Казан и централна точка (вертикални профили) е во I класа, освен кај Казан на 15 метри и кај централна на 5 м длабочина (II класа);

Органско загадување – класификација

- според број на хетеротрофни бактерии (број на бактерии на 22 °C)
- Голема Река кај бензинска е максимално органски загадена (V класа), Голема Река кај Избиште, Кранска и Брајчинска Река се во III класа;
- Квалитетот на водата од сите мерни места на литоралот на Преспанското Езеро е во II класа;

- Квалитетот на водата од сите истражувани длабочини од пелагијалот на Преспанското Езеро (кај Казан и централна точка) е во II класа;

Останатите истражувани бактерии (еколошките параметри) како што се протеолитички, амилаолитички, липолитички и фосфоминерализаторни, многу повеќе се застапени во водата од реките со сите максимуми во Голема Река кај бензинска. Сите овие бактерии за цело време од истражувањата се евидентирани и во водата од Преспанското Езеро, но со релативно помали вредности. Има голема варијабилност на вредностите по локалитети, а евидентна е доминација на амилаолитички бактерии во водата кај Претор, Голема Река кај Избишта и Кранска Река.

Во овој период од истражувањата во водата на Голема Река кај бензинска се регистрирани енормно високи вредности за индикаторите за фекално загадување, како и за органско загадување. Доминација на *Escherichia coli*, која е индикатор за свежо фекално загадување, како и останатите параметри укажуваат на тоа дека се работи за комунална отпадна вода. На лице место е констатирано дека во коритото на реката има мал проток на речна вода, а во коритото е приклучен канал кој најверојатно внесува комунална отпадна вода.

Заклучок

Според резултатите од микробиолошките истражува водата од Голема Река кај бензинска е со најлош квалитет, максимално фекално и органски загадена. Голема Река кај Избиште и Кранска се со нешто подобар квалитет, а водата од Брајчинска Река, во споредба со нив е најдобра.

Водата од истражуваните локалитети на крајбрежниот дел од Езерото, како и водата од пелагијалот (кај Казан и Централна точка) на сите мерени длабочини е органски и фекално загадена.

Евидентно е дека реките се фекално и органско загадени и имаат влијание врз деловите од литоралот каде што се вливаат. Има голема варијабилност на вредностите во зависност од 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 амилаолитичките 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.

Фитопланктонски истражувања на Преспанското Езеро Есенска кампања 2024

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 септември 2024 година, по завршување на туристичката сезона 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 во есенски период 2024 година

	Казан	Централна точка		
Видови	Интегрирана проба	0 m	5 m	14 m
Cyanophyta				
<i>Aphanothece sp.</i>	10 000	16 000	4 500	
<i>Chroococcus limneticus</i>				1 000
<i>Planktolynghya limnetica</i>		1 500	500	7 000
<i>Planktothrix sp.</i>	11 000	6 000	4 000	1 000
Bacillariophyta				
<i>Amphora sp.</i>			500	
<i>Aulacoseira sp.</i>	6 500	4 000	6 500	4 000
<i>Cocconeis sp.</i>		500	500	
<i>Cyclotella sp.</i>	6 000	5 500	6 500	16 000
<i>Fragilaria sp.</i>	2 500		500	4 000
<i>Navicula sp.</i>				2 000
<i>Gomphonema sp.</i>			500	
Chlorophyta				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		1 000		
<i>Chlamidomonas sp.</i>	500			
<i>Mougeotia sp.</i>			1 000	
<i>Schroederia nitzschoides</i>	1 500	1 000		
<i>Ulothrix sp.</i>			500	
Charophyta				
<i>Closterium acutum var. variabile</i>	2 500			6 000
Pyrrophyta				
<i>Ceratium hirundinella</i>				1 000
Вкупно ind/l	38 500	35 500	25 500	42 000

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во есенски период 2024 година

Видови	Стење	Отешево	Претор	Крани	Сливница	Наколец	Долно дупени
Cyanophyta							
<i>Aphanothece</i> sp.	8 500						
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>					3 000		2 000
<i>Chroococcus limneticus</i>	500						
<i>Oscillatoria</i> sp.			1 000	3 000	3 000	1 000	9 000
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	1 500		2 000				
<i>Planktothrix</i> sp.	5 000						
<i>Stigonema</i> sp.				106 000			
Bacillariophyta							
<i>Aulacoseira</i> sp.	3 000	2 000	10 000	1 000	9 000	9 000	4 000
<i>Cocconeis</i> sp.		1 000	2 000		1 000	2 000	
<i>Cyclotella</i> sp.	500		5 000	1 000	1 000	2 000	6 000
<i>Cymatopleura solea</i>	500						
<i>Diatoma</i> sp.			2 000	5 000	1 000		1 000
<i>Encyonema</i> sp.			1 000				
<i>Epithemia</i> sp.	1 500	4 000	1 000			1 000	
<i>Fragilaria</i> sp.	500	3 000			1 000	2 000	1 000
<i>Gomphonema</i> sp.		1 000					
<i>Navicula</i> sp.		5 000	3 000	2 000	2 000		
<i>Nitzschia</i> sp.		1 000					
<i>Surirella</i> sp.		1 000					
<i>Ulnaria acus</i>		1 000					
<i>Ulnaria ulna</i>				1 000			
Chlorophyta							
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>					1 000		
<i>Chlamidomonas</i> sp.	1 000	1 000			13 000		
<i>Schroederia nitzschoides</i>	1 000					1 000	3 000
Charophyta							
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	500		1 000	2 000	3 000	3 000	1 000
<i>Closterium</i> sp.				2 000			
<i>Staurostrum</i> sp.				1 000			
Pyrrophyta							
<i>Ceratium hirundinella</i>							1 000
Вкупно ind/l	19 500	20 000	28 000	124 000	38 000	21 000	28 000

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во реките притоки на Преспанското Езеро во есенски период 2024 година

Видови	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река
Cyanophyta			
<i>Oscillatoria sp.</i>		2 000	
Bacillariophyta			
<i>Amphora sp.</i>		1 000	
<i>Aulacoseira sp.</i>	1 000		4 000
<i>Cocconeis sp.</i>	1 000	63 000	4 000
<i>Cyclotella sp.</i>		6 000	1 000
<i>Encyonema sp.</i>		3 000	
<i>Diatoma sp.</i>	9 000	8 000	7 000
<i>Diatoma tenuis</i>	4 000		4 000
<i>Fragilaria sp.</i>	11 000		7 000
<i>Gomphonema sp.</i>	8 000	6 000	2 000
<i>Hannaea arcus</i>		5 000	
<i>Navicula sp.</i>	2 000	50 000	3 000
<i>Nitzschia sp.</i>		5 000	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>			1 000
<i>Surirella sp.</i>	1 000		
<i>Ulnaria acus</i>		5 000	1 000
<i>Ulnaria ulna</i>	9 000		7 000
Chlorophyta			
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>	1 000		
<i>Ulothrix sp.</i>	1 000		
Charophyta			
<i>Closterium sp.</i>		3 000	3 000
Вкупно ind/l	48 000	157 000	44 000

Фитопланктонските истражувања во пелагијалот на Преспанското Езеро во есенскиот период покажува среден диверзитет со некои специфичности на одредени точки. Со 11 евидентирани видови најбогат диверзитет на алги во пелагијалот беше евидентиран во Централна точка 5 метри длабочина. Најголем број на видови и најголема абундантност беа евидентирани од групата на силикатни алги (Bacillariophyta) и цијанофитите (Cyanophyta) (Таб. 1).

Во овој период од годината, диверзитетот на алги во литоралот на Преспанското Езеро беше значително поголем во однос на пелагијалот. Фитопланктонската заедница се состоеше од различни групи на алги, а покрај силикатните алги (Bacillariophyta), со голема абундантност беа застапени и цијанофитите (Cyanophyta), а со значително

помала абундантност беа застапени зелените алги (Chlorophyta) и харофитите (Charophyta), додека огнените алги (Rytrrophyta) со еден претсатавник беа застапени само на точката Долно Дупени. Со исклучок на Стење каде со најголема абундантност беше застапена цијанофитата *Aphanothece sp.*, во останатите точки со најголема абундантност беа застапени силикатните алга. Специфична состојба е евидентирана во Крани каде во водата со најголема абундантност беше евидентирана цијанофитната алга *Stigonema sp.* која вообичаено живее надвор од водата на влано земјиште или на карпи и распаднати растителни делови. Тоа укажува на намалено ниво на водата од Преспанското Езеро (Таб. 2).

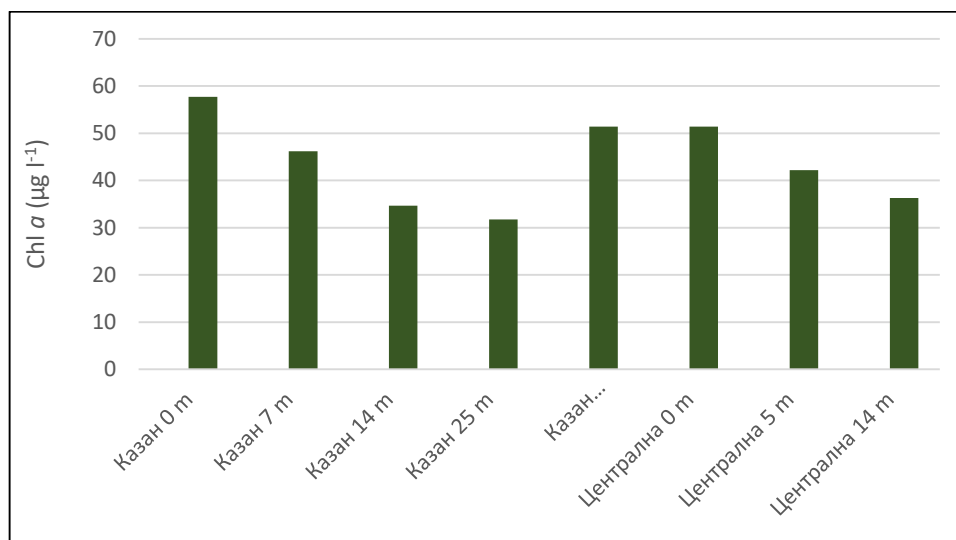
Најголема густина на фитопланктон во пелагијалот на езерото имаше во Централна точка 14 метри длабочина со 42 000 ind/l, а најмала во Централна точка 5 метри длабочина со 25 500 ind/l (Таб. 1).

Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Крани со 124 000 ind/l, а најмала во Стење со 19 500 ind/l (Таб. 2).

Во притоците беше евидентиран релативно богат диверзитет на алги со апсолутна доминација на силикатните алги (Bacillariophyta) како во квалитативен состав така и во квантитативен. Најголем број на видови беа евидентирани во Брајчинска и Голема Река, вкупно 12 видови алги. Густината на алги во Голема Река беше најмала и изнесуваше 44 000 ind/l, додека во Кранска Река беше нешто поголема со 48 000 ind/l, а во Брајчинска Река беше регистрирана најголема густина на алги која изнесуваше 157 000 ind/l. (Таб. 3).

Концентрацијата на хлорофил *a*, како показател на продукцијата на фитопланктон, односно фитопланктонската биомаса во пелагијалот на Преспанското Езеро во овој период имаше многу високи вредности кои се движеа од 31,76 $\mu\text{g l}^{-1}$ на Казан 25 метри до највисоки 57,71 $\mu\text{g l}^{-1}$ на Казан 0 m (Сл. 1).

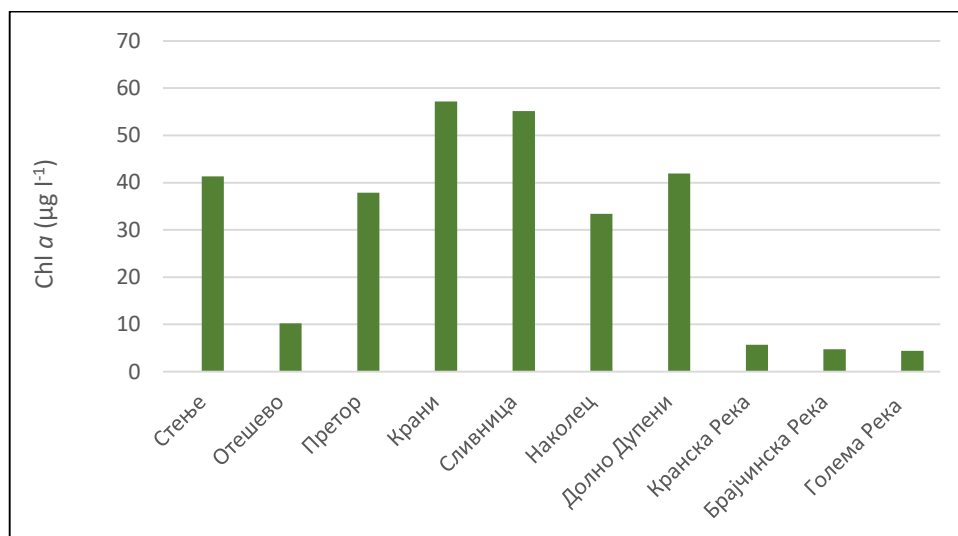
Вака високите вредности на концентрацијата на хлорофил *a* и покрај малата густина на фитопланктон се должат на значителното присуство на ситни растителни остатоци во водата.



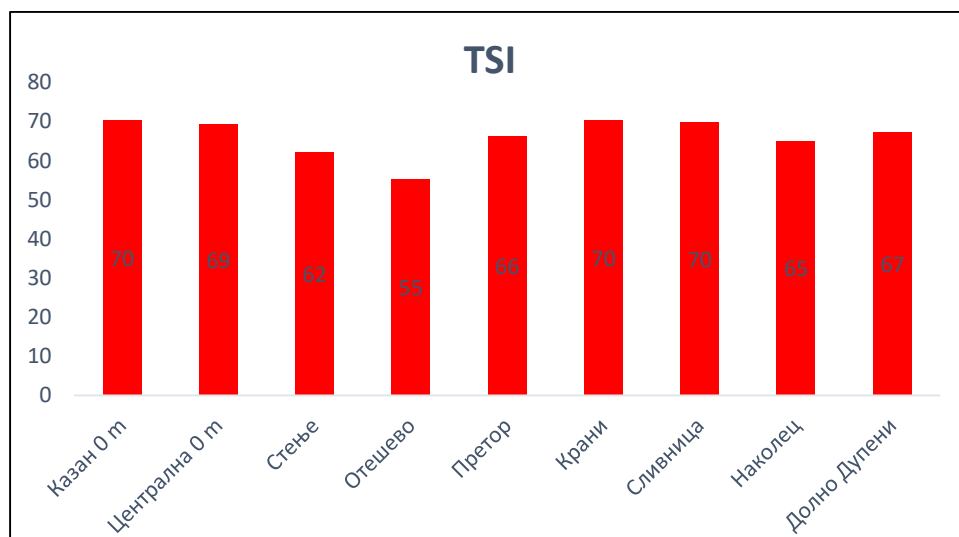
Слика 1. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро

Во литоралниот регион, највисока вредност на концентрацијата на хлорофил *a* беше регистрирана кај Крани со 57,20 $\mu\text{g l}^{-1}$, а најниска во Отешево каде вредноста изнесуваше 10.24 $\mu\text{g l}^{-1}$ (Сл. 2).

Во реките, вредностите за концентрацијата на хлорофил *a* беа пониски и се движеа од 4.44 $\mu\text{g l}^{-1}$ во Голема Река до 5,72 $\mu\text{g l}^{-1}$ во Кранска Река (Сл. 2).



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



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

Вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, во есенскиот период имаа највисоки вредности. Според Индексот на трофичка состојба сите точки се карактеризираат како хипереутрофни (Сл. 3).

Истражувања на епифити на Преспанското Езеро

Д-р Сузана Патчева
М-р Јовица Лешоски

Алгите во водните екосистеми, се важна компонента на програмите за биолошки мониторинг за проценка на квалитетот на водата. Тие се соодветни за проценка на квалитетот на водата поради нивните потреби за хранливи материи, брза стапка на репродукција и многу краток животен циклус. Алгите се вредни показатели за условите

на екосистемот, бидејќи тие брзо реагираат и во составот на видовите и во густините на широк спектар на услови на вода поради промените во хемијата на водата.

Епифитите во езерата се организми, првенствено алги кои живеат на потопени водни растенија, како што се макроалгите и слатководните скриеносеменици. Овие епифити играат клучна улога во езерскиот екосистем, служејќи како примарен извор на храна за мали риби и безрбетници, особено во литоралната зона. Епифитите во езерската вода во најголем дел се состојат од силикатни алги (дијатомеи).

Тековните проценки на дијатомеите во езерата обично користат литорални епифитни дијатомеи како биоиндикатори за притисокот на еутрофикацијата. Сепак, предизвиците во воспоставувањето робусни еколошки проценки сè уште постојат поради природните притисоци на кои се подложени езерата, кои тешко се квантифицираат (на пр., флукуации на нивото на водата или дејство на бранови). Информациите за просторната и временската варијабилност на епифитските заедници во плитко езеро се ограничени, иако се важни за развојот на робусни протоколи за биоценка.

Целта на ова истражување е да се подготви листа на видови епифитни алги од повеќе локалитети, како и да се споредат епифитските дијатомејски заедници помеѓу различни локалитети во литоралната зона на Преспанското Езеро.

Материјал и методи

Во тек на есенскиот период 2024 година беа колекцинирани примероци од 7 локалитети во литоралната зона на Преспанското Езеро, а потоа материјалот беше фиксиран со 4% формалин.

Дијатомските фрускули беа исчистени со употреба на концентрирана сулфурна киселина (H₂SO₄), калиум перманганат (KMnO₄) и оксална киселина за да се отстрани органската содржина (Krammer and Lange-Bertalot 1986). Кога pH беше приближно 7, од материјалот беа направени трајни препарати во вклопен медиум Нафракс. Извршена е микроскопска анализа на препарати слајдови со помош на микроскоп Zeiss Scope A1 со дигитална камера Nexcam – T 16.

Останатите алги беа анализирани во примероци вода со инвертен микроскоп во Utermöhl – ови комори од 50 ml и на нативни препарати на микроскоп Zeiss.

Резултати и дискусија

Табела 1. Разновидност на епифитските дијатомејски алги во истражуваните локалитети во литоралот на Преспанското Езеро

	Видови	Стење	Отешеве	Претор	Крани	Сливница	Наколец	Долно дупени
1	<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoeman and R.E.M.Archibald			+			+	
2	<i>Amphora inariensis</i> Krammer		+	+		+		+
3	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	+	+				+	

4	<i>Amphora prespanensis</i> Levkov, Krstic & Metzeltin							+
5	<i>Amphora</i> sp.	+	+	+		+		+
6	<i>Amphora veneta</i> Kützing	+	+	+				
7	<i>Aneumastus albanicus</i> Lange-Bertalot & Miho			+		+		
8	<i>Aneumastus pseudapiculatus</i> Levkov et Metzeltin		+			+		
9	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	+	+	+	+	+	+
10	<i>Cavinula scutelloides</i> (W.Smith ex W.Gregory) Lange-Bertalot		+	+		+	+	
11	<i>Caloneis schumanniana</i> var. <i>biconstricta</i> (Grunow) Reichelt			+				
12	<i>Cocconeis neothumensis</i> Krammer			+				+
13	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	+	+		+	+	+	
14	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	+		+			+	
15	<i>Cyclotella</i> sp.	+		+		+	+	+
16	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	+	+			+	+	
17	<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>apiculata</i> (W.Smith) Ralfs							+
18	<i>Cymbella affiniiformis</i> Krammer		+	+				+
19	<i>Cymbella excisiformis</i> Krammer	+	+		+			
20	<i>Cymbella exigua</i> Krammer		+	+		+		+
21	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing					+		
22	<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	+	+	+	+		+	+
23	<i>Cymbella</i> sp.	+			+	+		
24	<i>Cymbopleura anglica</i> (Lagerstedt) Krammer	+		+	+			+
25	<i>Cymbopleura cuspidata</i> (Kützing) Krammer		+	+	+			
26	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	+					+	
27	<i>Encyonema cespitosum</i> Kützing		+		+	+		
28	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G. Mann	+	+	+				+
29	<i>Encyonema</i> sp.						+	
30	<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer		+		+	+		
31	<i>Epithema adnata</i> (Kützing) Brébisson	+	+				+	
32	<i>Epithemia hyndmanii</i> W.Smith		+	+		+		
33	<i>Epithemia lunata</i> Jurilj	+	+		+			
34	<i>Epithemia sorex</i> Kützing	+	+		+	+		+
35	<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	+			+		+	
36	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	+	+		+		+	
37	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> Grunow			+		+		
38	<i>Fragilaria</i> sp.	+	+			+		
39	<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg			+				
40	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg		+		+		+	
41	<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh			+				
42	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson		+	+	+		+	
43	<i>Gomphonema olivaceolacuum</i> (Lange-Bertalot & E.Reichardt) Lange-Bertalot & E.Reichardt	+		+			+	
44	<i>Gomphonema perolivaceoides</i> Levkov		+	+	+			
45	<i>Gomphonema</i> sp.							+
46	<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow	+	+					+
47	<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Round & Bukht.	+		+	+			+

48	<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse		+		+		+	+
49	<i>Navicula cryptocephalla</i> Kützing	+	+	+				+
50	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	+		+				
51	<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot	+					+	+
52	<i>Navicula gregaria</i> Donkin		+		+	+		
53	<i>Navicula melovskii</i> Levkov & Krstic	+		+		+		+
54	<i>Navicula petrovskae</i> Levkov & Krstic	+	+	+		+	+	+
55	<i>Navicula praeterita</i> Hustedt			+		+		
56	<i>Navicula prespanensis</i> Levkov & Metzeltin		+					
57	<i>Navicula pseudoantonii</i> Levkov & Metzeltin			+		+		
58	<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow			+		+		+
59	<i>Navicula reinhardtii</i> var. <i>rhomboelliptica</i> Z.Levkov, S.Krstic & T.Nakov,							+
60	<i>Navicula rotunda</i> Hustedt			+				+
61	<i>Navicula</i> sp.			+			+	+
62	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	+	+		+		+	
63	<i>Navicula viridulacalcis</i> Lange-Bertalot			+				+
64	<i>Neidium cuneatiforme</i> Z.Levkov, 2007			+				
65	<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst		+			+		
66	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow						+	
67	<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow			+		+		+
68	<i>Nitzschia linearis</i> (C. Agardh) W.Smith	+						
69	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith				+	+	+	
70	<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow,		+		+		+	
71	<i>Nitzschia radícula</i> Hustedt	+					+	
72	<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	+	+		+	+		+
73	<i>Nitzschia</i> sp	+				+	+	
74	<i>Nitzschia subacicularis</i> Hustedt				+		+	
75	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot		+		+			+
76	<i>Placoneis balcanica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot, Metzeltin & Levkov		+		+		+	
77	<i>Placoneis elginensis</i> (W.Gregory) E.J.Cox		+	+				
78	<i>Placoneis neoexigua</i> Lange-Bertalot & Miho	+	+		+			+
79	<i>Placoneis significans</i> (Hustedt) Lange-Bertalot		+		+			+
80	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) LangeBertalot	+	+			+		
81	<i>Planothidium rostratum</i> (Østrup) Lange-Bertalot		+	+	+		+	
82	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller	+			+			+
83	<i>Sellaphora mutatooides</i> Lange-Bertalot & Metzeltin					+		
84	<i>Staurosira</i> sp.			+				
85	<i>Surirella angusta</i> Kützing	+					+	
86	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer & Lange-Bertalot	+	+		+			
87	<i>Surirella minuta</i> Bréb.		+				+	+
88	<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère			+				
89	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal			+		+		
90	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère		+	+				+

Во текот на истражувањата е евидентирана голема рановидност на епифитски дијатомеи (Bacillariophyta) во сите истражувани локалитети во литоралот на Преспанското Езеро.

Во испитаните примероци беа утврдени вкупно 90 таксони кои припаѓаат на 26 родови. Од родовите најбогати со видови беа *Navicula* (16) и *Nitzschia* (11) (Таб. 1).

Најголем број на видови дијатомеи беа евидентирани на локалитетот Отешево (46) и Претор (43). Потоа следеа Стење (38), Долно Дупени (34), Сливница и Наколец со по 32 таксони, а 31 таксон беше евидентиран кај Крани.

Од останатите групи на алги не беа евидентирани епифитски видови во овој период од годината.

Фитопланктонски истражувања Зимска кампања 2025

**Д-р Сузана Патчева
М-р Јовица Лешоски**

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 зимскиот период 2025 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 во зимски период 2025 година

	Казан	Централна точка		
Видови	Интегрирана проба	0 m	5 m	14 m
Cyanophyta				
<i>Aphanizomenon flos aquae</i>		2 000		
Bacillariophyta				
<i>Amphora</i> sp.	2 000	1 000	1 000	
<i>Asterionella formosa</i>		1 000		
<i>Aulacoseira</i> sp.	6 000		7 000	13 000
<i>Cocconeis</i> sp.	1 000		4 000	
<i>Cyclotella</i> sp.	495 000	453 000	968 000	697 000
<i>Cymbella</i> sp.			1 000	
<i>Diatoma</i> sp.	1 000		6 000	1 000
<i>Encyonema</i> sp.			5 000	
<i>Fragilaria</i> sp.		1 000	3 000	
<i>Navicula</i> sp.	1 000		7 000	
<i>Gomphonema</i> sp.			3 000	
<i>Hannaea arcus</i>			2 000	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>			1 000	
<i>Ulnaria acus</i>			1 000	
Chlorophyta				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		1 000		
<i>Scendesmus</i> sp.	1 000			
<i>Schroederia nitzschoides</i>	2 000	1 000	1 000	
Charophyta				
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	6 000	3 000	4 000	2 000
Вкупно ind/l	515 000	463 000	1 014 000	713 000

Фитопланктонските истражувања во пелагијалот на Преспанското Езеро во зимскиот период покажува солиден диверзитет при што со 15 евидентирани видови најбогат диверзитет на алги во пелагијалот беше евидентиран во Централна точка 5 метри длабочина. Најголем број на видови и најголема абундантност беа евидентирани од групата на силикатни алги (Bacillariophyta), а од останатите групи беа застапени уште и цијанофитите (Cyanophyta), зелените алги (Chlorophyta) и харофитните алги (Charophyta)

но со мал број на видови и ниска абундантност. Силикатната алга *Cyclotella sp.* беше апсолутно доминантен вид на сите длабочини во водниот слој (Таб. 1).

Најголема густина на фитопланктон во пелагијалот на езерото имаше во Централна точка 5 метри длабочина со 1 014 000 ind/l, а најмала во Централна точка 0 метри длабочина со 463 000 ind/l (Таб. 1).

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во зимски период 2025 година

Видови	Стење	Отешево	Претор	Крани	Сливница	Наколец	Долно дупени
Cyanophyta							
<i>Chroococcus limneticus</i>		3 000					
<i>Nodularia spumigena</i>			2 000				
<i>Oscillatoria sp.</i>			6 000	800			6 000
Акинети			710 000	1 000	18 000	24 000	
Bacillariophyta							
<i>Amphora sp.</i>	2 000	6 000	2 000	6 000	4 000	6 000	6 000
<i>Asterionella formosa</i>		1 000	8 000	4 000		6 000	6 000
<i>Aulacoseira muzzanensis</i>		2 000					
<i>Aulacoseira sp.</i>	7 000	2 000		6 000	2 000	2 000	2 000
<i>Cocconeis sp.</i>			4 000				2 000
<i>Cyclotella sp.</i>	281 000	417 000	390 000	1 138 000	34 000	1 018 000	780 000
<i>Cymbella sp.</i>	1 000	1 000		6 000		2 000	6 000
<i>Cymbopleura sp.</i>		1 000				2 000	
<i>Diatoma sp.</i>	2 000	3 000	30 000	4 000	2 000	4 000	20 000
<i>Diatoma tenuis</i>						2 000	8 000
<i>Diploneis sp.</i>				2 000			
<i>Encyonema sp.</i>			4 000	2 000		4 000	
<i>Epithemia sp.</i>	4 000	4 000	2 000	8 000			12 000
<i>Fragilaria crotonensis</i>				4 000		2 000	
<i>Fragilaria sp.</i>	7 000	3 000	10 000	52 000	4 000	10 000	40 000
<i>Gomphonema sp.</i>	1 000		4 000	6 000	2 000	8 000	4 000
<i>Hannaea arcus</i>				4 000		10 000	
<i>Hantzschia abundans</i>	3 000						
<i>Gyrosigma sp.</i>			2 000				
<i>Navicula reichardtii</i>	2 000		4 000				
<i>Navicula sp.</i>	6 000	1 000	52 000	84 000	8 000	12 000	138 000
<i>Neidium sp.</i>			2 000				
<i>Placoneis sp.</i>				6 000			
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>				2 000			
<i>Rhopalodia gibba</i>	1 000						

<i>Surirella sp.</i>	3 000						
<i>Ulnaria acus</i>		1 000		12 000			
Chlorophyta							
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>				2 000		4 000	2 000
<i>Scenedesmus sp.</i>				2 000			
<i>Schroederia nitzschoides</i>			4 000	6 000		8 000	6 000
Charophyta							
<i>Closterium acutum var. variabile</i>	1 000	4 000					
Cryptophyta							
<i>Cryptomonas sp.</i>	4 000						2 000
Вкупно ind/l	325 000	449 000	1 236 000	1 357 000	74 000	1 124 000	1 066 000

Во овој период од годината, диверзитетот на алги во литоралот на Преспанското Езеро беше значително поголем во однос на пелагијалот. Најголем број на видови и најголема абундантност беа евидентирани од групата на силикатни алги (Bacillariophyta), а од останатите групи беа застапени уште и цијанофитите (Cyanophyta), зелените алги (Chlorophyta), харофитните алги (Charophyta) и криптофитните алги (Cryptophyta) со мал број на видови и ниска абундантност. Во фитопланктонот на сите точки доминираше видот *Cyclotella sp.* од групата на силикатни алги. Нивото на водата беше многу ниско и поради тоа во водата има присуство на голем број на видови силикатни алги кои вообичаено се бентосни форми.

Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Крани со 1 357 000 ind/l и во Претор со 1 236 000 ind/l, а најмала беше густината во Сливница каде беа евидентирани само 74 000 ind/l (Таб. 2).

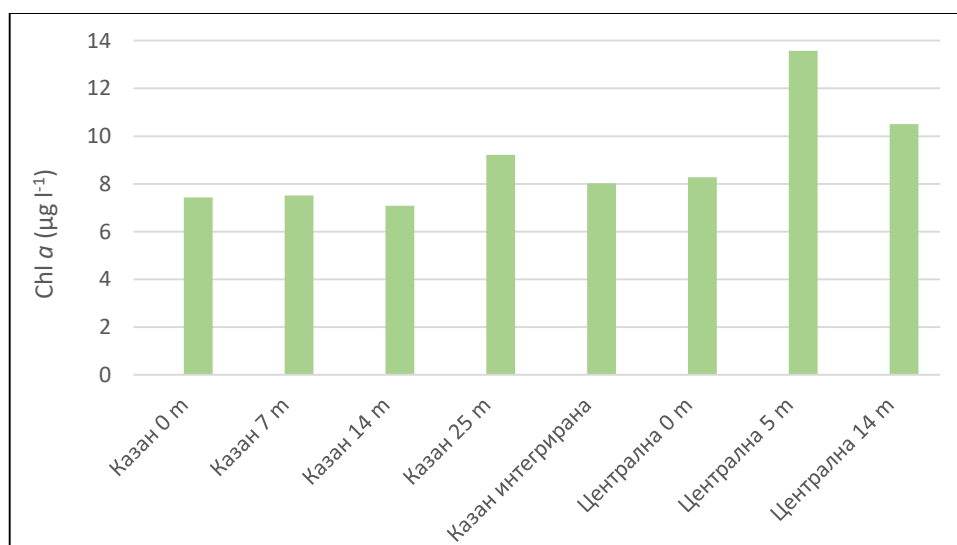
Специфична состојба е евидентирана во материјалот од Претор каде беше забележано присуство на акинети од цијанобактеријата *Aphanizomenon flos aquae* во голема бројност од 710 000 ind/l. На другите точки нивното присуство беше помало (Наколец и Сливница), а некаде незначително (Крани). Исто така, на оваа точка имаше значителна количина на детритус во водата што придонесува и за голема концентрација на хлорофил *a*.

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во реките притоки на Преспанското Езеро во зимски период 2025 година

Видови	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река
Cyanophyta			
<i>Aphanizomenon flos aquae</i>			
<i>Oscillatoria sp.</i>			
Bacillariophyta			
<i>Amphora sp.</i>	1 200		
<i>Aulacoseira sp.</i>			

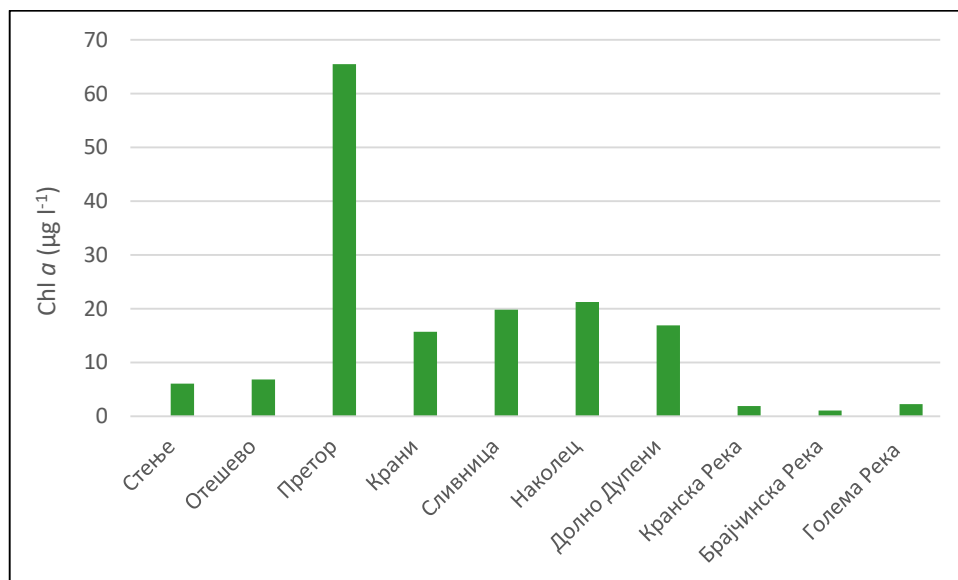
<i>Cocconeis sp.</i>		1 800	
<i>Cyclotella sp.</i>	800	1 600	800
<i>Cymbella sp.</i>	22 000		400
<i>Encyonema sp.</i>	98 000	400	800
<i>Diatoma sp.</i>	400	1 000	
<i>Diatoma tenuis</i>			
<i>Fragilaria sp.</i>	800	200	400
<i>Gomphonema sp.</i>	2 000	1 400	3 600
<i>Hannaea arcus</i>	40 000	200	
<i>Navicula sp.</i>	20 000	5 000	5 200
<i>Nitzschia sp.</i>	2 000	800	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>			
<i>Surirella sp.</i>			
<i>Tabellaria sp.</i>		400	
<i>Ulnaria acus</i>	1 600		10 400
<i>Ulnaria ulna</i>			1 200
Chlorophyta			
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>			
<i>Ulothrix sp.</i>			
Charophyta			
<i>Closterium sp.</i>			
Вкупно ind/l	189 600	12 800	69 600

Во притоците беше евидентиран солиден диверзитет на алги со апсолутна доминација на силикатните алги (Bacillariophyta) како во квалитативен состав така и во квантитативен. Најголем број на видови (вкупно 11) беа евидентирани во Кранска Река. Густината на алги во Кранска Река беше најголема со 189 600 ind/l, а во Брајчинска Река беше регистрирана најмала густина на алги која изнесуваше 12 800 ind/l. (Таб. 3).



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

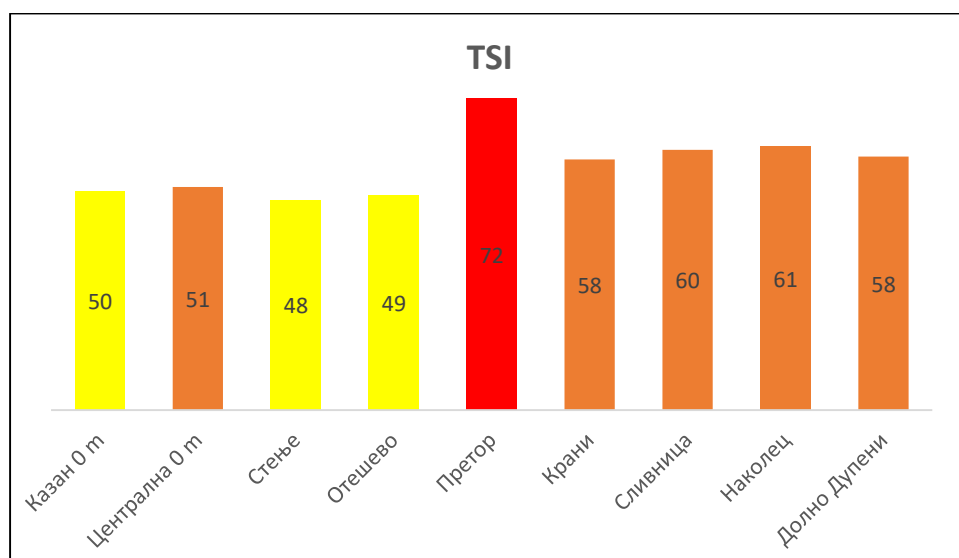
Концентрацијата на хлорофил *a*, како показател на продукцијата на фитопланктон, односно фитопланктонската биомаса во пелагијалот на Преспанското Езеро во овој период, на точката Казан имаше пониски вредности во однос на Централна точка. Највисока вредност на концентрацијата на хлорофил *a* беше регистрирана на Централна точка 5 m со $13,57 \mu\text{g l}^{-1}$, а најниска на Казан 14 m со $7,09 \mu\text{g l}^{-1}$ (Сл. 2).



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

Концентрацијата на хлорофил *a*, како показател на продукцијата на фитопланктон, односно фитопланктонската биомаса во литоралот на Преспанското Езеро во овој период имаше високи вредности кои се движеа од $6,06 \mu\text{g l}^{-1}$ во Стење и $6,83 \mu\text{g l}^{-1}$ во Отешево до највисоки $65,48 \mu\text{g l}^{-1}$ во Претор (Сл. 2).

Во реките, вредностите за концентрацијата на хлорофил *a* беа ниски и се движеа од $1,02 \mu\text{g l}^{-1}$ во Брајчинска Река, $1,88 \mu\text{g l}^{-1}$ во Кранска Река и $2,22 \mu\text{g l}^{-1}$ во Голема Река (Сл. 2).



Слика 2. Индекс на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, во овој период имаа високи вредности. Според Индексот на трофичка состојба (TSI) точката Претор се карактеризираат како хипереутрофна, Казан, Стење и Отешево како олиготрофни, додека останатите точки се карактеризираат како еутрофни (Сл. 3).

Фитопланктонски истражувања

Пролетна кампања 2025

Д-р Сузана Патчева
М-р Јовица Лешоски

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 пролетниот период 2025 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 во пролетен период 2025 година

	Казан	Централна точка

Видови	Интегрирана проба	0 m	5 m	14 m
Cyanophyta				
<i>Chroococcus limneticus</i>		59 000	500	
<i>Gloeocapsa sp.</i>	10 000	6 000	61 000	19 500
Bacillariophyta				
<i>Aulacoseira sp.</i>	2 000	1 000	7 500	23 500
<i>Cyclotella sp.</i>	118 000	156 000	359 500	341 000
<i>Fragilaria sp.</i>			1 000	1 000
Chlorophyta				
<i>Eudorina elegans</i>			1 000	1 000
<i>Oocystis lacustris</i>		1 500	9 500	
Charophyta				
<i>Closterium acutum var. variable</i>	2 926 000	3 274 000	6 959 000	2 072 000
<i>Staurostrum paradoxum</i>			4 500	
Pyrrophyta				
<i>Peridinium sp.</i>		18 000		
Вкупно ind/l	3 056 000	3 515 500	7 403 500	2 458 000

Фитопланктонските истражувања во пелагијалот на Преспанското Езеро во пролетниот период покажаа многу слаб диверзитет со 4 до 9 евидентирани видови по точки. Апсолутно доминантен вид на сите точки беше *Closterium acutum var. variable* од групата на харофитни алги (Charophyta). Од останатите алги, со позначителна абундантност беше застапен видот *Cyclotella sp.* од групата на силикатни алги (Bacillariophyta). Густината на фитопланктонот во овој период беше многу голема, а најголема густина на фитопланктон во пелагијалот на езерото имаше на Централна точка 5 метри длабочина со 7 403 500 ind/l, а најмала на 14 метри длабочина со 2 458 000 ind/l (Таб. 1).

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во пролетниот период 2025 година

Видови	Стење	Отешево	Претор	Крани	Сливница	Наколец	Долно дупени
Cyanophyta							
<i>Aphanizomenon flos aquae</i>			2 000				
<i>Chroococcus limneticus</i>		4 000	4 000	3 000		4 000	1 000
<i>Coelosphaerium sp.</i>					1 000		

Bacillariophyta							
<i>Achnanthes</i> sp.							1 000
<i>Amphora</i> sp.	8 000		2 000	2 000		1 000	2 000
<i>Aneumastus</i> sp.			1 000				
<i>Aulacoseira</i> sp.	4 000	4 000	4 000	4 000	6 000	5 000	7 000
<i>Cocconeis</i> sp.	4 000	16 000	3 000	1 000	5 000		5 000
<i>Cyclotella</i> sp.	64 000	228 000	26 000	11 000	10 000	17 000	8 000
<i>Cymboplectra</i> sp.			1 000				
<i>Diatoma</i> sp.			7 000	6 000	2 000	1 000	
<i>Diatoma tenuis</i>				1 000			
<i>Diploneis elliptica</i>						1 000	
<i>Encyonema</i> sp.	4 000	8 000	3 000		3 000	2 000	
<i>Epithemia</i> sp.	4 000		1 000				
<i>Fragilaria</i> sp.					7 000	4 000	12 000
<i>Gomphonema</i> sp.		8 000	2 000	2 000			
<i>Navicula reichardtii</i>							1 000
<i>Navicula reichardtii</i> f. <i>rhoboeliptica</i>							1 000
<i>Navicula rotunda</i>			1 000			2 000	
<i>Navicula</i> sp.	4 000	8 000	8 000	10 000	26 000	68 000	7 000
<i>Nitzschia</i> sp.							1 000
<i>Placoneis</i> sp.	4 000			1 000			3 000
<i>Rhopalodia gibba</i>							1 000
<i>Tabellaria fenestrata</i>			1 000			1 000	1 000
Chlorophyta							
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	4 000						
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>		4 000	5 000	1 000		1 000	
<i>Chlamidomonas</i> sp.			23 000				
<i>Oocystis lacustris</i>			2 000	7 000		2 000	1 000
<i>Pandorina morum</i>			43 000	21 000		1 000	34 000
<i>Scenedesmus</i> sp.					1 000		
Charophyta							
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	1 932 000	1 128 000	70 000	1 000	18 000	27 000	18 000
Pyrrophyta							
<i>Peridinium</i> sp.	112 000	104 000	2 000	2 000	1 000	1 000	4 000
Euglenophyta							
<i>Phacus</i> sp.					2 000		
Вкупно ind/l	2 144 000	1 512 000	211 000	73 000	82 000	140 000	105 000

Истражувањата на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во пролетниот период покажува многу поголем диверзитет на алги во споредба со пелагијалот. Најголем број на видови беа евидентирани од групата на силикатни алги.

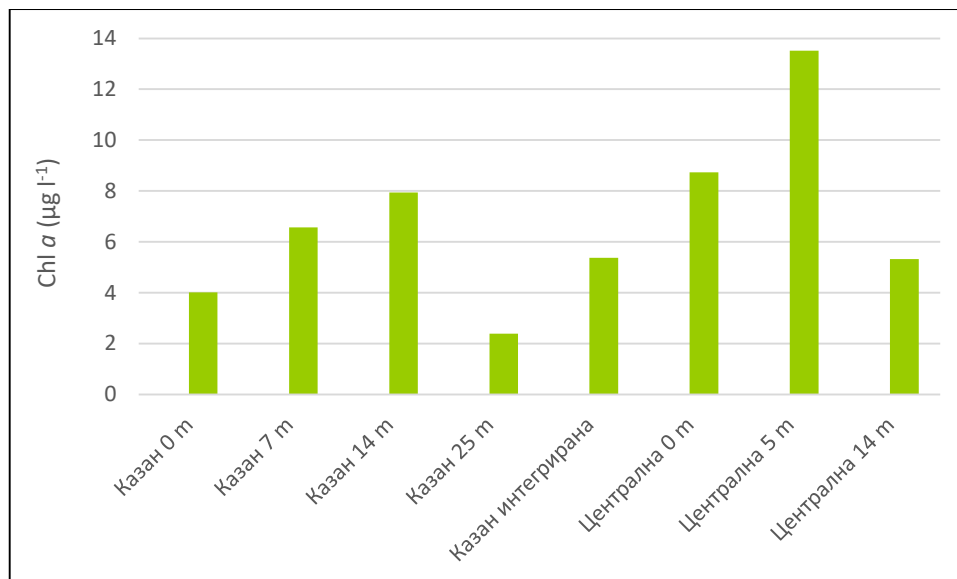
(Bacillariophyta). Во најголем број од точките, во фитопланктонот доминантна беше харофитната алга *Closterium acutum var. variabile* (Charophyta), а од останатите алги со голема абундантност беа застапени и видовите *Navicula sp.* и *Cyclotella sp.* од групата на силикатни алги, како и *Pandorina morum* од групата на зелени алги (Таб. 2).

Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Стење со 2 144 000 ind/l и во Отешево со 1 512 000 ind/l, а во останатите точки густината на фитопланктон беше значително пониска, а најниска беше густината во Крани каде беа евидентирани 73 000 ind/l. За ваквата разлика во густината и составот на фитопланктонот во Стење и Отешево придонесе малата временска разлика во колекционирањето на материјалот при што зголемувањето на температурата на езерската вода придонесе за помасовен развој на алгите (Таб. 2).

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во реките притоки на Преспанското Езеро во пролетниот период 2025 година

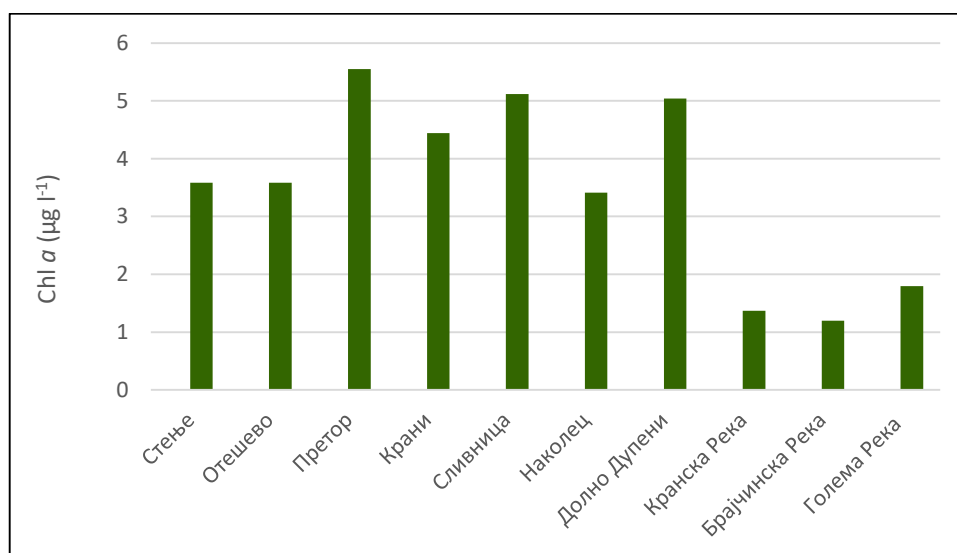
Видови	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река
Bacillariophyta			
<i>Amphora sp.</i>	800	2 400	3 200
<i>Aulacoseira sp.</i>	1 600	800	
<i>Cocconeis sp.</i>		3 200	1 600
<i>Cyclotella sp.</i>	2 400	1 600	
<i>Cymbella sp.</i>		800	
<i>Encyonema sp.</i>	3 200	4 000	1 600
<i>Diatoma mesodon</i>	800		
<i>Diatoma sp.</i>	20 800	9 600	3 200
<i>Diatoma tenuis</i>	800		2 400
<i>Fragilaria sp.</i>	800	12 000	7 200
<i>Gomphonema sp.</i>	8 000	11 200	11 200
<i>Hannaea arcus</i>	2 400	11 200	
<i>Navicula reichardtii</i>	800		
<i>Navicula sp.</i>		15 200	35 200
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		800	800
<i>Ulnaria ulna</i>	800		800
Charophyta			
<i>Closterium acutum var. variabile</i>	800		
Вкупно ind/l	36 800	72 800	67 200

Во притоците беше евидентиран солиден диверзитет на алги со апсолутна доминација на силикатните алги (Bacillariophyta) како во квалитативен состав така и во квантитативен. Во Кранска и во Брајчинска Река беа евидентирани по 12 видови, а во Голема Река вкупно 10 видови алги. Густината на алги беше најголема во Брајчинска Река со 72 800 ind/l, а најмала во Кранска Река каде изнесуваше 36 800 ind/l. (Таб. 3).



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

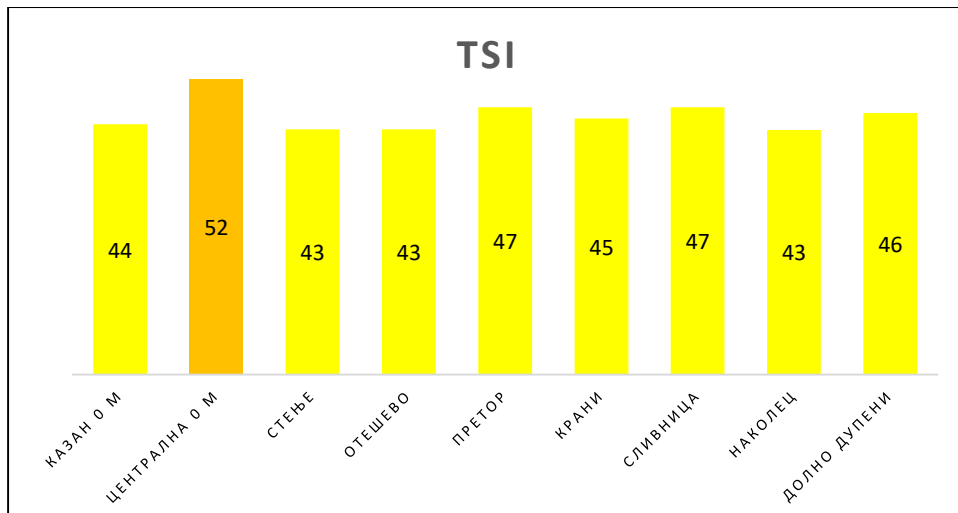
Концентрацијата на хлорофил *a*, како показател на продукцијата на фитопланктон, односно фитопланктонската биомаса во пелагијалот на Преспанското Езеро во пролетниот период највисока вредност имаше на Централна точка 5 метри длабочина со $13,51 \mu\text{g l}^{-1}$, а најниска на Казан 25 метри длабочина со вредност од $2,31 \mu\text{g l}^{-1}$, соодветно на густината на фитопланктон. Забележителна е поголема концентрација на хлорофил *a* на Централна точка во однос на точката 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 Претор со $5,55 \mu\text{g l}^{-1}$, а најниска во Наколец со $3,41 \mu\text{g l}^{-1}$ (Сл. 2).

Во реките, вредностите за концентрацијата на хлорофил *a* беа пониски и се движеа од $1,20 \mu\text{g l}^{-1}$ во Брајчинска Река до $1,79 \mu\text{g l}^{-1}$ во Голема Река (Сл. 2).



Слика 2. Индекс на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, во овој период имаа блиски вредности. Според Индексот на трофичка состојба водата во Централна точка се карактеризира како еутрофна, додека останатите точки се карактеризираат како мезотрофни (Сл. 3).

Фитопланктонски истражувања Летна кампања 2025

**Д-р Сузана Патчева
М-р Јовица Лешоски**

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 летниот период 2025 година реализирани се кампањи, при кои колекционирани 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 во летен период 2025 година

	Казан	Централна точка		
Видови	Интегрирана проба	0 m	5 m	14 m
Cyanophyta				
<i>Anabaena flos aquae</i>	2 000	500		
<i>Anabaena solitaria</i>	18 000	3 000	4 000	1 500
<i>Aphanizomenon gracile</i>	72 000	6 500	17 500	
<i>Chroococcus limneticus</i>	20 000		2 000	1 000
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	26 000	4 000	9 000	20 000
Bacillariophyta				
<i>Aulacoseira sp.</i>	2 000	2 000		25 500
<i>Cyclotella sp.</i>	26 000	2 500	10 500	46 000
<i>Cymbella sp</i>			1 000	
<i>Fragilaria sp.</i>				5 000
<i>Gomphonema sp.</i>			500	1 000
Chlorophyta				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	2 000	1 000	500	
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>				2 000
<i>Chlamydocapsa planctonica</i>			1 500	
<i>Chlamidomonas sp.</i>		1 000	2 000	
<i>Eudorina elegans</i>	4 000	1 000	2 000	1 000
<i>Pandorina morum</i>	2 000			
Chrysophyta				
<i>Dinobryon divergens</i>	10 000	1 000	2 000	
<i>Dinobryon sociale</i>	18 000	1 000	11 500	
Charophyta				

<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	14 000	3 000	2 500	
Pyrrophyta				
<i>Ceratium hirundinella</i>		2 000		
<i>Peridinium</i> sp.	8 000	39 500	3 000	
Cryptophyta				
<i>Cryptomonas</i> sp.		3 500	1 000	
Вкупно ind/l	224 000	71 500	70 500	103 000

Фитопланктонските истражувања во пелагијалот на Преспанското Езеро во летниот период покажаа богат диверзитет со 8 до 15 евидентирани видови по точки. Во интегрираната проба од Казан и на Централна точка 5 метри длабочина доминираа цијанофитите, во површинскиот слој на Централна точка доминантен беше видот *Peridinium* sp. од групата на огнени алги, на 5 метри длабочина најабундантни беа цијанофитата *Aphanizomenon gracile* и хризофитата *Dinobryon sociale*, а на 14 метри длабочина со најголема абундантност беа застапени видови од групата на силикатни алги (Таб. 1).

Најголема густина на фитопланктон во овој период имаше во интегрираната проба од Казан со 224 000 ind/l, а по неа следеше Централна точка на 14 метри длабочина со 103 000 ind/l, а најмала на Централна точка 5 метри длабочина со 70 500 ind/l (Таб. 1).

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во летен период 2025 година

Видови	Стење	Отешево	Претор	Крани	Сливница	Наколец	Долно дупени
Cyanophyta							
<i>Anabaena solitaria</i>		6 000	2 000	10 000	4 000	2 000	2 000
<i>Aphanizomenon flos aquae</i>		1 000					
<i>Aphanizomenon gracile</i>	2 000	5 000	4 000				
<i>Chroococcus limneticus</i>						2 000	
<i>Merismopedia glauca</i>		2 000	2 000				
<i>Oscillatoria</i> sp.			2 000	1 000			
<i>Planktolyngbya limnetica</i>		56 000		15 000	30 000	86 000	116 000
Bacillariophyta							
<i>Amphora</i> sp.	2 000	2 000					
<i>Aulacoseira</i> sp.	2 000	2 000	6 000	6 000	2 000	10 000	8 000
<i>Cocconeis</i> sp.			2 000	4 000	3 000	14 000	6 000
<i>Cyclotella</i> sp.	20 000	22 000	20 000	11 000	1 000	36 000	28 000
<i>Cymbella</i> sp.							2 000
<i>Cymbopleura</i> sp.						2 000	
<i>Diatoma</i> sp.					1 000		
<i>Encyonema</i> sp.		4 000		3 000			

<i>Fragilaria sp.</i>			8 000		3 000	2 000	4 000
<i>Gomphonema sp.</i>			2 000			4 000	2 000
<i>Navicula reichardtii</i>			1 000				
<i>Navicula sp.</i>		2 000	4 000	5 000	5 000	12 000	14 000
<i>Nitzschia sp</i>		2 000			2 000		2 000
<i>Placoneis sp.</i>					1 000		
<i>Ulnaria acus</i>				1 000	1 000		
Chlorophyta							
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>		6 000					
<i>Chlamidomonas sp.</i>	2 000	16 000					
<i>Oocystis lacustris</i>				2 000	3 000		
<i>Pandorina morum</i>	4 000	10 000	10 000	35 000	7 000		224 000
<i>Scenedesmus sp.</i>	4 000						
<i>Schroederia nitzschiioides</i>			2 000				
<i>Ulothrix sp.</i>				1 000			
Chrysophyta							
<i>Dinobryon sociale</i>		2 000	4 000		1 000	6 000	
Charophyta							
<i>Closterium acutum var. variable</i>		4 000	2 000	1 000	12 000	12 000	
<i>Staurostrum paradoxum</i>	2 000			1 000			
Pyrrophyta							
<i>Peridinium sp.</i>	156 000	28 000	12 000	17 000	17 000	6 000	192 000
Вкупно ind/l	194 000	170 000	83 000	113 000	73 000	194 000	600 000

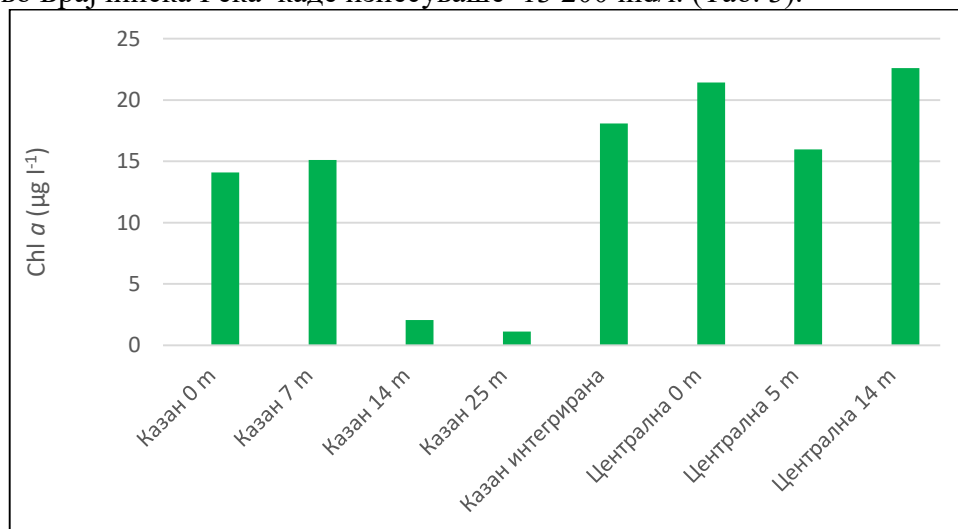
Истражувањата на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во летниот период исто така покажаа богат диверзитет на алги како и пелагијалот. Најголем број на видови беа евидентирани од групата на силикатни алги (Bacillariophyta). Во овој период специфично е тоа што доминантните групи алги и видови се разликуваа на различни точки. Во Стење во фитопланктонот апсолутно доминантна беше *Peridinium sp.* од групата на огнени алги (Pyrophyta), во Долно Дупени и Крани зелената алга *Pandorina morum* (Chlorophyta), во Отешево, Сливница и Наколец сино-зелената алга *Planktolyngbya limnetica* (Cyanophyta) а Претор со најголема абундантност беше застапена *Cyclotella sp.* од групата на силикатни алги (Таб. 2).

Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Долно Дупени со 600 000 ind/l, а во останатите точки густината на фитопланктон беше значително пониска, а најниска беше густината во Сливница каде беа евидентирани 73 000 ind/l (Таб. 2).

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на фитопланктонот во реките притоки на Преспанското Езеро во летен период 2025 година

Видови	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Река
Bacillariophyta			
<i>Amphora sp.</i>	800		
<i>Cocconeis sp.</i>	800	5 600	6 800
<i>Cyclotella sp.</i>	2 400	400	1 600
<i>Encyonema sp.</i>	2 400	400	
<i>Diatoma sp.</i>	4 800		
<i>Fragilaria sp.</i>	2 400	2 400	
<i>Gomphonema sp.</i>	1 600	800	
<i>Hannaea arcus</i>	800		
<i>Hantzschia abundans</i>	800		
<i>Navicula sp.</i>		2 000	
<i>Nitzschia sp.</i>	800	800	
<i>Planothidium sp.</i>	1 600		400
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		400	
<i>Ulnaria ulna</i>	1 600		400
Charophyta			
<i>Closterium acutum var. variabile</i>			9 600
<i>Closterium sp.</i>	4 800	400	
Вкупно ind/l	25 600	13 200	18 800

Во притоците беше евидентиран солиден диверзитет на алги со доминација на силикатните алги (Bacillariophyta) како во квалитативен состав така и во квантитативен. Во Кранска Река беа евидентирани најголем број на видови (12) видови, а во Голема Река само 5 видови алги. Густината на алги беше најголема во Кранска Река со 25 600 ind/l, а најмала во Брајчинска Река каде изнесуваше 13 200 ind/l. (Таб. 3).

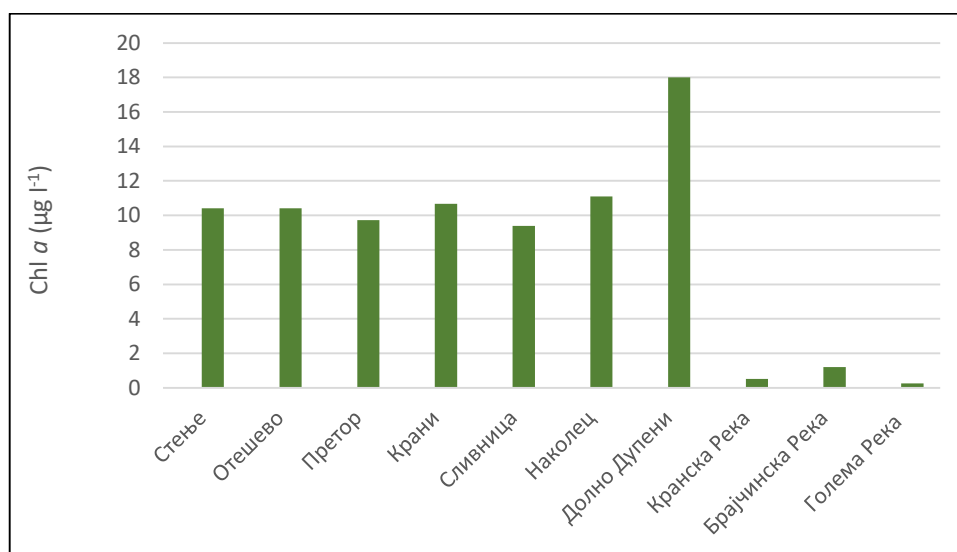


Слика 1. Концентрација на хлорофил *a* на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро

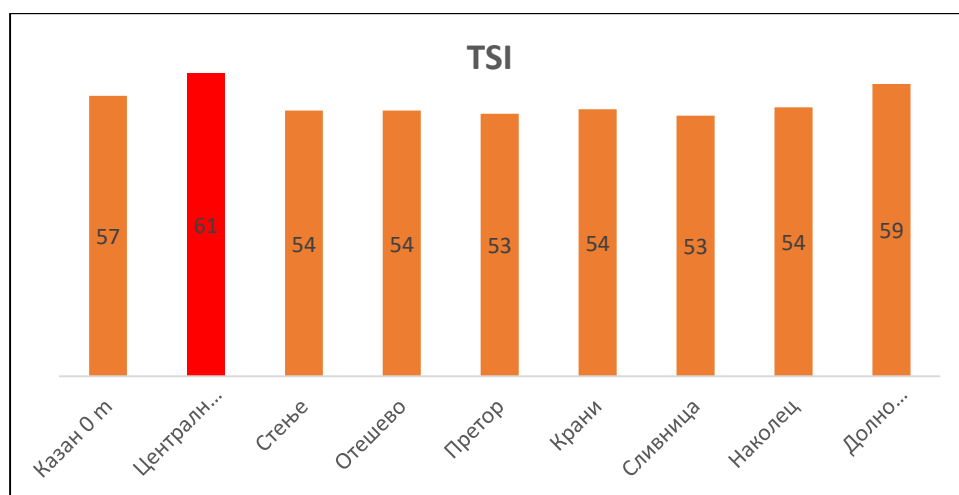
Концентрацијата на хлорофил *a*, како показател на продукцијата на фитопланктон, односно фитопланктонската биомаса во пелагијалот на Преспанското Езеро во пролетниот период највисока вредност имаше на Централна точка 14 метри длабочина со $22,61 \mu\text{g l}^{-1}$, а најниска на Казан 25 метри длабочина со вредност од $1,11 \mu\text{g l}^{-1}$, соодветно на густината на фитопланктон. Забележителна е поголема концентрација на хлорофил *a* на Централна точка во однос на точката Казан (Сл. 1).

Во литоралниот регион, највисока вредност на концентрацијата на хлорофил *a* беше регистрирана кај Долно Дупени со $18,01 \mu\text{g l}^{-1}$, која вредност значително се одвојуваше од останатите точки каде концентрацијата на хлорофил *a* се движеше од $9,39 \mu\text{g l}^{-1}$ во Сливница до $11,10 \mu\text{g l}^{-1}$ во Наколец (Сл. 2).

Во реките, вредностите за концентрацијата на хлорофил *a* беа ниски и се движеа од $0,26 \mu\text{g l}^{-1}$ во Голема Река до $0,51 \mu\text{g l}^{-1}$ во Кранска Река до (Сл. 2).



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



Слика 2. Индекс на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, во овој период имаа блиски вредности. Според Индексот на трофичка состојба водата во Централна точка се карактеризира како хипереутрофна, додека останатите точки се карактеризираат како еутрофни (Сл. 3).

ИЗВЕШТАЈ ОД ИСТРАЖУВАЊАТА НА ГРУПИТЕ ROTIFERA, COPEPODA И CLADOCERA ОД ПЕЛАГИЈАЛОТ И ЛИТОРАЛОТ НА ПРЕСПАНСКОТО ЕЗЕРО ВО ТЕКОТ НА 2024 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 само на следните видови: *Trichocerca capucina* (Wierzejski et Zacharias, 1893), *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851), *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879),

Нивната квантитативна застапеност во составот на зоопланктонот, како и вертикална дистрибуција во пелагијалот се дадени во табелите 6-13.

Анализата на квалитативниот состав на ротиферите во литоралот покажува присуство на 39 видови 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 *Polyarthra vulgaris* и *Asplanchna priodonta*. За време на летниот период констатирано е најголемо видово разнообразие, односно присуство на 38 вида. Забележлива е доминацијата на видовите *Polyarthra vulgaris*, *Cephalodella gibba*, *Euchlanis dilatata* и некои од видовите од родот *Lecane* 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* (Табела 1).

Таб. 1. Квалитативен состав на видовите од групата Rotifera евидентирани во реките од сливното подрачје на Преспанското Езеро

	Видови / Локалитети	Голема Река	Кранска Река	Брајчинска Река
1.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	+		
2.	<i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg, 1831			+
3.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	+	+	
4.	<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)		+	
5.	<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)		+	+
6.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832		+	
7.	<i>Mytilina ventralis brevispina</i> (Ehrenberg, 1832)		+	
8.	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)		+	
9.	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)		+	
10.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)			+
11.	<i>Anuraeopsis fissa fissa</i> (Gosse, 1854)			+
12.	<i>Bdelloidea</i>	+	+	+

Чувствителноста на ротиферите кон низа физичко-хемиски показатели, овозможува нивно искористување како биолошки индикатори за сапробноста на акватичните екосистеми (Sladecsek, 1983; Тасевска и соп., 2004; Fowler and Duggan, 2008).

Според видовиот состав на ротиферите и вредностите на сапробниот индекс добиени при нашите истражувања (Таб. 2-5), водата од литоралниот регион на Преспанското Езеро воглавно има β -мезосапробен карактер.

Табела 2. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на зимската кампања 2024 година и нивната сапробиолошка припадност

Локалитети										
	Таксони	G.Kl	s	Д. Дупени	Наколец	Крани	Претор	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1		1	1	1		1
2.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6	1		1			1	
3.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7			1	1			1
4.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1		1	1	1	1	1	1
5.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	I, II	1,6	5						5
6.	<i>Lecane closterocerca</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		1
9.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1					1		
10.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7					1		
11.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6			1	1	1	1	1
12.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1	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			1	1		
15.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1	1
S				1,7	1,85	1,75	1,74	1,64	1,88	1,74

Табела 3. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на пролетната кампања 2024 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети								
		G.Kl	s	Д. Дупени	Наколец	Крани	Претор	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1	1		1	1		1
2.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6		1	1		1	1	
3.	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	I, II	1,5			1				
4.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7			1	1			1
5.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1	1	1	1	1	1	1	1
6.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	I, II	1,6	1		1				1
7.	<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	1	1	1	1		
8..	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	I, II	1,6		1	1				1
9.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	I,II	1,4			1				
10.	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,4			1				
11.	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	II	1,7				1			
12.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8	1		1	1	1		1
13.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1				1	1		

14.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1	1		1	1	1	
15.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1	1	1	1	1	1	1
16.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1	1	1		1	
17.	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	II	1,7			1				
18.	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5					1		
19.	<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	I, II	1,5				1	1		1
20.	<i>Conochillus hippocrepis</i> (Schränk, 1803)	I	1,3			1				1
21.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1	1
S				1,75	1,73	1,64	1,68	1,64	1,85	1,71

Табела 4. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на летната кампања 2024 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети								
		G.Kl	s	Д. Дупени	Наколец	Крани	Претор	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1	1	1		1	1	1
2.	<i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1831)	II	1,8			1	1	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	1				
5.	<i>Scaridium longicaudum</i> (Müller, 1786)	I, II	1,4					1		
6.	<i>Chromogaster ovalis</i> (Bergendal, 1892)	I	1,2			1				
7.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6	1	1	1		1	1	
8.	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	I, II	1,5			1				
9.	<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,6	1		1				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	1
12.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	I, II	1,6	1		1				1
13.	<i>Dicranophorus forcipatus</i> (Müller, 1786)	II	1,8		1	1				1
14.	<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	3	1	1	1		1
15.	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	I, II	1,6	1	1	3	1	1		1
16.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	I,II	1,4			1				
17.	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,4			1	1			1
18.	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	II	1,7	1		1	1	1		1
19.	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)	I, II	1,5		1	1				1
20.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8	1		1	1	1		1
21.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1	1		1	1	1		

22.	<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	I, II	1,4			1				1
23.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1	1	1	1	1	1	1
24.	<i>Lepadella triptera</i> Ehrenberg, 1830	I	1,3			1		1		
25.	<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	II	1,7	1				1		
26.	<i>Mytilina ventralis brevispina</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5			1				1
27.	<i>Lophocharis salpina</i> (Ehrenberg, 1834)	II	1,7			1				
28.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1	1	1	1	1	1	5
29.	<i>Euchlanis deflexa</i> Gosse, 1851	I, II	1,6			1			1	
30.	<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,8			1				
31.	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	II	2,2			1				
32.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1	1	1		1	
33.	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	II	1,7			1				1
34.	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5					1		
35.	<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	I, II	1,5				1	1		
36.	<i>Conochillus hippocrepis</i> (Schränk, 1803)	I	1,3			1				
37.	<i>Anuraeopsis fissa fissa</i> (Gosse, 1854)	I	1,2		1					
38.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	3	1	1	3	1
S				1,68	1,6	1,64	1,65	1,66	1,88	1,65

Табела 4а. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на летната кампања 2024 година (дополнителни истражувања) и нивната сапробиолошка припадност

Таксони		Локалитети								
		G.Kl	s	Д. Дупени	Наколец	Крани	Претор	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1	1	1		1	1	1
2.	<i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1831)	II	1,8			1	1	1		1
3.	<i>Cephalodella ventripes</i> (Dixon-Nuttall, 1901)	I,II	1,5		1					
4.	<i>Scaridium longicaudum</i> (Müller, 1786)	I, II	1,4				1	1		
5.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6		1	1		1	1	
6.	<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,6	1		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	1
9.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	I, II	1,6			1			1	1
10.	<i>Dicranophorus forcipatus</i> (Müller, 1786)	II	1,8		1	1				1
11.	<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	1	1	1	1	1	1
12.	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	I, II	1,6	1	1	1	1	1		1
13.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	I,II	1,4			1	1			

14.	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,4			1	1			1
15.	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	II	1,7	1			1	1		1
16.	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)	I, II	1,5		1	1				1
17.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8	1		1	1	1		1
18.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1		1			1		
19.	<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	I, II	1,4			1				1
20.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1	1	1	1	1	1	1
21.	<i>Lepadella triptera</i> Ehrenberg, 1830	I	1,3		1		1	1		
22.	<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	II	1,7	1	1			1		
23.	<i>Mytilina ventralis brevispina</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5			1				1
24.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1	1	1	1	1	1	1
25.	<i>Euchlanis deflexa</i> Gosse, 1851	I, II	1,6			1	1		1	
26.	<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,8	1	1					
27.	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	II	2,2			1				
28.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1	1	1	1	1	1
29.	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	II	1,7	1		1				1
30.	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5					1		
31.	<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	I, II	1,5				1	1	1	
32.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1	1
S				1,74	1,65	1,68	1,64	1,63	1,7	1,68

Табела 5. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на есенската кампања 2024 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети								
		G.Kl	s	Д. Дупени	Наколец	Крани	Претор	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1	1		1	1		1
2.	<i>Cephalodella catellina</i> (Müller, 1786)	II	1,9			1				
3.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6			1		1	1	
4.	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	I, II	1,5			1				
5.	<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,6				1	1		
6.	<i>Chromogaster ovalis</i> (Bergendal, 1892)	I	1,2		1	3				
7.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7	1	1	1	1			1
8.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1	1	1	1	1	1	1	1
9.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	I, II	1,6							1
10.	<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	1	1	1	1		
11.	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	I, II	1,6			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				
14.	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	II	1,7				1	1		
15.	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)	I, II	1,5			1				
16.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8	1		1	1	1		1
17.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1	1						
18.	<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	I, II	1,4			1	1	1		
19.	<i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg, 1831	II	1,9			1	1	1		
20.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1		1	1	1	1	
21.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1		1	1	1	1	1
22.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1		1	1		1	
23.	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	II	1,7			1				
24.	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5					1		
25.	<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	I, II	1,5				1	1		1
26.	<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank, 1803)	I	1,3			1				1
27.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1	1
S				1,7	1,68	1,6	1,71	1,68	1,85	1,55

Материјалот колекциониран од седиментот на преспанското Езеро не покажува присуство на видови од групите Rotifera, Copepoda и Cladocera. Што се однесува до ротиферите, поединечни остатоци од панцирот на одредени видови, како и нивните резистентни јајца можат да бидат пронајдени во седиментите на тресетиштата и да се користат во палеорекопструкцијата (Pocięcha et al., 2024). Анализата на фосилните остатоци од ротифери може да се користи при следење на динамиката на нутриенти и еутрофикацијата на езерата (Turton and McAndrews, 2006; Wojewódka and Hruševár, 2020).

Rotifera, Copepoda и Cladocera во пелагијалот на Преспанско Езеро

Табела 6. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (зимска проба) 2024 год Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
COPEPODA				
<i>Arctodiaptomus steindachneri</i>	2000	10500	15500	8000
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		5500	7000	5000
CLADOCERA				
<i>Daphnia cuculata</i>		2500	2000	1000
<i>Bosmina</i>	500		500	1000
<i>Dyaphanosoma</i>		1000	1000	500
<i>Dreissena</i>		500		
Insecta			500	
Вкупно ind.m ⁻³	2500	20000	26500	15500

Табела 7. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (зимска проба) 2024 год. Централна точка

Видови	0m	5m	14m
--------	----	----	-----

ROTIFERA			
Trichocerca capucina			500
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri	500	9000	5000
Mesocyclops leuckarti	500	3500	500
Nauplii	500	1500	500
CLADOCERA			
Daphnia cuculata		1500	
Bosmina		500	
Вкупно ind.m⁻³	1500	16000	6500

Табела 8. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (пролетна проба) 2024 год Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
ROTIFERA				
Keratella cochlearis		667	667	
Kellicottia longispina		667	667	
COPEPODA				
Arctodiaptomus steindachneri		33333	21334	10000
Mesocyclops leuckarti	667	6000	1334	1333
Cyclops vicinus				667
Nauplii		4667	1334	
CLADOCERA				
Daphnia cuculata	333		8000	3333
Bosmina	3000	45333	28000	2667
Chironomida			667	
Вкупно ind.m⁻³	4000	45333	62003	18000

Табела 9. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (пролетна проба) 2024 год. Централна точка

Видови	0m	5m	13m
ROTIFERA			
Keratella cochlearis	667	667	
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri		28666	15333
Mesocyclops leuckarti		2666	8667
Nauplii		8000	4000
CLADOCERA			
Daphnia cuculata		1333	8333
Bosmina	1333	27000	13667
Вкупно ind.m⁻³	2000	68332	50000

Во текот на пролетниот период констатирани се највисоки вредности на зоопланктонската заедница, но и најголемо видово разнообразие во двата локалитети.

Табела 10. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (летна проба) 2024 год Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
COPEPODA				
Arctodiaptomus steindachneri	500	1500	500	
Mesocyclops leuckarti	1000		500	
CLADOCERA				

Dyaphanosoma	500		500	500
Вкупно ind.m⁻³	2000	1500	1500	500

Табела 11. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (летна проба) 2024 год. Централна точка

Видови	0m	5m	14m
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri	500	1000	6500
Mesocyclops leuckarti		500	5500
CLADOCERA			
Daphnia cuculata		500	2000
Dyaphanosoma	1000	2500	1000
Вкупно ind.m⁻³	1500	4500	15000

Во летниот период од годината невообичаено е регистрирана намалена густина на популациите на зоопланктонот, а тоа може да се должи на зголемените процеси на минерализација, по што би следело појава на аноксија во подлабоките слоеви. Одговор за ваквата констатација треба да се бара од анализата на физичко-хемиските параметри.

Табела 12. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (есенска проба) 2024 год Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
ROTIFERA				
Keratella cochlearis	500			
Asplanchna priodonta	500			
COPEPODA				
Arctodiaptomus steindachneri	3500	4500	1500	1500
Mesocyclops leuckarti	500		500	
CLADOCERA				
Daphnia cuculata			500	1500
Bosmina	500		500	
Dyaphanosoma	500	500	500	
Вкупно ind.m⁻³	6000	5000	3500	3000

Табела 13. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (есенска проба) 2024 год. Централна точка

Видови	0m	5m	15 m
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri	3500	3500	500
Mesocyclops leuckarti	500	500	1500
CLADOCERA			
Daphnia cuculata		500	2000
Bosmina	1000		
Dyaphanosoma	2500	1500	
Вкупно ind.m⁻³	7500	6000	4000

Во текот на истражуваниот период највисоки вредности во пелагијалот на Преспанското Езеро беа регистрирани во слоевите на термоклината помеѓу 5 м длабочина од централната точка и 7 до 15 м длабочина кај локалитетот Казан, 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.

Карактеристично е што за разлика од изминатите години, се забележува мало видово разнообразие, но и ниска абундантност на зоопланктонот во пелагијалот на езерото. Особено е изразена малата бројност или потполно отсуство на видовите од групата Rotifera, што се должи на фактот дека ротиферите се просторно и временски најнестабилна компонента во планктонот на слатките води и покажуваат извесни колебања во сезонското појавување и во просечната густина на своите популации.

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 (2023) може да се забележи дека нема некои видливи промени од квалитативен и квантитативен аспект, или новорегистрирани видови.

ИЗВЕШТАЈ ОД ИСТРАЖУВАЊАТА НА ГРУПИТЕ ROTIFERA, COREPODA И CLADOCERA ОД ПЕЛАГИЈАЛОТ И ЛИТОРАЛОТ НА ПРЕСПАНСКОТО ЕЗЕРО ВО ТЕКОТ НА 2025 ГОДИНА (зима, пролет, лето)

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 предатор, 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 во текот на 2025 година констатирано е присуство само на следните видови: *Trichocerca capucina* (Wierzejski et Zacharias, 1893), *Trichocerca pusilla* (Lauterborn, 1898), *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851), *Keratella quadrata* Kellicottia *longispina* (Kellicott, 1879), *Conochillius hippocrepis* (Schränk, 1803), *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834). Нивната квантитативна застапеност во составот на зоопланктонот, како и вертикална дистрибуција во пелагијалот се дадени во табелите 5-10.

Анализата на квалитативниот состав на ротиферите во литоралот покажува присуство на 40 видови 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, додека за време на летниот период констатирано е најголемо видово разнообразие, односно присуство на 39 вида. Забележлива е доминацијата на видовите *Polyarthra vulgaris*, *Cephalodella gibba*, *Euchlanis dilatata*, *Lepadella patella* и *Lecane closterocerca* во текот на целиот истражувачки период.

Анализата на материјалот колекциониран од реките во сливното подрачје на Преспанското Езеро покажува квалитативно и квантитативно сиромаштво со видови, пред сè поради нестабилноста на живеалиштата (Ricci and Balsamo, 2001).

Регистрирани се 13 видови, претежно бентосни и перифитонски форми (Табела 1), а најзастапени беа видовите од групата *Bdelloidea*. Тие поседуваат висока отпорност на физички стрес, суши и варијации во кислородот, што им овозможува да опстанат дури и во услови на зголемено органско оптоварување и заматеност.

Во реките, заедниците на ротифери се карактеризираат со пониска бројност и диверзитет во споредба со езерата и акумулациите (Segers, 2008; Wallace & Snell, 2010). Ова се должи на динамичната хидрологија, големите варијации во брзината на струењето и нестабилноста на живеалиштето, што ограничува создавање на постојани популации. Најголем дел од ротиферите во реките припаѓаат на бентосните или перифитонските форми, додека вистинските планктонски видови се релативно ретки и најчесто се задржуваат во помирни делови, меандри или крајбрежни зони со вегетација (Halabowski et al., 2022).

Таб. 1. Квалитативен состав на видовите од групата Rotifera евидентирани во реките од сливното подрачје на Преспанското Езеро

	Видови / Локалитети	Голема Река	Кранска Река	Брајчинска Река
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)		+	+
2.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	+		
3.	<i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg, 1831			+
4.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	+	+	
5.	<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)		+	
6.	<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)		+	+
7.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	+	+	
8.	<i>Mytilina ventralis brevispina</i> (Ehrenberg, 1832)		+	
9.	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)		+	
10.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)			+
11.	<i>Anuraeopsis fissa fissa</i> (Gosse, 1854)			+
12.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	
13.	<i>Bdelloidea</i>	+	+	+

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. 2-4), водата од литоралниот регион на Преспанското Езеро воглавно има β -мезосапробен карактер.

Табела 2. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на зимската кампања 2025 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети								
		G.KI	s	Д. Дупени	Наколец	Крани	Претор	Сливница	Стење	Отешево
16.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1			1	1		1
17.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7	1		1	1			1
18.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1		1	1		1	1	1
19.	<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	1	1	1			1
20.	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	II	1,7		1		1			
21.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8	1		1		1	1	1
22.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1					1		
23.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1	1		1	1		
24.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6			1	1	1	1	1
25.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1	1	1			

26.	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5	1				1		
27.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1	1
S				1,71	1,8	1,79	1,71	1,71	1,92	1,76

Табела 3. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на пролетната кампања 2025 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети								
		G.Kl	s	Д. Дупени	Наколец	Крани	Претор	Сливница	Стење	Отешево
1.	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,7	1	1		1	1		1
2.	<i>Cephalodella ventripes</i> (Dixon-Nuttall, 1901)	I,II	1,5		1	1		1		
3.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6		1	1		1	1	
4.	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	I, II	1,5			1				
5.	<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,6	1			1	1		
6.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7			1	1			1
7.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1	1	1	1	1	1	1	1
8.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	I, II	1,6	1		1				1
9.	<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	1	1	1	1		
10..	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	I, II	1,6		1	1			1	1
11.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	I,II	1,4			1				
12.	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,4	1		1				
13.	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	II	1,7				1			
14.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8	1	1	1	1	1		1
15.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1				1	1		
16.	<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	I, II	1,4			1	1	1		
17.	<i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg, 1831	II	1,9			1	1	1		1
18.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1	1		1	1	1	
19.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1	1	1	1	1	1	1
20.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1	1	1		1	
21.	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	II	1,7			1				
22.	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5					1		
23.	<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	I, II	1,5				1	1		1
24.	<i>Conochillus hippocrepis</i> (Schränk, 1803)	I	1,3			1				1
25.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1	1
S				1,7	1,72	1,63	1,67	1,63	1,82	1,73

Табела 4. Видови Rotifera евидентирани во литоралниот регион на Преспанското Езеро во текот на летната кампања 2025 година и нивната сапробиолошка припадност

	Таксони	Локалитети								
		G.Kl	s	Д. Дупени	Наколец	Крани	Претор	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	1		1
3.	<i>Cephalodella catellina</i> (Müller, 1786)	II	1,9	1		1				
4.	<i>Cephalodella ventripes</i> (Dixon-Nuttall, 1901)	I,II	1,5		1	1				
5.	<i>Scaridium longicaudum</i> (Müller, 1786)	I, II	1,4				1	1		
6.	<i>Chromogaster ovalis</i> (Bergendal, 1892)	I	1,2	1					1	1
7.	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	I, II	1,6	1	1	1		1	1	
8.	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	I, II	1,5			1				
9.	<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,6	1		1				1
10.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	II	1,7	1			1			1
11.	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	II	2,1	1	1	1	1	1	1	1
12.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	I, II	1,6	1		1				1
13.	<i>Dicranophorus forcipatus</i> (Müller, 1786)	II	1,8		1	1				1
14.	<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)	I	1,2	1	1	1	1	1		1
15.	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	I, II	1,6	1	1	1	1	1		1
16.	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	I,II	1,4			1				
17.	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)	I, II	1,4			1	1			1
18.	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	II	1,7	1		1	1	1		1
19.	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)	I, II	1,5		1	1				1
20.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,8	1	1	1	1	1		1
21.	<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	I	1,1			1	1	1		
22.	<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	I, II	1,4			1				1
23.	<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	II	1,7	1	1	1	1	1	1	1
24.	<i>Lepadella triptera</i> Ehrenberg, 1830	I	1,3			1		1		
25.	<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	II	1,7	1	1			1		
26.	<i>Mytilina ventralis brevispina</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5			1				1
27.	<i>Lophocharis salpina</i> (Ehrenberg, 1834)	II	1,7			1				
28.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	I, II	1,6	1	1	1	1	1	1	1
29.	<i>Euchlanis deflexa</i> Gosse, 1851	I, II	1,6						1	
30.	<i>Platylas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	II	1,8			1				
31.	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	II	2,2			1				
32.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	II	1,9	1	1		1		1	

33.	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	II	1,7			1				1
34.	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	I, II	1,5					1		
35.	<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	I, II	1,5				1	1		
36.	<i>Conochillus hippocrepis</i> (Schränk, 1803)	I	1,3			1				
37	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	II, III	2,3	1	1	1	1			
38.	<i>Anuraeopsis fissa fissa</i> (Gosse, 1854)	I	1,2		1					
39.	<i>Bdelloidea</i>	II	2,2	1	1	1	1	1	1	1
S				1,73	1,71	1,65	1,69	1,62	1,73	1,64

Ротифери во интерстициелниот простор и седиментот на Преспанското Езеро

Ротиферите (Rotifera) се значајна компонента на зоопланктонските заедници во езерските екосистеми, но нивната застапеност и еколошка улога не се ограничени само на пелагијалните и литоралните води. Во интерстициелниот простор и седиментот на Преспанското Езеро, овие микроорганизми играат поспецифична, но сè уште недоволно истражена улога.

Според резултатите од истражувањата во 2025 година, материјалот колекциониран од површинскиот слој на седиментите не покажа присуство на живи единки од групата Rotifera. Сепак, поединечни остатоци од панцирот (лорики) на одредени ротиферски видови, како и нивни резистентни (одморачки) јајца, беа евидентирани. Овие микрофосили претставуваат вреден извор на информации во палеолимнолошките анализи, овозможувајќи реконструкција на минатите еколошки услови во езерото, особено поврзани со динамиката на трофичките состојби и процесите на еутрофикација (Turton & McAndrews, 2006; Pocięcha et al., 2024).

Недостатокот на живи ротифери во седиментот може да се припише на неколку фактори, меѓу кои доминираат ниската оксигенација, високата минерализација, органското оптоварување, како и нестабилноста на микроживеалиштата. Оваа состојба се совпаѓа со општиот тренд на ниска ротиферска густина во пелагијалот на езерото во последните години, што го потврдува и нивниот чувствителен еколошки статус и зависноста од конкретни физичко-хемиски услови.

Rotifera, Copepoda и Cladocera во пелагијалот на Преспанско Езеро

Табела 5. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (зимска проба) 2025 год Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
ROTIFERA				
<i>Keratella quadrata</i>		1500	1500	
<i>Keratella cochlearis</i>		3000	1000	
<i>Filinia longiseta</i>		500	1000	
<i>Synchaeta pectinata</i>		1500	2000	
<i>Conochilus hippocrepis</i>			1000	
COPEPODA				
<i>Arctodiaptomus steindachneri</i>	1500	33500	10500	29000
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		1000	1000	5500
<i>Cyclops vicinus</i>				2000
Nauplii	3000	10500	5500	8500

CLADOCERA				
Daphnia cuculata		3000		10000
Bosmina		5000	11000	12500
Вкупно ind.m⁻³	4500	59500	34500	67500

Табела 6. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (зимска проба) 2025 год. Централна точка

Видови	0m	5m	14m
ROTIFERA			
Keratella quadrata		3500	
Keratella cochlearis		1500	1000
Filinia longiseta		5000	25000
Asplanchna priodonta		2000	
Synchaeta pectinata		4000	1000
Conochilus hippocrepis		500	
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri		20000	
Mesocyclops leuckarti		5500	1000
Nauplii	1500	8000	6500
CLADOCERA			
Daphnia cuculata		3500	
Bosmina	1000	12000	1000
Вкупно ind.m⁻³	2500	65500	35500

Табела 7. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (пролетна проба) 2025 год. Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
ROTIFERA				
Keratella quadrata	-	1000	-	-
COPEPODA				
Arctodiaptomus steindachneri	500	22500	24000	3000
Mesocyclops leuckarti	-	7000	10000	-
Nauplii	500	-	-	-
CLADOCERA				
Daphnia cuculata	500	4500	6000	3500
Bosmina sp.	1000	-	-	-
Вкупно ind.m⁻³	2500	35000	31000	6500

Табела 8. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (пролетна проба) 2025 год. Централна точка

Видови	0m	5m	13m
ROTIFERA			
Keratella quadrata	500	1000	3500
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri	1000	33000	105000
Mesocyclops leuckarti	500	3000	32500
Nauplii	500	500	4000
CLADOCERA			
Daphnia cuculata	4000	9000	43500
Chidorus sp.			500
Syda cristalina			500
Acroperus harpe	500	1000	6000

Graptoleberis sp.	-		500
MOLUSCA			
Dreissena			500
Вкупно ind.m⁻³	7000	47500	196500

Во текот на пролетниот период највисоки вредности на зоопланктонската заедница во локалитетот Казан (22500 - 24000 инд x м⁻³) беа регистрирани на 7 и 15 м длабочина. На централната точка чија максимална длабочина е 13 м, во овој период од годината најголема густина на зоопланктонската заедница регистрирана е во најдлабоките слоеви на 13 м длабочина и изнесуваше 196500 инд x м⁻³.

Во овој период од годината регистрирана е зголемена густина на популациите на зоопланктонот.

Табела 9. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (летна проба) 2025 год. Казан

Видови	0m	7m	15m	25m
ROTIFERA				
Keratella quadrata		1000		
Keratella cochlearis				500
Polyarthra vulgaris	500	500		
Synchaeta pectinata	500			
Trichocerca pusilla	500			
COPEPODA				
Arctodiaptomus steindachneri	1000	23000	26500	27500
Mesocyclops leuckarti	2500	14500		
Nauplii	2000	19500	1500	3500
CLADOCERA				
Diaphanosoma brnchiurus	3000	14500	6500	6500
Daphnia cuculata	1000	3500	2000	4500
Leptodora		1000		
MOLUSCA				
Dreissena	500		500	
Вкупно ind.m⁻³	11500	77500	37000	42500

Табела 10. Квалитативен и квантитативен состав на зоопланктонската заедница (летна проба) 2025 год. Централна точка

Видови	0m	5m	13m
ROTIFERA			
Trichocerca pusilla		3500	
Trichocerca capucina		500	
COPEPODA			
Arctodiaptomus steindachneri	2000	16000	3500
Mesocyclops leuckarti	2500	5500	
Nauplii	1000	14000	4000
CLADOCERA			
Diaphanosoma brnchiurus	7500	30500	10500
Daphnia cuculata	1000	1500	500
Bosmina			500
MOLUSCA			
Dreissena	4000	10000	2000
Вкупно ind.m⁻³	18000	81500	21000

Во текот на летниот период највисоки вредности на зоопланктонската заедница во локалитетот Казан беа регистрирани на 7 м длабочина. На централната точка во овој период од годината најголема густина на зоопланктонската заедница регистрирана е во слоевите на 5 м длабочина и изнесуваше 81500 инд x м⁻³.

Соперода и Cladocera литоралот на Преспанско Езеро

Од групите Cladocera и Соперода 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 може да се забележи дека нема некои видливи промени од квалитативен и квантитативен аспект, или новорегистрирани видови.

ИЗВЕШТАЈ ЗА ЕСЕНСКИОТ ПЕРИОД 2024 ГОДИНА

ОДДЕЛЕНИЕ ЗА ХИДРОБОТАНИКА

Д-р Марина Талевска

Д-р Соња Трајановска

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 дадениот проектот, теренските активности (колекционирање на пробите од макрофитската вегетација) во есенскиот период 2024 година беа реализирани на 22, 28 и 31 октомври 2024 година. Временските услови беа релативно добри за теренски активности во двата дена (22 и 28 октомври), додека на 31 октомври времето беше ветровито, студено со големи бранови во езерото, заради тоа имавме проблеми во колекционирањето на пробите во локлитетите Отешево и Стење. Заради лошите временски услови, колекциониравме проби само од 1 м длабочина од локалитетот Отешево, но не успеавме од локалитетот Стење. 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, Езерани, Асамати, Крани и Наколец, како и абундантноста (честотата) на секој макрофитски вид во секој локалитет. Резултатите се прикажани во табелите што следат (Таб.1-Таб.5).

Табела 1. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Наколец

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Наколец	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	3
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L. <i>Ceratophyllum submersum</i> L.	4 1
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L. <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2 3
7	Нема вегетација	

Табела 2. Квалитативен и квантитативен соств на макрофитската вегетација во локалитетот Крани

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови-Крани	Абундантност (честота)
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	3
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
6,5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	1

Табела 3. Квалитативен и квантитативен соств на макрофитската вегетација во локалитетот Езерани

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови-Езерани	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	3
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
4	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	3
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	1

Табела 4. Квалитативен и квантитативен соств на макрофитската вегетација во локалитетот Асамати

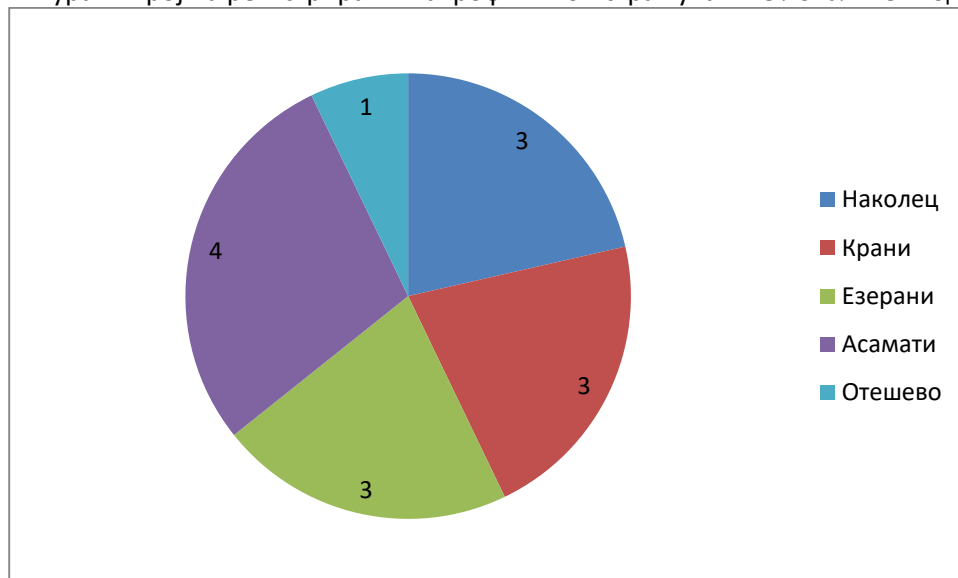
Длабочински точки (м)	Макрофитски видови-Асамати	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	1
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	1
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
4	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	1
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	1
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
5	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1

Табела 5. Квалитативен и квантитативен соств на макрофитската вегетација во локалитетот Отешево

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови-Отешево	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	3

Резултатите од истражувањата покажаа дека бројот на регистрирани макрофитски видови е релативно мал (Фиг.1). а вредностите за абунданцата се движат од 1 до 4.

Фигура 1. Број на регистрирани макрофити во истражуваните локалитети од Преспанско Езеро



Заклучок

Трендот на намалување на диверзитетот и абунданцата на макрофитската вегетација продолжува и понатака. Засилениот антропоген притисок, повлекувањето на водата од езерото, како и зголемената еутрофикација, во голема мера влијаат на состојбата со макрофитската вегетација, но и на акватичниот екосистем во целина.

Слики од теренот во есенската кампања



ОДДЕЛЕНИЕ ЗА ХИДРОБОТАНИКА

ИЗВЕШТАЈ ЗА ПРОЛЕТНИОТ ПЕРИОД 2025 ГОДИНА

ОДДЕЛЕНИЕ ЗА ХИДРОБОТАНИКА

Д-р Соња Трајановска

РЕЗУЛТАТИ

Теренските активности (колекционирање на пробите од макрофитската вегетација) во пролетниот период 2025 година, по дадениот проектот, беа реализирани на 29.04.2025, 30.04. 2025 и 15.05. 2025 година). На терен беа двете Одделенија од ЈНУ Хидробиолошки Завод: Одделението за хидробротаника 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. Резултатите се прикажани во табелите што следат (Таб.1-Таб.6).

Табела 1. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Наколец

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Наколец	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
7	Нема вегетација	

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Крани

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Крани	Абундантност (честота)
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
6,5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	1

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Езерани

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Езерани	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	4

3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	1
4	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	3
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
5	Нема вегетација	

Табела 4. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Асамати

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови-Асамати	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	3
	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	1
	<i>Potamogeton lucens</i> L.	3
	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	1
	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L	2
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	1
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	1
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
4	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2

Табела 5. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Отешево

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови-Отешево	Абундантност (честота)
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	4
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	3
	<i>Potamogeton lucens</i> L.	1
10	Нема вегетација	

Табела 6. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Стење

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Стење	Абундантност (честота)
2	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	3
5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	3

Резултатите од истражувањата покажаа дека бројот на регистрирани макрофитски видови е релативно мал (Фиг.1). а вредностите за абунданцата се движат од 1 до 4.

Фигура 1. Број на регистрирани макрофити во истражуваните локалитети (пролетен период) од Преспанско Езеро



Заклучок

Диверзитетот и абунданцата на макрофитската вегетација и во пролетниот период е во слична состојба како во есенската кампања. Засилениот антропоген притисок, повлекувањето на водата од езерото, како и зголемената еутрофикација, во голема мера влијаат на состојбата со макрофитската вегетација, но и на акватичниот екосистем во целина.

Слики од теренот во пролетната кампања



ИЗВЕШТАЈ ЗА ЛЕТНИОТ ПЕРИОД 2025 ГОДИНА

ОДДЕЛЕНИЕ ЗА ХИДРОБОТАНИКА Д-Р СОЊА ТРАЈАНОВСКА

РЕЗУЛТАТИ

Теренските активности (колекционирање на пробите од макрофитската вегетација) во летниот период 2025 година, по дадениот проектот, беа реализирани на 29.07.2025, 05.08. 2025 и 11.08. 2025 година). 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, Езерани, Асамати, Крани и Наколец, како и абундантноста (честотата) на секој макрофитски вид во секој локалитет. Резултатите се прикажани во табелите што следат (Таб.1-Таб.6).

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Наколец	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	4
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	2
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	3
7	Нема вегетација	

Табела 1. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Наколец

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Крани	Абундантност (честота)
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	3
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L	1
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	3
6,5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	1

Табела 2. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Крани

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Езерани	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	5
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	4

3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	3
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	3
4	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	3
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	1
5	Нема вегетација	

Табела 3. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Езерани

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Асамати	Абундантност (честота)
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	4
	<i>Najas major</i> L.	2
	<i>Stuckenia pectinata</i> L.	1
	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	2
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	5
	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	1
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	4
	<i>Potamogeton crispus</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	2
4	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	3
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	1
5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	2

Табела 4. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Асамати

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Отешево	Абундантност (честота)
2	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	5
3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	2
5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	3
	<i>Potamogeton lucens</i> L.	2
10	Нема вегетација	

Табела 5. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Отешево

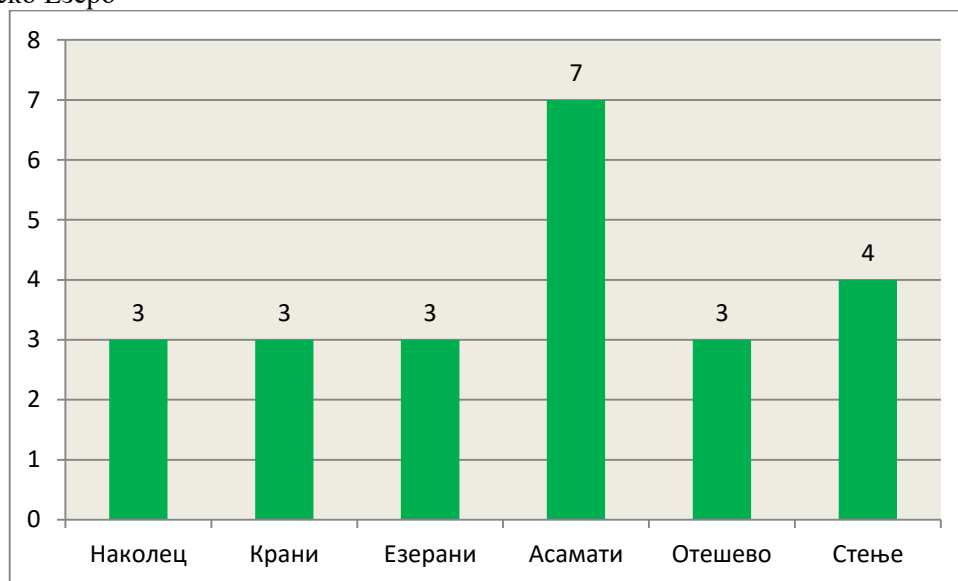
Табела 6. Квалитативен и квантитативен состав на макрофитската вегетација во локалитетот Стење

Длабочински точки (м)	Макрофитски видови- Стење	Абундантност (честота)
1,5	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	5
2	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	2
	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	1

3	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	4
	<i>Myriophyllum spicatum</i>	4
	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	2
5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L	3

Резултатите од истражувањата покажаа дека бројот на регистрирани макрофитски видови е релативно мал (Фиг.1). а вредностите за абунданцата се движат од 1 до 5.

Фигура 1. Број на регистрирани макрофити во истражуваните локалитети (летен период) од Преспанско Езеро

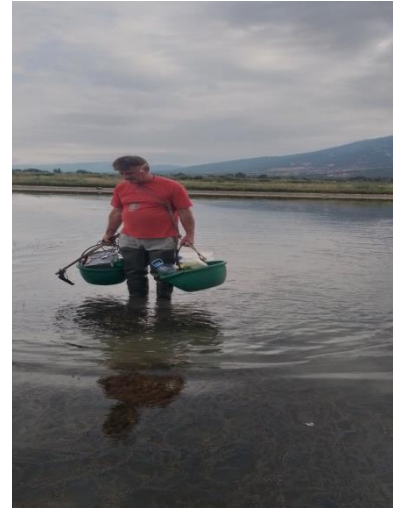


Заклучок

Диверзитетот и абунданцата на макрофитската вегетација немаат големи отстапувања во споредба со истите во пролетниот период. Некои макрофитски видови имаат поголема абунданца што е разбирливо во летниот период. Така, видот *Myriophyllum spicatum* достигнува абунданца и до 5, а *Ceratophyllum demersum* до 4. Во локалитетот Асамати, повторно е забележан најголем број на регистрирани макрофитски видови-7. Потоа следува локалитетот Стење, со регистрирани 4 макрофити, а во останатите истражувани локалитети бројот на макрофити е ист- 3.

Засилениот антропоген притисок, повлекувањето на водата од езерото, како и зголемената еутрофикација, во голема мера и континуирано влијаат на состојбата со макрофитската вегетација (исчезнување на одредени макрофитски видови на места каде порано се развивале нормално), но и на акватичниот екосистем во целина.

Слики од теренот во летната кампања



ЗАКЛУЧОЦИ

Податоците добиени од истражувањата на макрофитската вегетација од сите сезони (есен, пролет, лето) 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
Д-р Сашо Трајановски
Д-р Билјана Буцакоска Ѓореска

Извештај за состојбата на фауната на дно во Преспанско Езеро (Отешево, Стење, Наколец, Крани, Езерани и Асамати) во есенската кампања 2024



РЕЗУЛТАТИ

ОТЕШЕВО

Во текот на есенските теренските активности во месец октомври 2024, обработен е квалитативниот и квантитативниот состав на фауната на дно од локалитетот Отешево. Во пробата беа регистрирани 5 видови кои припаѓаат на 5 класи од фауната на дно (Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Amphipoda и Insecta) (Таб.1.). Најголема густина забележавме кај популацијата на *Chironomus plumosus* -200 ind/m².

Локалитет Отешево 31.10.2024				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки и макрофити	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	125
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespaensis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	200
5	Тиња со черупки од <i>Dreissena</i>	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125
10	Тиња со черупки	Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75

Таб.1. Состав и густина на фауната на дно во Отешево (октомври 2024)

СТЕЊЕ

Фауната на дно во локалитетот Стење во пробите од есенската кампања ја претставуваат 6 таксони од 5 групи организми: Oligochaeta, Hirudinea, Amphipoda, Isopoda и Insecta. Во овој локалитет се регистрирани 7 видови и најголема популација има кај видот *Gammarus triacanthus prespensis* со 125 ind/m².

Локалитет Стење 31.10.2024				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки и макрофити	Oligochaeta	<i>Potamothenix hammoniensis</i>	50
			<i>Tubifex tubifex</i>	75
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	75
		Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
5	Тиња со черупки и макрофити	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
			<i>Potamothenix hammoniensis</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	125
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
10	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75

Таб.2. Состав и густина на фауната на дно во Стење (октомври 2024)

НАКОЛЕЦ

Фауната на дно во локалитетот Наколец ја претставуваат 7 таксони од 5 класи организми: Oligochaeta, 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, најголема густина е забележана на длабочина од 2 метри, каде евидентиравме 6 видови од 5 класи. Квантитативно, со најголема густина се *Gammarus triacanthus prespensis* и *Chironomus plumosus* со по 100 ind/m².

Локалитет Наколец 22.10.2024				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (Myriophyllum spicatum, Ceratophyllum demersum, Najas marina)	Oligochaeta	<i>Potamothenix hammoniensis</i>	50
			<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	75
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	75
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
5	Тиња со черупки (1:1)	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	50
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	175
10	Тиња (90% тиња, 10% черупки Dreissena)	Oligochaeta	<i>Potamothenix hammoniensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50

Таб.4. Состав и густина на фауната на дно во Наколец (октомври 2024)

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 фацис со черупки, каде се регистрирани 5 видови. Најголема популација кај *Chironomus plumosus* - 175 ind/m².

Локалитет Крани 22.10.2024				
Длаб. (m)	Фацис на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (Myriophillum spicatum)	Oligochaeta	<i>Potamotheix hammoniensis</i>	75
			<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	50
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	150
5	Тиња со черупки (50-50 %)	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	75
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	125
		Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
10	Тиња со черупки (80-20 %)	Oligochaeta	<i>Potamotheix hammoniensis</i>	125
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	175

Таб.5. Состав и густина на фауната на дно во Крани (октомври 2024)

ЕЗЕРАНИ

Во локалитетот Езерани во есенскиот период евидентирани се 6 таксони од фауната на дно од 6 систематски групи: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Длабочината 10 метри со фацис на дно со черупки од полжави и школки се одликува со поголем биодиверзитет, односно 7 видови од 5 систематски групи. Најголема густина во локалитетот е забележана кај видот *Chironomus plumosus* - 250 ind/m².

Локалитет Езерани 28.10.2024				
Длаб. (m)	Фацис на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2-3 m	Тиња со черупки и детритус	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
			<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125
5-7 m		Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50

	Черупкина зона		<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
10-11 m	Тиња со черупки (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
			<i>Tubifex tubifex</i>	175
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	100
			<i>Sphaerium corneum</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	250

Таб.6. Состав и густина на фауната на дно во Езерани (октомври 2024)

АСАМАТИ

Во локалитетот Асамати во есенската проба се евидентирани 7 таксони од 5 систематски групи: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Длабочината од 5 метри која се одликува со фацис 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 *Chironomus plumosus* - 175 ind/m².

Локалитет Асамати 28.10.2024				
Длаб. (m)	Фацис 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
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Черупкина зона	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	75
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	75
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	125
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	175
10	Тиња со черупки (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75

Таб.7. Состав и густина на фауната на дно во Асамати (октомври 2024)

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)	725	800	875	1075	1225	1000
Број на Видови S	5	6	7	7	9	7
Shannon & Weaver H	2.72	3.46	3.5	3.46	3.77	3.76
Margalef d	2.45	3.79	4.08	3.96	5.5	5
Pielou e	0.91	0.96	0.94	0.93	0.9	0.94
Simpson c	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09

Таб.8. Еколошки статус на локалитетите според индексите (есен 2024)

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, нити 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 сиромашен еколошки статус (Таб.9.).

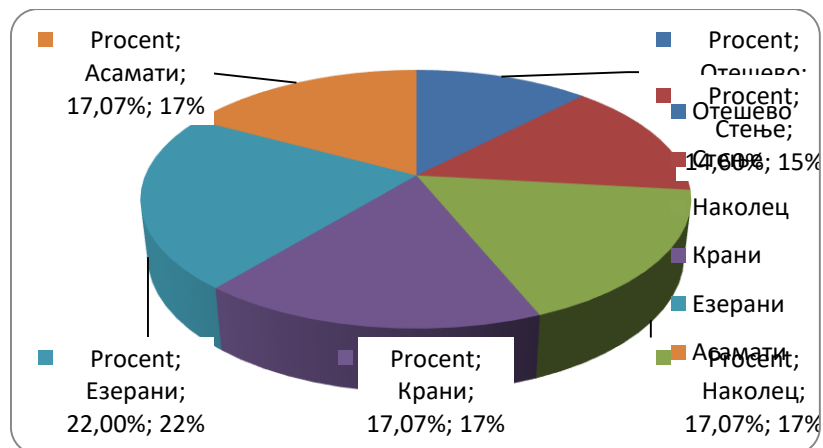
Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.9. Еколошки статус на локалитетите според АСПТ индексот (есен 2024)

Заклучоци

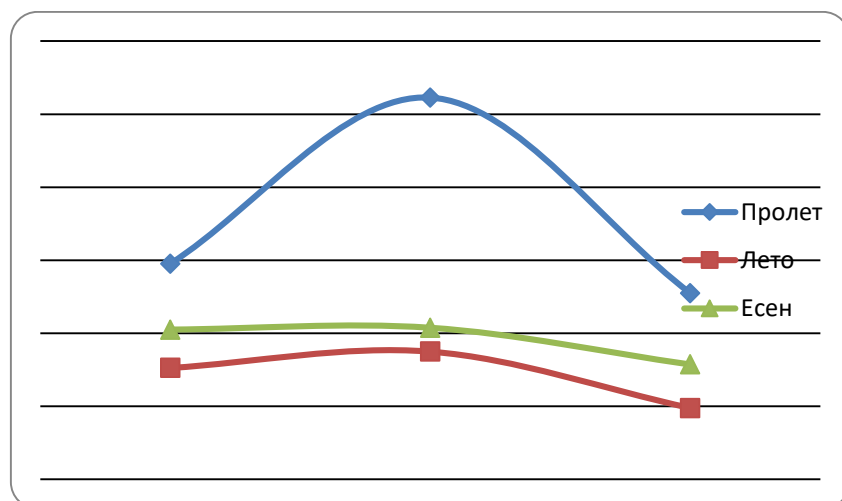
Генерално, и квалитативниот и квантитативниот состав на фауната на дно во Преспанското Езеро се значително пониски од вредностите на истите параметри споредено со сестринското езеро - Охридското Езеро. Загрижувачки е фактот дека добиените резултати значително отскокнуваат од резултатите кои се добиени 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 2024 година во Преспанското Езеро најсиромашен е во Отешево побогат е во Наколец, Крани и Асамати, а најбогат е во Езерани (Фиг.2).



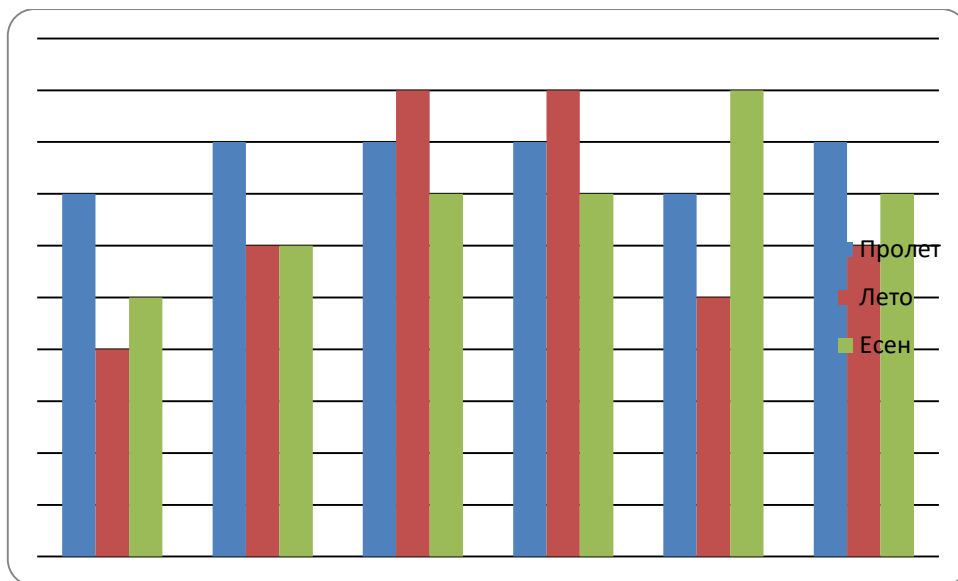
Фиг. 2. Хоризонтална дистрибуција на биодиверзитетот на фауната на дно во Преспанско Езеро

22 % од вкупниот диверзитет е регистриран во локалитетот Езерани, 17,07% во локалитетите Наколец, Крани и Асамати, додека истиот е посиромашен во останатите локалитети, односно најсиромашен во локалитетот Отешево, што 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). Посебно на графикот е видно зголемувањето на диверзитетот на претставниците од фауната на дно во пролет. Заради ниското ниво односно повлекувањето на бреговата линија спрема подлабокиот литорал, отсуството на хабитатот од ситна песок, детритус и макрофитска вегетација, условува отсуство на голем број претставници односно го осиромашува квалитативниот состав на макрозообентосот. Ова е една од главните причини за сиромашната животна заедница од фауната на дно.



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 во текот на 2024 година е претставена 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 сè уште не се преобразиле во адултни форми (најчесто од групата на инсекти). Квалитативниот состав опаѓа во есен. 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

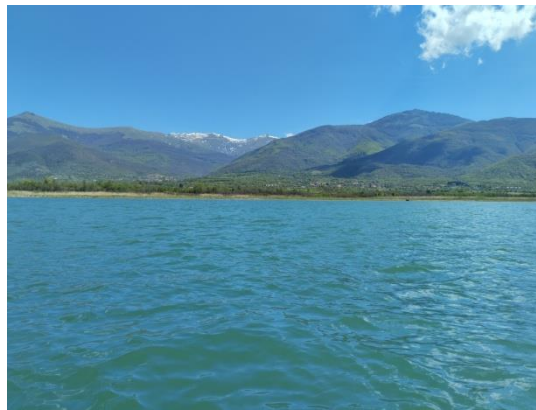
Планот за управување со Преспанското Езеро би требало да ги даде основните насоки за справување со сите нотираните проблеми поврзани со Преспанско Езеро, вклучително и погоре наброените. Затоа од непроценлива важност е негова брза и доследна имплементација.

Соработка за Преспанско Езеро

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

ФАУНА НА ДНО

Извештај за состојбата на фауната на дно во Преспанско Езеро (Отешево, Стење, Наколец, Крани, Езерани и Асамати) во пролетната кампања 2025



Одделението за фауна на дно успешно ја реализираше пролетната кампања за колекционирање на макрзообентос од Преспанско Езеро во април и мај 2025 година. Примероците беа собрани за време на три теренски излези, од три длабочини (2, 5 и 10 m) по должина на трансекти, користејќи стандардни лимнолошки методи. Детерминацијата на видовите и обработката на податоците беа извршени во лабораторија, во согласност со Протоколот за работа со макрзообентос.

РЕЗУЛТАТИ

ОТЕШЕВО

Во текот на теренските активности во пролет 2025, обработен е квалитативниот состав на фауната на дно од локалитетот Отешево. Евидентирани се 7 видови од 7 различни класи (Turbellaria, Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Amphipoda и Insecta) (Таб.1). Шест видови се регистрирани на длабочина од 2 метри на тињесто дно со черупки (од школки и полжави) и вегетација. Најголема густина е утврдена кај *Dreissena carinata* со 200 ind/m² на 10 m.

Локалитет Отешево 15.05.2025				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	тиња со черупки и вегетација	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	175
		Hirudinea	<i>Glossiphonia maculosa</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	125
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	150
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125
5	Тиња со черупки од <i>Dreissena</i> и вегетација	Turbellaria	<i>Dendrocoelum prespaense</i>	75
		Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	100
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	150
10	Тиња со черупки од <i>Dreissena</i>	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	125
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	<u>200</u>
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125

Таб.1. Состав и густина на фауната на дно во Отешево (мај 2025)

СТЕЊЕ

Фауната на дно во локалитетот Стење во пролетните месеци ја претставуваат 8 таксони од 6 класи на организми: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Amphipoda, Bivalvia и Insecta (Таб.2). 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 2 метри, на тињест фациес со черупки, каде се регистрирани 6 видови. Најголема популација е забележана кај видот *Dreissena carinata* 500 ind/m².

Локалитет Стење 15.05.2025				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	175
			<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	75
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	125
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	75
		Insecta	<i>Baetis vernus</i>	50
			<i>Chironomus plumosus</i>	100
5,5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	75
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	<u>500</u>
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	150
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
10	Тиња	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	175
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100

Таб.2. Состав и густина на фауната на дно во Стење (мај 2025)

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 (Таб.3). Квантитативно, со најголема густина е присутен видот *Pothamotrix hammoniensis* - 125 ind/m².

Локалитет Наколец 29.04.2025				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки и вегетација (Myriophyllum, Vallisneria)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	125
		Gastropoda	<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	25
			<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
5	Тиња со черупки (1:1) (Ceratophyllum, Potamogeton) черупки Valvata:Dreissena 50:50	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	25
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
			<i>Pyrgohydrobia prespensis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
10	Тиња (90% тиња, 10% черупки Dreissena)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	100
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25

Таб.3. Состав и густина на фауната на дно во Наколец (април 2025)

КРАНИ

Фауната на дно во локалитетот Крани во пролетните месеци ја претставуваат 7 таксони од 5 групи организми: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Amphipoda и Insecta. Најголема густина е забележана на длабочина од 2 метри, на тињест фациес со черупки и вегетација, каде се регистрирани 6 видови (Таб.4). Најголема популација евидентираме кај *Chironomus plumosus* со 200 ind/m².

Локалитет Крани 29.04.2025				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки (Vallisneria)	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	75
			<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	150
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25

		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	<u>200</u>
5	Тиња со черупки (50-50 %), без вегетација	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	150
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
10	Тиња со черупки (80-20 %), без вегетација	Oligochaeta	<i>Criodrilum lacuum</i>	75
			<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	100
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75

Таб.4. Состав и густина на фауната на дно во Крани (април 2025)

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 класи (Таб.5). Доминира видот *Dreissena carinata* со 575 ind/m².

Локалитет Езерани 30.04.2025				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	75
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	150
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	100
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
5	Черупкина зона	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	125
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	150
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	50
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	<u>575</u>
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
10	Тиња со черупки (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	100
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	150
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125

Таб.5. Состав и густина на фауната на дно во Езерани (април 2025)

АСАМАТИ

Во локалитетот Асамати евидентираме 8 таксони од 7 класи: Oligochaeta, Hirudinea, Bivalvia, Gastropoda, Amphipoda, Isooda и Insecta. На длабочина од 5 метри, каде што подлогата е претежно претставена од черупки од полжави и школки, е забележан најголем биодиверзитет - сите 8 таксони од 7 систематски групи се присутни на оваа длабочина. Најголема густина од 175 единки на квадратен метар (ind/m^2) е регистрирана кај видот *Limnodrilus hoffmaesteri* (Таб.6).

Локалитет Асамати 30.04.2025				
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>	175
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	75
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
5	Черупкина зона	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	100
		Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	25
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	150
		Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	50
10	Тиња со черупки (без вегетација)	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	75
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75

Таб.6. Состав и густина на фауната на дно во Асамати (април 2025)

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N(ind/m^2)	1525	1725	725	1100	1900	1175
БројнаВидови S	7	8	8	7	7	8
Shannon&Weaver H	3.61	3.31	3.56	3.48	3.48	3.91
Margalef d	4.08	3.71	4.89	4.27	4.57	5.54
Pielou e	0.95	0.89	0.91	0.92	0.87	0.94
Simpson c	0.09	0.13	0.1	0.1	0.13	0.08

Таб.7. Еколошки статус на локалитетите според индексите (април 2025)

Табела 7 го прикажува еколошкиот статус на местата за земање проби, проценет според традиционалните еколошки индекси. Според добиените резултати, еколошкиот статус

се менува во границите од многу загадени води до води со многу добар еколошки квалитет, во зависност од вредностите на индексите на Pielou и Simpson. Сепак вредностите на Shannon & Weaver индексот за диверзитет (H) и Margalef индексот на видово богатство (d) даваат пореален и подетален приказ на еколошката состојба на водите.

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.8. Еколошки статус на локалитетите според АСПТ индексот (пролет 2025)

При обработката на податоците беше применет АСПТ индексот, кој е потврден како релевантен индикатор во претходни истражувања. Според резултатите прикажани во Табела 8, локалитетот Асамати се карактеризира со сиромашен еколошки статус, додека останатите локалитети укажуваат на лош еколошки статус.



Фигура 1. Пролетен примерок од фауна на дно земен од локалитетот Езерани.

ФАУНА НА ДНО

Извештај за состојбата на фауната на дно во Преспанско Езеро (Отешево, Стење, Наколец, Крани, Езерани и Асамати) во летна кампања 2025



Одделението за фауна на дно успешно ја реализираше летната кампања за колекционирање на макрозообентос од Преспанско Езеро во јули и август 2025 година. Примероците беа собрани за време на три теренски излези, од три длабочини (2, 5 и 10 m) по должина на трансекти, користејќи стандардни лимнолошки методи. Детерминацијата на видовите и понатамошната обработка на податоците беа извршени во лабораториски услови, во согласност со Протоколот за работа со макрозообентос.

Резултати

ОТЕШЕВО

Во текот на теренските активности во летниот период 2025 г., беше анализиран квалитативниот состав на фауната на дно од локалитетот Отешево. Вкупно беа евидентирани 4 видови од 4 различни класи (Oligochaeta, Gastropoda, Bivalvia и Insecta) (Таб.1). Сите четири видови се регистрирани на длабочина од 5 метри на тињесто дно со присуство на черупки од школки и полжави, како и вегетација. Најголема густина беше утврдена кај *Chironomus plumosus* со 125 ind/m² на длабочина од 10 m.

Локалитет Отешево 05.08.2025				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
5	Тиња со черупки и вегетација	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Gastropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
10	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	<u>125</u>

Таб.1. Состав и густина на фауната на дно во Отешево (август 2025)

СТЕЊЕ

Фауната на дно во локалитетот Стење ја претставуваат 3 таксони од 3 класи на организми: Oligochaeta, Amphipoda и Insecta (Таб.2). Најголема густина беше забележана на длабочина од 5 метри, на тињест фациес со черупки, каде се регистрирани 3 видови, како и најголема популација кај видот *Tubifex tubifex* со 75 ind/m².

Локалитет Стење 05.08.2025				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки и вегетација	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	<u>75</u>
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50
10	Тиња	Oligochaeta	<i>Tubifex tubifex</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	50

Таб.2. Состав и густина на фауната на дно во Стење (август 2025)

НАКОЛЕЦ

Фауната на дно во локалитетот Наколец во летната проба ја претставуваат 6 таксони од 4 класи организми: Oligochaeta, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Најголема густина има на длабочина од 5 метри каде се регистрирани 5 видови од вкупната фауна (Таб.3). Квантитативно, со најголема густина е присутен видот *Chironomus plumosus* со 100 ind/m².

Локалитет Наколец 11.08.2025				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	75
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	<u>100</u>
5	Тиња со черупки и вегетација	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	50
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
10	Тиња и черупки	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	50
			<i>Eiseniella tetraedra</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75

Таб.3. Состав и густина на фауната на дно во Наколец (август 2025)

КРАНИ

Фауната на дно во локалитетот Крани во летните месеци ја претставуваат 5 таксони од 4 групи организми: Oligochaeta, Bivalvia, Amphipoda и Insecta. Најголема густина е забележана на длабочина од 5 метри, на тињест фацис со черупки со регистрирани 4 видови (Таб.4). Најголема популација евидентираме кај видот *Chironomus plumosus*-200 ind/m².

Локалитет Крани 11.08.2025				
Длаб. (m)	Фацис на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	100
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	200
5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	25
			<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	25
		Bivalvia	<i>Dreissena carinata</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75
10	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Pothamotrix hammoniensis</i>	75
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	75

Таб.4. Состав и густина на фауната на дно во Крани (август 2025)

ЕЗЕРАНИ

Во локалитетот Езерани во летниот период евидентирани се вкупно 4 таксони од 3 систематски групи: Oligochaeta, Amphipoda и Insecta. Најголема густина беше утврдена кај видот *Chironomus plumosus* со 125 ind/m² што укажува на негова доминантност во бенталната заедница на овој локалитет(Таб.5).

Локалитет Езерани 29.07.2025				
Длаб. (m)	Фацис на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m ²)
2	Тиња и песок со вегетација	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	100
5-5,5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25
10	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	125

Таб.5. Состав и густина на фауната на дно во Езерани (јули 2025)

АСАМАТИ

Во локалитетот Асамати евидентиравме четири таксони, распределени во три класи: Oligochaeta, Amphipoda и Insecta. Најголема густина е регистрирана кај видот *Chironomus plumosus* со 125 единици на квадратен метар (ind/m^2), што укажува на негова значајна застапеност во бенталната фауна на овој локалитет (Таб.6).

Локалитет Асамати 29.07.2025				
Длаб. (m)	Фациес на дно	Класа	Видови	Густина (ind/m^2)
2	Тиња и песок, черупки и вегетација	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	50
		Amphipoda	<i>Gammarus triacanthus prespensis</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25
5	Тиња со черупки	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	25
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	25
10	Тиња со детритус	Oligochaeta	<i>Eiseniella tetraedra</i>	25
			<i>Limnodrilus hoffmaesteri</i>	50
		Insecta	<i>Chironomus plumosus</i>	<u>125</u>

Таб.6. Состав и густина на фауната на дно во Асамати (јули 2025)

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N (ind/m^2)	500	375	700	625	425	375
Број на Видови S	4	3	6	5	4	4
Shannon & Weaver H	2.8	2.79	3.39	2.79	2.82	2.87
Margalef d	2.59	2.33	3.51	2.86	3.04	3.11
Pielou e	0.93	0.99	0.98	0.88	0.89	0.9
Simpson c	0.16	0.15	0.1	0.18	0.18	0.17

Таб.7. Еколошки статус на локалитетите според индексите (лето 2025)

Табела 7 го прикажува еколошкиот статус на локалитетите за земање проби, проценет врз основа на традиционални еколошки индекси. Според добиените резултати, еколошкиот статус варира во границите од многу загадени до води со многу добар еколошки квалитет, во зависност од вредностите на индексите на Pielou и Simpson. Сепак вредностите на Shannon & Weaver индексот за диверзитет (H) и Margalef индексот на видово богатство (d) даваат пореален и подетален приказ на еколошката состојба на водите.

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.8. Еколошки статус на локалитетите според АСПТ индексот (лето 2025)

При обработката на добиените податоци беше применет АСПТ индексот, кој е широко прифатен и потврден како релевантен биоиндикатор во претходни истражувања. Според резултатите прикажани во Табела 8, анализата на присуството и составот на фауната на дното во истражуваните локалитети долж литоралот на Преспанското Езеро укажува на

лош еколошки статус на водата. Ова укажува на влијанието на различни антропогени фактори врз квалитетот на водата, како и на потребата од континуиран мониторинг и превземање соодветни заштитни мерки.



Фигура 1. Примерок од фауна на дно од локалитетот Асамати (2 m длабочина).

Заклучок

Анализата на еколошкиот статус на Преспанското Езеро во периодот 2022-2025, изведена врз основа на традиционалните еколошки индекси и АСПТ индексот, покажува постојан тренд на деградација на квалитетот на водите, особено во делот на литоралната зона.

Иако традиционалните индекси како Pielou и Simpson покажуваат широк распон на еколошки статус - од лош до многу добар - нивната информативна вредност е ограничена, бидејќи не ја одразуваат реалната состојба на бентосната фауна. Индексите Shannon–Weaver (H) и Margalef (d) даваат пореална, но сè уште недоволно чувствителна слика за еколошката состојба.

Фауната на дно, која во најголем дел од локалитетите е многу сиромашна, укажува на трајно нарушена еколошка рамнотежа. Затоа, како најрелевантен показател на состојбата се издвојува АСПТ индексот, кој во сите анализирани години се покажа како најчувствителен и индикативен.

Според АСПТ индексот:

- Ниту еден локалитет во ниту една сезона не достигнува „добар“ еколошки статус, што значи дека Преспанското Езеро континуирано не ги исполнува критериумите на Европската Рамковна директива за води.
- Локалитетите Отешево и Стење најчесто се карактеризираат со лош еколошки статус, што упатува на значајно антропогено влијание и критична состојба на бентосната заедница.
- Локалитетите Езерани и Асамати повремено покажуваат умерен или сиромашен статус, но генерално трендот се движи кон влошување.

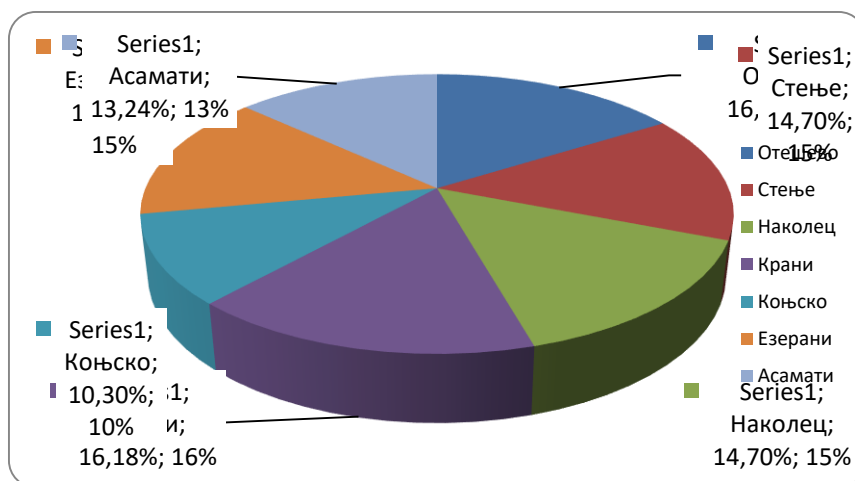
- Во последните две години (2024-2025) се забележува понатамошен пад на еколошкиот квалитет, при што се зголемува уделот на локалитети со сиромашен или лош статус, што упатува на засилени притисоци врз езерскиот екосистем.

Ваквата состојба ја одразува влошената структура на макрозообентосот, кој е исклучително чувствителен на загадување и промени во физичко-хемиските карактеристики на водата. Промеите се најверојатно поврзани со антропогени влијанија, како што се неадекватно управување со отпадни води, земјоделски активности, ерозија и намалување на водостојот. За стабилизирање и подобрување на состојбата потребни се итни мерки за редукција на загадувањето, воспоставување засилен мониторинг и примена на долгорочни и адекватни стратегии за заштита и ревитализација на езерскиот екосистем.

Заклучоци

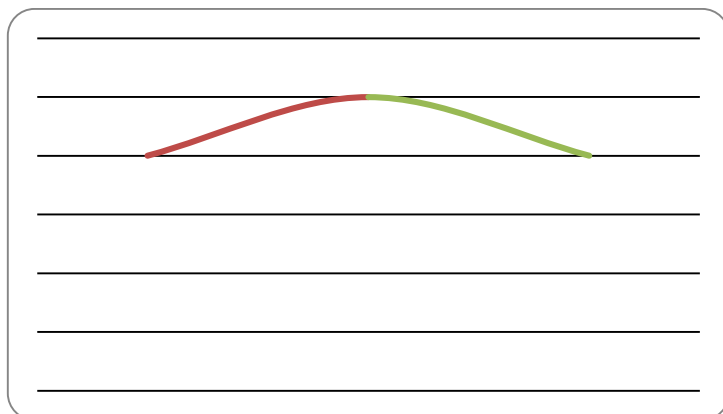
Генерално, и квалитативниот и квантитативниот состав на фауната на дно во Преспанското Езеро се значително пониски од вредностите на истите параметри споредено со сестринското езеро - Охридското Езеро. Ова претставува природен феномен кој има историска и еволутивна конотација а е во тесна поврзаност со хидроморфологијата на езерскиот басен, законите 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).



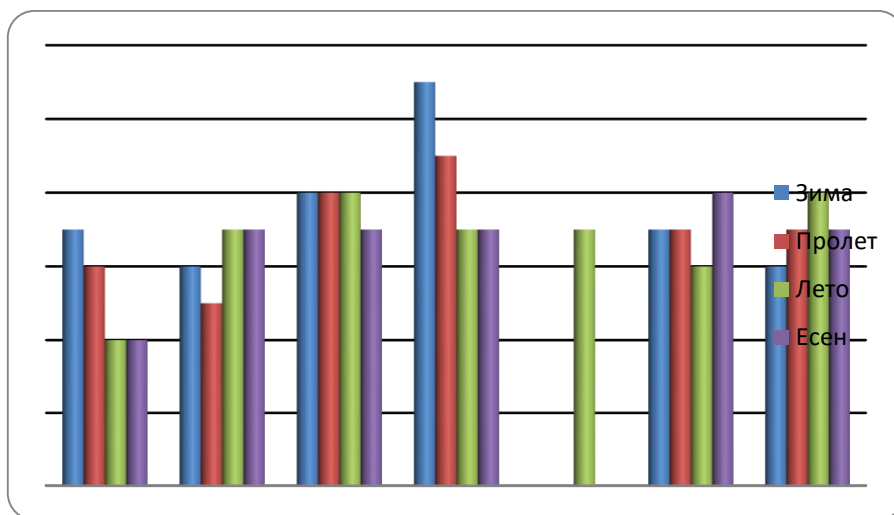
Фиг. 2. Хоризонтална дистрибуција на биодиверзитетот на фауната на дно во Преспанско Езеро

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 фациесот 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 нотираны 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.

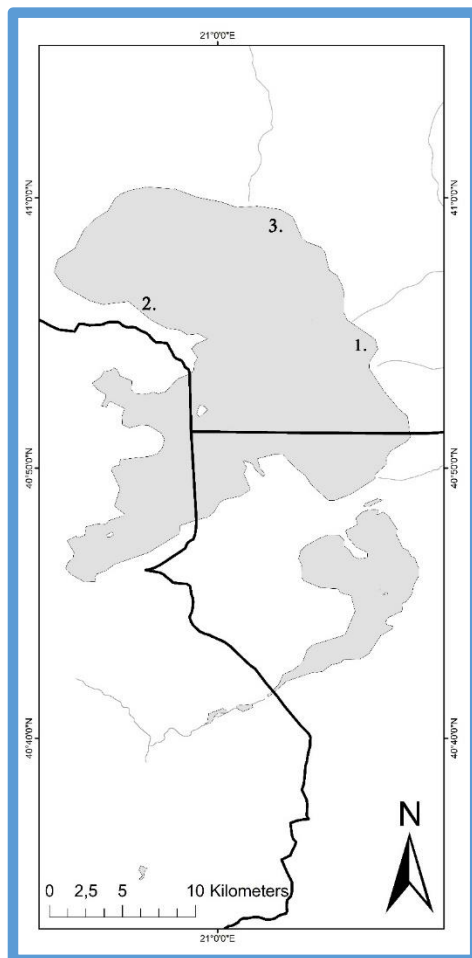
Согласно задачите и целите на проектот “Идентификација на антропогените влијанија на Преспанско Езеро” финансиран од ПОНТ, Одделението за Ципринидна Фауна го изработи следниот

ИЗВЕШТАЈ

за изведените теренски и лабораториски активности и анализа на добиените податоци

М-р Благоја Трајчевски

Во склоп на теренските активности, колекционирање на риби беше изведено во две сезони и тоа Јуни/Јули 2025 и Септември 2025 година. Риболовот беше реализиран на три локалитети од Преспанско езеро и тоа: Штрбово, Лиса и Асамати (Слика 1).



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

Колекционирањето беше реализирано со употреба на риболовен алат, стоечки жабрени мрежи со големина на окцата од 16, 18, 22 и 24 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 при што уловените единки беа детерминирани по видови и беше одредена бројноста по вид. Во овој прелиминарен извештај не се вметнати останатите стандардни анализи и нивните резултати со оглед на тоа што нивната обработка е во тек, и истите ќе бидат претставени во финалниот извештај.

Во вкупниот улов од трите локалитети беа уловени 9 видови риби од вкупно 26 идентификувани риби за Преспанско езеро (34,6% од вкупниот број видови) (Табела 1). Од 9те колекционирани видови риби, шест претставуваат ендемични-автохтони видови, карактеристични за фауната на Преспанско езеро. Тоа се *Alburnus belvica*, *Barbus prespensis*, *Chondrostoma prespense*, *Rutilus prespensis*, *Alburnioides prespensis* и *Squalius prespensis*. Од овие ендемични видови, на црвената

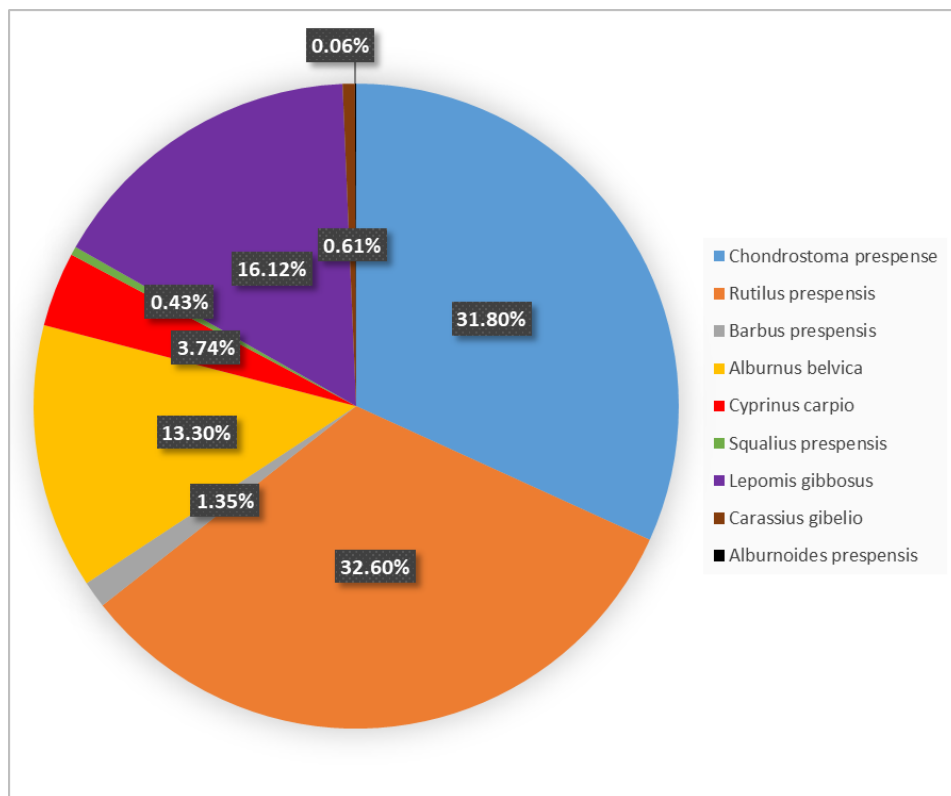
листа на IUCN *B.prespensis* е означен како речиси загрозен вид (NT - Near Threatened), додека *A.belvica*, *A.prespensis*, *C.prespense* и *S.prespensis* се означени како загорзени вид (EN - Endangered).

Останатите видови риби уловени при колекционирањето: *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio* и *Lepomis gibbosus* се претставници на алохтоните видови, интродуцирани во Преспанското езеро во минатото преку различни механизми.

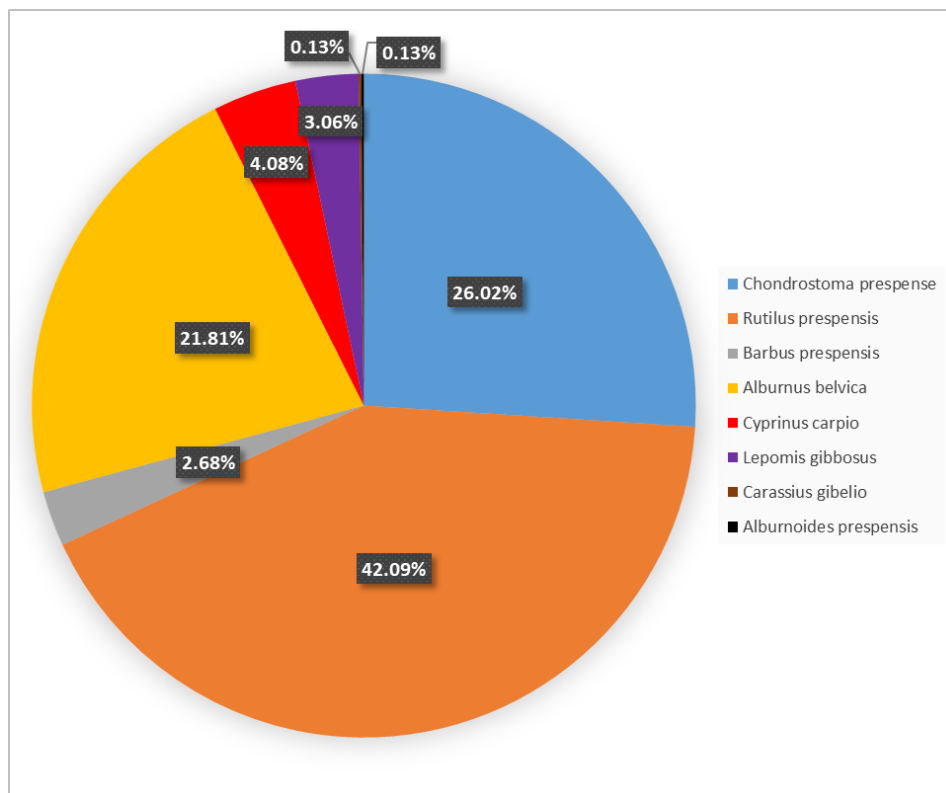
Табела 1. Колекционирани видови риби

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>Carassius 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		+

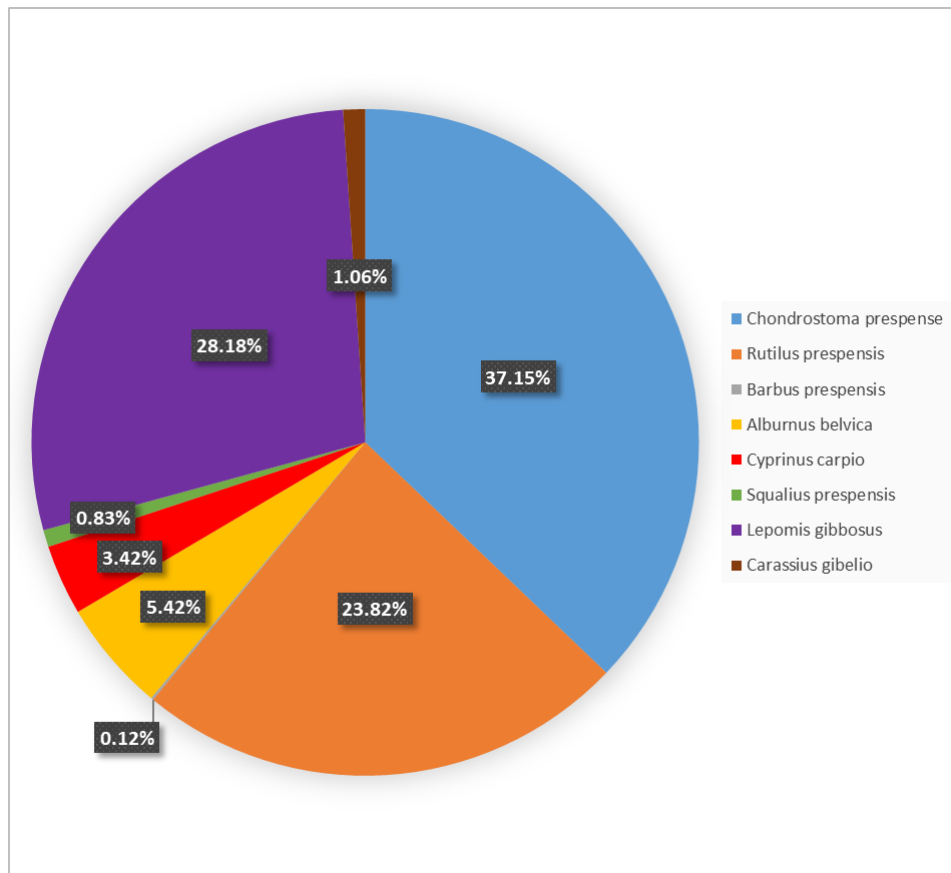
Од вкупниот број колекционирани единки најголем дел отпаѓа на видовите *R.prespensis* со 32,60% и *C.prespense* беше со 31,80% (Слика 2). Доминацијата на популацијата на *R. prespensis* (Слика 3; Слика 5) беше забележана во уловот во летниот период, додека во уловот на есенскиот период доминираше бројката на *C. prespense* (Слика 4; Слика 6). И при претходни колекционирања на Преспанско езеро со користење на идентичен риболовен алат, овие два вида беа најбројни во однос на другите. Таквата состојба укажува на стабилни, одржливи популации на овие видови, што можеби и ја доведува под знак прашалник категоризација на *C.prespense* за загрозен вид според IUCN црвената листа.



Слика 2. Видова застапеност во уловот за 2025 година



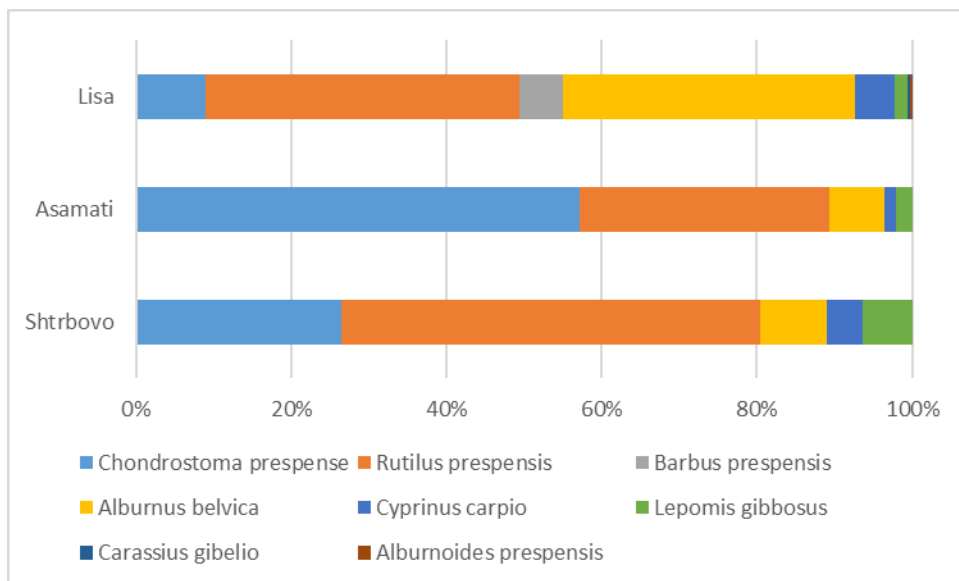
Слика 3. Видова застапеност во уловот за месец Јуни/Јули 2025



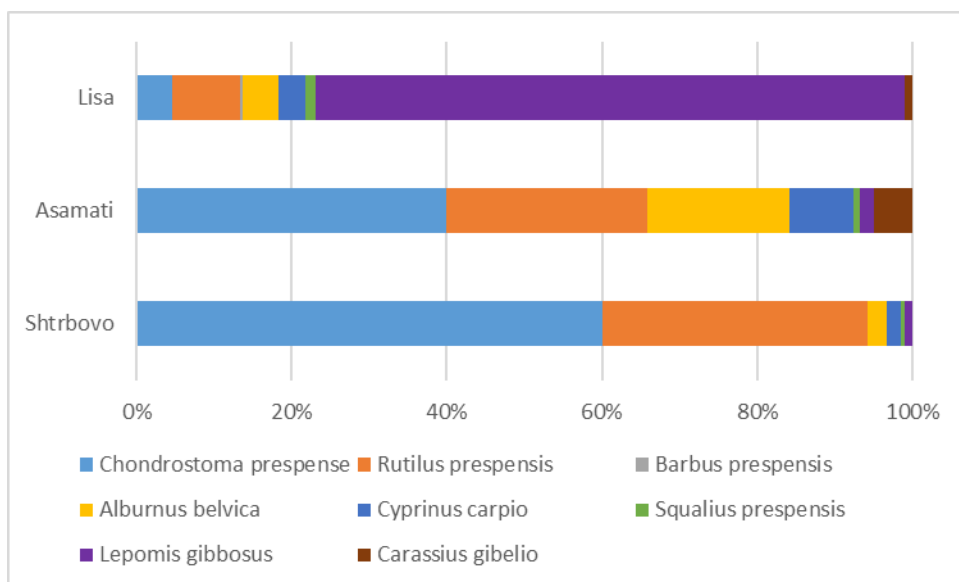
Слика 4. Видова застапеност во уловот за месец Септември 2025

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.

Во вкупниот улов сончарката (*L.gibbosus*) беше трет вид по бројност. Тоа се должи на големото присуство на овој вид во месец Септември на локалитетот Лиса (Слика 6). Оваа појава беше забележана и при претходни колекционирања, при што во овој дел од Преспанското езеро беше забележана доминантност на овој вид во уловот. Сончарката која во светски рамки е позната како инвазивен вид, во Преспанското езеро има развиено стабилна, одржлива популација. И претходни истражувања, како и претходните колекционирања при овој проект, покажаа флукуација на бројот на сончарката во уловот, со највисок број во есенските месеци. Од особено значење е мониторингот на овој вид, кој во одредени услови може да постигне висок степен на инвазивност во екосистемот, за што има примери во други слатководни средини. Тоа е особено значајно во период кога водата во Преспанското езеро се намалува со силен интензитет, при што се губат големи површини поради што може да дојде до директна борба за храна и територија на сончарката со автохтоните видови риби.



Слика 5. Видова застапеност во уловот по локалитети за месец Јуни/Јули 2025



Слика 6. Видова застапеност во уловот по локалитети за месец Септември 2025

Како и во претходните колекционирања од овој проект, така и сега беше забележано присуството на хибриди. Тоа се хибриди помеѓу *R.prespensis* и *A.belvica*, кои се среќаваат се почесто во езерото. Појавата и зголемувањето на бројот на хибридите во езерото претстаува голема опасност во однос на генетската стабилност на ендемичните видови во езерото. Во нашите анализи увидовме дека овие хибриди целосно развиваат гонади, но прашање е дали тие гонади се репродуктивно активни, што би претставувало уште поголем проблем. Како што напоменавме и претходно, причината за зголемување на појавата на овие хибриди може да се бара во преклопување на плодиштата на овие видови, кои со драстичното намалување на нивото на водата во Преспанското езеро изгубиле големи површини на природни рибни плодишта.

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

ПАРАЗИТИ НА РИБИ ОД ПРЕСПАНСКО ЕЗЕРО

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. Ичистените 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 94 испитани примероци риба, пронајдени се паразити кај 68 риби (72,34%).

Воспоставено е присуство на 29 видови паразити, и тоа: 3 видови припаѓаат на Protozoa: *Trichodina* sp. (кај скобуст), *Myxobolus* sp. (скобуст) и *Ichthyophthyrus multifilis*; 12 видови припаѓаат на Monogenea: *Gyrodactylus* sp. (скобуст), *Gyrodactylus* sp. (мрена), *Gyrodactylus* sp. (платиче), *Dactylogyrus dyki*, *D. elegantis*, *D. erhardovae*, *D. extensus*, *D. sphyrna*, *D. vastator*, *D. vistulae*, *Diplozoon* sp. (крап) и *Paradiplozoon zeller*; 3 видови припаѓаат на Digenea: *Parasymphylodora markewitschi*, *Diplostomum spathaceum* (ларва) и *Tylodelphis clavata* (ларва); 4 видови припаѓаат на Cestoda: *Caryophyllaeus fimbriiceps*, *Ligula intestinalis* (ларва), *Cestoda* gen. sp. (кај платиче); 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 седум видови риби, при што зараза е утврдена кај следниве видови риби: *Chondrostoma prespense*, *Cyprinus carpio*, *Rutilus prespensis*, *Alburnus belvica*, *Barbus prespensis* *Rhodeus amarus*. 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).

Платиче (*Rhodeus amarus*) - испитани се 13 риби, од кои 2 или 15,38% биле заразени. Интензитетот на инфестација изнесувал 1,0. Утврдени се 3 вида паразити, и тоа: *Gyrodactylus* sp. и *Cestoda* gen. sp. (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 инфицирани риби	
<i>Chondrostoma prespense</i>	<i>Trichodina sp.</i>	пролет	36	2,78	2,0
	<i>Myxobolus sp.</i>	пролет, есен		50,0	23,66
	<i>Gyrodactylus sp.</i>	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 sp.</i>	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 sp.</i>	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 gen. sp.</i>	лето		3,57	1,0
	<i>Ligula intestinalis</i>	лето		3,57	1,0

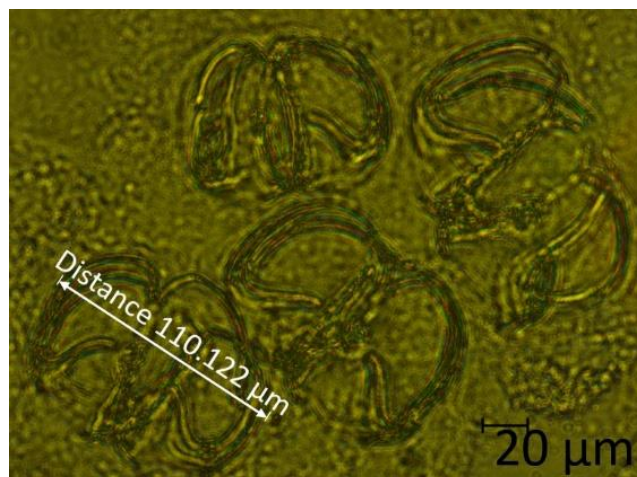
	<i>Raphidascaris acus</i>	пролет, лето		10,71	1,33
	<i>Ergasilus sieboldi</i>	пролет, лето, есен		14,29	26,75
	глохидии на <i>Anodonta cygnea</i>	пролет, лето, есен		50,0	3,21
Вкупно <i>Rutilus prespensis</i>			28	89,29	7,23
<i>Squalius prespensis</i>	<i>Ichthyophthyrus multifilis</i>	лето	2	50,0	2,0
	<i>Ergasilus sp.</i>	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 sp.</i>	лето		33,33	1,0
	<i>Caryophyllaeus fimbriceps</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>Rhodeus amarus</i>	<i>Dactylogyrus extensus</i>	пролет	13	7.69	1.0
	<i>D. vastator</i>	пролет		7.69	1.0
Вкупно <i>Cyprinus carpio</i>			13	15.38	1.0
<i>Carassius gibelio</i>			2	0	0
ВКУПНО			94	72,34	7,18

Како последица на тоа што процесот на еутрофикација во Преспанското Езеро станува сè поинтензивен, односот помеѓу ларвите кои созреваат кај птиците во споредба со возрастните форми на паразити кај рибите е 0,66 : 1, иако 57 видови на возрастни 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 возрастните

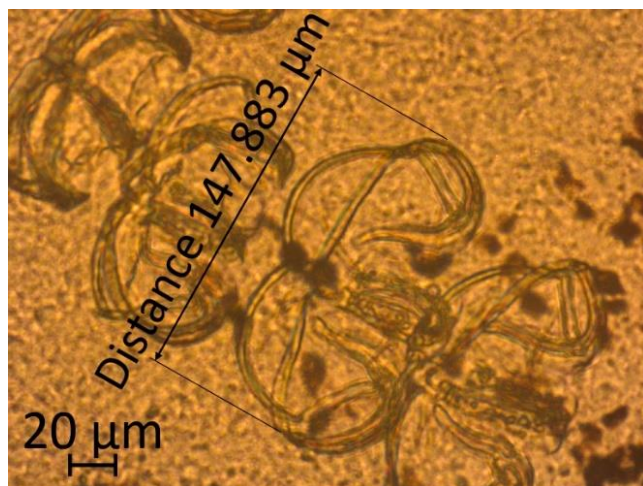
паразити се зголемуваат од олиготрофни во еутрофни системи; и 2. Esch (1971), кој укажува на поголем број риби паразитски ларви кои созреваат кај птиците од еутрофни системи, што е последица на различните односи предатор – плен, додека во олиготрофните води постојат незначителни меѓуземни водно-копнени 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. *Parasymphylodora 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 Mikrobiologija 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 rule 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