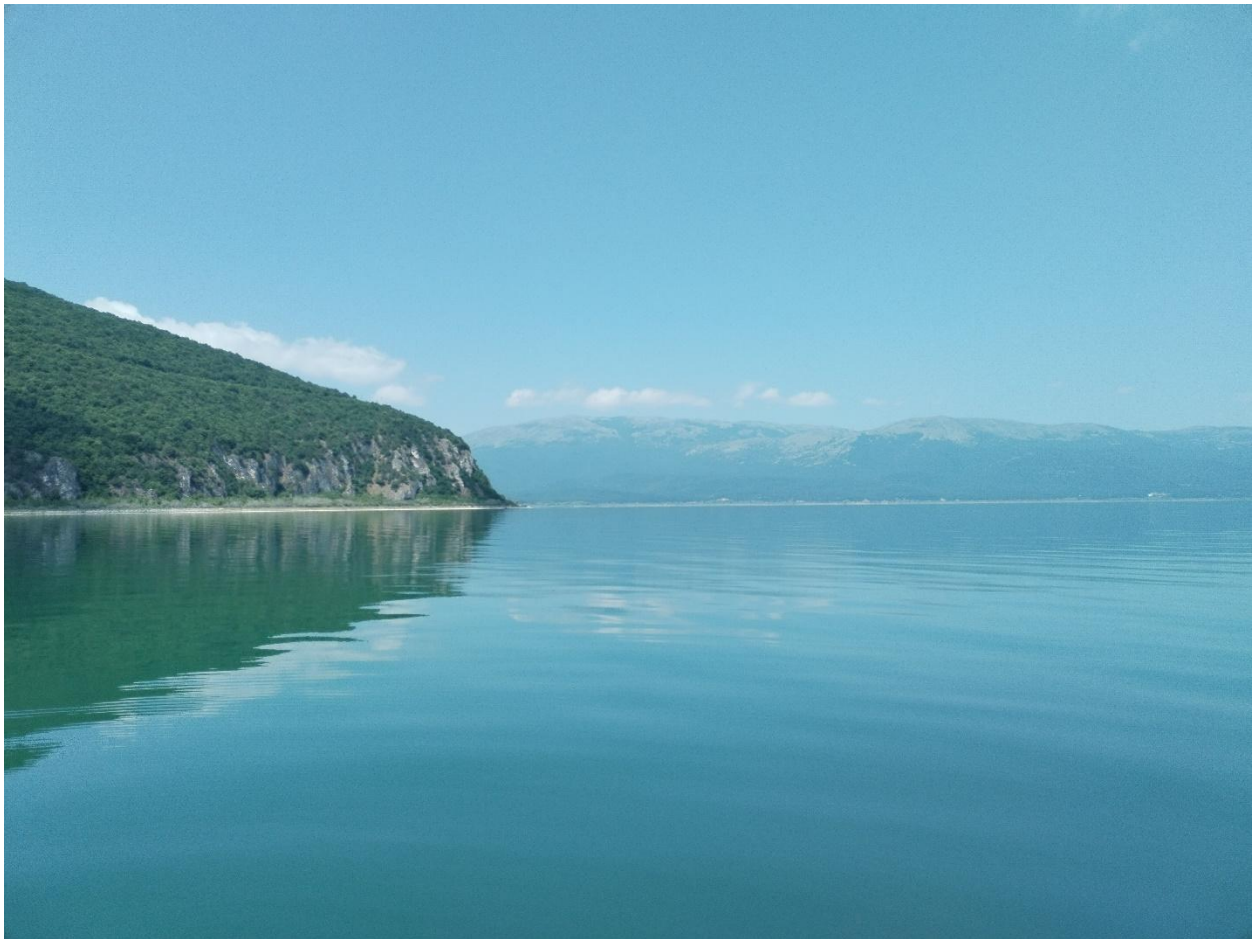


ЕКОЛОШКИ МОНИТОРИНГ НА ПРЕСПАНСКОТО ЕЗЕРО
БАЗИРАН НА ТЕМЕТСКИ ИЗВЕШТАИ ОД СПРОВЕДЕНИТЕ АКТИВНОСТИ ВО
СКЛОП НА ПРОЕКТОТ
"ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА АНТРОПОГЕНИТЕ ПРИТИСОЦИ ВРЗ
ПРЕСПАНСКОТО ЕЗЕРО" ВО ШЕРИОДОТ 2022-2025 г.



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, концепт нотата 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 концепт нотата. Предлог Мониторинг активностите се доставуваат за разгледување до МЖСПП.

Краток осврт на целите на проектот и добиените резултати

Во рамките на реализација на проектот “Идентификување на антропогените притисоци врз Преспанското Езеро” за време на четири годишните истражувања предвидени со активностите на проектот (2022-2025г.), за проценка на состојбата со квалитетот на водата во литоралната и пелагијалната зона на Преспанското Езеро и неговото сливно подрачје (поголемите притоки на Езерото- Голема, Кранска и Брајчинска Река) врз основа на физичко-хемиски и биолошки параметри, за биолошката разновидност, за состојбата со рибната популација и болестите на риби, свој придонес дадоа сите Одделенија од ЈНУ Хидробиолошки завод од Охрид. Беше вклучен целокупниот научен кадар, лаборантите, како и техничкиот персонал (рибари, возачи).

Основаната цел на проектот беше да се проценат антропогените влијанија врз реките, литоралната зона и пелагијалот на Преспанското Езеро. За таа цел беа дефинирани мерни места соодветно за истражувањата предвидени од соодветните лаборатории.

- Реки – опфатени се поголемите притоки на Преспанското Езеро и тоа Голема Река кај бензинска пумпа, Голема Река кај брана, Голема Река Избиште, Кранска Река и Брајчинска Река. - За да добиеме појасна слика и идентификување на антропогените влијанија на еден од најголемите идентификувани загадувачи на Преспанското Езеро, а тоа е Голема Река, пристапивме кон земање на примероци од три точки по нејзиното течение и тоа Голема Река кај Избиште, Голема Река кај бензинска пумпа Ресен и Голема Река кај брана. Со ваквиот пристап всушност парцијално го поделивме текот на реката врз основа на што пристапивме кон подетално истражување на потеклото на загадувањето на реката од дел каде нема индустриско и комунално загадување, па се до дел каде е идентификувано максимално органско и нутриентно оптоварување на реката.
- Литорална зона на Преспанско Езеро -Долно Дупени, Наколец (пред вливот на Брајчинска Река во Езеро), Крани (кај вливот на Кранска Река во Езеро), Сливница, Претор-одморалиште, Отешево и Стење. Локалитетите кои беа дефинирани во литоралната зона на Езерото, всушност го опфаќаат целото крајбрежје на Преспанското Езеро. Ваквиот пристап ни овозможи да ги одредиме “критичните – жешки точки” во литоралната зона на Езерото каде е изразено антропогеното влијание а пред се близината на устијата на реките.
- Верикалните профили од слободната вода на Преспанското Езеро кај
 - Казан (30 м максимална длабочина) - 0,5м, 7м, 15м, 25м и интегрирана проба)
 - Централна точка (16м максимална длабочина) - 0,5м, 5м и 14-15 метри.

Генерално од нашите комплексни истражувања на Преспанското Езеро и неговото сливно подрачје во периодот од 2022 до 2025 година, можеме да констатираме дека состојбата со водата во реките и самото Езеро има постојана тенденција на влошување како во квалитативен поглед така и во однос на количините на вода кои се влеваат во Езерото

како и промената на нивото на самото Езеро. Ваквата состојба всушност укажува на интензивен процес на стареење на Езерото, поточно интензивен процес на еутрофикација на овој езерски екосистем.

Намалувањето на нивото на Преспанското Езеро директно се одразува на одделни параметри и појави кои во суштина даваат комплетна и реална слика за состојбата со овој акватичен екосистем. Видливо е влошувањето на квалитетот на водата врз основа на физичките, хемиските и биолошките параметри (микробиолошки, зоопланктон и фитопланктон, макрофитска вегетација и фауна на дно, рибна популација).

Проценката на квалитетот на водата и трофичкиот статус е извршен според физичко хемиски параметри и тоа кислородни параметри (концентрација на растворен кислород, биохемиска потрошувачка на кислород и органски биоразградливи материи) и нутриентни концентрации. Концентрациите на вкупен азот и вкупен фосфор се главни индикатори за нутриентното оптоварување за целиот екосистем. Врз основа на анализата на нутриентните биланси на овие два биогени елементи, за време на истражувањето може да се забележи нивно континуирано внесување во Езерото преку речната вода за која Езерото претставува краен реципиент. Примената на средствата за заштита и прихрана на земјоделските производи во овој регион, претставуваат примарни извори на загадување и најголеми извори на нутриенти пред се на азот и фосфор. Врз основа на индексот на трофичка состојба пресметан според добиените вредности за концентрацијата на вкупен азот и вкупен фосфор (како и просирноста на водата како параметар кој се зема во пресметката на трофичкиот индекс за пелагијалната зона на Езерото), Преспанското Езеро генерално припаѓа во мезотрофно подрачје, со поедини премини во мезотрофно-еутрофно подрачје.

Евидентно е и присуството на амонијачниот азот во истражуваниите локалитети. Амонијакот вообичаено се смета за индикатор за свежо фекално загадување, но зголемените концентрации може да се последица покрај од користење на ѓубрива на површините покрај водното тело, така и како меѓупроизвод од распаѓањето на органската материја. Посебна опасност за Езерото претставува аноксичните услови (безкислородните услови) идентификувани во летниот период на 15, 20 и 25 метри длабочина. Врз основа на четири годишниот период на истражување, може да се констатира дека значително поголемо органско оптоварување е евидентирано во примероците од реките, со најголем акцент на Голема Река (кај бензинска пумпа и кај брана), што укажува на фактот дека оваа река претставува воедно и најголемиот потенцијален загадувач на Преспанското Езеро. Ваквата состојба е посебно изразена за време на летниот период, кога поради недостаток на свежа изворска вода во коритото (водата во горниот тек се користи за наводнување), во коритото доминираат комуналните отпадни води (на што укажува мирисот на водата, визуелно присуство на органски лигави материи во водата и детекцијата на амонијачниот азот). Водата со ваков квалитет претставува најголем загадувач кој секако влијае на живиот свет како во речниот екосистем, така и за езерото во целина. За разградување на органските материи бактериите го трошат кислородот и при некомплетна минерализација доаѓа до нивно таложење на дното што е дополнителна причина за забрзана еутрофикација и оплитнување на Езерото. Отсуството на овој есенцијален елемент допринесува за нарушување на природната рамнотежа во екосистемот и доведува до видливи негативни последици врз живиот свет. И во примероците од Голема Река кај бензинска пумпа и кај брана, за време на летниот период идентификувани се ниски концентрации на растворен кислород или негово потполноотсуство. Врз основа на физичко-хемиските параметри, квалитетот на водата во Голема Река е со најалармантна состојба и оваа река во суштина

претставува најголемиот загадувач на Преспанското Езеро во целина (како во литоралната зона, така и во пелагијалната зона).

Во корелација со физичко-хемиските се резултатите од микробиолошките истражувања кои укажуваат на силен антропоген притисок. Покажуваат органско и фекално загадување на Преспанското Езеро и неговите притоки. Реките се многу повеќе загадени од Езерото, а Голема Река е најзагадена, што посебно е изразено во летниот период. Во оваа река доминацијата на индикаторот за свежо фекално загадување *Escherichia coli* укажува на континуирано испуштање на комунални отпадни води, а во лето и да нема природна речна вода. Максимални се и вредностите за останатите колиформни бактерии како и за ентерококите (фекални стрептококи). Притоките богати со полутанти и нутриенти, загадени и со отпадни води од околните населби, во голема мера го оптоваруваат крајбрежјето пред нивните вливови. Евидентно е негативното влијание и во слободната вода (пелагијалот на Езерото).

Фекалното загадување потекнува од испуштање на отпадни води од нерегулирани септички јами, од домаќинствата и од животински отпад, отпадни ѓубрива од сточни фарми, како и од истекувањето на атмосферските води во руралните области кои покрај другото се и со високи концентрации на фекални колиформни бактерии. Во лето и капачите (кои се многубројни на поабундантните плажи) преку нивните екскрети допринесуваат за зголемување на бројноста на овие бактерии.

Квалитативниот и квантитативниот состав на фитопланктонот во пелагијалот на Преспанското Езеро нема позначителни промени во однос на претходни истражувања. Пробите за фитопланктон од литоралниот регион содржеа главно бентосни видови во голема густина, како резултат на поголеми бранови и ниско ниво на езерската вода. Во нашите истражувања беше утврдено дека *Cyanophyta* беше доминантна фитопланктонска група во летниот период, а по својата абундантност доминираше видот *Planktolyngbya limnetica*, а другите видови цијанобактерии кои може да бидат потенцијално токсични беа застапени многу малку или со незначителна абундантност или пак воопшто не беа регистрирани во фитопланктонот. Во реките доминираа водовите *Diatoma sp.* и *Fragilaria sp.* Споредбено, вредностите на концентрацијата на хлорофил *a*, во текот на 2022, 2023 и првата половина на 2024 година беа пониски во споредба со тие во втората половина на 2024 и 2025 година, што е негативен сигнал за трофичката состојба на Преспанското Езеро. Според вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил, езерската вода од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро се категоризира најчесто помеѓу мезотрофна и еутрофна.

Според видовиот состав на ротиферите и вредностите на сапробниот индекс добиени при нашите истражувања водата од литоралниот регион на Преспанското Езеро воглавно има β -мезосапробен карактер. Литоралната зона е првата која ги прима нутриентите од сливот, па затоа е најчувствителна на загадување.

- Во литоралот, покрај видовите *Brachionus* кои се среќаваат и во пелагијалот, се среќаваат и други ротифери (на пр. од родот *Cephalodella*), кои се поврзани со висока концентрација на детритус (распадната органска материја).

- Литоралот најчесто покажува повисок сапробен индекс од пелагијалот. Појавата на висока абундантност на индикатори за еутрофикација во литоралот (на пр. *Brachionus spp.* и одредени кладоцери) укажува на тоа дека литоралната зона е β -мезосапробна, што потврдува дека таа е под посилен притисок од загадување во споредба со отворената вода.

- Трендови (2022–2025): Постојаното регистрирање на овие индикатори во сите години потврдува дека загадувањето на литоралот е континуиран проблем.

Со повлекувањето на водата времено се намалуваат и површините со макрофитска вегетација. 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. Резултатите од 4 годишните истражувања на макрофитската вегетација на Преспанското Езеро покажуваат значително намалување на диверзитетот и абунданцата на некои макрофити, а зголемување на абунданцата на други макрофити. Еколошката состојба на литоралната зона е обликувана од меѓусебно поврзани фактори на животната средина како што се: составот на подлогата, длабочината на водата, пенетрацијата на светлината, хидролошката динамика и достапноста на хранливи материи.

Со повлекувањето на водата се намалуваат и делово од езерското дно кои се живеалиште на одделни претставници на фауна на дно. 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. 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.

Со повлекувањето на водата доаѓа до промена и оштетување на рибните плодишта од песок, чакал, макрофитска вргртација и др., па кај оние видови на риби кои тука ја полагаат икрата, мрестот може да биде помалку успешен што може негативно да се одрази на нивните популации. Земајќи ја во предвид големината на Преспанско езеро, промените на бројот на различни видови во уловот на различни локалитети во различни периоди од годината, би можело да се објасни со миграциски процеси во потрага по извори на исхрана, и потрага по нови плодишта. Со риболовот за научно-истражувачки цели при активностите за овој проект беа колекционирани 34,6% од вкупниот број на видови риби од Преспанското езеро, во кое беа колекционирани најголем дел од ендемичните видови (66,7%) и видовите значајни за стопанскиот и рекреативниот риболов на ова езеро. За вметнување и на останатите видови риби во мониторинг програми потребно е проширување на методите на колекционирање како употреба на мрежи со помали и поголеми окца, MMG (multi mesh gillnets) мрежи, електрориболов и сл. Анализата од колекционирањето на риби од Преспанско езеро во годините 2022 до 2025, покажа стабилни и одржливи популации на

грунецот и скобустот, како и намалување на бројот на мрена и зголемување на бројот на плашица во уловот. Кленот беше колекциониран во релативно мал број, а подмладок од крап беше забележан во скоро константен број во уловот низ различните години. Потврдивме дека сончарката има стабилна и одржлива популација во езерото, но беа забележани промени во бројноста во различни години. Појавата на хибриди е од особен интерес со оглед на тоа што зголемувањето на бројот на хибридите во езерото претставува голема опасност во однос на генетската стабилност на ендемичните видови во езерото, како нов учесник во конкуренцијата со автохтоните видови.

Врз основа на истражувањата за болести на риби се доаѓа до заклучок дека е нарушена животната средина во Преспанското Езеро, а процесот на еутрофикација станува сè поинтензивен заради:

- Големiot број од установените видови паразити имаат широк ареал на распространување и широк спектар на домаќини.
- 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
- Недостатокот на одредени видови паразити кои биле пронајдени во претходните истражувања, а кои имаат комплексен животен циклус, односно им требаат преодни домаќини во нивниот развој. Тоа значи дека недостасуваат некои претставници на планктонот и фауната на дното (некои специфични за Преспанското Езеро).
- 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.
- Исто така, укажуваме на проблемот со внесување на видови риби од други региони во светот се јавува затоа што со нив се внесуваат речиси целосно непознати видови паразити, како што е случајот со внесот на сончарката во Преспанското Езеро пред 15-ина години, а кај која се најдени ларви од паразитот со зоонозен потенцијал *Eustrongylides excisus*. Податоците за паразитите на риби кои не се автохтони се важни за проценка на здравствената состојба и нивното општо влијание врз популациите на автохтоните риби. Внесувањето на неавтохтони видови може да има забележителни ефекти врз популациите на автохтоните видови, екосистемот, но може да резултира и со социо-економски последици, предизвикани од големи штети во рибарството и аквакултурата во една земја. Затоа, треба да се посвети големо внимание за да се избегне внесување на неавтохтони видови во екосистемот.

Ваквата состојба во Преспанското Езеро, од добиените комплексни истражувања за време на истражуваниот период 2022-2025 година, ја одразува влошената структура на целокупниот жив свет во него, како во литоралната така и во пелагијалната зона, кој е исклучително чувствителен на загадување и промени во физичките и хемиските карактеристики на водата. Покрај влијанието на климатските промени, сушните периоди и сл., промените во овој езерски екосистем се примарно поврзани со антропогени влијанија, како што се неадекватно управување со отпадни води, земјоделски активности, ерозија и

намалување на водостојот, нутриентно и органско оптоварување на речните екосистеми за кој краен реципиент е самото Езеро. 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.

Приказ на резултатите од истражувањата во периодот 2022-2025

ФИЗИЧКО ХЕМИСКИ ИСТРАЖУВАЊА ОД ВЕРТИКАЛЕН ПРОФИЛ, ЛИТОРАЛОТ НА ПРЕСПАНСКОТО ЕЗЕРО И РЕКИТЕ

**Изготвил: Д-р Елизабета Велјаноска Сарафилоска, научен советник
Одделение за физичко-хемиски истражувања**

ВОВЕД

Акваториумите се подложни на промени, но не само на оние кои се последица на геолошкото стареење, туку и на оние кои се предизвикани од факторот човек, кој што со своите секојдневни активности ги искористуваат водните екосистеми за свои цели и воедно ги забрзува природните процеси на стареење. Се случува, некои од тие активности да предизвикаат промени кои ги погодуваат езерските екосистеми на различни начини, со што се нарушува квалитетот на водата во нив и се оневозможува нејзино понатамошно искористување за хумани цели. Оптеретувањето на акваторичните екосистеми е резултат на лесно препознатливи извори како што се комуналните и индустриските отпадни води; незабележителна деградација, како на пример урбаните и земјоделските дотеци во езерскиот слив и најкритичниот начин, а тоа е атмосферскиот транспорт на контаминентите од голема оддалеченост. Како главни деградирачки фактори се јавуваат прекумерната еутрофикација која се должи на оптоварувањето на екосистемот со нутриенти и органски материи..

Континуираното и непланско искористување на природните богатства, како фактор на деградација, ги доведува до работ на егзистенција голем број на видови со што се нарушува состојбата на биодиверзитетот. Го доведува во прашање здравјето на човекот и неговиот опстанок, како и материјалните и културно-историските добра создадени од претходните генерации.

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.

Квантитативно трофичката состојба се пресметува според соодветни равенства и се претставува како **индекс на трофичка состојба** (Carlson, 1977), кој е всушност функција од биолошки, хемиски и физички параметри, односно мултидимензионален трофички концепт кој вклучува аспекти од нутриентно оптоварување, концентрацијата на нутриентите, примарна продукција, квантитативна и квалитативна флора и фауна и езерска морфометрија (вкупен фосфор, вкупен азот, содржина на хлорофил а и просирност на водата – транспарентност).

За пресметување на Carlson- овиот индекс, потребно е истражуваните параметри да се трансформираат во трофичка скала, односно да се добие нумеричка вредност која соодветно ќе ја отсликува трофичката состојба на езерата. Carlson (1977) го предлага методот за квантитативно определување на трофичката состојба како функција од истражуваните параметри за квалитетот на водата, додека класификацијата е извршена од Aizaki *et al.*, (1981), а со тоа и проценката на трофичката состојба.

Резултати и дискусија

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. Промените на физичко-хемиските параметри надвор од границите одредени со законските регулативи и прописи укажуваат на алармантна состојба и потребно е да се применуваат соодветни мерки и третмани за да може водата да се користи за соодветна намена. Проценката на еколошкиот статус и трофичката состојба на Преспанското Езеро (литорална и пелагијална зона) како и квалитетот на водата во речните екосистеми од сливното подрачје на Преспанското Езеро, ќе се направи врз основа на кислородните параметри (концентрација на растворен кислород, биохемиска потрошувачка на кислород (БПК₅, содржина на органски биоразградливи материи) и нутриентните концентрации претставени преку концентрациите на вкупен азот и вкупен фосфор.

Концентрацијата на растворен кислород претставува основен параметар во акватичните екосистеми кој учествува во најважните хемиски и биохемиски реакции кои се одвиваат во нив и чиј степен на искористување во однос на неговата синтеза овозможува ефективна проценка на метаболизмот на водниот екосистем како целина. Граничните вредности за класификација на водите според концентрацијата на растворен кислород ($\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$) се даден и во табела 1 и се од Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр.18/99). Вредностите за овој параметар и нивната класификација според Уредбата во истражуваните локалитети се претставени во табелите 2-4.

Табела 1. Гранични вредности и концентрации на растворен кислород ($\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$) според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр.18/99)

Класа I	Класа II	Класа III	Класа IV	Класа V
> 8	7,99-6	5,99-4,00	3,99-2	<3

Табела 2. Концентрација на растворен кислород во примероците од реките

	Голема Р. Бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Р. брана	Голема Р. Избиште
зима 2022	7,11	11,92	12,27	9,36	
пролет 2022	7,92	9,27	9,9	3,1	
лето 2022	1,07	9,2	12,13	0,1	
есен 2022	2,85	11,91	12,19	0,1	

зима 2023	8,4	12,8	14,2	6,6	
пролет 2023	12,54	12,69	14,07	8,78	
лето 2023	1,73	9,58	10,40	3,44	
есен 2023	1,39	12,84	11,84	1,92	
зима 2024	11,24	9,49	11,08	12,99	10,07
пролет 2024	10,74	9,29	10,57	10,12	
лето 2024	10,12	2,56	7,92	9,71	1,22
есен 2024	9,70	3,73	10,06	9,89	0,52
зима 2025	13,41	9,86	12,98	13,73	6,71
пролет 2025	12,05	10,30	10,06	10,81	8,64
лето 2025	8,95	1,03	7,37	8,33	

Табела 3. Концентрација на растворен кислород во примероците од литоралната зона

	Долно Дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
зима 2022	11,52	11,85	11,98	12,84	12,63	11,64	12,24
пролет 2022	10,7	10,73	9,47	10,73	10,88	10,31	10,2
лето 2022	9,62	9,44	9,73	9,92	11,34	9,85	9,6
есен 2022	11,84	11,75	12,11	11,5	11,41	12,65	10,87
зима 2023	12,04	13,00	12,66	13,25	12,41	12,71	12,41
пролет 2023	10,55	11,10	11,08	10,98	10,02	10,76	10,64
лето 2023	12,25	10,52	10,19	11,26	13,34	9,60	8,58
есен 2023	13,85	11,31	10,84	12,18	11,46	14,33	13,72
зима 2024	11,186	11,483	11,979	11,401	12,434	10,88	10,738
пролет 2024	8,92	9,63	8,49	8,75	9,16	9,40	9,03
лето 2024	9,72	9,51	9,56	10,21	10,00	10,84	8,69
есен 2024	10,49	10,20	10,57	10,53	10,52	10,33	10,26
зима 2025	12,28	12,63	13,42	12,95	12,68	10,76	10,74
пролет 2025	10,05	11,23	11,58	11,38	10,96	9,01	8,69
Лето 2025	8,78	8,04	10,57	8,81	8,61	8,64	10,05

Табела 4. Концентрација на растворен кислород во вертикалните профили

	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегрирана	Централна 0м	Централна 5м	Централна 15м
зима 2022	11,89	12,258	12,219	10,808		12,245	11,709	11,5

пролет 2022	9,573	9,368	7,611	7,276	9,616	10,424	7,986	6,561
лето 2022	12,216	12,543	1,549	1,716	12,263	8,527	9,354	1,03
есен 2022	8,974	7,733	9,981	6,738	7,946	8,171	8,142	7,272
зима 2023	12,58	12,69	12,45	12,05	12,85	13,16	12,54	11,92
пролет 2023	10,06	10,52	5,97	4,3	9,85	10,18	10,19	6,59
лето 2023	9,57	8,84	1,54	0,31	9,36	8,66	9,42	1,60
есен 2023	12,53	12,00	10,56	9,88	10,88	9,70	12,20	11,07
зима 2024	10,510	11,418	11,258	10,635	10,887	10,794	10,345	11,029
пролет 2024	9,293	9,548	8,306	7,589	9,48	9,706	9,489	7,613
лето 2024	9,1	8,41	1,3	1,92	8,12	9,21	8,09	2,43
есен 2024	9,19	9,63	9,23	8,89	9,31	9,29	9,70	9,70
зима 2025	10,22	9,79	10,22	10,09	9,77	9,64	8,94	8,25
пролет 2025	10,84	10,82	3,77	1,76	8,93	10,36	10,67	7,73
лето 2025	9,79	8,78	2,23	1,76	9,24	9,74	8,9	3,44

Според добиените резултати за концентрациите на растворен кислород во најголем број од примероците од реките имаме квалитет на вода од I класа, со исклучок на Голема Река кај бензинска пумпа Ресен и Голема Река кај брана (за време на летен и есенски период во поедини години) каде имаме квалитет на вода од II - IV класа. Ваква состојба е забележана и во вертикалните профили кај Казан и Централна точка, каде во подлабоките слоеви (15 и 25 метри длабочина) за време на пролет и лето имаме вредности кои укажуваат на квалитет на вода од III - V класа. Во површинските примероци и на 5 метри длабочина имаме квалитет на вода од I и II класа. Примероците вода од литоралната зона укажуваат на добра снабденост со кислород за време на целиот истражувам период и квалитет на вода од I класа.

Биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена, претставува индекс на органското загадување и е широко употребуван параметар за проценување на биолошки употребливата органска материја. Граничните вредности за класификација на водите според биохемиската потрошувачка на кислород (БПК₅ mg L⁻¹ O₂) се дадени во Таб. 5 (Уредбата за класификација на водите, Сл. весник на РМ бр.18/99). Вредностите за овој параметар во примероците од реките, литоралната и пелагијалната зона на Преспанското

Езеро и нивната класификација според Уредбата во истражуваните локалитети се претставени во Таб. 6-8.

Табела 5. Гранични вредности и концентрации на растворен кислород ($\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$) според Уредбата за класификација на водите (Сл. весник на РМ бр.18/99)

Класа I	Класа II	Класа III	Класа IV	Класа V
<2,0	2,01-4,0	4,01-7,0	7,01-15,0	> 15,0

Табела 6. Биохемиска потрошувачка на кислород (БПК_5) во примероците од реките

	Голема Р. Бензинска	Кранска Река	Брајчинска Река	Голема Р. брана	Голема Р. Избиште
зима 2022	7,11	3,73	2,41	4,42	
пролет 2022	6,72	1,36	1,20	<7	
лето 2022	2,99	2,72	1,55	<7	
есен 2022	<7	5,84	2,33	<7	
зима 2023	8,01	1,74	2,28	6,23	
пролет 2023	7,88	1,62	3,02	2,87	
лето 2023	<7	1,67	0,87	2,92	
есен 2023	<7	2,52	0,68	<7	
зима 2024	9,32	1,57	2,09	2,14	1,63
пролет 2024	7,91	1,89	1,15		2,37
лето 2024	<7	2,95	2,49	<7	5,11
есен 2024	<7	2,84	2,87	<7	5,56
зима 2025	8,73	2,19	2,11	5,52	2,58
пролет 2025	6,55	0,67	1,20	4,15	2,67
лето 2025	<7	<4	0,75	8,33	2,07

Табела 7. Концентрација на растворен кислород во примероците од литоралната зона

ВРК5	Долно Дупени	Наколец	Крани	Сливница	Претор	Стење	Отешево
зима 2022	2,75	3,00	2,74	4,12	3,82	3,11	4,81
пролет 2022	3,48	1,72	2,43	1,40	2,50	2,65	5,24
лето 2022	4,34	3,99	4,45	2,45	5,16	2,37	3,62
есен 2022	2,02	2,31	2,69	1,13	1,91	1,58	0,99
зима 2023	2,43	2,48	2,95	2,42	2,51	3,08	2,02

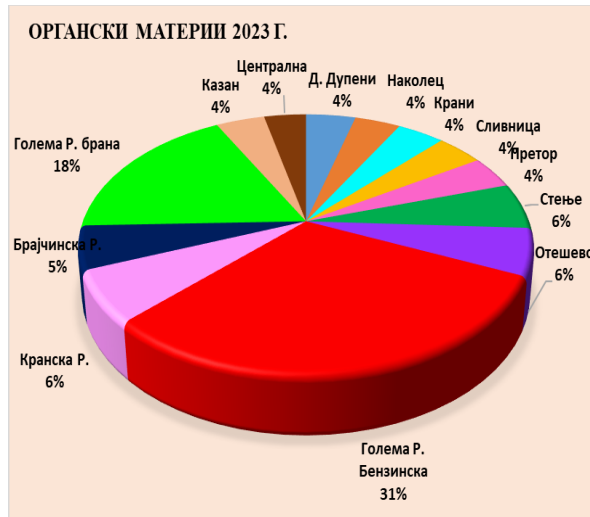
пролет 2023	2,25	2,80	4,08	3,38	2,65	1,38	2,02
лето 2023	4,35	2,22	1,99	2,49	4,30	2,30	2,88
есен 2023	1,27	2,72	1,17	2,16	2,75	3,03	1,94
зима 2024	2,21	2,49	2,22	2,90	3,38	2,37	2,38
пролет 2024	2,98	1,94	2,28	1,84	3,15	2,54	2,06
лето 2024	3,76	2,64	2,94	3,41	2,74	3,38	2,01
есен 2024	3,74	2,26	3,36	3,72	3,38	2,86	2,61
зима 2025	5,98	4,61	5,70	4,60	12,15	2,29	2,43
пролет 2025	2,99	2,35	2,82	1,70	2,28	4,35	2,32
Лето 2025	3,79	1,75	2,36	1,92	2,09	4,35	3,48

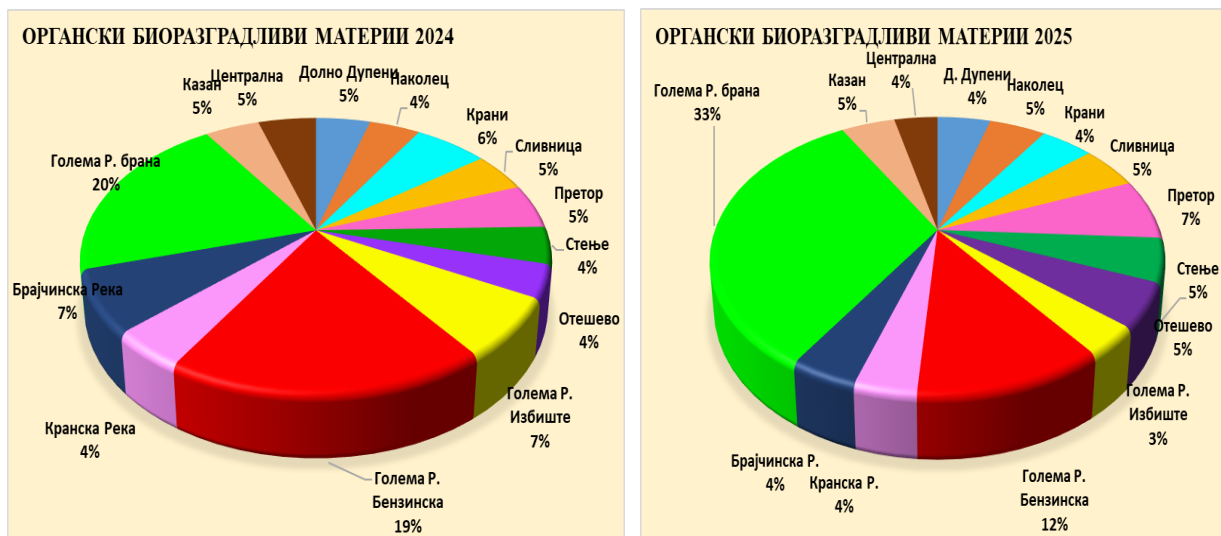
Табела 8. Биохемиска потрошувачка на кислород (БПК₅) во примероците во вертикалните профили

	Казан 0м	Казан 7м	Казан 15м	Казан 25м	Казан интегриран а	Централн а 0м	Централн а 5м	Централн а 15м
зима 2022	4,04	4,02	4,13	3,19		4,19	4,37	3,17
пролет 2022	1,74	2,01	3,06	5,23	4,79	5,26	2,96	3,30
лето 2022	5,24	6,70	<7	<7	5,25	1,81	3,29	<7
есен 2022	1,59	2,04	1,81	2,29	2,90	1,10	0,70	1,61
зима 2023	2,98	2,65	2,03	2,55	2,93	2,93	2,39	1,98
пролет 2023	1,55	1,11	1,47	1,03	3,15	1,06	1,11	1,29
лето 2023	1,65	1,12	<4	<4	4,35	1,60	2,33	<4
есен 2023	2,07	3,40	2,31	2,52	3,90	3,73	1,72	2,15
зима 2024	2,07	3,40	2,31	2,52	3,90	3,73	1,72	2,15
пролет 2024	1,38	2,63	1,33	2,95	2,89	1,31	4,51	4,30
лето 2024	3,54	3,76	<7	<7	3,35	2,37	2,05	<4
есен 2024	2,04	1,44	1,88	1,47	2,83	2,30	2,27	2,46
зима 2025	1,70	2,45	2,47	2,37	2,50	2,35	1,49	2,99
пролет 2025	3,41	3,28	2,72	<4	3,99	2,90	3,65	4,08
лето 2025	2,80	2,71	<7	<7	2,94	2,37	2,65	<7

Врз основа на добиените вредности за биохемиската потрошувачка на кислород во примероците од истражуваните локалитети во литоралната зона и вертикалните профили, како и во примероците од Кранска и Брајчинска Река, како и Голема Река кај Избиште, за време на истражуваниот период 2022-2025, во најголем број случаи квалитетот на водата е од I - III класа. Исклучок од ваквата состојба е евидентиран во примероците од Голема Река кај бензинска пумпа Ресен и Голема Река кај брана, и подлабоките слоеви од вертикалните профили (15 и 25 метри длабочина), посебно за летен период, кога имаме квалитет на вода од IV класа.

Органските материи претставени како потрошувачка на KMnO_4 претставува индиректна мерка за количината на присутните органски материи во водата. Органските материи во акватичните екосистеми, претставуваат растителни и животински производи на различни стапки на распаѓање. Процесите на разградба и минерализација на органските материи се најважни во ослободувањето на биогените елементи во средината, правејќи ги нив биолошки достапни. Содржината на растворените биоразградливи органски материи, претставени како потрошувачка на KMnO_4 , потребен за оксидација на органските материи присутни во реките, литоралната зона и вертикалните профили кај Казан и Централна точка, претставени се како процентуален удел од сите примероци (средни годишни вредности за параметарот за секој локалитет), во текот на целиот истражуван период 2022-2025 на слика 1 (а, б, в,г)





Слика 1. Процентуален удел на органски биоразградливи материи за периодот 2022-2025 г.

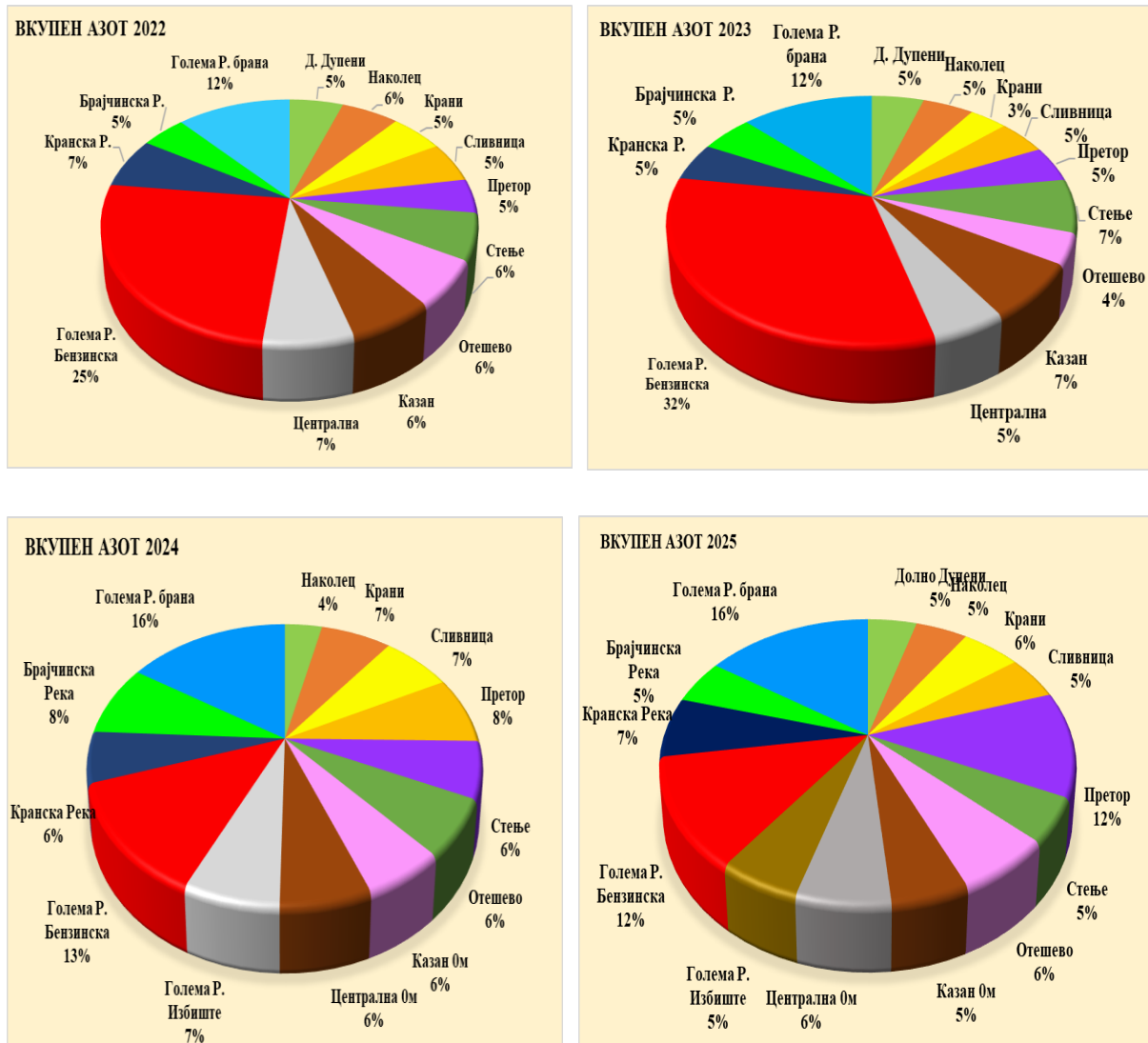
Врз основа на четири годишниот период на истражување, може да се констатира дека значително поголемо органско оптоварување е евидентирано во примероците од реките, со најголем акцент на Голема Река (кај бензинска пумпа и кај брана), што укажува на фактот дека оваа река претставува воедно и најголемиот потенцијален загадувач на Преспанското Езеро. Ваквата состојба е посебно изразена за време на летниот период, кога поради недостаток на свежа изворска вода во коритото (водата во горниот тек се користи за наводнување), во коритото доминираат комуналните отпадни води (на што укажува мирисот на водата, визуелно присуство на органски лигави материи во водата и детекцијата на амонијачниот азот). Водата со ваков квалитет претставува најголем загадувач кој секако влијае на живиот свет како во речниот екосистем, така и за езерото во целина.

Според тоа што органските материи како параметар доминираат во речните екосистеми за време на целиот истражуван период, тоа значи дека имаме континуиран внес на органски материи како во езерото, што секако влијае врз присутноста на нутриентите и секако врз трофичката состојба.

Квалитетот на водата врз основа на овој параметар за време на истражуваниот период 2022-2025 година во истражуваните локалитети се движи од II- IV класа. Во Голема Река кај брана, Голема Река кај бензинска пумпа, за време на летен период имаме премин и во V класа, односно екстремно високи вредности за органските материи.

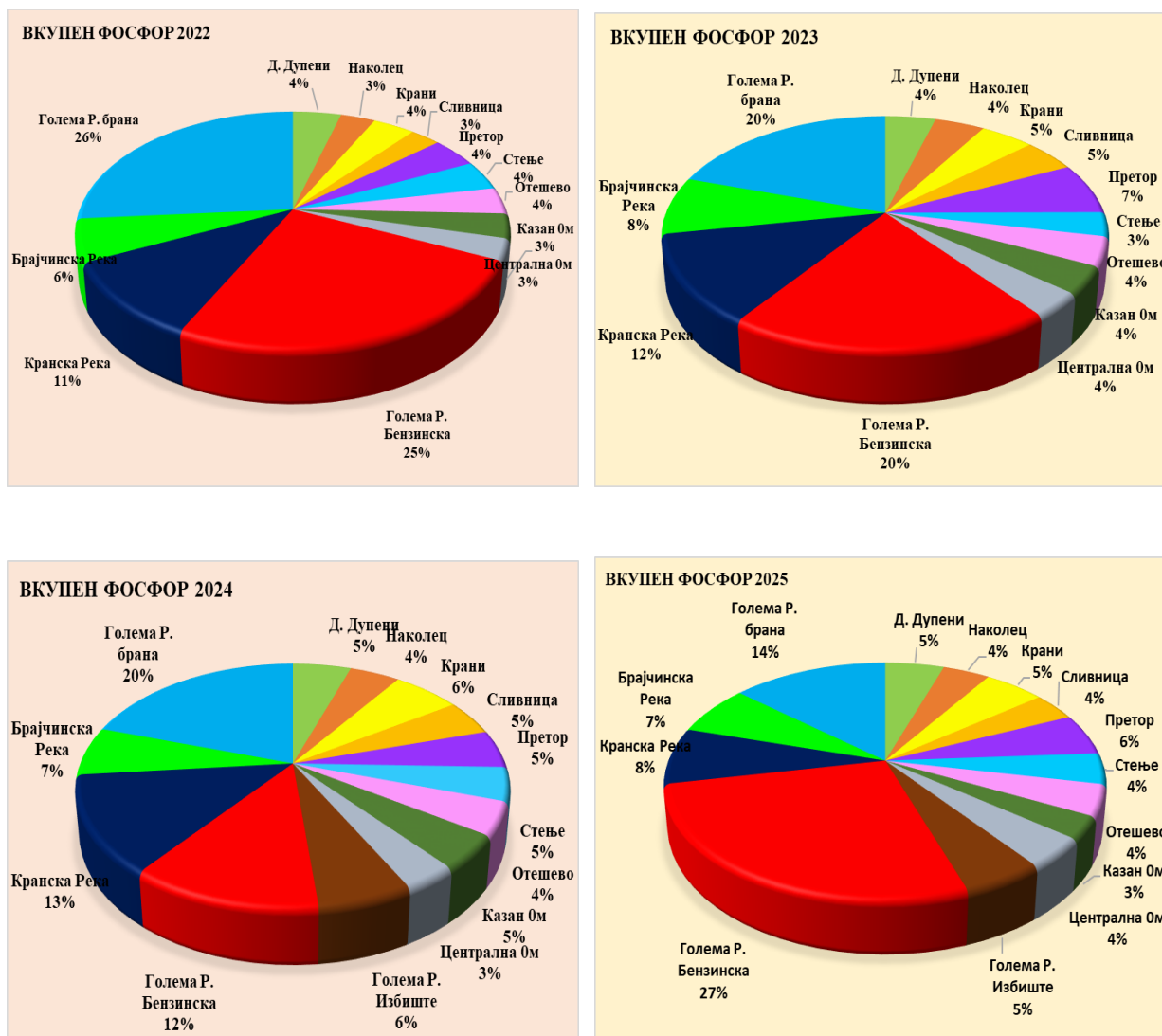
Вкупен азот и вкупен фосфор претставуваат двата најважни и најчесто истражувани биогени елементи кои ја условуваат и ограничуваат продукцијата во водните екосистеми. Врз основа на добиените вредности за концентрацијата на вкупен азот и вкупен фосфор ќе ги претставиме нивните процентулни удели (врз основа на средните годишни концентрации за секој локалитет) за време на истражуваниот период 2022-2025.

Вкупен азот



Слика 2. Процентуален удел на концентрациите за вкупен азот за периодот 2022-2025 г.

Вкупен фосфор. Примарниот антропоген извор на фосфорот во акваториумите, пред се ги вклучуваат исцедоците од урбаните средини (отпадните води од домаќинствата - детергенти, средства за лична хигиена), индустриските отпадни води како и од исцедните води од аграрните површини. Еколошкиот интерес за фосфорот потекнува од неговата значајна улога во биолошкиот метаболизам и релативно малите фосфорни концентрации во хидросферата. Всушност овој биоген елемент претставува воедно и најинтензивно истражуван елемент во лимнологијата пред се поради фактот што со останатите хранливи структурни елементи од биотата (C, H, N, S, O), природните екосистеми се "добро снабдени", додека фосфорот е најмалку достапен и ја лимитира биолошката продуктивност во екосистемите, односно претставува примарен лимитирачки нутриент. Поради тоа концентрацијата на фосфорот е избрана како еден од критериумите за одредување на степенот на еутрофикација на езерата (Vollenweider, 1965).



Слика 3. Процентуален удел на концентрациите за вкупен фосфор за периодот 2022-2025 г.

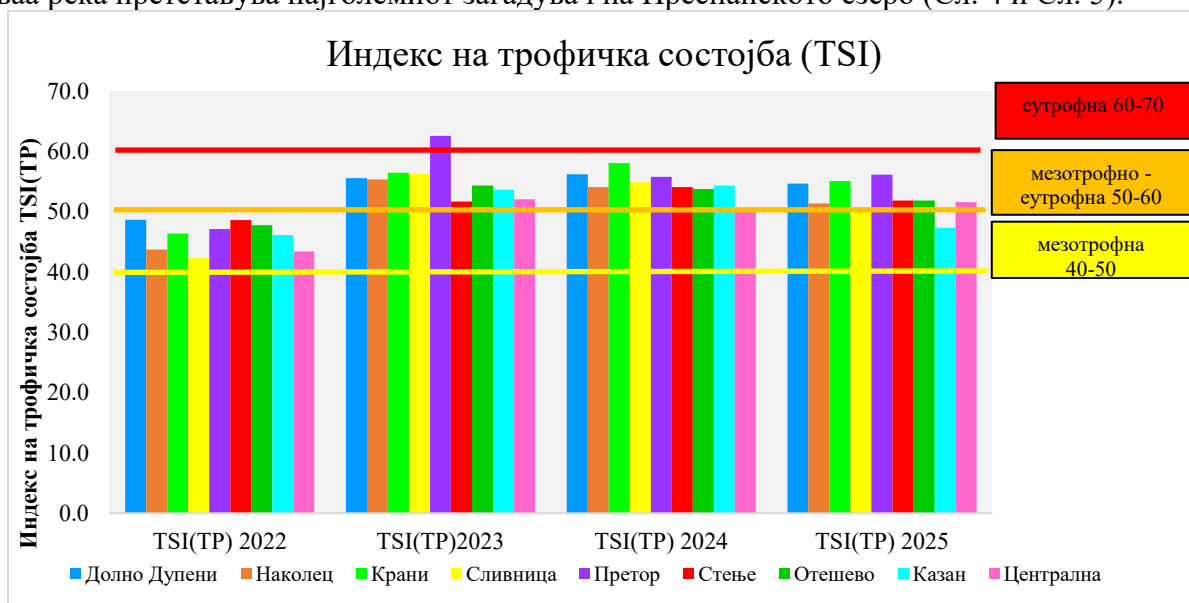
И врз основа на вкупен азот и вкупен фосфор најголем процент е евидентиран во примероците од реките и ота Голема Река кај бензинска пумпа и Голема Река кај брана, како и кај Кранска Река и Брајчинска Река (Сл.2 и Сл.3).

Индексот на трофичка состојба (Carlson, 1977), се користи како сумарен, брз и индикативен параметар за проценка на трофичката состојба на површинските акватични екосистеми. Квантитативно трофичката состојба се пресметува според соодветни равенства и се претставува како кој е всушност функција од биолошки, хемиски и физички параметри, односно мултидимензионален трофички концепт кој вклучува аспекти од нутриентно оптоварување, концентрацијата на нутриентите, примарна продукција, квантитативна и квалитативна флора и фауна и езерска морфометрија (вкупен фосфор, вкупен азот, содржина на хлорофил а и просирност на водата – транспарентност) (Сл. 4-7).

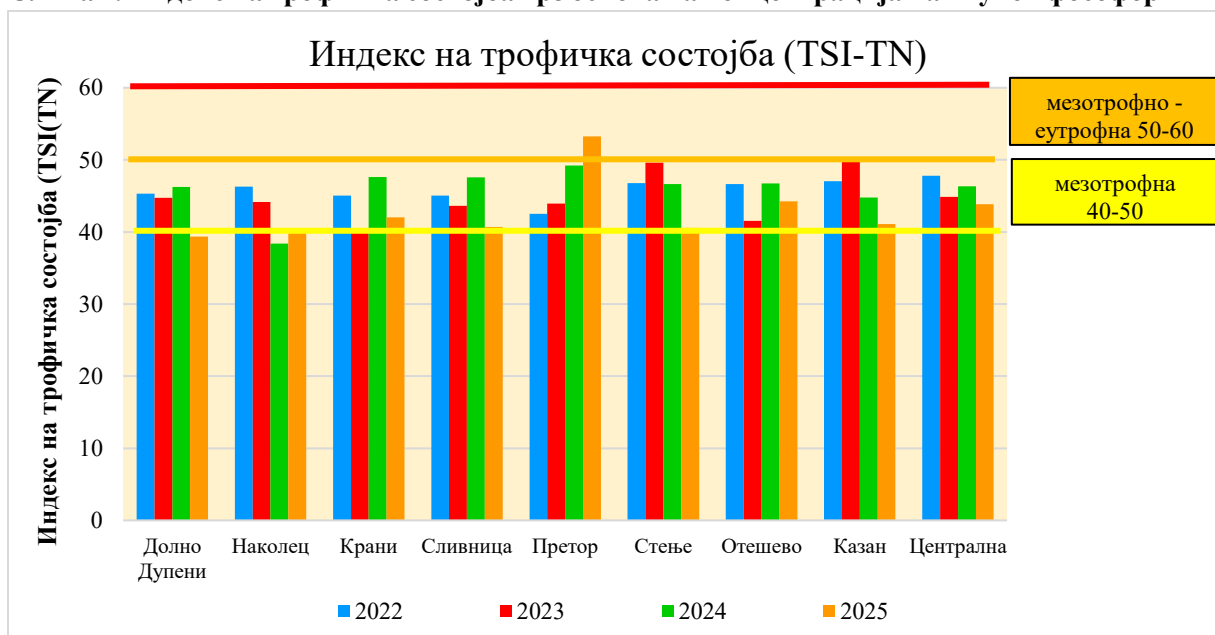
За пресметување на Carlson- овиот индекс, потребно е истражуваните параметри да се трансформираат во трофичка скала, односно да се добие нумеричка вредност која

соодветно ќе ја отсликува трофичката состојба на езерата. Carlson (1977) го предлага методот за квантитативно определување на трофичката состојба како функција од истражуваните параметри за квалитетот на водата, додека класификацијата е извршена од Aizaki *et al.*, (1981), а со тоа и проценката на трофичката состојба.

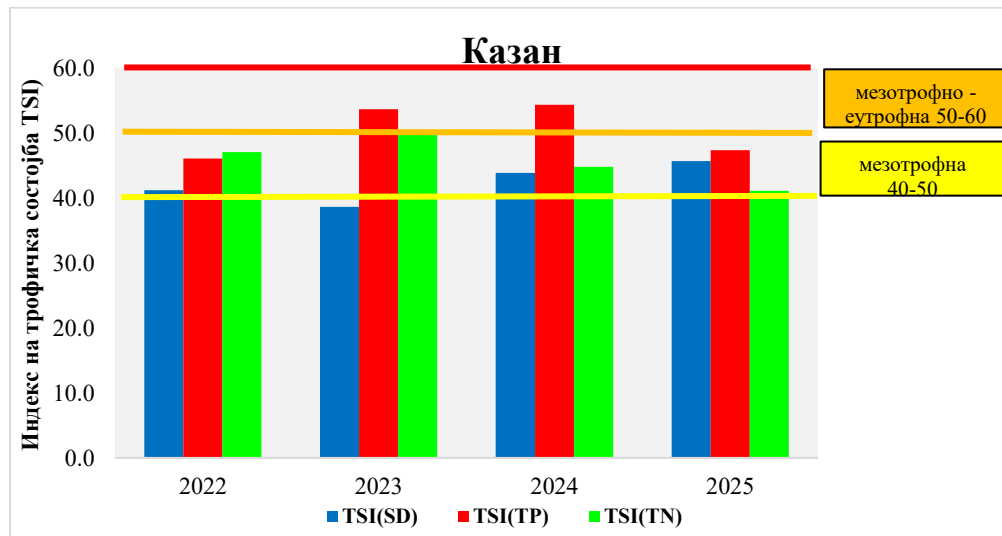
Според добиените нумерички вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор и вкупен азот, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети во литоралната зона и во локалитетите Казан и Централна точка, припаѓа во мезотрофно и мезотрофно-еутрофно подрачје. Исклучок од ваквата состојба е забележан во локалитетот Претор, каде имаме премин во еутрофно подрачје. Во близина на литоралот Претор се наоѓа устието на Голема Река, што уште еднаш го потврдува фактот дека оваа река претставува најголемиот загадувач на Преспанското езеро (Сл. 4 и Сл. 5).



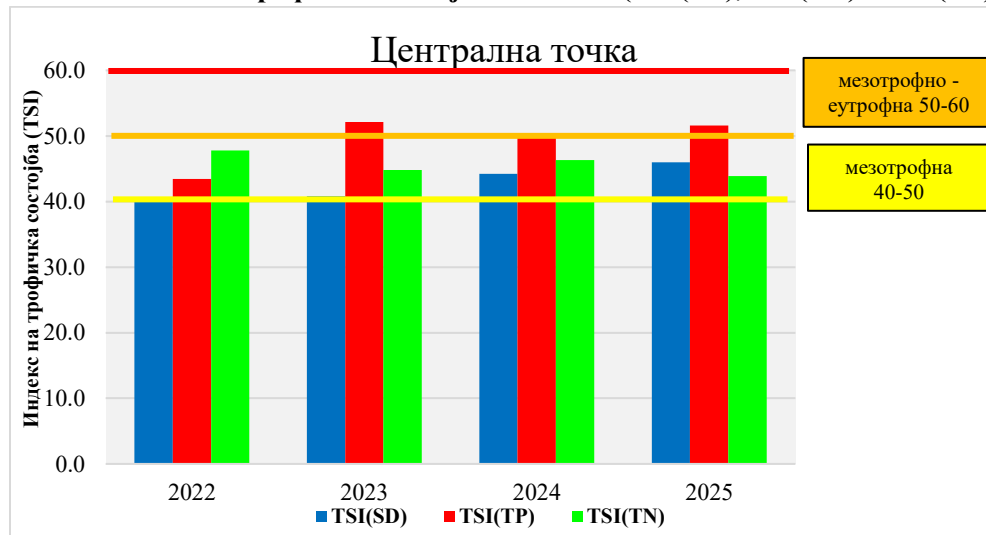
Слика 4. Индекс на трофичка состојба врз основа на концентрација на вкупен фосфор



Слика 5. Индекс на трофичка состојба врз основа на концентрација на вкупен азот



Слика 6. Индекс на трофичка состојба во Казан (TSI(TP), TSI(TN) и TSI(SD))



Слика 7. Индекс на трофичка состојба во Централна точка (TSI(TP), TSI(TN) и TSI(SD))

Во табела 9 дадена е сезонската распределба на индексот на трофичка состојба врз основа на концентрацијата на вкупен фосфор. Врз основа на сезонската распределба на индексот за трофичка состојба, може да се забележи дека во најголем број на случаи имаме умерена до лоша, односно мезотрофна до еутрофна состојба во истражуваните локалитети од литоралната зона и локалитетите Казан и Централна точка. Во поедини случаи, најчесто во пролет 2023 и лето 2024 година вредностите за индексот на трофичка состојба преминуваат и во многу лоша состојба.

Табела 9. Индекс на трофичка состојба – сезонска распределба

	зима 2022	пролет 2022	лето 2022	есен 2022		зима 2023	пролет 2023	лето 2023	есен 2023
Долно Дупени	51,8	46,3	50,5	48,4		53,7	62	48,5	55
Наколец	52,7	35,9	45,0	38,6		54,4	61,7	48	54,4
Крани	38,5	50,1	53,8	42,2		63,3	54,4	53,7	51,8
Сливница	43,6	34,3	48,6	40,1		59,3	61,7	50,9	50
Претор	57,3	46,3	45,0	42,2		67,4	64,7	47	64,4
Стење	44,7	46,3	56,3	42,8		58,5	47,9	50,6	46,9
Отешево	48,2	45,0	49,5	44,7		59,3	60,5	57,2	47,7
Казан	46,1	42,2	45,0	43,7		56,3	53,7	47,5	55,7
Централна	45,0	36,3	46,3	43,7		53,2	50,5	47,5	56

	зима 2024	пролет 2024	лето 2024	есен 2024		зима 2025	пролет 2025	лето 2025
Долно Дупени	50,5	45,0	63,2	59,4		62,3	47,5	49,5
Наколец	48,9	47,5	57,9	58,5		54,8	52	46,3
Крани	50,8	51,8	63,4	62,9		58,7	55,7	49,5
Сливница	50,1	45,4	58,5	60,4		55,7	45	48,5
Претор	55,0	51,3	56,3	59,3		65	51,3	44
Стење	53,1	45,0	60,1	54,3		44,2	58	50,1
Отешево	45,8	43,7	61,2	57,0		47,5	58,2	47,5
Казан	38,1	46,1	64,4	56,1		44,8	50,5	46,3
Централна	38,5	45,0	55,2	55,7		55	54,4	42,2

Трофичка состојба	TSI вредности	Еколошки статус
Ултраолиготрофна	<20	Многу добар
Олиготрофна	21-40	Добар
Мезотрофна	41-50	Умерен
Еутрофна	51-60	Лош
Хипереутрофна	>61	Многу лош

Заклучок

- Врз основа на концентрацијата на растворен кислород, генерално примероците од Реките, литоралната зона и централните точки (вертикален профил) икажуваат на квалитет на вода од I и II класа. Исклучок од ваквата состојба имаме за време на летните месеци во истражуваниот период 2022-2025, во примероците од Голема Река (кај бензинска, брана и Избиште), како и во подлабоките слоеви од вертикалните профили кај Казан 915 и 25 метри) и Централна точка (15 метри), кога вредностите за растворен кислород се многу ниски и укажуваат на вода од III-V класа. Ваквата состојба укажува на безкислородни (аноксични услови во долните слоеви на Езерото, што ги успоруваат оксидационите процеси и доведуваат до нус производи од нецелосното разградување на органските материи (појава на мирис на амонијак, сулфур). Аноксичните услови претставуваат ризик за целокупниот жив свет во Езерото.
- За време на целиот истражуван период 2022-2025 примероците колекционирани од Голема Река кај бензинска пумпа и Голема Река кај брана укажуваат на најголема потрошувачка на кислородот за оксидација на органските материи присутни во екосистемот и укажуваат на квалитет на вода од IV класа.
- Според тоа што органските материи како параметар доминираат во речните екосистеми за време на целиот истражуван период, тоа значи дека имаме континуиран внес на органски материи како во езерото, што секако влијае врз присутноста на нутриентите и секако врз трофичката состојба. Квалитетот на водата врз основа на органските материи пресметани како потрошувачка на KMnO_4 , се во корелација со биохемиската потрошувачка на кислород за пет дена и се индикатори за органското загадување во водните екосистеми. И врз основа на овој параметар за време на истражуваниот период 2022-2025 година во истражуваните локалитети квалитетот на водата се движи од II- IV класа. Во Голема Река кај брана, Голема Река кај бензинска пумпа, за време на летен период имаме премин и во V класа, односно екстремно високи вредности за органските материи.
- Според добиените нумерички вредности за индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрациите на вкупен фосфор и вкупен азот, Преспанското Езеро во дефинираните локалитети во литоралната зона и во локалитетите Казан и Централна точка, припаѓа во мезотрофно и мезотрофно-еутрофно подрачје. Исклучок од ваквата состојба е забележан во локалитетот Претор, каде имаме премин во еутрофно подрачје. Во близина на литоралот Претор се наоѓа устието на Голема Река, што уште еднаш го потврдува фактот дека оваа река претставува најголемиот загадувач на Преспанското езеро

МИКРОБИОЛОШКИ АНАЛИЗИ

Изготвил: Д-р Ленче Локоска, научен советник
Одделение за Микробиолошки истражувања

Микроорганизмите, како космополитски организми се наоѓаат насекаде околу нас, а за многу од нив водата претставува природно живеалиште. Тие се примарни редукенти и како продуценти на органска материја, со што земаат главно учество во функционирањето на екосистемите. Нивниот состав и динамика се реален показател за разновидните и специфични текови на биохемиските процеси. Тие се првични показатели за еутрофикацијата (збогатување на водата со нутриенти и полутанти). Затоа, нивното познавање претставува сигурен показател за утврдување и прогнозирање на состојбата на водните екосистеми, се со цел за зачувување и заштита на нивниот квалитет.

Во површинските води најдрастично вознемирување на еквилибриумот на трофичкиот статус и загадување, врши човекот преку испуштањето на комунални и индустриски отпадни води. Отпадните води кои што се вливаат во реципиентот (езеро, река...), во зависност од нивното потекло, покрај големо количество на органски и минерални материи, во себе содржат и голем број на сапрофитни и патогени бактерии, вируси и паразити кои претставуваат извор на најразлични инфекции.

Приоритетната важност на акватичните екосистеми, како извори на здрава вода за потребите на хуманата популација (водоснабдување, наводнување, рекреација, прехранбена индустрија...), како и за акватичните животни, е да се хигиено-епидемиолошки исправни (санитарен аспект).

Но, исто така, од многу голема важност е одржувањето и зачувувањето на добриот квалитет на акваториумот и како екосистем со специфична динамичка рамнотежа помеѓу биотичките и абиотичките фактори во него, поради што во целост значи дека основната наша грижа е постигнување на добар еколошки статус на даденото водно тело, за што потенцираат и директивите за води на европската унија.

Присуството на микроорганизми – индикатори за фекално загадување – истовремено е и индикатор за можно присуство на цревни патогени, најчести причинители на заразни болести. Заради тоа е логичен и практичен пристапот – мониторинг на фекално загадување на водата, односно детекција на микроорганизми нормално присутни во хуманиот и анималниот фецес, како индикатори за фекално загадување на водата, индикатори за ефикасноста на третманот на водите или ефикасноста на дезинфекцијата.

Целта на микробиолошките анализи (од санитарен и еколошки аспект) беше да се процени квалитетот на водата од литоралот и слободната вода од Преспанското Езеро, како и од неговите притоки.

Во периодот од зима 2022 та до лето 2025 та година, со сезонска динамика, колекционирани се мостри на вода за микробиолошки анализи од Преспанско Езеро и неговите притоки, од следните локалитети:

- По течението на реките
 - Голема Река – кај Избишта (само во 2024та и 2025та г.)
 - Голема Река – бензинска
 - Голема Река – брана
 - Кранска и

- Брајчинска Река

- 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
- 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).

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 и 2. Хетеротрофни бактерии во водата од истражуваните локалитети на Езерото и неговите притоки во периодот зима 2022 до лето 2025та година

	зима `22	пролет	лето	есен	зима 23	пролет	лето	есен
Голема Р. Бенз.	233600	361600	3142400	2038400	1180800	349600	921600	38336000
Голема Р. Брана	62400	81900	/	619600	174400	258400	273600	34600
Кранска Р.	79200	35800	203600	73800	31800	34900	398400	41600
Брајчинска Р	49800	17900	19800	16700	23200	9600	217600	19600
Претор	16720	890	2940	2920	56950	11560	10080	22640
Сливница	10760	930	1650	690	290	7260	8880	11920
Крани	18880	45600	1830	6860	9040	5840	6840	15120
Наколец	7680	31040	3590	3720	11040	6960	7760	10160
Долно Дуп.	21760	26240	2780	1290	3780	2960	5690	8350
Отешево	1742	1090	22320	1278	1592	554	1808	1052
Стење	824	1720	35270	1792	1496	4944	1396	1148
К1	96	420	690	718	338	428	1056	256
К7	138	840	740	842	316	368	1288	338
К15	294	1590	1060	1468	476	598	2158	368
К25	312	2740	950	1778	764	878	2320	730
Ц1	92	740	580	786	272	378	518	298
Ц5	72	780	11360	804	286	890	656	506
Ц15	874	1290	14160	1948	298	772	1034	762
	зима `24	пролет	лето	есен	зима`25	пролет	лето	
Голема Изб.	21800	49600	524900	395200	19700	17900	59400	
Гол. Р. Бенз.	8576000	894400	2454400	1282000	1194000	798000	41344000	
Гол. Р. Брана	42700	/	395200	351200	26400	48900	/	
Кранска Р.	18400	39700	456000	169400	12400	21900	26800	
Брајчинска Р.	6800	13900	79700	122300	11600	8400	14600	
Претор	3680	38180	8680	1970	101880	1380	6520	
Сливница	1950	52120	3780	1250	18560	890	3970	
Крани	3420	16730	3970	1180	172160	1480	3980	
Наколец	1140	18760	8640	840	2080	680	1890	
Долно Дуп.	1380	23400	3040	1250	5370	7950	6970	
Отешево	3296	11080	6980	5090	1560	12180	2530	
Стење	1904	13120	3920	1080	1990	5180	2860	
К1	304	1696	1210	960	230	620	540	
К7	202	1136	1670	870	570	930	6210	
К15	416	2640	6180	940	940	2130	2230	
К25	326	4224	2840	980	1490	5980	6930	
Ц1	1986	5844	1930	1190	630	570	620	
Ц5	638	1972	1570	1170	980	1680	4750	
Ц15	336	1186	6490	1240	1320	3940	2940	

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 и временска варијабилност на вредностите (Таб. 1 и 2).

Табела за класификацијата на водата според Европските директиви и експерти за микробиологија на Унијата (Kavka& Poetsch, 2002).

Таб. 3. Класификација за органско загадување на водата според број на хетеротрофни бактерии (бакт./ml)

	I класа	II klasa	III klasa	IV klasa	V klasa
Хетеротрофи	≤ 500	> 500 - 10000	>10000-100000	>100000 - 750000	>750000

Во овој период од истражувањата хетеротрофите се многу повеќе застапени во водата од притоците, во споредба со Езерото. Во сите години најголемата застапеност е евидентирана во Голема Река кај бензинска, со екстремно голема бројност од 41344000 bact./ml во летниот период на 2025та година. Оваа река е претежно максимално органски загадена, кај бензинска (V класа), а кај Избишта и кај брана реката е во границите на III и IV класа. И водата од Кранска Река е III и IV класа. Брајчинска Река е со нешто подобар квалитет и тоа во пролет 2023та и 2025та и зима 2024 г кога е во II класа а останатите сезони е претежно во III класа.

Хетеротрофните бактерии се застапени во водата од крајбрежните локалитети на Езерото (литорал) и во слободната вода со вредности кои доминираат за II класа. Помал број на случаи се сврстени во I класа, претежно во зимскиот период во слободната вода на Езерото кај Казан и централна точка.

Водата од Преспанското Езеро е со полош квалитет во текот на 2024та и 2025та година.

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 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 4 и 5 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, со релативно поголеми вредности во притоците на Езерото. Најмногу се присутни во Голема Река кај бензинска, а најмалку во водата на Брајчинска Река.

Колиформни бактерии се евидентирани и во сите примероци на вода од Преспанското Езеро, со релативно поголема бројност во крајбрежјето, а помала во слободната вода кај Казан и централна точка.

**Табела 4 и 5. Колиформни бактерии (бакт./100ml) во водата од локалитети на
и неговите притоки во периодот зима 2022 до лето 2025та година**

Езерото

	зима `22	пролет	лето	есен	зима `23	пролет	лето	есен
Голема бен	973000	123000	156000	235000	135000	165000	3750000	119000
Гол. Брана	83000	16000	/	104000	31000	23000	39000	19500
Кранска Р.	8100	21700	3800	26800	15500	8300	31800	15400
Брајчин. Р	63500	3600	4600	7500	2900	1100	12300	3500
Претор	7500	100	350	3000	135	60	3250	152
Сливница	1500	0	60	2000	10	80	1700	4
Крани	61500	100	3300	800	26	260	900	58
Наколец	4500	200	450	2400	16	214	750	28
Д. Дупени	3500	150	24	1700	33	50	3400	22
Отешево	500	0	358	3	51	39	300	10
Стење	500	0	153	29	31	93	500	66
К1			23	23	25	24	97	25
К7			200	17	98	18	86	11
К15			1176	8	46	2	37	13
К25			594	17	69	15	29	18
Ц1			77	13	39	4	136	41
Ц5			131	25	34	65	248	52
Ц15			482	20	46	67	48	23
	Зима `24	Пролет	лето	есен	зима `25	пролет	лето	
Голема Р. Избиште	5700	6900	6100	39700	5200	5000	38600	
Голема Р. Бенз.	90000	70000	1091000	345500	422000	224500	40360000	
Голема Р. Брана	8100	/	196000	27100	12100	15100	/	
Кранска Р.	54700	7100	51900	126700	22500	8900	40350	
Брајчинска Р.	3300	700	10400	23700	4900	5200	19900	
Претор	98	2	1650	1071	5500	878	2232	
Сливница	2	13	690	859	650	266	1038	
Крани	13	6	1498	997	4000	3759	1158	
Наколец	9	1	636	868	200	575	746	
Долно Дупени	16	3	548	739	700	574	1993	
Отешево	86	142	3152	1626	105	1212	512	
Стење	8	148	3608	1544	156	3800	2910	
К1	66	9	1068	525	18	2	711	
К7	3	10	128	680	14	2	545	
К15	4	14	1043	500	17	12	8900	
К25	4	12	16	541	26	5	9850	
Ц1	31	13	747	615	18	24	104	
Ц5	5	11	2257	505	20	9	1150	
Ц15	6	27	1344	529	24	7	175	

Следната табела ја прикажува класификацијата на водата и граничните вредности за индикаторите за фекално загадување на водата според Европските директиви и експерти за микробиологија на Унијата (Kavka& Poetsch, 2002).

Таб. 6. Класификација за фекално загадување на водата според број на вкупни колиформни бактерии, *E. coli* и ентерококи (бакт./100ml)

	I klasa	II klasa	III klasa	IV klasa	V klasa
Вкупни колиформи	≤ 500	> 500 - 10000	> 10000 - 100000	> 100000 - 1000000	> 1000000
<i>Escherichia coli</i>	≤ 100	> 100 - 1000	> 1000 - 10000	> 10000 - 100000	> 100000
Ентерококи fekalni streptokoki	≤ 40	> 40 - 400	> 400 - 4000	> 4000 - 40000	> 40000

Според застапеноста на вкупните колиформни бактерии квалитетот на водата од притоците е полош. Голема Река кај бензинска е претежно во IV-та и V -та класа во лето. Голема Река кај Избишта е претежно во II и III та класа во лето и есен, а кај брана доминираат примероците во III класа, како и кај Кранска Река. Брајчинска Река е воглавно во II класа, III класа достигнува во лето и есен.

Водата од сите мерните места во литоралот на Езерото, како и кај Казан и централна точка е во границите на I ва и II 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 екстремно висока вредност во Голема Река кај бензинска (20480000 бакт./100 ml) во лето 2025-та г. Овој дел од реката е најзагаден и квалитетот на водата за овој период од истражувањата е IV-та и V -та класа. Кај Избишта е претежно III, а кај брана III и IV-та класа. Кранска Река е III и IV-та класа, а од Брајчинска е II и III класа.

Во овие истражувања, претежно во летниот и есенскиот период е регистрирано присуство на *E. coli* во водата од Преспанското Езеро, како во крајбрежните локалитети, така и кај Казан и централна точка, со вредности во II класа, а во останатите периоди квалитетот на водата е воглавно во I класа

При максимална бројност на *E. coli* во водата од реките, посебно кај Голема Река се евидентирани и максимумите за ентерококи. Според овие бактерии Голема Река кај бензинска е претежно V -та класа, кај Избиште III и IV-та, а кај брана IV-та и V -та класа. Водата кај Кранска Река е претежно во IV-та, а кај Брајчинска доминира III класа. Водата од крајбрежните локалитети на Езерото во 2022-та и во 2023г. е II и III класа, а во 2024 и 2025г. е во границите на I и II.класа. Кај Казан и централна точка во најголем број случаи е во I класа на сите длабочини, освен лето 2024 и 2025г. и есен 2024г (II.класа).

Табела 7 и 8. *Escherichia coli* (бакт./100ml) во водата од локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки во периодот зима 2022 до лето 2025та година

	Зима `22	Пролет	лето	есен	зима `23	пролет	лето	есен
Голема Бен	45000	64000	87000	118000	76000	36000	398000	51000
Голема Бр	31000	2000	/	8000	18000	17000	3000	5050
Кранска Р.	3200	8900	1200	17600	8100	7200	4400	9600
Брајчин Р	1400	1700	2700	800	1300	500	700	900
Претор	0	0	50	200	19	8	300	68
Сливница	0	0	5	100	2	22	49	1
Крани	1800	0	3200	0	9	164	185	12
Наколец	0	0	50	0	4	128	139	6
Долно Д.	0	0	6	150	6	16	100	8
Отешево	0	0	2	0	3	3	11	2
Стење	0	0	9	1	2	58	69	19
К1	0	0	13	2	0	0	0	0
К7	0	0	52	3	0	0	0	0
К15	0	0	18	1	0	0	0	0
К25	0	0	2	2	0	0	0	0
Ц1	0	0	2	2	0	0	0	0
Ц5	0	0	120	1	0	0	0	0
Ц15	0	0	10	2	0	0	0	0

	Зима `24	Пролет	лето	есен	зима `25	пролет	лето
Голема Р. Изб	22800	5300	900	5800	2300	4200	1300
Голема Р бенз	69000	49000	398000	232000	213000	91500	20480000
Голема Брана	4400	/	14000	3400	6800	7900	/
Кранска Р.	22800	3600	12300	38500	13600	4800	5450
Брајчинска Р.	100	300	1500	2900	200	3900	900
Претор	11	0	134	39	300	114	186
Сливница	0	0	118	11	100	30	488
Крани	0	1	114	13	100	104	147
Наколец	0	0	138	12	0	56	38
Долно Дупени	0	0	116	7	0	113	34
Отешево	2	0	264	58	4	26	43
Стење	0	0	304	8	6	12	551
К1	0	0	416	11	1	0	19
К7	0	0	12	8	0	0	13
К15	0	0	11	6	0	0	200
К25	0	0	0	5	0	0	0
Ц1	0	0	169	19	1	0	18
Ц5	0	0	529	17	1	0	100
Ц15	0	0	18	15	3	0	7

Табела 9 и 10. Ентерококи (бакт./100ml) во водата од локалитети на Преспанското Езеро и неговите притоки во периодот зима 2022 до лето 2025та година

	зима `22	пролет	лето	есен	зима `23	пролет	лето	есен
Голема Бен	74000	46000	67000	37000	49000	8000	128000	28000
Голема Бр	3000	21000	/	13000	36000	300	2000	5100
Кранска Р.	2600	2900	3600	5200	7400	700	600	4600
Брајчин Р.	1100	1800	2500	800	2300	200	200	3900
Претор	100	100	650	1600	900	700	1200	70
Сливница	0	50	600	350	50	250	350	47
Крани	400	400	400	200	650	900	700	56
Наколец	0	0	1050	950	300	700	500	43
Долно Д.	0	50	150	900	200	50	400	62
Отешево	400	0	29	14	12	16	250	27
Стење	500	100	27	16	10	156	100	43
К1	0	0	33	3	2	13	2	27
К7	0	0	22	4	0	8	7	28
К15	0	0	8	12	0	6	2	32
К25	0	0	3	4	2	11	4	16
Ц1	0	0	31	0	0	2	2	29
Ц5	0	0	73	2	4	9	2	31
Ц15	0	0	7	6	2	21	7	28
	зима `24	пролет	лето	есен	зима `25	пролет	лето	
Голема Р. Изб	1100	300	3200	9400	400	1300	5300	
Голема Р бенз	49000	15900	248000	79000	34000	26000	114000	
Голема Брана	4800	/	42000	8700	1650	5300	/	
Кранска Р.	8300	700	4100	13200	600	4700	6700	
Брајчинска Р.	300	0	900	6200	300	1800	3900	
Претор	0	2	84	56	8	132	96	
Сливница	0	0	42	29	9	34	84	
Крани	0	8	52	5	3	6	232	
Наколец	0	0	46	38	3	12	268	
Долно Дупени	0	0	58	9	4	6	76	
Отешево	0	0	42	78	18	6	64	
Стење	46	2	192	52	20	16	58	
К1	15	0	49	107	6	2	43	
К7	0	2	17	356	14	0	41	
К15	26	1	43	196	21	4	49	
К25	0	3	7	272	29	6	72	
Ц1	0	0	41	136	18	0	54	
Ц5	0	2	52	47	27	6	69	
Ц15	30	1	48	87	32	3	42	

Заклучоци

Според резултатите од микробиолошките истражува водата од Голема Река кај бензинска е со најлош квалитет, максимално органски загадена, претежно во V класа. Голема Река кај Избиште и кај брана е во III и IV класа. Кранска Река е исто така во III и IV класа, а Брајчинска Река е II и III 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 загадена (претежно е во II класа)

Покрај органски, водата од Голема Река е и фекално загадена, што е најизразено кај бензинска (IV и V класа), нешто почиста е кај Избишта (II и III класа). Голема Река кај брана и Кранска Река се во III класа, а Брајчинска е претежно во II класа, освен во лето и есен (III класа). Водата од сите мерните места во литоралот на Езерото, како и кај Казан и централна точка е во границите на I ва и II класа.

Според индикаторот за свежо фекално загадување, *E. coli*, Голема Река кај бензинска е најзагадена (IV и V класа), кај Избишта е III, а кај брана III и IV-та класа. Кранска Река е III и IV-та класа, а Брајчинска е II и III класа. Во овие истражувања, претежно во летниот и есенскиот период е регистрирано присуство на *E. coli* во водата од Преспанското Езеро, како во крајбрежните локалитети, така и кај Казан и централна точка, со вредности во II класа, а во останатите периоди квалитетот на водата е во главно во I класа

Во водата од Голема Река се евидентирани и максимумите за ентерококи. Според овие бактерии Голема Река кај бензинска е претежно V -та, кај Избиште III и IV-та, а кај брана IV-та и V -та класа. Кранска Река е претежно IV-та, а кај Брајчинска доминира III класа. Водата од крајбрежните локалитети на Езерото во 2022-та и во 2023г. е II и III класа, а во 2024 и 2025г. е во границите на I и II.класа. Кај Казан и централна точка во најголем број случаи е во I класа на сите длабочини, освен лето 2024 и 2025г. и есен 2024г (II.класа).

Евидентно е дека реките се фекално и органско загадени и имаат влијание врз деловите од литоралот каде што се вливаат. Има голема временска и просторна варијабилност на вредностите во зависност од антропогеното влијание. Имаат влијание и крајбрежните населби лоцирани покрај езеото и покрај притоците. Врз квалитетот на водата влијаат и рибарите стационирани покрај езерото, изметот од бројните птици како и туристите. Во летниот период високите температури исто така го забрзуваат растот и бројноста на микроорганизмите.

Фитопланктонски истражувања

Изготвиле: Д-р Сузана Патчева, научен советник

М-р. Јовица лешоски, асистент истражувач

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 2022, 2023, 2024 и 2025 година реализирани се кампањи во четири сезони годишно 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

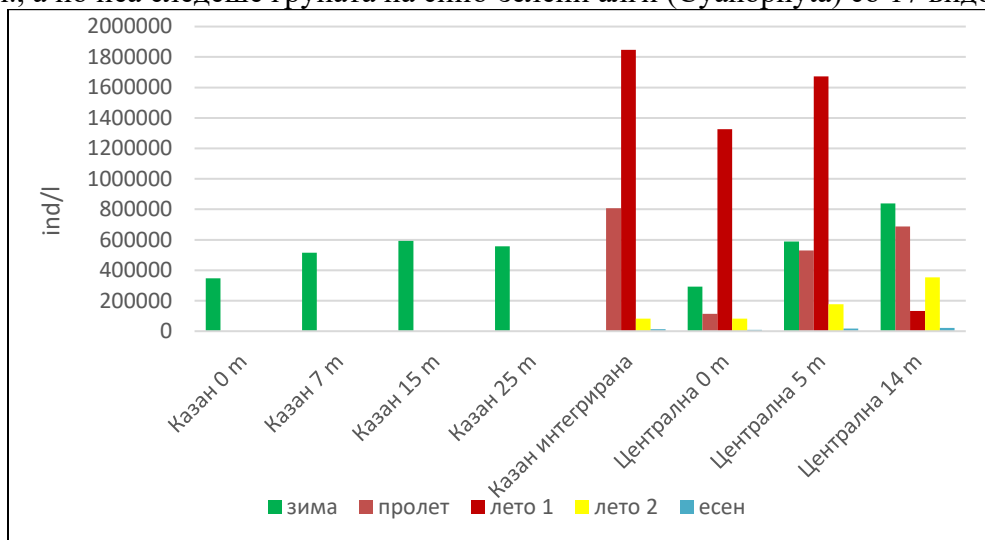
Табела 1. Видови на фитопланктон во Преспанско Езеро

	Видови
	Cyanophyta
1.	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>
2.	<i>Anabaena affinis</i>
3.	<i>Anabaena solitaria</i>
4.	<i>Anabaena sp.</i>
5.	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
6.	<i>Aphanizomenon gracile</i>
7.	<i>Aphanothece sp.</i>
8.	<i>Chroococcus limneticus</i>

9.	<i>Cyanodictyon imperfectum</i>
10.	<i>Dolichospermum flos-aquae</i>
11.	<i>Merismopedia glauca</i>
12.	<i>Merismopedia tenuissima</i>
13.	<i>Nodularia spumigena</i>
14.	<i>Oscillatoria sp.</i>
15.	<i>Planktolyngbya limnetica</i>
16.	<i>Planktothrix sp.</i>
17.	<i>Radiocystis geminata</i>
	Bacillariophyta
18.	<i>Achnanthyidium minutissimum</i>
19.	<i>Amphora ovalis</i>
20.	<i>Amphora sp.</i>
21.	<i>Aneumastus sp.</i>
22.	<i>Asterionella formosa</i>
23.	<i>Aulacoseira sp.</i>
24.	<i>Cocconeis sp.</i>
25.	<i>Cyclotella sp.</i>
26.	<i>Cymatopleura solea</i>
27.	<i>Cymbella sp.</i>
28.	<i>Cymbopleura sp.</i>
29.	<i>Diatoma tenuis</i>
30.	<i>Diatoma sp.</i>
31.	<i>Encyonema sp.</i>
32.	<i>Epithemia sp.</i>
33.	<i>Eunotia sp.</i>
34.	<i>Fragilaria crotonensis</i>
35.	<i>Fragilaria parasitica</i>
36.	<i>Fragilaria sp.</i>
37.	<i>Gomphonema sp.</i>
38.	<i>Gyrosigma obtusatum</i>
39.	<i>Hantzschia abundans</i>
40.	<i>Navicula reichardtii</i>
41.	<i>Navicula sp.</i>
42.	<i>Neidium binodis</i>
43.	<i>Neidium dubium</i>
44.	<i>Neidium sp.</i>
45.	<i>Nitzschia sp.</i>
46.	<i>Nitzschia sigmoidea</i>
47.	<i>Placoneis elginensis</i>
48.	<i>Placoneis sp.</i>
49.	<i>Planothidium sp.</i>

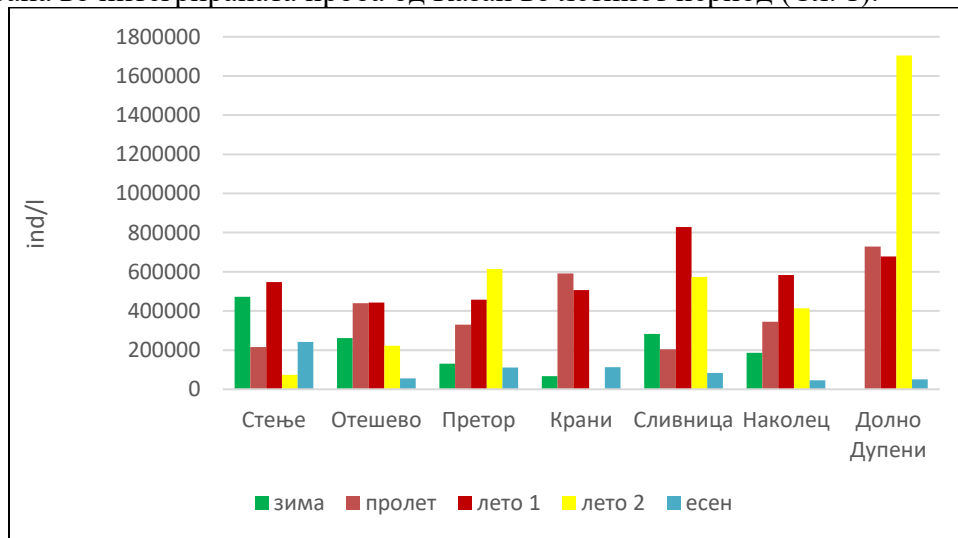
50.	<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i>
51.	<i>Rhopalodia gibba</i>
52.	<i>Staurosira</i> sp.
53.	<i>Surirella angusta</i>
54.	<i>Surirella</i> sp.
55.	<i>Ulnaria acus</i>
56.	<i>Ulnaria ulna</i>
	Chlorophyta
57.	<i>Actinastrum</i> sp.
58.	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>
59.	<i>Ankistrodesmus lacustris</i>
60.	<i>Chlamidomonas</i> sp.
61.	<i>Eudorina elegans</i>
62.	<i>Mougeotia</i> sp.
63.	<i>Oocystis lacustris</i>
64.	<i>Pandorina morum</i>
65.	<i>Pediastrum angulosum</i>
66.	<i>Pediastrum duplex</i>
67.	<i>Planothidium</i> sp.
68.	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
69.	<i>Schroederia nitzschoides</i>
70.	<i>Tetraedron minimum</i>
	Chrysophyta
71.	<i>Dinobryon bavaricum</i>
72.	<i>Dinobryon divergens</i>
73.	<i>Dinobryon pediforme</i>
74.	<i>Dinobryon sociale</i>
	Charophyta
75.	<i>Closterium aciculare</i>
76.	<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>
77.	<i>Cosmarium phaseolus</i>
78.	<i>Cosmarium</i> sp.
79.	<i>Staurastrum paradoxum</i>
80.	<i>Staurastrum</i> sp.
	Pyrrophyta
81.	<i>Ceratium hirundinella</i>
82.	<i>Peridinium</i> sp.
	Cryptophyta
83.	<i>Cryptomonas</i> sp.
	Eyglenophyta
84.	<i>Euglena</i> sp.
85.	<i>Phacus</i> sp.

Фитопланктонските истражувања на Преспанското Езеро во четиригодишниот период покажува висок диверзитет со 85 евидентирани видови од 8 групи на алги. Најбогат диверзитет покажа гупата на силикатни алги (Bacillariophyta) со вкупно 39 евидентирани видови., а по неа следеше групата на сино-зелени алги (Cyanophyta) со 17 видови (Таб. 1).



Слика 1. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро во 2022 година

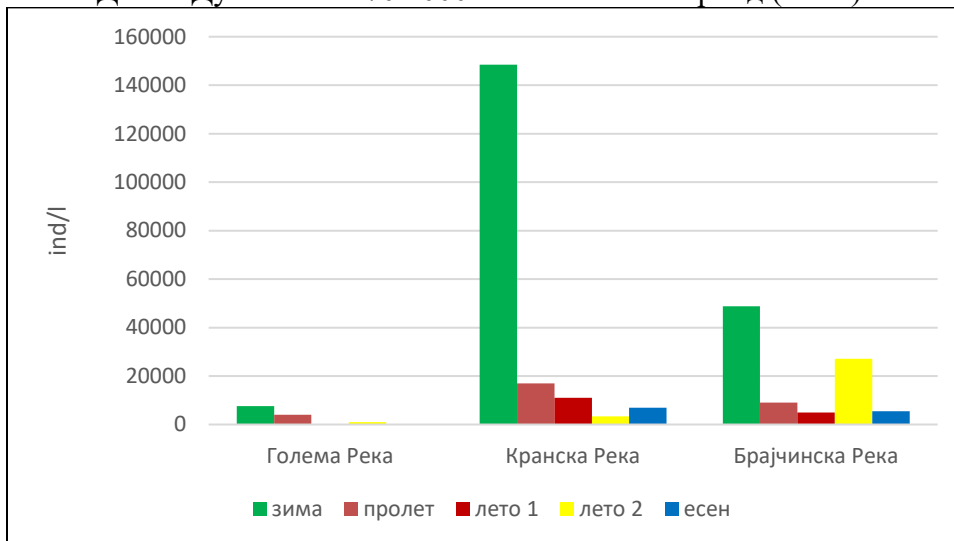
Според резултатите од истражувањата на фитопланктонот во пелагијалот на Преспанското Езеро во текот на 2022 година најголема густина на фитопланктон беше регистрирана во летниот период, а најмала во есенскиот период со значително голема разлика во вредностите. Најголема густина на фитопланктон со 1 848 000 ind/l беше евидентирана во интегрираната проба од Казан во летниот период (Сл. 1).



Слика 2. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од литоралот на Преспанското Езеро во 2022 година

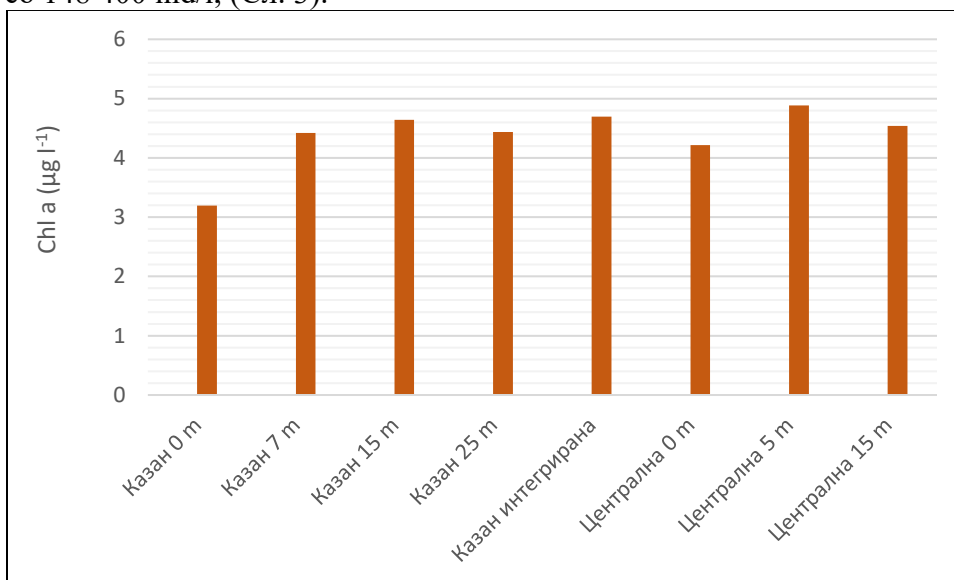
Истражувањата на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во текот на 2022 година покажаа најголема густина на фитопланктон во летниот период, но за разлика од пелагијалот разликата во вредностите помеѓу различни сезони не беше толку драстична.

Исклучок беше само Крани каде најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во пролетниот период. Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Долно Дупени со 1 704 000 ind/l во летен период (Сл. 2).



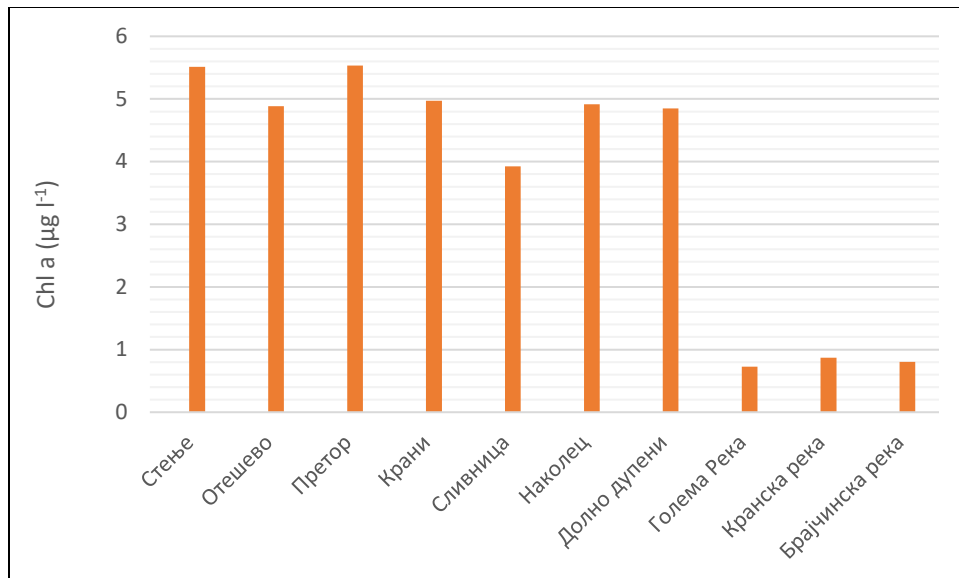
Слика 3. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од притоците на Преспанското Езеро во 2022 година

Во притоците најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во зимскиот период, а најмала во летниот. Густината на алги во Кранска Река во зимскиот период беше најголема со 148 400 ind/l, (Сл. 3).



Слика 4. Просечни вредности за концентрацијата на хлорофил a на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро за 2022 година

Просечните вредности на концентрацијата на хлорофил a на сите точки на колекционирање во пелагијалот на Преспанското Езеро во текот на 2022 година беа многу блиски и немаше значителни разлики во вредностите на различни точки на земање мостри и се движеа од 3,19 µg l⁻¹ во Казан 0,5 m до 4,88 µg l⁻¹ на Централна точка 5 m (Сл. 4).



Слика 5. Просечни вредности за концентрацијата на хлорофил *a* на испитуваните точки од литоралот и притоците на Преспанското Езеро за 2022 година

Во литоралот просечната вредност на концентрацијата на хлорофил *a* беше најниска во Сливница и изнесуваше 3,93 µg l⁻¹, а највисоки беа вредностите во Претор (5,53 µg l⁻¹) и Стење (5,52 µg l⁻¹) (Сл. 5).

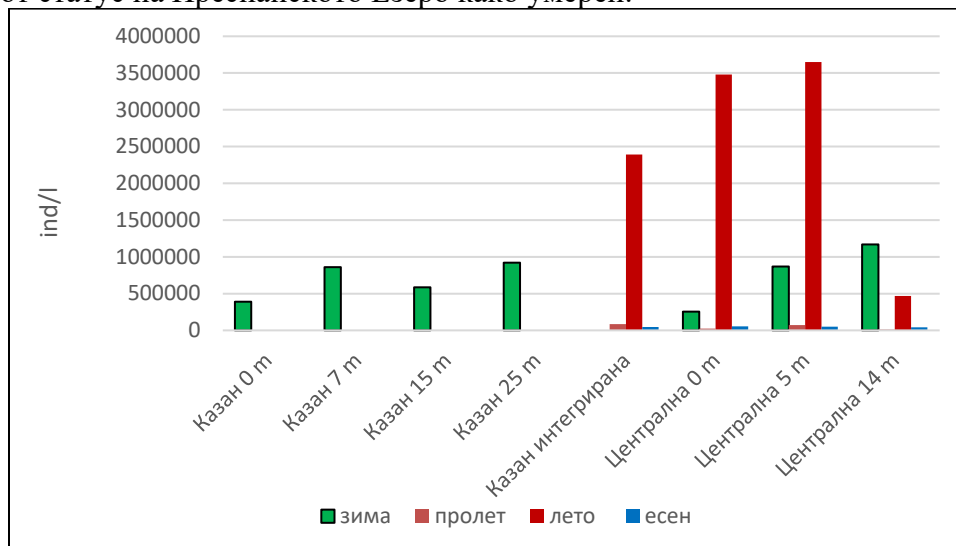
Во реките, просечните вредности на концентрацијата на хлорофил *a* беа ниски и се движеа од 0,73 µg l⁻¹ во Голема Река до 0,87 µg l⁻¹ во Кранска Река (сл. 5). Ваквите вредности укажуваат на многу ниско производство на фитопланктон, изобилство и биомаса.



Слика 6. Просечни годишни вредности на Индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

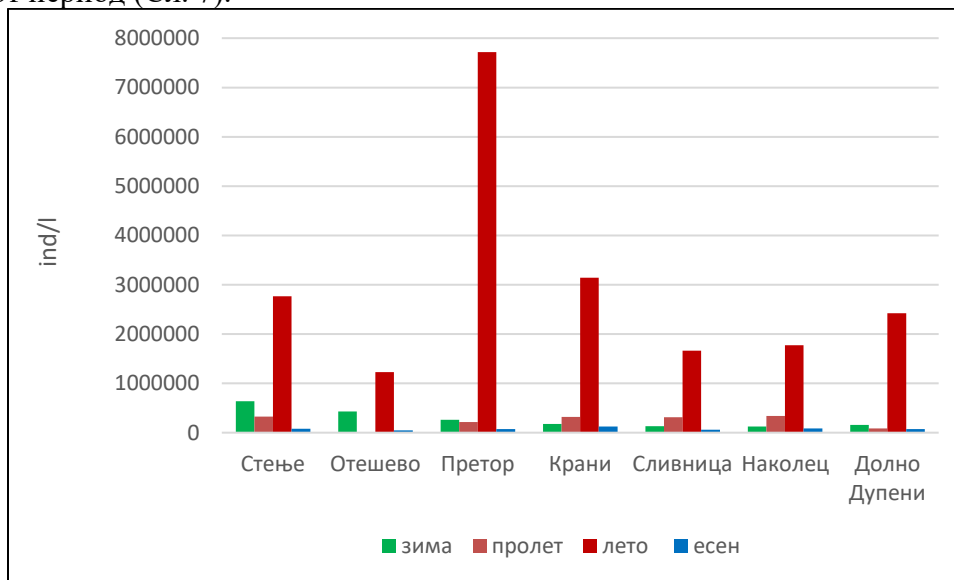
Според вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, езерската вода на сите точки од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро во текот на 2022 година се категоризира како мезотрофна (Сл. 6).

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



Слика 7. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро во 2023 година

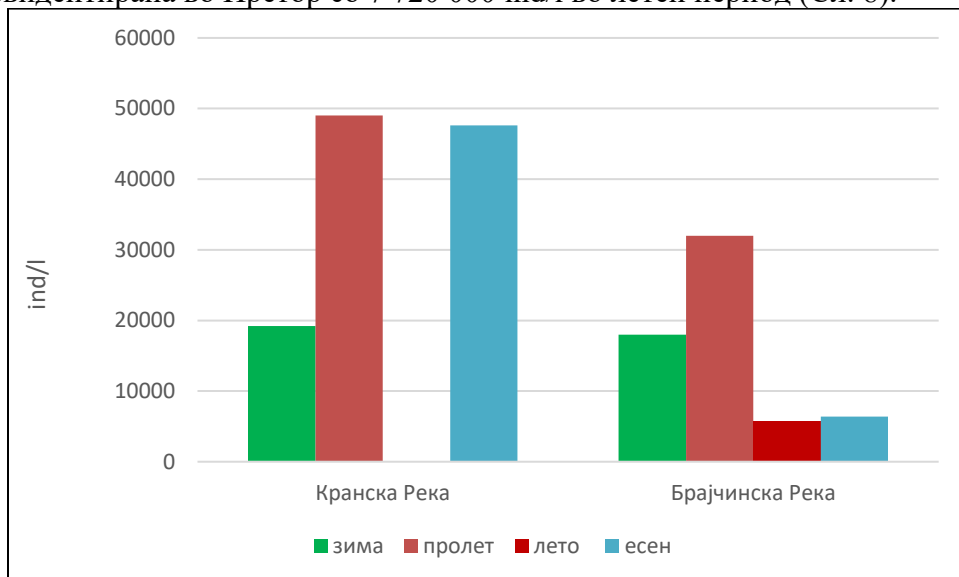
Според резултатите од истражувањата на фитопланктонот во пелагијалот на Преспанското Езеро во текот на 2023 година најголема густина на фитопланктон беше регистрирана во летниот период, а најмала во есенскиот период со значително голема разлика во вредностите, исто како во претходната 2022 година. Најголема густина на фитопланктон со 3 648 000 ind/l беше евидентирана во Централна точка 5 m длабочина во летниот период (Сл. 7).



Слика 8. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од литоралот на Преспанското Езеро во 2023 година

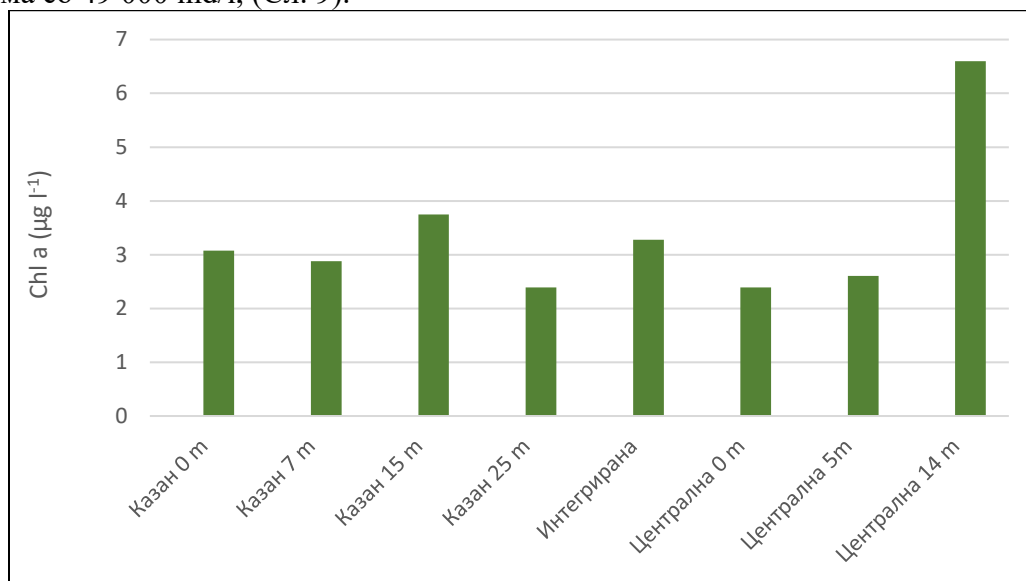
Истражувањата на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во текот на 2023 година исто така покажаа најголема густина на фитопланктон во летниот период, а

најмала во есенскиот период Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Претор со 7 720 000 ind/l во летен период (Сл. 8).



Слика 9. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од притоците на Преспанското Езеро во 2023 година

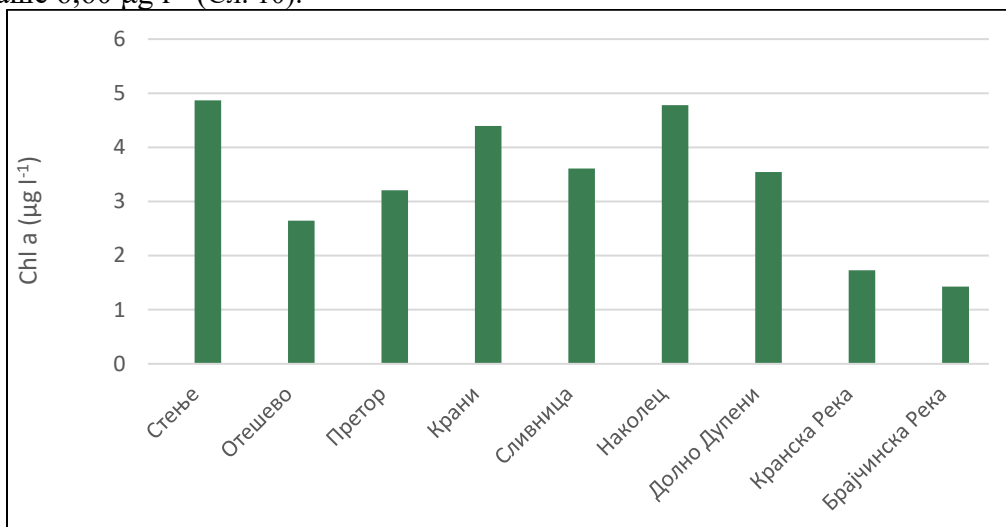
Во притоците најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во пролетниот период, а најмала во летниот. Густината на алги во Кранска Река во пролетниот период беше најголема со 49 000 ind/l, (Сл. 9).



Слика 10. Просечни вредности за концентрацијата на хлорофил *a* на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро за 2023 година

Просечните вредности на концентрацијата на хлорофил *a* на сите точки на колекционирање во текот на 2023 година беа многу блиски и немаше значителни разлики во вредностите на различни точки на земање мостри, со исклучок на Централна точка 14 m длабочина каде вредноста е значително повисока заради многу високата вредност измерена

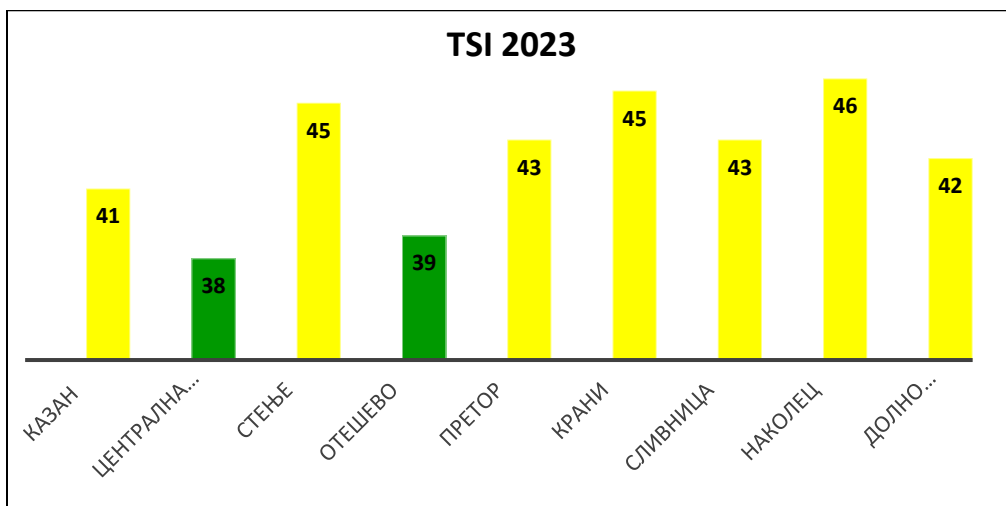
во летниот период, а која најверојатно се должи на детритусот и остатоците од макрофитската вегетација кои доспеале до дното на езерото. Вредностите во пелагијалот на Преспанското Езеро на сите останати точки беа под $4 \mu\text{g l}^{-1}$ и се движеа од $2,39 \mu\text{g l}^{-1}$ во Казан 25 m и Централна точка 0 m длабочина до $3,76 \mu\text{g l}^{-1}$ кај Казан 15 m длабочина. Вредноста на просечната концентрација на хлорофил *a* на Централна точка 14 m длабочина изнесуваше $6,60 \mu\text{g l}^{-1}$ (Сл. 10).



Слика 11. Просечни вредности за концентрацијата на хлорофил *a* на испитуваните точки од литоралот и притоците на Преспанското Езеро за 2023 година

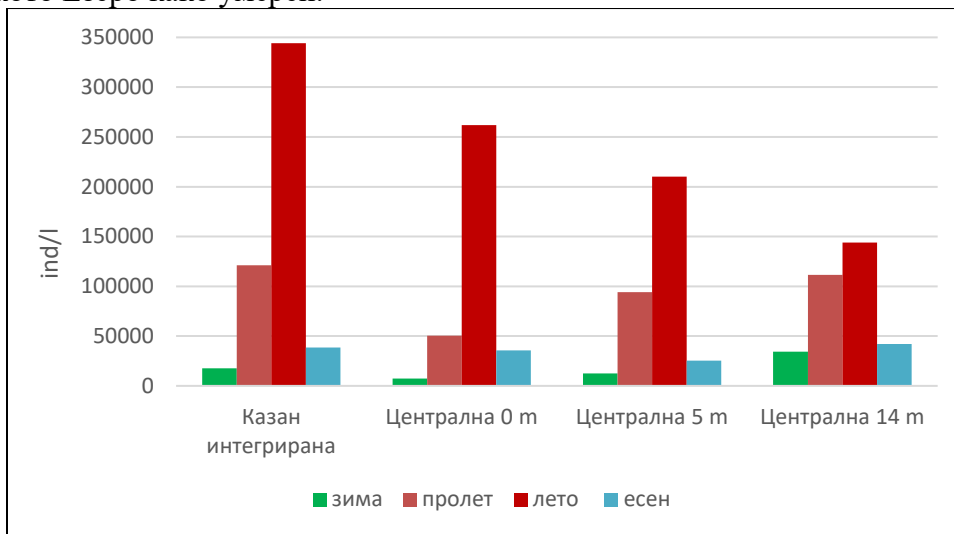
Во литоралот просечната вредност на концентрацијата на хлорофил *a* беше малку пониска од пелагијалот и на сите точки беше под $5 \mu\text{g l}^{-1}$, при што најниска вредност беше евидентирана во Отешево и изнесуваше $2,65 \mu\text{g l}^{-1}$, а највисоки беа вредностите во Стење ($4,87 \mu\text{g l}^{-1}$) и Наколец ($4,78 \mu\text{g l}^{-1}$) (Сл. 11).

Во реките, просечните вредности на концентрацијата на хлорофил *a* беа ниски и се движеа од $1,43 \mu\text{g l}^{-1}$ во Брајчинска Река до $1,73 \mu\text{g l}^{-1}$ во Кранска Река (сл. 11). Ваквите вредности укажуваат на ниска продукција на фитопланктон во реките.



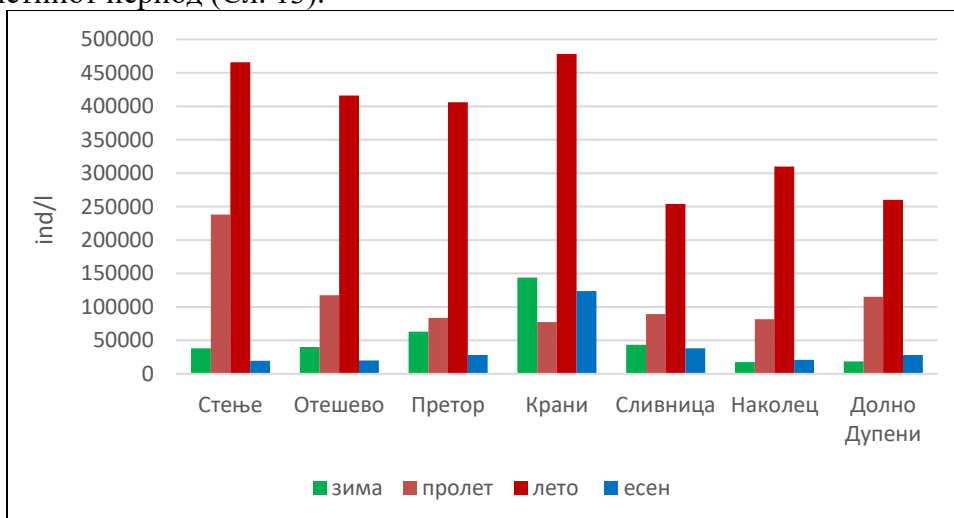
Слика 12. Просечни годишни вредности на Индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Според вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, во текот на 2023 година, езерската вода на Централна точка и Отешево се категоризира како олиготрофна, а на сите останати точки од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро се категоризира како мезотрофна (Сл. 12). Во согласност со Рамковната директива за води, можеме да го дефинираме еколошкиот статус на Преспанското Езеро како умерен.



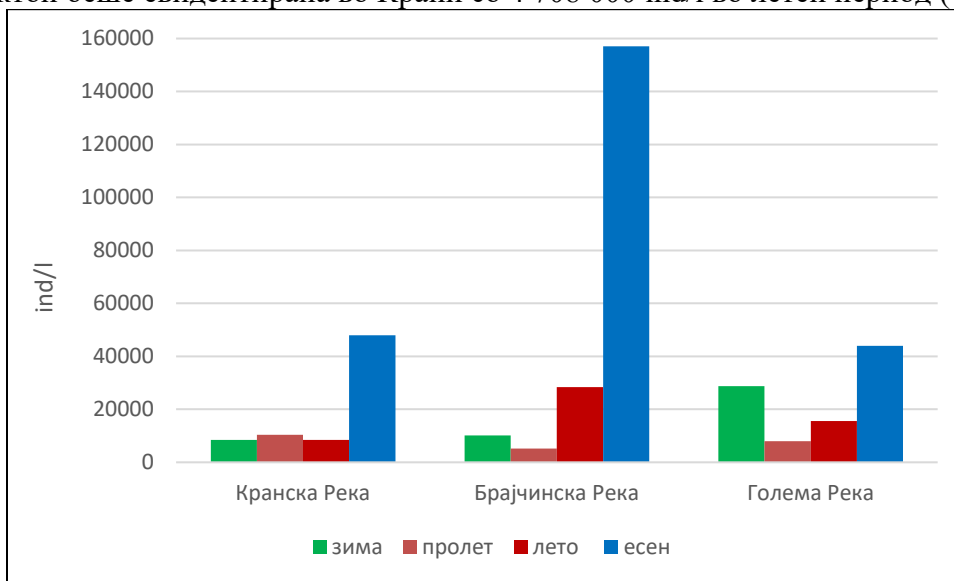
Слика 13. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро во 2024 година

Во текот на 2024 година најголема густина на фитопланктон во пелагијалот на Преспанското Езеро беше регистрирана во летниот период, како и во третходните две години, а најмала густина во оваа година беше регистрирана во зимскиот период со значително голема разлика во вредностите, исто како во претходните години. Најголема густина на фитопланктон со 3 440 000 ind/l беше евидентирана во интегрираната проба од Казан во летниот период (Сл. 13).



Слика 14. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од литоралот на Преспанското Езеро во 2024 година

Истражувањата на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во текот на 2024 година исто така покажаа најголема густина на фитопланктон во летниот период, а најмала во есенскиот и зимскиот период. Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Крани со 4 708 000 ind/l во летен период (Сл. 14).



Слика 15. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од притоците на Преспанското Езеро во 2024 година

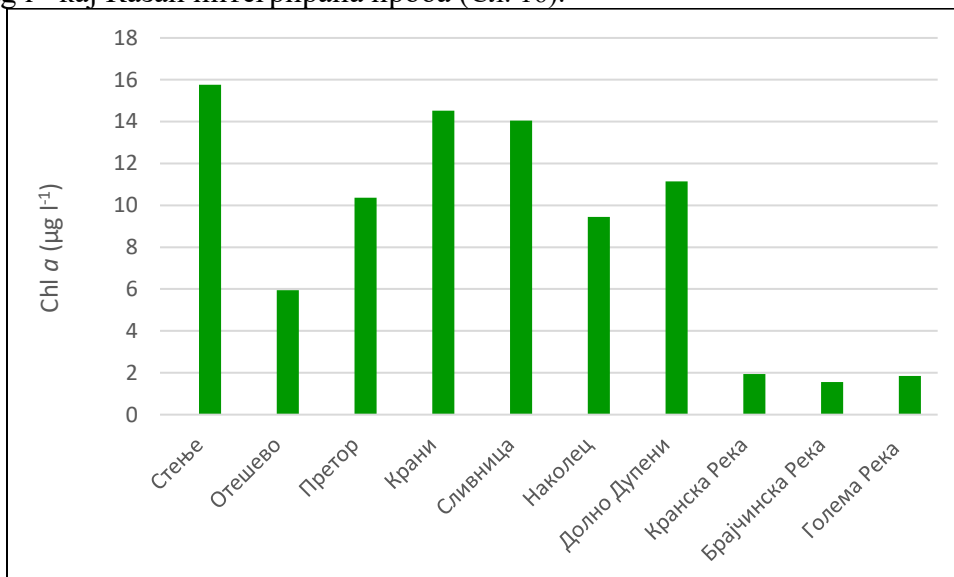
Во притоците во текот на 2024 година, најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во есенскиот период, а најмала во пролетниот. Густината на алги во Брајчинска Река во есенскиот период беше најголема со 157 000 ind/l, (Сл. 15).



Слика 16. Просечни вредности за концентрацијата на хлорофил *a* на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро за 2024 година

Просечните вредности на концентрацијата на хлорофил *a* во пелагијалот на Преспанското Езеро и во текот на 2024 година на сите точки на колекционирање беа многу блиски и немаше значителни разлики во вредностите на различни точки на земање мостри.

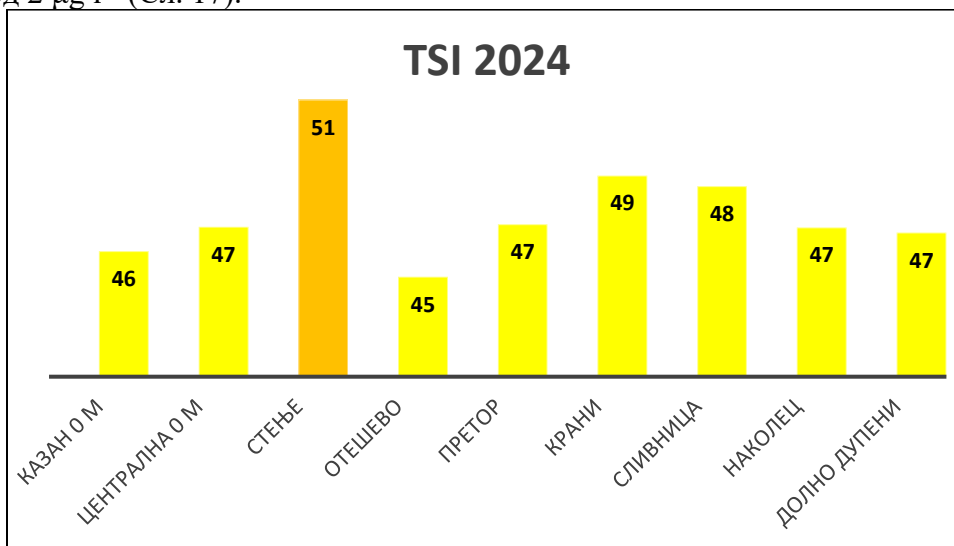
Вредностите во пелагијалот на Преспанското Езеро се движеа од $8,84 \mu\text{g l}^{-1}$ во Казан 25 m до $14,56 \mu\text{g l}^{-1}$ кај Казан интегрирана проба (Сл. 16).



Слика 17. Просечни вредности за концентрацијата на хлорофил *a* на испитуваните точки од литоралот и притоците на Преспанското Езеро за 2024 година

Во литоралот просечната вредност на концентрацијата на хлорофил *a* беше малку повисока од пелагијалот и на сите точки беше под $16 \mu\text{g l}^{-1}$, при што најниска вредност беше евидентирана во Отешево која изнесуваше $5,94 \mu\text{g l}^{-1}$, а највисока беше вредноста во Стење со $15,76 \mu\text{g l}^{-1}$ (Сл. 17).

Во реките, просечните вредности на концентрацијата на хлорофил *a* беа ниски и се движеа под $2 \mu\text{g l}^{-1}$ (Сл. 17).

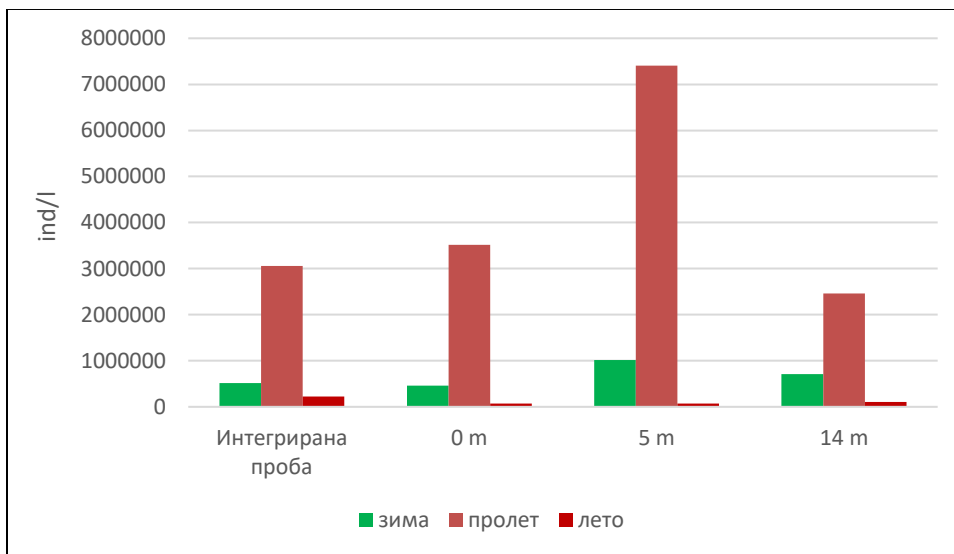


Слика 18. Просечни годишни вредности на Индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Според вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*, во текот на 2024 година, езерската вода во Стење се

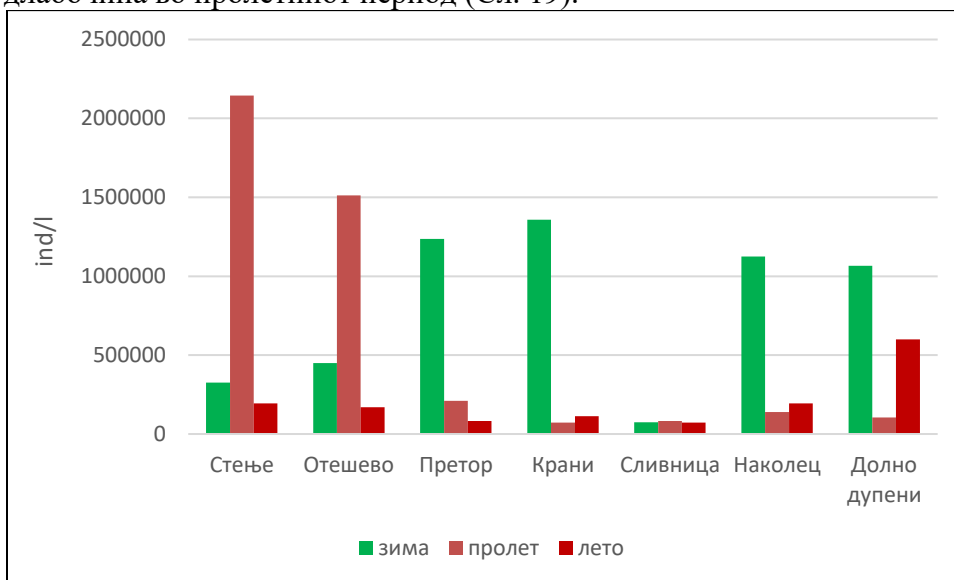
категоризира како еутрофна, а на сите останати точки од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро се категоризира како мезотрофна (Сл. 18).

Во согласност со Рамковната директива за води, можеме да го дефинираме еколошкиот статус на Преспанското Езеро во 2024 година како умерен.



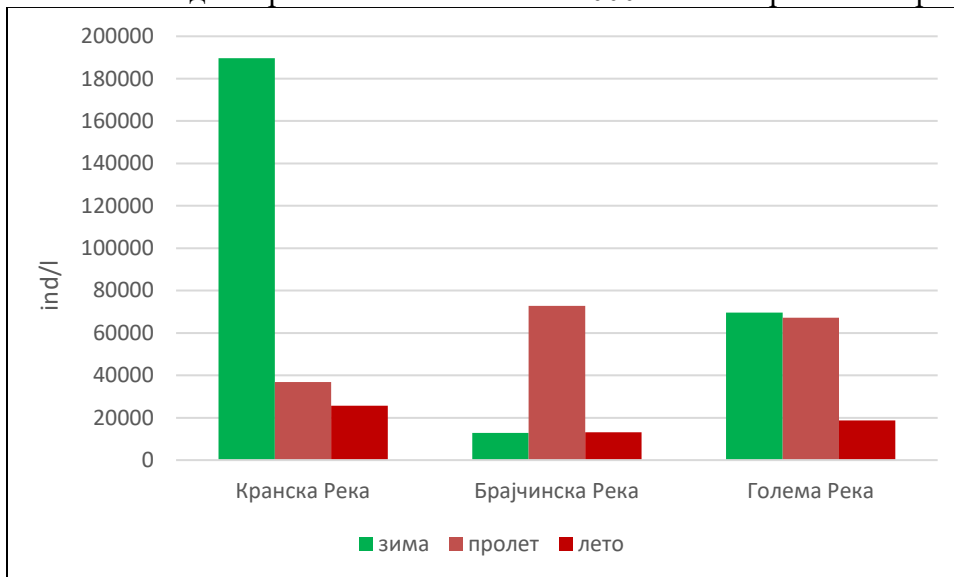
Слика 19. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро во 2025 година

Во текот на 2025 година за разлика од претходните три истражувани години, најголема густина на фитопланктон во пелагијалот на Преспанското Езеро беше регистрирана во пролетниот период, а најмала беше регистрирана во летиот период. Најголема густина на фитопланктон со 7 403 500 ind/l беше евидентирана на Централна точка 5 m длабочина во пролетниот период (Сл. 19).



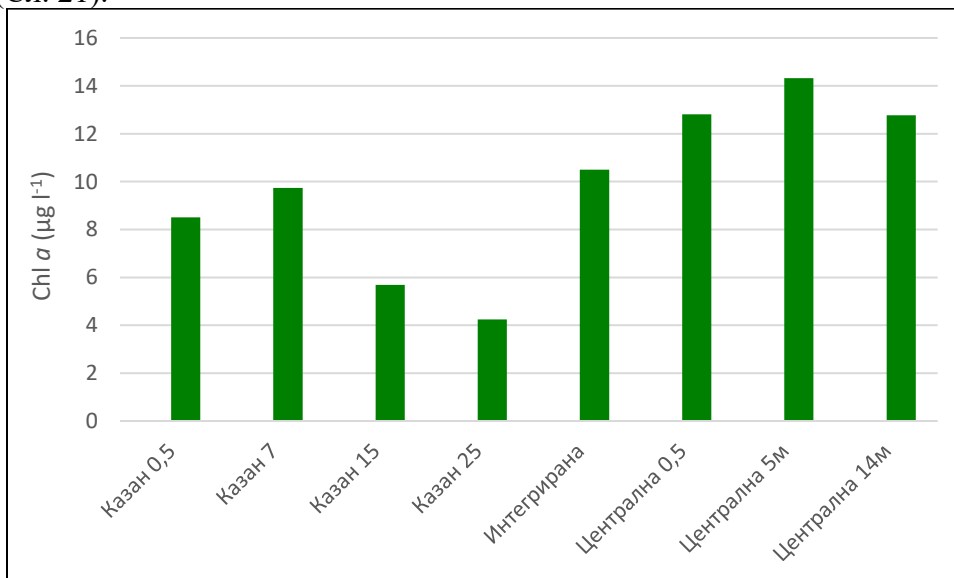
Слика 20. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од литоралот на Преспанското Езеро во 2025 година

Истражувањата на фитопланктонот во литоралот на Преспанското Езеро во текот на 2025 година покажаа различна состојба во однос на претходните години. Најголема густина на фитопланктон во Стење и Отешево беше евидентирана во пролетниот период, а во останатите точки во зимскиот период. Во литоралниот регион најголема густина на фитопланктон беше евидентирана во Стење со 2 144 000 ind/l во пролетен период (Сл. 20).



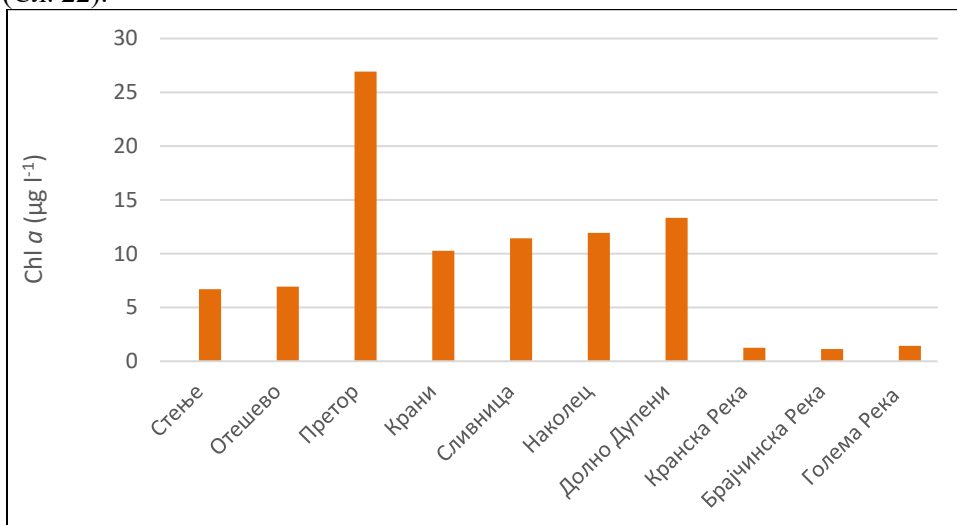
Слика 21. Вкупна густина на фитопланктонот (ind/l) на испитуваните точки од притоците на Преспанското Езеро во 2025 година

Во притоците во текот на 2025 година, најголема густина на фитопланктон во Кранска и Голема Река беше евидентирана во зимскиот период, а во Брајчинска Река во пролетниот. Густината на алги во Кранска Река во зимскиот период беше најголема со 189 600 ind/l, (Сл. 21).



Слика 22. Просечни вредности за концентрацијата на хлорофил а на испитуваните точки од пелагијалот на Преспанското Езеро за 2025 година

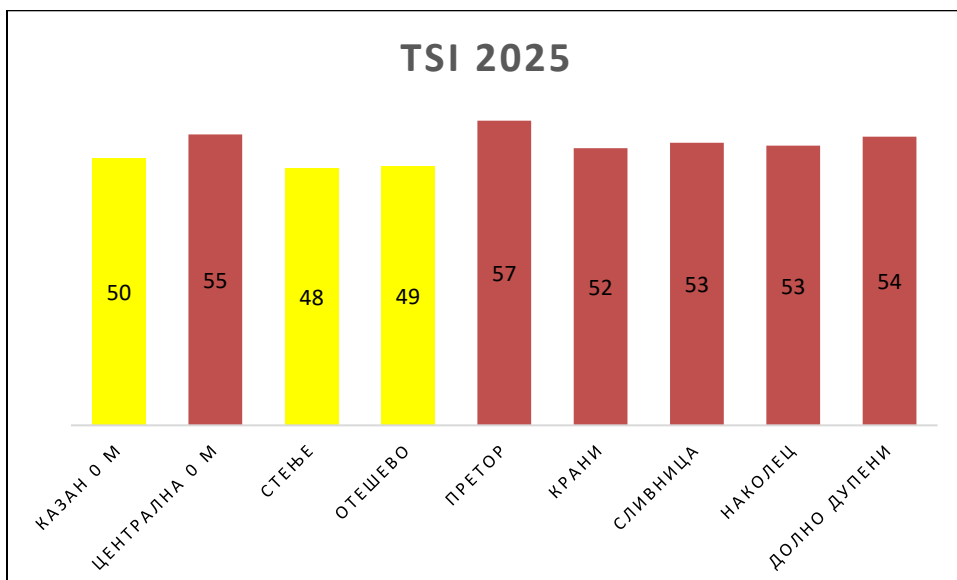
Просечните вредности на концентрацијата на хлорофил *a* во пелагијалот на Преспанското Езеро и во текот на 2025 година на сите точки на колекционирање беа различни и се движеа од 4,24 $\mu\text{g l}^{-1}$ во Казан 25 m до 14,32 $\mu\text{g l}^{-1}$ кај Централна точка 5 m длабочина (Сл. 22).



Слика 23. Просечни годишни вредности за концентрацијата на хлорофил *a* на испитуваните точки од литоралот и притоците на Преспанското Езеро за 2025 година

Во литоралот највисока просечна вредност на концентрацијата на хлорофил *a* од 26,92 $\mu\text{g l}^{-1}$ беше евидентирана кај Претор, а најниска од 6,69 $\mu\text{g l}^{-1}$ во Стење 1¹ (Сл. 23).

Во реките, просечните вредности на концентрацијата на хлорофил *a* беа ниски и се движеа под 1,5 $\mu\text{g l}^{-1}$ (Сл. 23).



Слика 24. Просечни годишни вредности на Индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

Просечните годишни вредности на Индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a* во 2025 година беа повисоки во однос на претходните години што укажува на влошување на трофичката состојба на Преспанското Езеро.

Според Индексот на трофичка состојба (TSI) езерската вода во точките Казан, Стење и Отешево се карактеризира како мезотрофна, додека на сите останати точки се карактеризира како еутрофна (С л . 24).

Табела 2. Вредности на Carlson-овиот индексот на трофичка состојба (TSI) и класификација на водните тела

Трофичка состојба	TSI вредности	Еколошки статус
Ултраолиготрофна	<20	Многу добар
иготрофна	21-40	Добар
Мезотрофна	41-50	Умерен
Еутрофна	51-60	Лош
Хипереутрофна	>61	Многу лош

Табела 3. Класификација на водата на Преспанското Езеро според вредностите на Индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил *a*

	2022						2023			
	зима	пролет	лето 1	лето 2	есен		зима	пролет	лето	есен
Казан 0,5 m										
Централна 0,5 m										
Стење										
Отешево										
Претор										
Крани										
Сливница										
Наколец										
Долно Дупени										
	2024					2025				
	зима	пролет	лето	есен		зима	пролет	лето		
Казан 0,5 m										
Централна 0,5 m										
Стење										
Отешево										
Претор										
Крани										
Сливница										
Наколец										
Долно Дупени										

Врз основа на класификацијата на Преспанското Езеро според вредностите на Индексот на трофичка состојба (TSI) засновани на концентрацијата на хлорофил *a* може да се установи дека трофичката состојба на Езерото во текот на 2022, 2023 и првата половина на 2024 година е значително подобра и генерално се движи помеѓу мезотрофна и олиготрофна состојба. Во втората половина на 2024 и цела 2025 година се забележува влошување на трофичката состојба движејќи се помеѓу мезотрофна и еутрофна, па дури и хипереутрофна во есен 2024 на сите точки и во лето 2025 година на Централна точка во пелагијалот на Преспанското Езеро и Претор во литоралот. Исто така е забележливо дека во најдлабокиот дел на Езерото, во точката Казан, трофичката состојба е подобро во споредба со втората пелагијална точка -Централна точка (Таб. 3).

Ваквото влошување на трофичката состојба се должи на опаѓање на нивото на Преспанското Езеро кое беше забележливо во овој период.

Заклучоци од истражувањата спроведени во периодот 2022 - 2025 година и предлог мерки за иднина

- Во тек на четири годишниот истражуван период реализирани се 16 сезонски кампањи, при кои колекциониран е материјал за анализа на фитопланктонот и концентрацијата на хлорофилот *a* од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро.
- Квалитативниот и квантитативниот состав на фитопланктонот во пелагијалот на Преспанското Езеро нема позначителни промени во однос на претходни истражувања.
- Пробите за фитопланктон од литоралниот регион содржеа главно бентосни видови во голема густина, како резултат на поголеми бранови и ниско ниво на езерската вода.
- Во нашите истражувања беше утврдено дека *Cyanophyta* беше доминантна фитопланктонска група во летниот период, а по својата абундантност доминираше видот *Planktolyngbya limnetica*, а другите видови цијанобактерии кои може да бидат потенцијално токсични беа застапени многу малку или со незначителна абундантност или пак воопшто не беа регистрирани во фитопланктонот.
- Во останатите сезони во пелагијалот доминираше силикатната алга *Cyclotella ocellata* како што беше состојбата и во претходни истражувања, а во литоралот покрај овој вид кој беше доминантен во сите сезони со голема густина беше застапен видот *Navicula sp.* а во есенскиот период доминираше видот *Aulacoseira sp.*
- Во реките доминираа водовите *Diatoma sp.* и *Fragilaria sp.*
- Споредбено, вредностите на концентрацијата на хлорофил *a*, во текот на 2022, 2023 и првата половина на 2024 година беа пониски во споредба со тие во втората половина на 2024 и 2025 година, што е негативен сигнал за трофичката состојба на Преспанското Езеро.
- Според вредностите на индексот на трофичка состојба (TSI) врз основа на концентрацијата на хлорофил, езерската вода од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро се категоризира најчесто помеѓу мезотрофна и еутрофна.

- Резултатите укажуваат на потребата од внимателно следење на нивото на водата од Преспанското Езеро и да се спроведат мерки за минимален губиток на езерска вода особено за наводнување на земјоделски површини, како и за други намени.

ИСТРАЖУВАЊАТА НА ГРУПИТЕ ROTIFERA, COPEPODA И CLADOCERA ОД ПЕЛАГИЈАЛОТ И ЛИТОРАЛОТ НА ПРЕСПАНСКОТО ЕЗЕРО

Изготвиле : Д-р. Гоце Костоски, научен советник

Д-р. Орхидеја Тасевска, научен советник

Одделение за зоопланктон

Овој сумиран извештај ги компарира резултатите од мониторингот на зоопланктонот од пелагијалот и литоралот на Преспанското Езеро во текот на четиригодишен период (2022–2025) со цел да се идентификуваат трендовите во еколошкиот статус на езерото.

Вовед

Слатководниот зоопланктон зазема важна и стратешка позиција во трофичкиот синцир на исхрана во акватичниот екосистем и е мошне чувствителен на антропогените влијанија (Caroni and Irvine 2010). Како интегриран и неизоставен дел од синцирот 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; Jeppessen 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 – видов состав и карактеристики

Во пелагијалот на Преспанско Езеро во текот на истражуваниот период (2022-2025) констатирано е присуство на следните типично планктонски видови: *Trichocerca capucina* (Wierzejski et Zacharias, 1893), *Trichocerca pusilla* (Lauterborn, 1898), *Trichocerca similis similis* (Wierzejski, 1893), *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851), *Keratella quadrata* (Müller, 1786), *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879), *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832, *Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943, *Conochillulus hippocrepis* (Schränk, 1803), *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834).

Анализата на квалитативниот состав на ротиферите во литоралот покажува присуство на вкупно 49 видови ротифери (Прилог 1). 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 годината, сезоната и локалитетот (Pejler, 1995). Најголем број таксони е регистриран во пролет и лето и од нив родот *Lecane* е водечки по бројот на претставници. Типот на живеалиштето, односно локалитетот, во голема мера влијае врз составот и густината на ротиферската популација. Најголем број видови се констатирани во локалитетите обраснати со водна вегетација, каде се овозможува напластување на тие материи и детритус кој произлегува претежно од распадатите делови на мртвите растенија.

Во текот на целиот мониторинг период (2022-2025) е регистрирано значајно присуство, а во некои моменти и доминација, на видови од родот *Brachionus* што е јасен индикатор за зголемена продукција и тренд кон еутрофикација на езерото.

Анализата на материјалот колекциониран од реките во сливното подрачје на Преспанското Езеро покажува квалитативно и квантитативно сиромаштво со видови, пред се 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>	+	+	+

Според резултатите од истражувањата, 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; Rosiecha 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.

Сорепода и Cladocera – видов состав и карактеристики

Во текот на овие истражувања, на различни длабочини од пелагијалот на езерото константно беше присуството на три видови копеподи и нивните науплиални стадиуми, четири видови кладоцери и еден претставник во ларвен стадиум од Mollusca.

Постојано доминирање на нативниот/ендемичен вид *Arctodiaptomus steindachneri* е позитивен знак за биолошката разновидност на езерото.

Од кладоцерите најчесто регистрирани видови се *Daphnia* и *Bosmina*. Нивните популации се многу варијабилни и директно поврзани со развојот на фитопланктонот и притисокот од рибите.

Во литоралната зона на езерото беа евидентирани седумнаесет (17) вида од Cladocera, пет (5) претставници од Сорепода. При тоа со повисока фреквентност регистрирани се само неколку вида.

Од групите Cladocera и Сорепода регистрирани се следните видови:

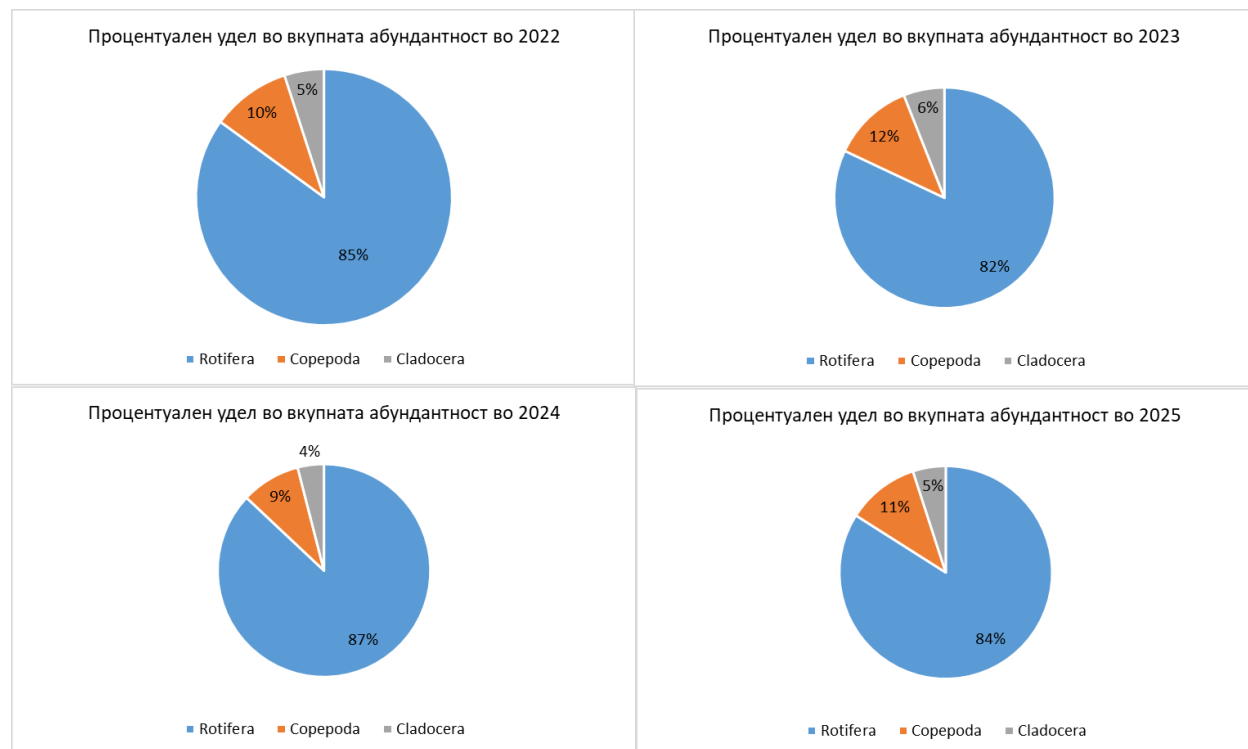
Sida cristalina (O.F. Muler), *Diaphanosoma leuchtentb* Fis, *Bosmina longirostris* (O.F. Muler), *Ilyocryptus sordidus* (Lievin), *Macrotrix laticornis* (Fischer), *Acroperus harpe* (Baird),

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 macruioides* (Lilljeborg), *Megacyclops viridis* (Jurine), *Mesocyclops leuckarti* (Claus).

По однос на видовото разнообразие може да се забележи дека нема некои видливи промени од квалитативен и квантитативен аспект во текот на истражуваниот период, или новорегистрирани видови.

Компаративна анализа на абундантност и биомаса на зоопланктонот во Преспанското Езеро (2022–2025)

- Абундантноста (бројот на единки) на зоопланктонот во пелагијалот на Преспанското Езеро покажува одредени варијации низ годините, но ротиферите претставуваат најбројна група, придонесувајќи со над 80% од вкупната абундантност (Сл. 1). Доминантноста на ротиферите во пелагијалот значи дека тие се најбрзиот и најчувствителниот одговор на зголемената достапност на храна и нутриенти, бидејќи големата бројност на ротифери е директно поврзана со зголемен внес на нутриенти (фосфор и азот) кои го поттикнуваат растот на фитопланктонот. Доминацијата на ротиферите е класичен индикатор за β-мезотрофни до еутрофни (продуктивни) водни тела. Нивната доминација во Преспанското Езеро е директен, иако негативен, индикатор за засилување на процесите на еутрофикација во периодот 2022–2025 година.



Слика 1. Процентуален удел на Rotifera, Copepoda и Cladocera во вкупната абундантност на зоопланктонот за периодот 2022 - 2025

- Најголемата бројност на зоопланктон најчесто се забележувала во летните месеци (јули/август), што е типично за продуктивни екосистеми, освен во 2022 година кога пикот бил во пролетните месеци.
 - Во однос на биомасата, Copepoda и Cladocera имале поголем удел и доминација, и покрај нивната помала бројност, што е резултат на нивните поголеми димензии (Сл. 2). Постојаното доминирање на Copepoda во биомасата (главно ендемичниот *Arctodiaptomus steindachneri*) низ сите сезони покажува дека тие се најстабилната и најзначајната група во однос на трансферот на енергија кон повисоките трофички нивоа (риби).

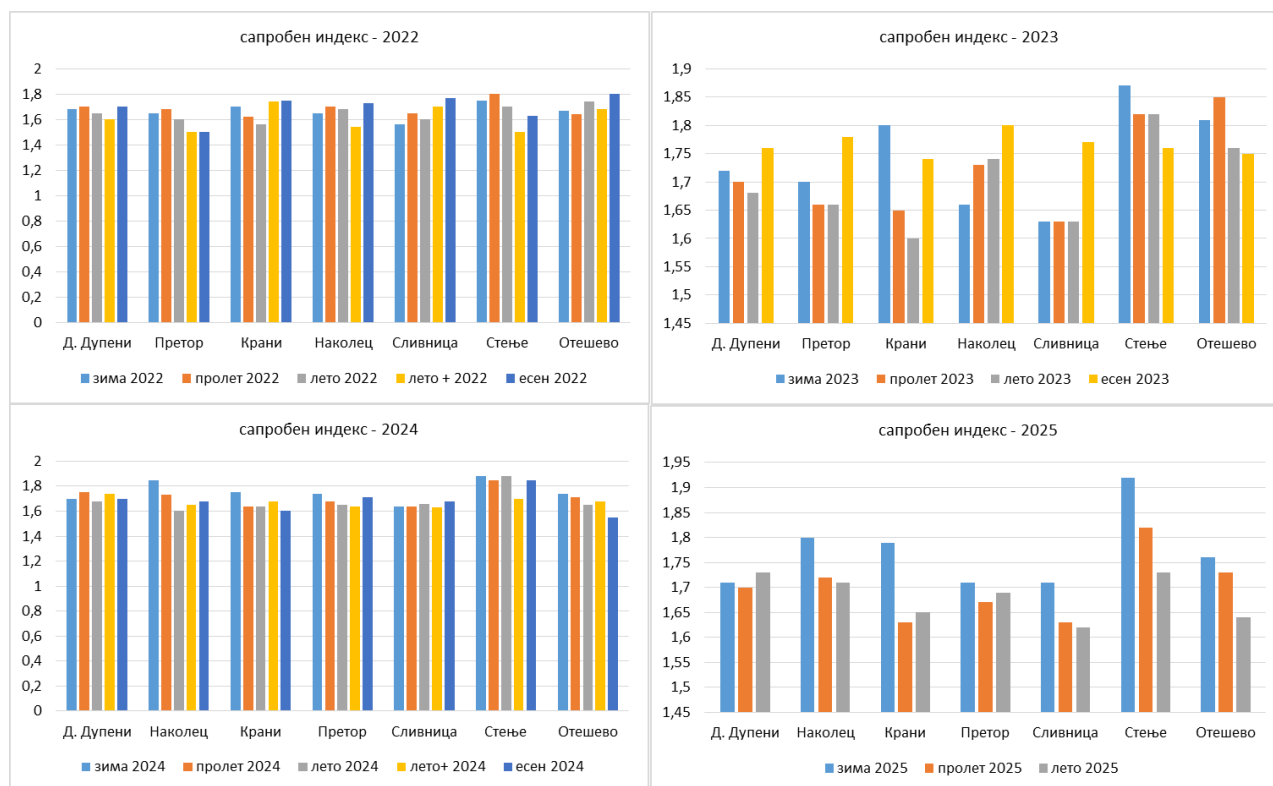


Слика 2. Процентуален удел на Rotifera, Copepoda и Cladocera во вкупната биомаса на зоопланктонот за периодот 2022 - 2025

Сапробиолошко значење

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 водата од литоралниот регион на Преспанското Езеро воглавно има β -мезосапробен карактер (Сл. 3).



Слика 3. Сапробен индекс пресметан врз база на сапробиолошката припадност на ротиферите во истражуваниот период

Литоралната зона е првата која ги прима нутриентите од сливот, па затоа е најчувствителна на загадување.

- Во литоралот, покрај видовите *Brachionus* кои се среќаваат и во пелагијалот, се среќаваат и други ротифери (на пр. од родот *Cephalodella*), кои се поврзани со висока концентрација на детритус (распадната органска материја).
- Литоралот најчесто покажува повисок сапробен индекс од пелагијалот. Појавата на висока абундантност на индикатори за еутрофикација во литоралот (на пр. *Brachionus* spp. и одредени кладоцери) укажува на тоа дека литоралната зона е β -мезосапробна, што потврдува дека таа е под посилен притисок од загадување во споредба со отворената вода.
- Трендови (2022–2025): Постојаното регистрирање на овие индикатори во сите години потврдува дека загадувањето на литоралот е континуиран проблем.

Според видовиот состав на ротиферите и вредностите на сапробниот индекс добиени при нашите истражувања водата од литоралниот регион на Преспанското Езеро воглавно има β -мезосапробен карактер (Сл. 3).

Клучни препораки за заштита и мониторинг на Преспанското Езеро (врз основа на зоопланктонот 2022–2025)

I. Мерки за намалување на оптоварувањето со нутриенти и органски материи (еутрофикација)

Ова е најважната група мерки, бидејќи директно влијае на квалитетот на водата и ги диригира еколошките трендови што се забележани преку зоопланктонот.

II. Мерки за биолошка заштита и мониторинг

- . Заштита на клучната фауна и живеалишта
- Подобрување на системот за мониторинг
- 1. **Континуиран мониторинг:** Мониторингот на зоопланктонот и квалитетот на водата треба да се спроведува месечно во текот на целата година за да се фатат кратките, но интензивни сезонски пикови на биоиндикаторите.
- 2. **Интегрален мониторинг:** Задолжително интегрирање на зоопланктонските податоци со истовремени физичко-хемиски и фитопланктонски анализи за да се утврди точната причина за еколошките промени.
- 3. **Достапност на податоци:** за лесна и објективна класификација на квалитетот на водата и комуникација со јавноста и носителите на одлуки

Прилог 1-Листа на евидентирани видови ротифери во литоралната зона на Преспанското Езеро

Notommata copeus Ehrenberg, 1834
Cephalodella gibba (Ehrenberg, 1832)
Cephalodella forficula (Ehrenberg, 1831)
Cephalodella catellina (Müller, 1786)
Cephalodella sterea (Gosse, 1887)
Cephalodella ventripes (Dixon-Nuttall, 1901)
Scaridium longicaudum (Müller, 1786)
Trichocerca tenuior (Gosse, 1886)
Trichocerca pusilla (Lauterborn, 1898)
Trichocerca capucina (Wierzejski et Zacharias, 1893)
Trichocerca similis (Wierzejski, 1893)
Trichocerca longiseta (Schränk, 1802)
Ascomorpha saltans saltans Bartsch, 1870
Chromogaster ovalis (Bergendal, 1892)
Synchaeta pectinata Ehrenberg, 1832
Polyarthra vulgaris Carlin, 1943
Asplanchna priodonta Gosse, 1850
Dicranophorus forcipatus (Müller, 1786)
Encentrum sp. Ehrenberg, 1838
Lecane luna (Müller, 1776)
Lecane closterocerca (Schmarda, 1859)
Lecane lunaris (Ehrenberg, 1832)
Lecane flexilis (Gosse, 1886)
Lecane bulla (Gosse, 1886)
Lecane scutata (Harring et Myers, 1926)
Lecane hamata (Stokes, 1896)
Trichotria pocillum (Müller, 1776)
Trichotria tetractis (Ehrenberg, 1830)
Mytilina ventralis brevispina (Ehrenberg, 1832)

Lophocharis salpina (Ehrenberg, 1834)
Colurella colurus (Ehrenberg, 1830)
Colurella uncinata bicuspidata (Ehrenberg, 1832)
Colurella obtusa (Gosse, 1886)
Colurella adriatica Ehrenberg, 1831
Lepadella ovalis (Müller, 1786)
Lepadella patella (Müller, 1773)
Lepadella triptera Ehrenberg, 1830
Euchlanis dilatata Ehrenberg, 1832
Euchlanis deflexa Gosse, 1851
Brachionus urceolaris Müller, 1773
Brachionus diversicornis homoceros (Wierzejski, 1891)
Platyias quadricornis (Ehrenberg, 1832)
Keratella cochlearis cochlearis (Gosse, 1851)
Keratella cochlearis tecta (Gosse, 1851)
Keratella qadrata quadrata (Müller, 1786)
Anuraeopsis fissa fissa (Gosse, 1854)
Pompholyx sulcata Hudson, 1885
Hexarthra mira (Hudson, 1871)
Bdelloidea

ХИДРОБОТАНИКА

Изготвил: Др Соња Трајановска, научен советник
Одделение за Хидробиотаника

Одделението за Хидробиотаника во тек на 4-годишните истражувања по однос на овој проект, беше вклучено со сезонски истражувања на квалитативниот состав на макрфитската вегетација, како и проценка на абундантноста на растителните видови во следните локалитети: Отешево, Стење, Езерани, Асамати, Крани, Наколец и Коњско.

Со оглед на тоа што квалитативно-квантитативните истражувања на макрофитската вегетација на Преспанско езеро во наведениот период укажуваа на драстично опаѓање на диверзитетот и абунданцата кај некои видови, беа реализирани и неколку вонредни излези со цел да се утврди дали ваквата состојба е реална како и да се провери релеватноста на методологијата, која е во согласност со Европската директива за води. Во тек на вонредните излези беше прецизно одреден вертикалниот лимит на макрофитската вегетација, беше направен увид во транзицијата на макрофитските заедници по должината на длабочинскиот градиент, како и одредена беше хоризонталната дистрибуција со прецизно следење на оддалеченоста на макрофитската вегетација од брегот на Езерото. Резултатите и од овие истражувања, за жал, покажаа дека и покрај примената на нова методика при колекционирањето на макрофитите, бројот и густината на макрофитските видови споредени со предходните истражувања по проектот ПОНТ се речиси идентични.

Како што веќе знаеме, 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).

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.

Во литоралниот регион на Преспанското Езеро се распространети различни популации на макрофитна вегетација која секогаш претставува вертикална зонална дистрибуција. 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.

Осврт на резултатите од истражувањата и заклучоци

Резултатите од 4 годишните истражувања на макрофитската вегетација на Преспанското Езеро покажуваат значително намалување на диверзитетот и абунданцата на некои макрофити, а зголемување на абунданцата на други макрофити. Еколошката состојба на литоралната зона е обликувана од меѓусебно поврзани фактори на животната средина како што се: составот на подлогата, длабочината на водата, пенетрацијата на светлината, хидролошката динамика и достапноста на хранливи материи (Трајановска и др. 2014, 2019). Значително намалување на богатството на видовите и намалувањето на покриеноста со макрофити укажуваат на зголемен еколошки стрес, најверојатно предизвикан од

збогатување на хранливи материи, изменети хидролошки режими и кумулативно влијание на долгорочните антропогени притисоци. Постојаната доминација особено на *Myriophyllum spicatum* и *Ceratophyllum demersum*, видови познати по својата толеранција на зголемени услови на хранливи материи, сугерира поместување кон поедноставена заедница на макрофити структурирана околу мал број таксони отпорни на стрес. Ова се потврдува со компаративните анализи на истражувањата на состојбата на макрофитската вегетација во последните 2 до 3 години, со таа од пред 13 години.

Пред тринаесет години, диверзитетот на макрофитите во литоралната зона (особено во локалитетот Езерани) беше значително побогат и структурно посложен. Емергентните видови како што се *Phragmites australis*, *Typha angustifolia* и *Typha latifolia* формираа дисконтинуирани, но еколошки важни појаси по должината на брегот. Субмерзните макрофити како *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton lucens*, *Stuckenia pectinata*, *Najas marina* и *Zannichellia palustris* - беа исто така присутни и доста абундантни. (Trajanovska et al. 2019). Овие видови колективно придонесуваа за хетерогеност на живеалиштата, циркулирање на хранливи материи и обезбедување живеалишта за мрестење и засолниште за фауната.

Целосното отсуство на овие макрофитски родови, или цели појаси од макрофити во поновите истражувања (Фиг.1) претставува драматична еколошка промена и се совпаѓа со пошироките докази за трофичко влошување, губење на комплексноста на живеалиштата и хидроморфолошка промена низ целото Преспанско Езеро (Trajanovska et al. 2019; Trajanovska et al. 2024).



Фиг.1. Промена во диверзитет на макрофитите во Преспанското Езеро (локалитет Езерани)

Проценка на нивото на загадување со хранливи материи во литоралот на македонскиот дел од Преспанското Езеро преку пресметки на индексот на макрофити, беше спроведено во истражувањата од Trajanovska et al. 2019.

Индексот на макрофити (MI) на проучуваните локации и трансекти во македонскиот дел од Преспанското Езеро варираше од многу ниско до масивно загадување со хранливи материи (Табела 1). На еден од трансектите за земање примероци вредноста на MI

укажуваше на многу ниско загадување, на три од трансектите - умерено-огромно загадување со хранливи материи, на други три трансекти - огромно загадување, додека на еден од трансектите загадувањето со хранливи материи беше големо, а на три од трансектите беше масивно.

Но, сегашната состојба со Преспанското Езеро е драстично влошена. Треба да се земе предвид дека во овие неколку години снабдувањето со вода на Преспанското Езеро е драстично повлечено, така што голем дел од макрофитните растенија што беа во водата сега се забележуваат на брегот како исушени. Следствено на тоа, и вредноста на макрофитските индекси би била многу поразлична и би отсликувала поголем степен на трофија на водата во езерото.

Овие податоци ја нагласуваат итната потреба од сеопфатни и координирани мерки за заштитата и реставрацијата на макрофитните заедници кои се клучни не само за одржување на еколошкиот интегритет на Преспанското Езеро, туку и за зачувување на биолошката разновидност, екосистемските услуги и еколошката стабилност на еден од најважните слатководни екосистеми во балканскиот регион.

Table 1. Macrophyte index (MI) calculated at each sampling site and transect in the Lake Prespa, in summer 2015, and corresponding classification of nutrient pollution

Sampling sites	Macrophyte index (MI)	Nutrient pollution
Oteshevo MV1 central	3.94	Massive (red)
Oteshevo MV1 left	3.88	Heavy (orange)
Oteshevo MV1 right	3.37	Immense (yellow)
Ezerani MV2 central	2.01	Very low (dark blue)
Ezerani MV2 left	3.22	Moderate-immense (light green)
Ezerani MV2 right	3.49	Immense (yellow)
Krani MV3 central	3.00	Moderate-immense (light green)
Krani MV3 left	4.00	Massive (red)
Krani MV3 right	0	
Nakolec MV4 central	3.39	Immense (yellow)
Nakolec MV4 left	3.00	Moderate-immense (light green)
Nakolec MV4 right	4.5	Massive (red)

ПРЕПОРАКИ за подобрување на состојбата со макрофитската вегетација и Преспанското Езеро во целост

Имајќи ги во предвид резултатите од истражувањата а во насока да се поттикне подобра заштита и превенција од натамошно загадување на езерскиот екосистем, а со тоа и заштита на диверзитетот на макрофитската вегетација, неопходно е да се делува во следните сегменти на управување со езерото:

- Неопходно е да се намалат емисиите односно истекувањето на штетни хемикалии од земјоделството преку спроведување одржливи земјоделски практики со цел минимизирана употребата на ѓубрива и пестициди, кои придонесуваат за загадување со фосфор.
- Подобрување на управувањето со отпадните води: Потребно е да се подобрат капацитетите за третман на отпадни води со цел домашниот и индустрискиот отпад да бидат третирали правилно пред да се испуштат во езерото.
- Рехабилитирање на мочуриштата во крајбрешната зона на езерото и тампон зоните: Повторно воспоставување на мочуриштата и еколошките тампон зони околу езерото ќе придонесе за природна филтрација од загадувачите но и ќе ги збогати живеалиштата и биодиверзитетот.
- Континуиран и зајакнат мониторинг: Тоа подразбира интензивирање на истражувањата на макрофитската вегетација во повеќе локалитети во езерото и повторно пресметување на макрофитските индекси, со цел да се добие појасна престава за степенот на трофијата на езерото сега од аспект на овие индекси.

ФАУНА НА ДНО

Изготвил Д-р сашо Трајановски, научен советник

Д-р Билјана Буцакоска Ѓореска, научен советник

Одделение за фауна на дно

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.

Индекси	Отешев о	Стење	Коњск о	Наколец	Крани	Езеран и	Асамат и
N(ind/m ²)	1200	4225	2150	1950	825	10750	10700
БројнаВидови S	5	5	9	9	8	9	8
Shannon&Weaver H	2.82	1.38	2.98	2.42	2.81	3	3.02
Margalef d	2.92	2.76	4.8	3.34	3.43	3.47	4.22
Pielou e	0.85	0.4	0.73	0.68	0.81	0.77	0.72
Simpson c	0.18	0.6	0.24	0.3	0.21	0.14	0.16

Индекс	Отешево	Стење	Коњско	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ							

Таб.1. Еколошки статус на локалитетите според индексите (пролет 2022)

Индекси	Отешево	Стење	Коњско	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N(ind/m ²)	475	4650	1075	2700	750	3775	2775
БројнаВидови S	3	6	7	11	10	7	9
Shannon&Weaver H	2.76	1.03	3.2	3.58	3.57	2.95	3.57
Margalef d	2.62	3	3.3	5.25	5.22	3.35	4.36
Pielou e	0.92	0.29	0.92	0.84	0.89	0.8	0.89
Simpson c	0.17	0.74	0.12	0.12	0.12	0.16	0.1

Индекс	Отешево	Стење	Коњско	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ							

Таб.2. Еколошки статус на локалитетите според индексите (лето 2022)

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N(ind/m ²)	1250	1875	3250	1725	1275	1200
Број на Видови S	5	9	8	8	7	7
Shannon&Weaver H	2.5	3.12	2.2	2.57	3.08	3.32
Margalef d	2.26	4.28	3.7	4.02	3.86	4.87
Pielou e	0.83	0.8	0.58	0.38	0.83	0.83
Simpson c	0.21	0.17	0.37	0.31	0.17	0.16

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.3. Еколошки статус на локалитетите според индексите (есен 2022)

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N(ind/m ²)	350	1425	2925	825	1850	1725
БројнаВидови S	3	7	13	9	14	13
Shannon&Weaver H	1.53	1.81	2.17	2.76	3.04	3.3
Margalef d	0.79	1.9	3.46	2.74	3.98	3.71
Pielou e	0.97	0.65	0.59	0.87	0.8	0.89
Simpson c	0.36	0.44	0.34	0.18	0.18	0.13

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.4. Еколошки статус на локалитетите според индексите (зима 2022)

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

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.5. Еколошки статус на локалитетите според индексите (пролет 2023)

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

Индекс	Отешево	Стење	Коњско	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ							

Таб.6. Еколошки статус на локалитетите според индексите (лето 2023)

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

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

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

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

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

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

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N (ind/m ²)	1325	1875	2225	1700	2275	1325
Број на Видови S	7	8	8	8	7	8
Shannon & Weaver H	3.52	2.73	3.59	3.68	3.27	3.82
Margalef d	4.16	3.67	5.08	5.26	4.77	5.44
Pielou e	0.92	0.74	0.86	0.88	0.8	0.92
Simpson c	0.1	0.26	0.11	0.1	0.18	0.09

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.9. Еколошки статус на локалитетите според индексите (пролет 2024)

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N (ind/m ²)	625	1125	700	825	325	650
Број на Видови S	4	6	9	9	5	6
Shannon & Weaver H	3.02	2.88	3.73	3.26	3.39	3.3
Margalef d	2.86	3.93	4.92	4.46	3.98	3.91
Pielou e	0.95	0.78	0.95	0.86	0.97	0.92
Simpson c	0.13	0.23	0.08	0.15	0.09	0.13

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.10. Еколошки статус на локалитетите според индексите (лето 2024)

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

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.11. Еколошки статус на локалитетите според индексите (есен 2024)

Индекси	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
N(ind/m ²)	1525	1725	725	1100	1900	1175
Број на Видови 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

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.12. Еколошки статус на локалитетите според индексите (пролет 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

Индекс	Отешево	Стење	Наколец	Крани	Езерани	Асамати
АСПТ						

Таб.13. Еколошки статус на локалитетите според индексите (лето 2025)

Препораки за заштита и одржливо користење на Преспанското Езеро

Мониторинг

Следењето на состојбата на езерото преку постојан мониторинг на биолошките и хемиските карактеристики е од клучно значење за креирање на акциски планови и стратегии за справување со последиците од колебањето на водостојот и другите директни и индиректни антропогени притисоци врз езерото и неговиот слив.

Активности за обезбедување дотур на вода

* Изнаоѓање на решенија за дотур на вода во сушните години, кои заради климатските промени, ја забрзуваат природната цикличност на езерото.

* Целта е стабилизирање на водниот баланс и решавање на историскиот проблем со низок водостој.

Активности за намалување на трофијата на водата

* Ограничување на нутриентите кои влегуваат во езерото (азот, фосфор).

* Отстранување на прекумерна биомаса од акватичната вегетација за намалување на притисокот врз трофијата и екосистемот на езерото.

ПАРАЗИТИ НА РИБИ ОД ПРЕСПАНСКО ЕЗЕРО

Д-р Стојмир Стојаноски, научен советник

Одделение за болести на риби

Рибните 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.

Прегледани се 391 примероци риби од 3 локалитети на Преспанското Езеро: Казан, Отешево и Наколец. Рибите се колекционирани и се подложени на рутински методи на идентификација, дисекција и набљудување. Исчистените 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** (2021) и **World Register of Marine Species** (2021).

За време на паразитолошките истражувања на ципринидните риби од Преспанското Езеро, од вкупно 391 испитани примероци риба, пронајдени се паразити кај 318 риби (81,33%): Monogenea - кај 65,52%) од рибите, Digenea - во 48,28%, Cestoda - во 3,45%, Nematoda - во 34,48% и Arthropoda - кај 6,90% риби.

Воспоставено е присуство на 73 видови паразити. 6 видови припаѓаат на Protozoa: *Trichodina* sp. (кај скобуст), *Myxobolus exiguus*, *M. cyprini*, *M. dispar*, *Chilodonella piscicola* и *Ichthyophthyrus multifilis*; 28 видови припаѓаат на Monogenea: *D. alatus* f. *typica*, *D. fraternus*, *Dactylogyrus elegantis*, *D. erhardovae*, *D. extensus*, *D. carpathicus*, *D. malleus*, *D. sphyrna*, *D. suecicus*, *D. vastator*, *D. vistulae*, *Dactylogyrus* sp. (гомнушка), *Dactylogyrus* sp. (карас), *Onchocleidus dispar*, *Gyrodactylus* sp. (скобуст), *Gyrodactylus* sp. (белвица), *Gyrodactylus* sp. (гомнушка), *Gyrodactylus* sp. (мрена), *Gyrodactylus* sp. (крап), *Gyrodactylus* sp. (карас), *Gyrodactylus* sp. (грунец), *Gyrodactylus* sp. (мелез *Rutilus prespensis* x *Alburnus belvica*), *Gyrodactylus* sp. (платиче), *Diplozoon paradoxum*, *Diplozoon* gen. sp. (крап), *Eudiplozoon nipponicum*, *Paradiplozoon alburni*, *P. tissae* и *P. zeller*; 9 видови припаѓаат на Digenea: *Nicolla testibliquum*, *Parasymphylodora markewitschi*, *Echinochasmus* sp. (ларва)?, *Bucephalidae* gen. sp. (ларва – кај грунец), *Digenea* gen. sp. (карас), *Digenea* gen. sp. (ларва - кај мрена), *Diplostomum spathaceum* (ларва), *Posthodiplostomum cuticola* (ларва) и *Tylodelphis clavata*

(ларва); 6 видови припаѓаат на Cestoda: *Bothriocephalus opsariichthydis*, *Caryophyllaeus laticeps*, *C. fimbriceps*, *Proteocephalus torulosus*, *Ligula intestinalis* (плероцеркоид), *Cestoda gen. sp.* (ларва – кај белвица), *Cestoda gen. sp.* (ларва – кај платиче); 9 вида припаѓаат на Nematoda: *Contracaecum microcephalum* (ларва), *Eustrongylides excisus* (ларва), *Raphidascaris acus* (ларва), *Philometra ovata*, *P. abdominalis?*, *Rhabdochona denudata*, *Capillaria tomentosa?*, *Nematoda gen. sp.* (гомнушка) и *Nematoda gen. sp.* (карас); 2 вида припаѓаат на Acanthocephala: *Metechinorhynchus truttae* и *Pomphorhynchus bosniacus*; 12 видови припаѓаат на Arthropoda: *Ergasilus sieboldi*, *Ergasilus sp.* (скобуст), *Ergasilus sp.* (гомнушка), *Ergasilus sp.* (мрена), *Ergasilus sp.* (карас), *Paraergasilus longidigitus*, *Neoergasilus japonicus?*, *Lamproglana pulchella*, *Lerneae cyprinacea*, *Argulus foliaceus*, *Arthropoda gen. sp.* (сончарка) и *Arthropoda gen. sp.* (мрена); и 1 вид е од класата Mollusca: глохидии од *Anodonta cygnea* (Табела 1).

Испитани се 11 видови риби и сите биле инфицирани. Заразата е утврдена кај следниве видови риби: *Chondrostoma prespense*, *Alburnus belvica*, *Alburnoides prespensis*, *Barbus prespensis*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Squalius prespensis*, *Lepomis gibbosus*, *Rutilus prespensis*, мелез *Rutilus prespensis* x *Alburnus belvica* и *Rhodeus amarus* (Табела 1).

Преспански скобуст (*Chondrostoma prespense*) - од 102 испитани риби биле зафатени 83 или 81,37%. Интензитетот на инфестација изнесувал 9,90. Утврдени се 15 видови паразити, и тоа: *Trichodina sp.*, *Myxobolus exiguus*, *Gyrodactylus sp.*, *Dactylogyrus elegantis*, *D. vistulae*, *Diplozoon paradoxum*, *Paradiplozoon zeller*, *Diplostomum spathaceum* (ларва), *Tylodelphis clavata* (ларва), *Echinochasmus sp.* (ларва)?, *Bothriocephalus opsariichthydis*, *Raphidascaris acus* (ларва), *Ergasilus sp.*, *Argulus foliaceus* и глохидии од *Anodonta cygnea* (Табела 1).

Преспанска белвица - нивичка (*Alburnus belvica*) - од 43 испитани риби биле инфицирани сите или 100,0%. Интензитетот на инфестација изнесувал 4,30. Утврдени се 13 видови паразити, и тоа: *Gyrodactylus sp.*, *Dactylogyrus alatus f. typica*, *D. fraternus*, *D. sphyryna*, *Posthodiplostomum cuticola* (ларва), *Diplostomum spathaceum* (ларва), *Tylodelphis clavata* (ларва), *Cestoda gen. sp.* (ларва), *Raphidascaris acus* (ларва), *Ergasilus sieboldi*, *Lerneae cyprinacea* и глохидии од *Anodonta cygnea* (Табела 1).

Преспанска гомнушка (*Alburnoides prespensis*) - од 9 испитани риби биле инфицирани сите или 100,0%. Интензитетот на инфестација изнесувал 7,17. Утврдени се 13 видови паразити, и тоа: *Gyrodactylus sp.*, *Dactylogyrus sp.*, *Paradiplozoon alburni*, *P. zeller*, *Posthodiplostomum cuticola* (ларва), *Tylodelphis clavata* (ларва), *Bothriocephalus opsariichthydis*, *Raphidascaris acus* (ларва), *Rhabdochona denudata*, *Capillaria tomentosa?*, *Nematoda gen. sp.*, *Ergasilus sp.* и глохидии од *Anodonta cygnea* (Табела 1).

Преспанска мрена (*Barbus prespensis*) - од 25 испитани риби биле инфицирани 23 или 92,0%. Интензитетот на инфестација изнесувал 6,53. Утврдени се 15 видови паразити, и тоа: *Ichthyophthyrius multifilis*, *Gyrodactylus sp.*, *Dactylogyrus malleus*, *D. carpathicus*, *Paradiplozoon tissae*, *Parasymphylodora markewitschi*, *Digenea gen. sp.* (ларва), *Posthodiplostomum cuticola* (ларва), *Bothriocephalus opsariichthydis*, *Rhabdochona denudata*, *Raphidascaris acus* (ларва), *Philometra abdominalis?*, *Ergasilus sp.*, *Argulus foliaceus* и *Arthropoda gen. sp.* (Табела 1).

Крап (*Cyprinus carpio*) - 23 од 36 испитани риби биле нападнати, т.е. 63,88%. Интензитетот на инфестација изнесувал 3,74. Утврдени се 11 видови паразити, и тоа: *Ichthyophthyrius multifilis*, *Gyrodactylus sp.*, *Dactylogyrus extensus*, *D. vastator*, *Paradiplozoon zeller*, *Diplozoon gen. sp.*, *Tylodelphis clavata* (ларва), *Caryophyllaeus fimbriceps*, *Contracaecum microcephalum* (ларва), *Paraergasilus longidigitus* и *Neoergasilus japonicus?* (Табела 1).

Карас (*Carassius gibelio*) - од 16 испитани риби биле инфицирани 12 или 75,0%. Интензитетот на инфестација изнесувал 3,70. Утврдени се 6 видови паразити, и тоа: *Gyrodactylus sp.*, *Dactylogyrus vastator*, *Dactylogyrus sp.*, *Digenea gen. sp.*, *Nematoda gen. sp.* и *Ergasilus sp.* (Табела 1).

Преспански клен (*Squalius prespensis*) - испитани се 15 риби, од кои 11 или 73,33% биле заразени. Интензитетот на инфестација изнесувал 3,75. Утврдени се 5 видови паразити, и тоа: *Ichthyophthyrus multifilis*, *Posthodiplostomum cuticola* (ларва), *Rhabdochona denudata*, *Pomphorhynchus bosniacus* и *Lamproglana pulchella* (Табела 1).

Преспански грунец (*Rutilus prespensis*) - од 121 испитани риби биле зафатени 107 или 88,43%. Интензитетот на инфестација изнесувал 6,69. Утврдени се 21 видови паразити, и тоа: *Myxobolus cyprini*, *M. dispar*, *Chilodonella piscicola*, *Gyrodactylus sp.*, *Dactylogyrus erhardovae*, *D. sphyrna*, *D. suecicus*, *D. vistulae*, *Paradiplozoon zeller*, *Bucephalidae gen. sp.* (ларва), *Nicolla testiobliquum*, *Posthodiplostomum cuticola* (ларва), *Diplostomum spathaceum* (ларва), *Tylodelphis clavata* (ларва), *Caryophyllaeus laticeps*, *Ligula intestinalis* (плероцеркоид), *Philometra ovata*, *Contracaecum microcephalum* (ларва), *Metechinorhynchus truttae*, *Ergasilus sieboldi* и глохидии од *Anodonta cygnea* (Табела 1).

Мелез *Rutilus prespensis x Alburnus belvica* - од 2 испитани риби биле инфицирани сите или 100,0%. Интензитетот на инфестација изнесувал 7,0. Утврдени се 3 вида паразити, и тоа: *Gyrodactylus sp.*, *Posthodiplostomum cuticola* (ларва) и *Ergasilus sieboldi* (Табела 1).

Сончарка (*Lepomis gibbosus*) - испитани се 9 риби, од кои 3 или 33,33% биле заразени. Интензитетот на инфестација изнесувал 2,33. Утврдени се 3 вида паразити, и тоа: *Onchocleidus dispar*, *Eustrongylides excisus* (ларва) и *Arthropoda gen. sp.* (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 наезда се: *Alburnus belvica*, *Alburnoides prespensis* и мелез *Rutilus prespensis x Alburnus belvica* - со 100% инфестираност (Табела 1).

Просечниот интензитет на инфестација е највисок кај: *Chondrostoma prespense* (9,90), *Alburnoides prespensis* (7,19), мелез *Rutilus prespensis x Alburnus belvica* (7,0) и *Barbus prespensis* (6,53) (Табела 1).

Вкупно, видови риби со најголем број видови паразити се *Rutilus prespensis* (21) и *Chondrostoma prespense* (16) и *Barbus prespensis* (15) (Табела 1).

Видови паразити застапени кај најголем број видови риби се: *Posthodiplostomum cuticola* (ларва – се среќава кај 6 видови риби), *Tylodelphis clavata* (ларва - кај 5 видови риби), *Paradiplozoon zeller*, *Raphidascaris acus* (ларва) и глохидии од *Anodonta cygnea* (кај 4 видови риби), и *Diplostomum spathaceum* (ларва), *Ergasilus sieboldi* и *Rhabdochona denudata* (кај 3 видови риби)

Најголем просечен екстензитет на инфекција се среќава кај паразитите, кои според достапната литература, се среќаваат кај голем број видови риби, кои се космополити и кои се среќаваат кај рибите во ларвени стадиуми, а тоа во нашите испитувања се: *Posthodiplostomum cuticola* (ларва – се среќава кај 44,26% риби), глохидии од *Anodonta cygnea* (кај 27,66% риби) и *Tylodelphis clavata* (ларва – кај 24,26% риби) (Табела 1).

Видови паразити со најголем просечен интензитет на инфекција се *Proteocephalus torulosus* (20,0), и *Diplostomum spathaceum* (ларва – 18,62) (Табела 1).

Популацијата на животни од Преспанското Езеро е со изразито слатководен карактер. Многу е мал бројот на животински видови, за кои се претпоставува дека се од морско потекло. Исто така, фауната на рибините паразити во Преспанското Езеро е претежно од слатководен карактер, со само неколку елементи кои се среќаваат и во свежите и во морските води (*Raphidascaris acus*, *Ergasilus sieboldi* и др.).

Еден дел од установените паразити имаат широк ареал на распространување и широк спектар на домаќини, како што е случајот со: *Myxobolus dispar*, *Ichthyophthirius multifiliis*, *Dactylogyrus extensus*, *Diplostomum sp.*, *Tylodelphis clavata*, *Posthodiplostomum cuticola*, *Ligula intestinalis*, *Raphidascaris acus*, *Philometra ovata*, *Rhabdochona denudata* *Ergasilus sieboldi* и др. Друг дел од установените паразити се стенопаразити или на граница на стенопаразитизам, како што е случајот со поголемиот број видови од родовите *Dactylogyrus* и *Gyrodactylus* и *Pomphorhynchus bosniacus*.

Патолошкото значење е поврзано со следните видови паразити: *Myxobolus exiguus*, *M. cyprini*, *M. dispar*, *Chilodonella piscicola*, *Ichthyophthirius multifiliis*, *Eudiplozoon nipponicum*, *Diplostomum spathaceum* (ларва), *Tylodelphis clavata* (ларва), *Caryophyllaeus laticeps*, *C. fimbriceps*, *Ligula intestinalis* (плероцеркоид), *Bothriocephalus opsariichthydis*, *Raphidascaris acus* (ларва), *Metechinorhynchus truttae*, *Pomphorhynchus bosniacus*, *Lamproglena pulchella*, *Lerne cyprinacea*, *Argulus foliaceus*, *Ergasilus sp* и др.

Во текот на нашите истражувања е за прв пат установено присуството на 18 видови паразити во паразитофауната на рибите од Преспанското Езеро и С. Македонија, и тоа: *Onchocleidus dispar*, паразитите од родот *Gyrodactylus* (кај скобуст, белвица, гомнушка, мрена, крап, карас, грунец, мелез грунец х белвица и платиче), *Dactylogyrus malleus*, *Parasymphylodora markewitschi*, *Echinoshasmus sp.* (ларва)?, *Bucephalidae gen. sp.* (ларва), *P. abdominalis*?, *Eustrongylides excisus* (ларва), *Capillaria tomentosa*?, *Paraergasilus longidigitus* и *Neoergasilus japonicus*?. За прв пат е установено присуството и на 8 видови паразити за Преспанското Езеро, и тоа: *Ichthyophthirius multifiliis*, *Dactylogyrus suecicus*, *Bothriocephalus opsariichthydis*, *Caryophyllaeus fimbriceps*, *Proteocephalus torulosus*, *Rhabdochona denudata*, *Lamproglena pulchella* и *Lerne cyprinacea*.

Во Преспанското Езеро за прв пат се појавуваат ларвени облици на паразити кои никогаш до сега не биле присутни во Преспанското Езеро (*Echinoshasmus sp.* и *Eustrongylides excisus*), а кои својот животен циклус го завршуваат кај рибојадните цицачи и птици, а може да доведат и до инфекција на човекот, односно имаат зоонотски потенцијал.

Како последица на тоа што процесот на еутрофикација во Преспанското Езеро станува сè поинтензивен, односот помеѓу ларвите кои созреваат кај птиците во споредба со возрасните форми на паразити кај рибите е 0,66 : 1, иако 57 видови на возрасни форми на рибни паразити и само 12 видови ларви од паразити на риби кои созреваат кај птиците и другите водни организми (метацеркарии на *Echinoshasmus sp.*, *Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphis clavata* и *Posthodiplostomum cuticola*, плероцеркоид на *Ligula intestinalis*, ларви на *Trematoda gen. sp.*, *Bucephalidae gen. sp.*, *Cestoda gen. sp.* и *Nematoda gen. sp.*, ларви од *Eustrongylides excisus* и *Raphidascaris acus*, глохидии од *Anodonta cygnea*). Со овие нашите истражувања се потврдени резултатите од: 1. Wisniewski (1958), кој смета дека голем број рибни паразити во еутрофичните езера се ларвени фази кои го завршуваат нивниот животен циклус кај птиците и цицачите што се хранат со риби, т.е. односот помеѓу рибите. паразитските ларви кои созреваат кај птиците и возрасните паразити се зголемуваат од олиготрофни во еутрофни системи; и 2. Esch (1971), кој укажува на поголем број риби паразитски ларви кои

созреваат кај птиците од еутрофни системи, што е последица на различните односи предатор – плен, додека во олиготрофните води постојат незначителни меѓуземни водно-копнени интеракции.

Со овие наши испитувања доаѓаме до заклучок дека е нарушена животната средина во Преспанското Езеро, а процесот на еутрофикација станува сè поинтензивен заради:

1. Големiot број од установените видови паразити имаат широк ареал на распространување и широк спектар на домаќини.
2. Големiot број видови рибни паразити во Преспанското Езеро се ларвени фази кои го завршуваат нивниот животен циклус кај птиците другите водни организми. Со ова укажуваме дека бројот на рибојадните птици на Преспанското Езеро е многу голем, и сметам дека треба да се превземат мерки за нивниот број да се стави под контрола, бидејќи предизвикуваат штети по здравјето на рибите, но и на целиот екосистем.
3. Недостатокот на одредени видови паразити кои биле пронајдени во претходните истражувања, а кои имаат комплексен животен циклус, односно им требаат преодни домаќини во нивниот развој. Тоа значи дека недостасуваат некои претставници на планктонот и фауната на дното (некои специфични за Преспанското Езеро).
4. 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.
5. Исто така, укажуваме на проблемот со внесување на видови риби од други региони во светот се јавува затоа што со нив се внесуваат речиси целосно непознати видови паразити, како што е случајот со внесот на сончарката во Преспанското Езеро пред 15-ина години, а кај која се најдени ларви од паразитот со зоонозен потенцијал *Eustrongylides excisus*. Податоците за паразитите на риби кои не се автохтони се важни за проценка на здравствената состојба и нивното општо влијание врз популациите на автохтоните риби. Внесувањето на неавтохтони видови може да има забележителни ефекти врз популациите на автохтоните видови, екосистемот, но може да резултира и со социо-економски последици, предизвикани од големи штети во рибарството и аквакултурата во една земја. Затоа, треба да се посвети големо внимание за да се избегне внесување на неавтохтони видови во екосистемот.

За таа цел, ги предлагаме следните мерки за подобрување на состојбата на Преспанското Езеро:

1. Мерки за намалување на еутрофикацијата и стабилизирање на екосистемот
 - Воспоставување построг мониторинг на квалитетот на водата и внесот на хранливи материи (азот, фосфор).
 - Намалување на загадувањето од земјоделски површини, отпадни води и индустриски извори преку современи пречистителни системи и контрола на ѓубрењето.

- Обнова на крајбрежната вегетација и зголемување на површините со природни филтрациски зони.

2. Мерки во врска со големиот број паразити со широк спектар на домаќини

- Редовен паразитолошки мониторинг на рибите со цел да се следи интензитетот и распространетоста на паразитите со широк ареал.
- Детална проценка на трофичката структура и на присуството на сите потенцијални домаќини за да се утврди точниот извор на ширење.
- Изработка на план за управување со биолошката рамнотежа во езерото.

3. Мерки за контрола на бројот на рибојадните птици

(поради нивната улога како финални домаќини на голем број паразити и поради ризикот за здравјето на рибите и целиот екосистем)

- Спроведување научно-базирана проценка на оптималната бројност на рибојадните птици.
- Намалување на факторите кои ги привлекуваат во прекумерен број (извори на дополнителна храна, рибарски отпад и тн.).
- Управување согласно еколошките и законските стандарди, без нарушување на природната динамика, но со цел одржување на популацијата во балансирали рамки.
- Засилен орнитолошки мониторинг за следење на промените во нивната бројност и движење.

4. Мерки за обновување на исчезнатите или намалените планктонски и бентосни организми

- Детални истражувања на состојбата на планктонот и бентосната фауна, со утврдување на исчезнатите или значајно намалените видови.
- Отстранување или ограничување на факторите што довеле до нивно исчезнување (загадување, физички нарушувања на дното, еутрофикација).
- Стимулирање на природната регенерација на подводната вегетација и микрохабитатите од кои зависат преодните домаќини на паразитите.

5. Мерки за спречување на ширење на паразити со зоонозен потенцијал (*Echinostomus* sp., *Eustrongylides excisus*)

- Воспоставување систем за рано откривање и надзор на паразити што се опасни и за човекот.
- Редовни прегледи на уловената риба за рана детекција на зоонозни паразити.
- Едукација на рибари и население за можните ризици и начини за безбедно ракување со рибата.
- Подобрување на управувањето со популациите на рибојадни птици и цицачи кои се крајни домаќини.

Табела 1. Паразитофауна на рибите од Преспанското Езеро.

Вид на риба	Вид на паразит	Годишно време	Екстензитет на инфестација		Интензитет на инфестација
			Број на испитани риби	% на инфест. риби	
Chondrostoma prespense	Trichodina sp.	пролет	102	1,96	2,0
	Myxobolus exiguus	пролет, есен		51,96	23,57
	Gyrodactylus sp.	пролет		6,86	1,33
	Dactylogyrus vistulae	пролет, лето, есен		50,0	5,0
	Dactylogyrus elegantis	пролет, лето, есен		25,0	1,78
	Diplozoon paradoxum	пролет		0,98	1,0
	Paradiplozoon zeller	пролет, есен		18,63	1,47
	Diplostomum spathaceum (ларва)	лето, зима		5,88	50,0
	Tylodelphis clavata (ларва)	пролет		31,37	7,09
	Echinochasmus sp. (ларва)?	пролет		0,98	1,0
	Bothriocephalus opsariichthydis	пролет		0,98	2,0
	Cestoda gen. sp.	пролет		0,98	1,0
	Raphidascaris acus (ларва)	пролет, лето		3,92	1,0
	Ergasilus sp.	есен		1,96	1,0
	Argulus foliaceus	лето		0,98	1,0
	Глохидии од Anodonta cygnea	пролет, лето, есен		28,43	21,28
	Вкупна инфестација – Chondrostoma prespense		102	81,37	9,90
Alburnus belvica	Gyrodactylus sp.	пролет, лето, есен	43	41.86	6.67
	Dactylogyrus alatus f. typica	пролет, лето		13.95	3.50
	Dactylogyrus fraternus	пролет, лето, есен		69.77	3.40
	Dactylogyrus sphyrna	пролет, лето, есен		69.77	1.20
	Posthodiplostomum cuticola (ларва)	пролет, лето, есен, зима		74.42	5.0
	Diplostomum spathaceum (ларва)	пролет, лето		23.26	4.0
	Tylodelphis clavata (ларва)	лето		6.98	2.0

	Proteocephalus torulosus	пролет, лето		4.65	20.0
	Cestoda gen. sp. (ларва)	пролет		4.65	20.0
	Raphidascaris acus (ларва)	пролет, лето		13.95	10.0
	Ergasilus sieboldi	пролет		41.86	1.0
	Lerneа cyprinacea	пролет		2.33	1.0
	Глохидии од Anodonta cygnea	пролет		6.98	3.0
	Вкупна инфестација – <i>Alburnus belvica</i>		43	100.0	4,30
Alburnoides prespensis	Gyrodactylus sp.	пролет	9	11.11	20.0
	Dactylogyrus sp.	пролет		11.11	1.0
	Paradiplozoon alburni	есен		11.11	1.0
	Paradiplozoon zeller	есен		11.11	2.0
	Posthodiplostomum cuticola (ларва)	пролет, лето		55.56	11.20
	Tylodelphis clavata (ларва)	лето		22.22	5.0
	Bothriocephalus opsariichthydis	пролет, есен		22.22	2.50
	Raphidascaris acus (ларва)	есен		22.22	8.50
	Rhabdochona denudata	есен		22.22	1.0
	Capillaria tomentosa ?	пролет		11.11	1.0
	Nematoda gen. sp.	пролет		11.11	1.0
	Ergasilus sp.	пролет, лето, есен		33.33	13.0
	Глохидии од Anodonta cygnea	пролет		11.11	10.0
	Вкупна инфестација – <i>Alburnoides prespensis</i>		9	100.0	7.17
Barbus prespensis	Ichthyophthyrus multifilis	пролет	25	4.0	1.0
	Gyrodactylus sp.	пролет, лето, есен		28.0	5.71
	Dactylogyrus carpathicus	пролет		8.0	6.0
	Dactylogyrus malleus	пролет, лето		80.0	11.0
	Paradiplozoon tissae	пролет, лето		12.0	3.67
	Parasymphylodora markewitschi	лето		8.0	4.50
	Digenea gen. sp. (ларва)	есен		4.0	1.0
	Posthodiplostomum cuticola (ларва)	пролет		8.0	7.0

	Bothriocephalus opsariichthydis	пролет		8.0	2.0
	Rhabdochona denudata?	пролет, есен		16.0	1.75
	Philometra abdominalis ?	пролет, есен		12.0	2.0
	Raphidascaris acus (ларва)	пролет, есен		12.0	2.33
	Ergasilus sp.	пролет		8.0	1.0
	Argulus foliaceus	лето		8.0	1.0
	Arthropoda gen. sp.	лето		8.0	8.50
	Вкупна инфестација – <i>Barbus prespensis</i>		25	92.0	6.53
Cyprinus carpio	Ichthyophthyrus multifilis	лето	36	5.56	3.50
	Dactylogyrus vastator	пролет, лето, есен		27.77	2.30 23
	Dactylogyrus extensus	пролет, лето, есен, зима		30.56	2.73 30
	Gyrodactylus sp.	пролет		5.56	3.50
	Diplozoon gen. sp, (не е дупли)	лето		5.56	1.0
	Paradiplozoon zeller	пролет, лето, есен		8.33	1.33
	Tylodelphis clavata (ларва)	пролет, лето		16.67	13.0 78
	Caryophyllaeus fimbriceps	есен		5.56	1,0
	Contracaecum microcephalum (ларва)	пролет, есен		5.56	1,0
	Paraergasilus longidigitus	пролет		2.78	2.0
	Neoergasilus japonicus ?	лето		2.78	1.0
	Вкупна инфестација – <i>Cyprinus carpio</i>		36	63.88	3.74
Carassius gibelio	Dactylogyrus sp.	пролет, лето	16	12.50	2.0
	Dactylogyrus vastator	лето		18.75	1.0
	Gyrodactylus sp.	пролет		12.50	5.0
	Digenea gen. sp.	есен		6.25	4.0
	Nematoda gen. sp. (ларва)	есен		6.25	1.0
	Ergasilus sp.	лето		25.0	6.67
	Вкупна инфестација – <i>Carassius gibelio</i>		16	75.0	3.70
Squalius prespensis	Ichthyophthyrus multifilis	лето	15	6.67	2.0

	Posthodiplostomum cuticola (ларва)	пролет, лето, есен		46.67	5.0
	Rhabdochona denudata	пролет, есен		13.33	1.50
	Pomphorhynchus bosniacus	лето		6.67	2.0
	Lamproglena pulchella	пролет		6.67	3.0
	Вкупна инфестација – <i>Squalius prespensis</i>		15	73.33	3.75
Rutilus prespensis	Мухоболус cyprini	пролет	121	1.65	12.0
	Мухоболус dispar	лето		0.83	10.0
	Chilodonella piscicola	пролет		0.83	2.0
	Gyrodactylus sp.	пролет, лето, есен		30.58	11.0
	Dactylogyrus sphyrna	пролет, лето, есен, зима		36.36	6.45
	Dactylogyrus erhardovae	пролет, лето, есен		9.09	4.82
	Dactylogyrus suecicus	пролет		2.48	3.0
	Dactylogyrus vistulae	пролет, лето		3.31	2.0
	Paradiplozoon zeller	пролет, лето, зима		7.44	2.11
	Bucephalidae gen. sp. (ларва)	пролет		2.48	3.0
	Nicola testibliquum	лето		0.83	2.0
	Posthodiplostomum cuticola (ларва)	пролет, лето, есен, зима		82.64	6.30
	Diplostomum spathaceum (ларва)	пролет, лето		4.13 5	6.0
	Tylodelphis clavata (ларва)	пролет, лето, есен		33.06	13.0
	Caryophyllaeus laticeps	пролет		0.83	2.0
	Ligula intestinalis (плероцеркоид)	пролет, лето		3.31	1.50
	Philometra ovata	лето		0.83	2.0
	Contracaecum microcephalum (ларва)	пролет		3.31	2.50
	Metechinorhynchus truttae	пролет, лето		0.83	2.0
	Ergasilus sieboldi	пролет, лето, есен		36.36	5.50
	Глохидии од Anodonta cygnea	пролет, лето, есен		46.26	4.50

	Вкупна инфестација – <i>Rutilus prespensis</i>		121	88.43	5,50
Rutilus prespensis x Alburnus belvica (хибрид)	Gyrodactylus sp.	пролет	2	50,0	5.0
	Posthodiplostomum cuticola (ларва)	лето		50,0	4.0
	Ergasilus sieboldi	пролет		50,0	12.0
	Вкупна инфестација – <i>Rutilus prespensis x Alburnus belvica</i>		2	100.0	7.0
Lepomis gibbosus	Onchocleidus dispar	лето	9	11.11	5.0
	Eustrongylides excisus (ларва)	есен		11.11	1.0
	Arthropoda gen. sp.	лето		11.11	1.0
	Вкупна инфестација – <i>Lepomis gibbosus</i>		9	33.33	2.33
Rhodeus amarus	Gyrodactylus sp.	пролет	13	7.69	1.0
	Cestoda gen. sp.	пролет		7.69	1.0
	Вкупна инфестација – <i>Lepomis gibbosus</i>		13	15.38	1.0
ВКУПНО			391	81.33	6.72

Одделението за Ципринидна Фауна

Изготвил: М-р Благоја Трајчевски асистент истражувач
Одделение за ципринидна фауна

Во овој извештај е претставен првичен осврт на резултатите добиени од научно-истражувачкиот риболов изведен од страна на Одделението за Ципринидна Фауна при ЈНУ Хидробиолошки Завод – Охрид на Преспанско езеро во склоп на проектот “Идентификација на антропогените влијанија на Преспанско Езеро” финансиран од ПОНТ. Со оглед на обемот на добиените податоци од риболовот и лабораториската работа, целосен комплетен извештај со анализа на сите добиени резултати ќе биде доставен во наредниот период по негово комоплетирање.

Преспанското езеро претставува мезотрофно езеро, кое се наоѓа на Балканскиот полуостров, и го делат три земји: С.Македонија, Албанија и Грција. Ова езеро припаѓа на сливот на Црн Дрим (Pirovska и Bonacci, 2007). Езерото се храни со вода од неколку помали притоки, како и од Малото Преспанско езеро (Matzinger и sor., 2006). Преспанското езеро има многу висок степен на ендемизам во однос на рибната фауна (Oikonomou и sor., 2014). Од вкупно 26 идентификувани видови риби, 13 се автохтони видови додека 12 се алохтони односно интродуцирани во различни временски периоди низ историјата (Ilik-Boeva и sor., 2017), како и еден новоописан вид со сеуште непознато потекло (Trajchevski и sor., 2020). Од 13 автохтони видови дури 8 се ендемични и живеат само во ова езеро, како и во неговите притоки (Spirkovski и sor., 2012).

Согласно планот за активностите и задачите при овој проект, риболовот за научно-истражувачки цели беше изведен на три локалитети на Преспанското езеро во различни сезонски периоди од годините 2022, 2023, 2024 и 2025. Локалитетите каде што се изведуваше колекционирањето на риби беа Штрбово (N40°54'34.081", E21°5'6.741"), Асамати (N41°3'33.555", E21°13'30.536") и Лиса (N40°56'5.028", E20°56'51.237"). Овие локалитети беа одбрани со цел покривање на различни предели од езерото со различен субстрат и вегетација.

Колекционирањето беше изведено со риболовен алат – жабрени мрежи со различни големини на окца и тоа 16, 18, 22, 24 мм. Мрежите беа поставувани во литоралниот дел од езерото пред самрак и подигнувани по 12 часа, со цел да се покријат периодите на најголема активност на рибите. По подигнување, уловените риби беа внимателно ослободени од мрежите и складирани за транспортирање до просториите на ЈНУ Хидробиолошки Завод – Охрид. Во лабораториски услови уловените риби првично беа детерминирани по видова припадност и беше одредена нивната бројност по вид. Процентите на видовите риби во вкупниот улов како и по различните години се претставени во Прилог 1.

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>Chondrostoma prespense</i>	Преспански скобуст	+	
	<i>Cyprinus carpio</i>	Крап		+
	<i>Rutilus prespensis</i>	Преспански грунец	+	
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Сончарка		+

Во вкупниот улов од сите години во кои беше изведуван риболовот за научно-истражувачки цели по овој проект (2022-25) беа колекционирани 9 видови риби од Преспанско езеро. Тоа претставува 34,6% од вкупниот број на опишани видови за ова езеро (Ilik-Воева и сор., 2017) (Табела 1). Од тие видови шест се автохтони видови а воедно и претставници на ендемичната фауна на езерото, што претставува 66,7% од вкупниот број на ендемични видови риби. Останатите видови се претставници на алохтоната фауна при што прават 25% од вкупниот број на алохтони видови риби во Преспанското езеро. Од колекционираниите ендемични видови според црвената листа на IUCN, *Chondrostoma prespense*, *Alburnus belvica*, *Alburnoides prespensis*, *Squalius prespensis* се означени како загорзени вид (EN – Endangered), додека *Barbus prespensis* е означен како речиси загорзен вид (NT - Near Threatened). 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.

Најголем процент од колекционираниите единки во вкупниот број отпаѓа на преспанскиот грунец (*R.prespensis*) до скоро половина од вкупниот број на колекционирани единки во сите години. Следен вид по бројност во уловот исто така низ сите години е преспанскиот скобуст (*C.prespense*). Доминантноста на овие два вида е воочлива во сите години на колекционирање, со одредени разлики во однос на локалитетите и сезоните. Но сепак добиената слика укажува на стабилни, одржливи популации на овие два вида ендемични риби од Преспанското езеро. Ваквата состојба ја доведува во знак прашалник категоризацијата на преспанскиот скобуст како загорзен вид според IUCN. Забележана беше флукуација на бројот на мрена (*B.prespensis*) и плашица (*A.belvica*) во уловот, при што од 2022 до 2025 е забележано намалување на бројот на мрените (особено при споредба на 2022 година со останатите истражувани години), а зголемување на бројот на плашица при колекционирањето. Мрената има одреден интерес кај рекреативните риболовци, додека плашицата иако во минатото имала големо стопанско значење, во последните години стопанскиот риболов е скоро целосно насочен кон крапот (*C.carpio*). Останатите ендемични видови присутни во уловот, преспанскиот кленот (*S.prespensis*) и преспанската гомнушка (*A.prespensis*), беа забележани во мал број како во вкупниот улов, така и при колекционирањето во различните години. Што се однесува до кленот оваа состојба може да се смета како потврда за состојбата на овој вид, потврдена со негова категоризација како загорзен вид според IUCN. А малиот број на гомнушка во уловот може да се објасни со употребата на видот на риболовниот алат, односно големината на окцата на мрежите. Со користениот риболовен алат при колекционирањето за овој проект би можеле да се уловат

единствено гомнушки од повисоките должински класи. Претходни истражувања покажале дека популациите на гомнушка се релативно високи и одржливи (Ilik-Boeva et al., 2017).

Крапот, иако се смета како дел од алохтоните видови, со оглед на тоа што е интродуциран во Преспанското езеро, по долго време и одржување на популацијата може да се смета дека е одомаќинет во езерото. Овој вид риба е од особен интерес поради неговото стопанско значење, како примарна цел на стопанскиот риболов. При колекционирањето беше уловен подмладок од крап со скоро индентичен број низ годините, освен во 2024 година кога беше забележан пад на бројот на крап во уловот.

Друг вид риба, дел од алохтоните видови, кој е од голем интерес е сончарката. Сончарката која во светски рамки е позната како инвазивен вид, во Преспанското езеро има развиено стабилна, одржлива популација. Во моментот сеуште нема индикации за степенот на негативно влијание кое овој вид би го имала на автохтоните видови риби во Преспанското езеро, како и врз екосистемот во целина, и дали постои можност за развивање на инвазивни карактеристики. При нашето колекционирање според бројот на уловени единки сончарката беше трет вид по бројност по грунецот и скобустот, во вкупниот улов од сите години. Но сепак беше забележана флукуација на бројот во однос на различните години. Слична состојба е забележана и од претходни истражувања, со разлики во бројот на сончарката во различни години (Ilik-Boeva et al., 2017). Исто така разлики во бројот на уловени единки беа забележани во однос на локалитетот и сезоната, при што сончарката доминираше во уловот во есенските месеци кај локалитетот Лиса во годините 2022 и 2025. Пратењето на популационата динамика на овој алохтон вид е од голема важност со оглед на инвазивните карактеристики кои ги поседува, а особено во овој период на драстични промени во екосистемот на Преспанското езеро поради големото намалување на водостојот на истото, при што може да дојде до компетитивни односи помеѓу видовите риби во езерото, при што може да дојдат до израз инвазивните карактеристики на сончарката.

Друга состојба која бара внимание е појавата на се поголем број на хибриди во уловот од Преспанско езеро. Тоа најчесто се хибриди помеѓу *R.prespensis* и *A.belvica*, кои се се почести и побројни 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. Причината за зголемување на појавата на овие хибриди може да се бара во преклопување на плодиштата на овие видови, кои како дел од ципринидната фамилија на риби имаат и преклопување на периодот на мрест. Климатските промени кои придонесуваат нарушување на стабилните сезонски температури, заедно со големото намалување на водата во Преспанското езеро со што се изгубени големи површини на рибни плодишта сигурно играат голема улога во преклопувањето на периодите и местата за мрест на овие видови риби и зголемената појава на хибриди од истите.

Земајќи ја во предвид големината на Преспанско езеро, промените на бројот на различни видови во уловот на различни локалитети во различни периоди од годината, би можело да се објасни со миграциски процеси во потрага по извори на исхрана, и потрага по нови плодишта.

Заклучоци и препораки

Со риболовот за научно-истражувачки цели при активностите за овој проект беа колекционирани 34,6% од вкупниот број на видови риби од Преспанското езеро, во кое беа колекционирани најголем дел од ендемичните видови (66,7%) и видовите значајни за стопанскиот и рекреативниот риболов на ова езеро. За вметнување и на останатите видови

риби во мониторинг програми потребно е проширување на методите на колекционирање како употреба на мрежи со помали и поголеми окца, MMG (multi mesh gillnets) мрежи, електрориболов и сл.

Анализата од колекционирањето на риби од Преспанско езеро во годините 2022 до 2025, покажа стабилни и одржливи популации на грунецот и скобустот, како и намалување на бројот на мрена и зголемување на бројот на плашица во уловот. Кленот беше колекциониран во релативно мал број, а подмладок од крап беше забележан во скоро константен број во уловот низ различните години. Потврдивме дека сончарката има стабилна и одржлива популација во езерото, но беа забележани промени во бројноста во различни години. Појавата на хибриди е од особен интерес со оглед на тоа што зголемувањето на бројот на хибридите во езерото претставува голема опасност во однос на генетската стабилност на ендемичните видови во езерото, како нов учесник во конкуренцијата со автохтоните видови.

Потребна е анализа на состојбата на популациите и адекватна категоризација на видовите риби од Преспанско езеро согласно категориите за заштита (пр. IUCN).

За мониторинг на стопански важните видови риби потребна е поинтензивна комуникација со концесионерот за стопански риболов на Преспанско езеро. Податоците за излов на стопански важните видови риби кои би ги собирал концесионерот би биле многу значајни во пратење на состојбата на популациите на овие видови риби.

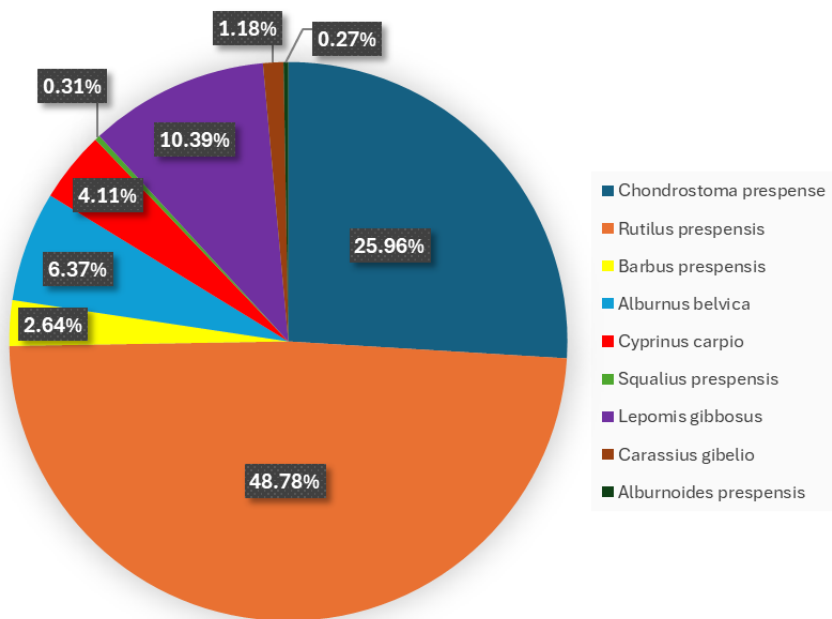
Со оглед на тоа што Преспанското езеро е водно тело кое го делат три држави, од голема важност е соработката помеѓу институциите на сите нивоа задолжени за заштита и искористување на овој многу значаен воден ресурс. Во тој поглед, активностите би требало да се насочат кон: споделување на податоци од мониторинг на популациите од трите засегнати страни, или изведување на заеднички мониторинг по претходно утврдени услови. Стандардизирани методи за мониторинг помеѓу институциите од трите држави. Контрола на алохтони видови риби со претходно утврдени соодветни методи. Усогласување на регулативите за стопанскиот и рекреативниот риболов како и регулативите за заштита на видовите.

Посебен аспект од мониторингот треба да биде насочен кон потенцијалните опасности како што е сончарката и хибридите во Преспанското езеро.

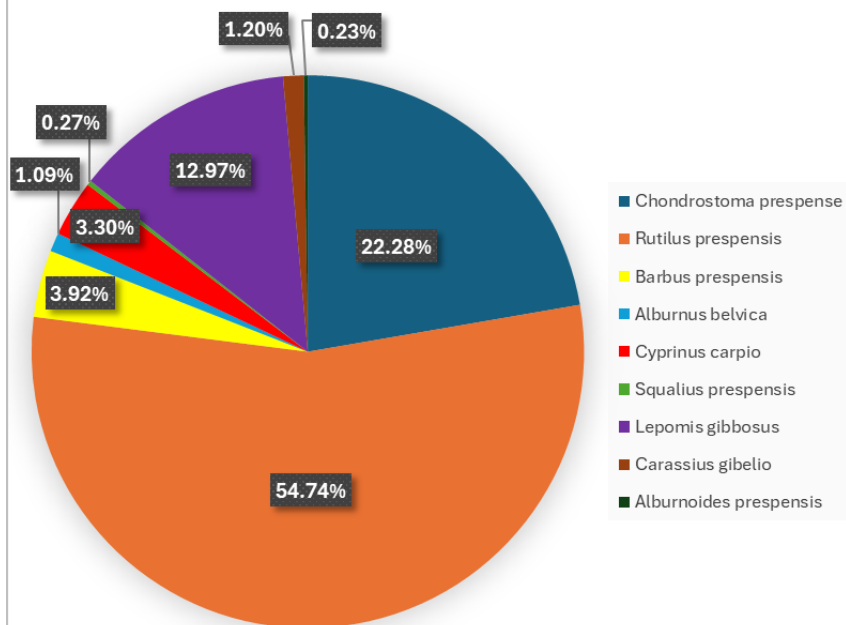
Истражувањата на рибните популации од Преспанско езеро е од голема важност како од научно-истражувачки, така и од стопански аспект. Нивниот интензитет треба да продолжи на подолги временски периоди, со оглед на големите притисоци, човечки и природни, со кои се соочува Преспанското езеро.

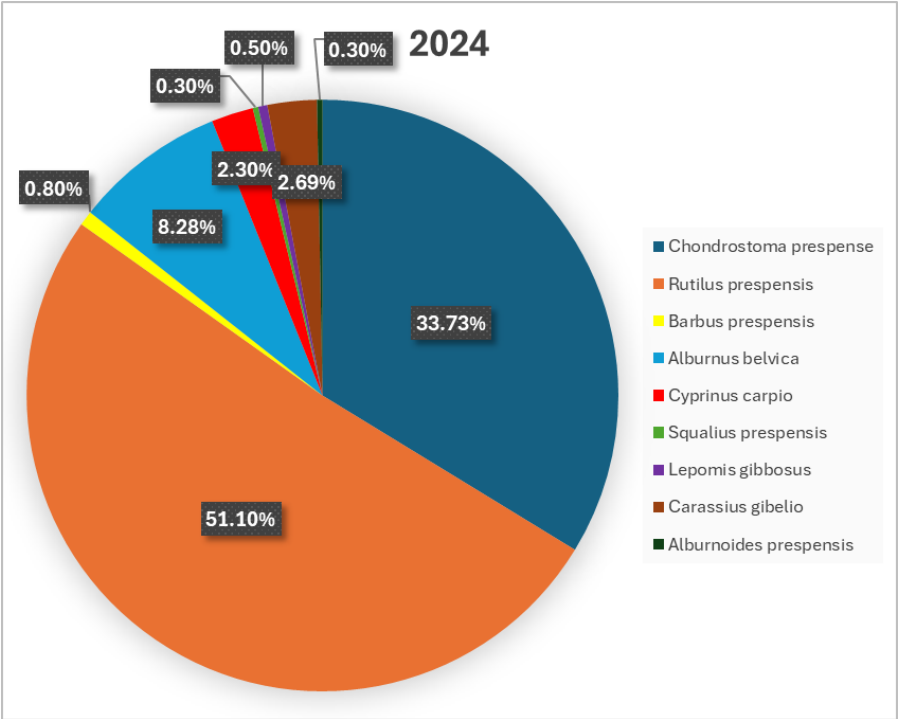
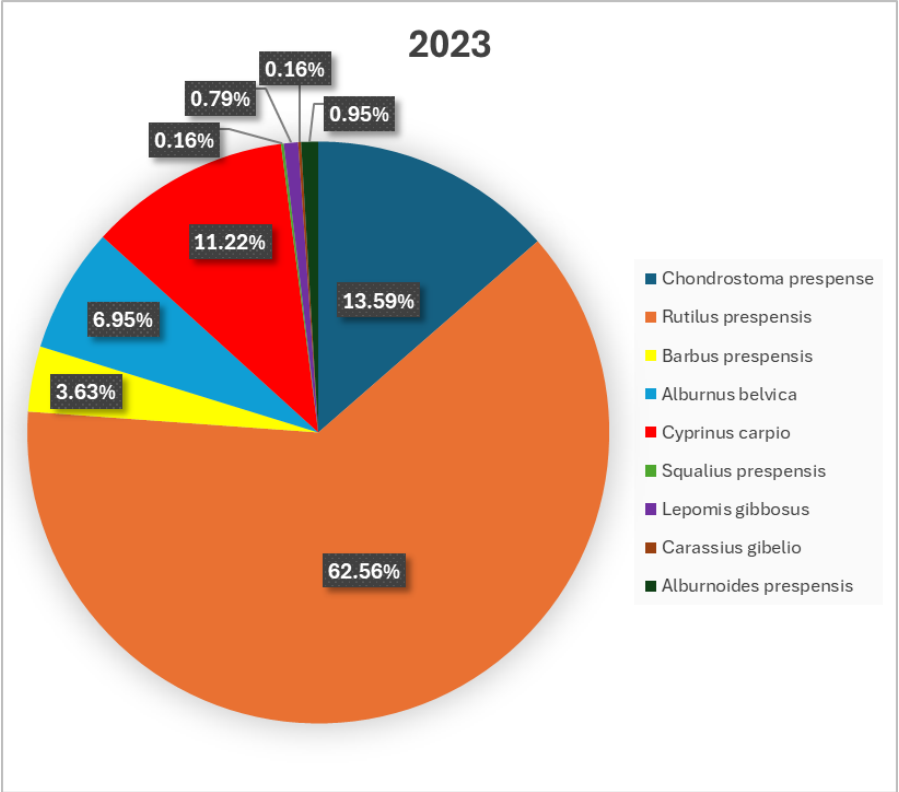
Прилог 1.

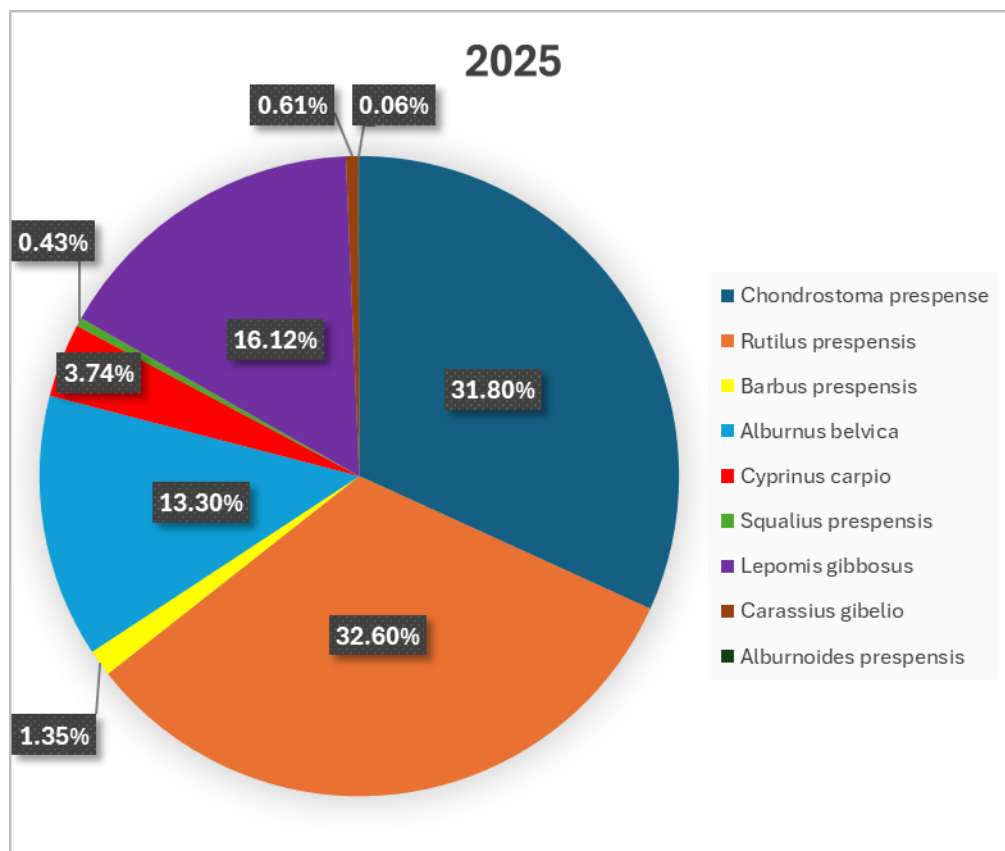
Вкупен



2022







ПРЕПОРАКИ

Клучни препораки за заштита и мониторинг на Преспанското Езеро (врз основа на истражувањата по проектот “Идентификација на антропогените притисоци врз Преспанското езеро” 2022–2025)

Имајќи ги во предвид резултатите од истражувањата а во насока да се поттикне подобра заштита и превенција од натамошно загадување на езерскиот екосистем, неопходно е да се делува во следните сегменти на управување со езерото

Препораки за заштита и одржливо користење на Преспанското Езеро

I. Мерки за намалување на оптоварувањето со нутриенти и органски материи (еутрофикација)

Ова е најважната група мерки, бидејќи директно влијае на квалитетот на водата и ги диригира еколошките трендови што се забележани преку планктолошките истражувања, макрофитската вегетација, фауна на дно.

- Отстранување на прекумерна биомаса од акватичната вегетација за намалување на притисокот врз трофијата и екосистемот на езерото (угинатите алги и макрофитски растенија кои брановите ги носат на брегот да се собираат и изнесуваат од брегот на езерото, за што би биле одговорни комунални служби. На тој начин би се изнесувале големи количини нутриенти (фосфор и азот) од езерската вода, а исто така и тешки метали, некои токсични материи како и бактерии кои се развиваат на изумрениот растителен материјал. Тоа би имало значително влијание врз подобрување на квалитетот на езерската вода и нејзината трофија).
- Ограничување на нутриентите кои влегуваат во езерото (азот, фосфор).

A. Управување со отпадните води

* **Инвестирање во инфраструктура:** Итна изградба, проширување или модернизација на пречистителните станици за отпадни води во сите населени места во сливот на езерото (во сите три држави), со задолжително воведување на ниво на третман (отстранување на фосфор и азот). Подобрување на управувањето со отпадните води: Потребно е да се подобрат капацитетите за третман на отпадни води со цел домашниот и индустрискиот отпад да бидат третирали правилно пред да се испуштат во езерото.

* **Забрана за директно испуштање:** Строга забрана и санкционирање на директното испуштање на необработени отпадни води од индивидуални домаќинства, фарми и индустриски капацитети во езерото или неговите притоки.

* **Санација на септички јами:** Систематска контрола и санација на постоечките септички јами во крајбрежната зона.

* Да се чистат коритата од механички и органски отпадоци

B. Активности за обезбедување дотур на вода

* **Изнаоѓање на решенија за дотур на вода во сушните години,** кои заради климатските промени, ја забрзуваат природната цикличност на езерото.

* Целта е стабилизирање на водниот баланс и решавање на историскиот проблем со низок водостој.

* Да се врши контрола на водата од реките која се користи за наводнување, со што се ускратува големо количество на вода со која се напојува Езерото, а и не се внимава на биолошкиот минимум (важен за живиот свет).

*Рационално да се користат водите од реките за наводнување (да се почитува биолошкиот минимум)

*Да се регулира на истекот на вода од Преспанското Езеро за наводнување, да има строга контрола како од македонска страна така и од Грција и Албанија.

В. Управување со земјоделството

4. **Воведување заштитни појаси:** Формирање на вегетациски тампон зони (најмалку 10–20 метри широки) долж брегот и притоците на езерото. Овие појаси ќе служат како природни филтри за апсорпција на нутриентите од земјоделското истекување.
5. **Контрола на ѓубрива:** Субвенционирање на земјоделците за употреба на органски ѓубрива и строга контрола на количините на азотни и фосфорни ѓубрива кои се користат во близина на езерото.
6. Неопходно е да се намалат емисиите односно истекувањето на штетни хемикалии од земјоделството преку спроведување одржливи земјоделски практики со цел минимизирана употребата на ѓубрива и пестициди, кои придонесуваат за загадување со фосфор.
7. **Пренасочување на притоки:** Проценка и можна реализација на системи за пренасочување на високо загадените притоки (особено во периоди на интензивни врнежи) кон филтер-појаси или мочуришта пред да стигнат до езерото.

II. Мерки за биолошка заштита и мониторинг

1. ***Континуиран и зајакнат мониторинг (интегрален мониторинг) :** Следењето на состојбата на езерото преку постојан мониторинг на биолошките и хемиските карактеристики е од клучно значење за креирање на акциски планови и стратегии за справување со последиците од колебањето на водостојот и другите директни и индиректни антропогени притисоци врз езерото и неговиот слив. Мониторингот на физичко-хемиските и биолошките индикатори и квалитетот на водата треба да се спроведува месечно во текот на целата година за да се фатат кратките, но интензивни сезонски пикови на биоиндикаторите. Задолжително интегрирање на зоопланктонските податоци со истовремени физичко-хемиски и фитопланктонски анализи за да се утврди точната причина за еколошките промени. Интезивирање на истражувањата на макрофитската вегетација во повеќе локалитети во езерото и повторно пресметување на макрофитските индекси, со цел да се добие појасна престава за степенот на трофијата на езерото сега од аспект на овие индекси.
2. *** . Заштита на клучната фауна и живеалишта**
 - Подобрување на системот за мониторинг
 - Рехабилитирање на мочуриштата во крајбрешната зона на езерото и тампон зоните: Повторно воспоставување на мочуриштата и еколошките тампон зони околу езерото ќе придонесе за природна филтрација од загадувачите но и ќе ги збогати живеалиштата и биодиверзитетот.

3. * За да се спречат понатамошните процеси на еутрофикација на Преспанското Езеро, неопходно е да се елиминираат постоечките загадувачи и да се спроведат соодветни режими за заштита од алохтони загадувања. За да се обезбеди што подобар квалитет на водата од Езерото и неговите притоки неопходна е постојана контрола не само на водата туку и на седиментот. Седиментот претставува неделива компонента од секој акватичен екосистем, допринесува за целосно согледување на состојбата, а посебно важен во случаи кога има појава на безкислородни услови во водата.

III. Достапност на податоци: за лесна и објективна класификација на квалитетот на водата и комуникација со јавноста и носителите на одлуки

IV. Инвестирање во подигање на јавната свест:

- Неопходна е константна едуцираност на локалните заедници за важноста на заштитата на езерото и влијанието на загадувањето врз екосистемот. Нивното активно вклучување е клучно за успехот на заштитата на Езерото.
- Подигање на јавната свест на населението за правилно користење на заштитните средства (пестициди, фунгициди, вештачки ѓубрива) врз земјоделските површини, користењето на водата од реките и езерото за наводнување на јаболковите насади со кои изобилува овој регион,

V. Трансгранична соработка за Преспанско Езеро

* **Јакнење на прекуграничната соработка:** Бидејќи Преспанското Езеро се наоѓа во прекугранична област, неопходно е иницирање на соработка со соседните земји (Албанија и Грција) за координирање и спроведување на заеднички мерки за зачувување и заштита на Езерото. (Потребна е заедничка соработка меѓу Република Северна Македонија, Албанија и Грција).

* Усогласување на политики и активности за заштита на водите и биодиверзитетот на Преспанското Езеро.

VI. Имплементација на Планот за управување со Преспанско Езеро

* Планот треба да даде насоки за справување со сите нотирани проблеми поврзани со Преспанско Езеро, вклучително и мониторинг, дотурот на вода и намалување на трофијата, како што е претходно погоре наведено.

* Потребно е определување јасни приоритети, одговорни институции и рокови за реализација на мерките.

* Редовна евалуација и прилагодување на мерките според резултатите од мониторингот.

Препораки одделенија на рибарство

1. Потребна е анализа на состојбата на популациите и адекватна категоризација на видовите риби од Преспанско езеро согласно категориите за заштита (пр. IUCN).

2. **За мониторинг на стопански важните видови риби** потребна е поинтензивна комуникација со концесионерот за стопански риболов на Преспанско езеро. Податоците за излов на стопански важните видови риби кои би ги собирал концесионерот би биле многу значајни во пратење на состојбата на популациите на овие видови риби.
3. Со оглед на тоа што Преспанското езеро е водно тело кое го делат три држави, од голема важност е **соработката помеѓу институциите на сите нивоа** задолжени за заштита и искористување на овој многу значаен воден ресурс. Во тој поглед, активностите би требало да се насочат кон: споделување на податоци од мониторинг на популациите од трите засегнати страни, или изведување на заеднички мониторинг по претходно утврдени услови. Стандардизирани методи за мониторинг помеѓу институциите од трите држави. Контрола на алохтони видови риби со претходно утврдени соодветни методи. Усогласување на регулативите за стопанскиот и рекреативниот риболов како и регулативите за заштита на видовите.
4. **Посебен аспект од мониторингот** треба да биде насочен кон потенцијалните опасности како што е сончарката и хибридите во Преспанското езеро.
5. Истражувањата на рибните популации од Преспанско езеро е од голема важност како од научно-истражувачки, така и од стопански аспект. Нивниот интензитет треба да продолжи на подолги временски периоди, со оглед на големите притисоци, човечки и природни, со кои се соочува Преспанското езеро.
6. **Мерки за намалување на еутрофикацијата и стабилизирање на екосистемот**
 - Воспоставување построг мониторинг на квалитетот на водата и внесот на хранливи материи (азот, фосфор).
 - Намалување на загадувањето од земјоделски површини, отпадни води и индустриски извори преку современи пречистителни системи и контрола на ѓубрењето.
 - Обнова на крајбрежната вегетација и зголемување на површините со природни филтрациски зони.
7. **Мерки во врска со големиот број паразити** со широк спектар на домаќини
 - Редовен паразитолошки мониторинг на рибите со цел да се следи интензитетот и распространетоста на паразитите со широк ареал.
 - Детална проценка на трофичката структура и на присуството на сите потенцијални домаќини за да се утврди точниот извор на ширење.
 - Изработка на план за управување со биолошката рамнотежа во езерото.
8. **Мерки за контрола на бројот на рибојадните птици**
 - (поради нивната улога како финални домаќини на голем број паразити и поради ризикот за здравјето на рибите и целиот екосистем)
 - Спроведување научно-базирана проценка на оптималната бројност на рибојадните птици.
 - Намалување на факторите кои ги привлекуваат во прекумерен број (извори на дополнителна храна, рибарски отпад и тн.).

- Управување согласно еколошките и законските стандарди, без нарушување на природната динамика, но со цел одржување на популацијата во балансираните рамки.
- Засилен орнитолошки мониторинг за следење на промените во нивната бројност и движење.

9. Мерки за обновување на исчезнатите или намалените планктонски и бентосни организми

- Детални истражувања на состојбата на планктонот и бентосната фауна, со утврдување на исчезнатите или значајно намалените видови.
- Отстранување или ограничување на факторите што довеле до нивно исчезнување (загадување, физички нарушувања на дното, еутрофикација).
- Стимулирање на природната регенерација на подводната вегетација и микрохабитатите од кои зависат преодните домаќини на паразитите.

10. Мерки за спречување на ширење на паразити со зоонозен потенцијал (*Echinoshasmus* sp., *Eustrongylides excisus*)

- Воспоставување систем за рано откривање и надзор на паразити што се опасни и за човекот.
- Редовни прегледи на уловената риба за рана детекција на зоонозни паразити.
- Едукација на рибари и население за можните ризици и начини за безбедно ракување со рибата.
- Подобрување на управувањето со популациите на рибојадни птици и цицачи кои се крајни домаќини.

Резултатите добиени при реализација на активностите по проектот “Идентификување на антропогените притисоци врз Преспанското Езеро”, а опфаќаат период од четири години (2022-20225г.), претставуваат добра база и насока за управувачот на заштитеното подрачје за превземање мерки и активности за зачувување на Преспанското Езеро и животната средина во целина.

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.
- Buergi, 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
- Borutsky, E.V., 1960. Key to identification of wild freshwater crayfish of the USSR and contiguous countries from fragments in fish intestines, Academy of Sciences of the USSR, Moscow, 218 p.
- Caroni, R. and K. Irvine, 2010. The potential of zooplankton communities for ecological
- Carlson, R.E. (1977): A Trophic State Index for Lakes. *Limn. and Oceanog* **22**: 363–369
- Caroni, R. and K. Irvine, 2010. The potential of zooplankton communities for ecological assessment of lakes: redundant concept or political oversight? *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 110B: 35–53
- Chrost RJ and Overbeck J, (1990) Introduction: Aims, Problems and Solutions in Aquatic Microbial Ecology In: *Aquatic Microbial Ecology*, Overbeck J Chrost JR, (eds) New York.
- Daubner., I., Ritter R., 1973: Bakteriengehalt und Stoffumsatzaktivitat einiger physiologischer Bakteriengruppen in zwei kunstlichen Grundwasserseen (Baggerseen). *Arch. Hydrobiol.*, 72, 4: 440 - 459.
- Daubner., I., 1967: *Mikrobiologia vody*. Bratislava: 462
- Daubner I, (1972) *Mikrobiologie des Wassers (Aquatic Microbiology)*. Akademie-Verlag, Berlin.
- Gajin S., Matavulj M., Petrović O., Radnović D., Svirčev Z., 1995: Unifikacija mikrobioloških metoda za određivanje kvaliteta površinskih voda. VII Kongres Mikrobiologa Jugoslavije. Herceg Novi. 93
- Halmann, M., Stiller, M., 1974: Turnover and uptake of dissolved phosphat in freshwater. A study in Lake Kinneret. *Limnology and Oceanography*. Volume 19. N° 5. 774-780 pp

- Hsieh, C.H., Y. Sakai, S. Ban, K. Ishikawa, T. Ishikawa, S. Ichise, N. Yamamura, and M. Kumagai, 2011. Eutrophication and warming effects on long-term variation of zooplankton in Lake Biwa. *Biogeosciences*, 8, 1383–1399
- Halabowski, D., et al. 2022. Diversity of Rotifers in Small Rivers Affected by Human Activity. *Diversity* 14(2): 127.
- Fowler, E.C. and Duggan, I.C., 2008. Assessment of trophic state change in selected lakes of the Auckland Region based on rotifer assemblages: 2005-2008. Prepared by the Centre for the Biodiversity and Ecology Research, University of Waikato, for Auckland Regional Council. Auckland Regional Council Document TR 2009/001
- 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.
- Koste, W. 1978. Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. .Überordnung Monogononta. Ein Bestimmungswerk, begründet von Max Voigt. 2. Auflage neubearbeitet von Walter Koste. 2 Bände. Textband: VIII, 673 S., ISBN 3-443-39071-4 II Tafelband: II, 476 S., 234 Taf.
- Kutikova, L.A., 1970. Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria) podklass Eurotatoria (Otryady Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). *Opredeliteli po faune*, Vyp. 104. Izd. Nauka, Leningrad, 744 p. (In Russian).

- Kuznecov, I. S. i Romanenko, I. V., 1963: Mikrobiologičeskoe izučenie vnutrennih vodoemov. Laboratornoe rukavodstvo. Izdatiĭstvo Akademii nauk SSSR Moskva, Leningrad.
- Kuznecov, I. S., G. A. Dubinina, 1989: Metodi izučeniĭa vodnih mikroorganizmov. Moskva, pp. 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 L330: 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 bakteria in Lake Kariba inshore waters in the Kariba town area.
- Manuilova, E.F., 1964. Cladocera of the USSR fauna. Nauka, Moscow-Leningrad. 327 p. [Мануйлова ЕФ Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М., Л., 1964. 327 с.].
- Mazepova, G.F., 1978. Cyclopoids of Lake Baikal. Trudy Limnol Inst SO Akad Nauk SSSR 28:1-143.
- 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 Ribí, 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 heterotrofnih bakterija kao jedan od pokazatelja procesa preciscavanja otpadnih voda. *Zbornik radova Konferencije Zastita voda '83, Opatija, knjiga 3:* 143 - 148.
- Pejler, B., 1995. Relation to habitat in rotifers. *Hydrobiologia* 313/314: 267-278
- Pociecha, A., Buczek, K., Margielewski, W. et al. 2024. Appearance of the rotifer community as a potential indicator of stable paleohydrological conditions in peatlands since the Late Glacial: a case study of three wetlands in Poland. *Hydrobiologia* 851, 2965–2981
- Правилник за барања за безбедност и квалитет на водата за пиење, Сл. весник на Република Македонија бр. 183, октомври 2018, 13-40
- Segers H. 1995. Rotifera. Volume 2: The Lecanidae (Monogononta). SPB Academic Publishing, 226 p.
- Segers, H. 2008. Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 49–59.
- Sladeczek, V., 1983. Rotifers as indicators of water quality, *Hydrobiologia*, 100: 169-201
- 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.
- Ricci, C. and Balsamo, M. 2001. The biology and ecology of lotic rotifers and gastrotrichs. *Freshwater biology*, 44(1): 15-28
- Rheinheimer, G., 1974: *Aquatic microbiology*, 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. *Aquatic Biol.* 14: 111-142.
- Rodina, A. G., 1965: *Metodi vodnoĭ mikrobiologii.* Praktičeskoe rukovodstvo. Leningrad
- Rodina, G. A., 1972: *Methods in aquatic microbiology*, Univ. Park. Press, Baltimore, Butterworths, London
- Rusev, B., 1993: *Osnovi na saprobiologijata.* Univerzitetsko izdatelstvo "Sv. Kliment Ohridski" Sofi: 161.
- Ruttner, 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.
- Segers, H. 2008. Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 49–59.

- Sladecsek, V., 1983. Rotifers as indicators of water quality, *Hydrobiologia*, 100: 169-201
- 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.
- Stilinovi} S., Maloseja @., Futa~ N., Plenkovi} A., 1988: Vertikalni raspored saprofitskih bakterija i fitoplanktona u Pro}janskom jezeru i jezeru Kozjak u 1985/86. *Mikrobiologija*, Vol. 25, No. 2: 163 - 171.
- Stilinovi}, B., 1979: Bakteriolo{ka istra`ivanja Bijele i Crne rijeke i nekih plitvi~kih jezera. *Acta Bot. Croat.*, Vol. 38: 79 - 86.
- Stinovi}, B., 1981: Istra`ivanja zastupljenosti nekih fiziolo{kih grupa bakterija u rijeci Savi od Kr{kog do Podsuseda. *Mikrobiologija*, Beograd, 18, 1: 67 - 74.
- Stinovi}, B., Futa~ N., 1984: Vertikalni raspored bakterijskih populacija u jezeru Kozjak (Nacionalni Park Plitvi~ka 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.
- Segers H. 1995. Rotifera. Volume 2: The Lecanidae (Monogononta). SPB Academic Publishing, 226 p.
- 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 Equipment*, 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.
- Turton, C. L. and J. H. McAndrews, 2006. Rotifer loricas in second millennium sediment of Crawford Lake, Ontario, Canada. *Review of Palaeobotany and Palynology* 141: 1–6.
- 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

- Wallace, R.L., & Snell, T.W. 2010. Rotifera. In: Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Academic Press
- 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