

## ХАРАКТЕРИСТИКИ НА АЗОТНО И ФОСФОРНО НАТОВАРВАНЕ НА ПОВЪРХНОСТНИ ВОДИ

Диана Сюлекчиева\*, Благовеста Мидюрова

Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, бул. Я. Якимов №1, 8010 Бургас, България

\*кореспондиращ автор: dsylekchieva86@gmail.com

## NITROGEN AND PHOSPHORUS LOADING CHARACTERISTICS OF SURFACE WATERS

Diana Syulekchieva\*, Blagovesta Midyurova

Prof. D-r Asen Zlatarov University, Y. Yakimov str.1, 8010 Burgas, Bulgaria

\*Corresponding author: dsylekchieva86@gmail.com

### Abstract

*In the present study, exploratory monitoring was carried out during the summer season at five sampling points of Burgas Lake and the Aytoska River. Major biogenic elements for water quality were determined - ammonium - nitrogen ( $N-NH_4$ ), nitrate - nitrogen ( $N-NO_3$ ), nitrite – nitrogen, ( $N-NO_2$ ), Kjeldahl nitrogen, orthophosphates ( $P-PO_4$ ) and total phosphorus ( $P-tot$ ) in order to track their dynamics in the two aquatic ecosystems.*

**Keywords:** Total Kjeldahl nitrogen, phosphorus, surface water, Burgas Lake, Aytoska River

### ВЪВЕДЕНИЕ

Устойчивото управление на водите включва редовния мониторинг с цел опазване на качествата им, залегнало в Директива за водите приета през 2000 г. на Европейския съюз (ЕС) [1], на която България е член, както и в „Плановите за управление на речните басейни“ (ПУРБ), на съответната Басейнова дирекция, в която попада всяко водното тяло на територията на страната [2].

Качеството на водата, е много важно както за водната биота, така и за хората, за които тя е незаменим ресурс. За определяне на качеството на водата и екологичното състояние на дадена водна екосистема е нужно да се оценят нейните физични, химични и биологични параметри [3,4,5].

Азотът (N) и фосфорът (P) се открояват като основните хранителни вещества, чийто цикли са силно повлияни от човешките дейности. Дори и малко повишение на концентрацията им, може да

има значително въздействие върху водните екосистеми [6, 7], пример за това е процеса еутрофикация, дефиниран съгласно Директивата на ЕС за пречистване на градските отпадъчни води (91/271/ЕЕС), като обогатяване на водата с хранителни вещества, особено съединения на азот и/или фосфор, което води до ускорен растеж на водорасли и висши форми на животът на растенията, водещо до нежелано смущение в баланса на организмите, присъстващи във водата и в качествено й състояние. Във водните тела, фосфорът може да присъства в различни форми, като общият фосфор ( $P-tot$ ) е мярка за всички форми на фосфор (разтворен или суспендиран) в дадена водна проба, а разтворимият реактивен фосфор е мярка за ортофосфат ( $P-PO_4$ ) - единствената форма която автотрофите могат да асимилират [8].

Цикълът на азота в екосистемите се състои от процесите на амонификация, нитрификация и денитрификация [9].

Нитрификацията, представлява окисляване на амоняка ( $\text{NH}_3$ ) до нитрат ( $\text{NO}_3^-$ ), като това се случва на два етапа, в първия етап става окисление на амоняка, който трансформира амония ( $\text{NH}_4^+$ ) в нитрити ( $\text{NO}_2^-$ ) от бактерии окисляващи амоняк, а във втория етап е окисление на нитрити, който трансформира ( $\text{NO}_2^-$ ) в нитрати ( $\text{NO}_3^-$ ), чрез бактерии окисляващи нитрити [10].

Азотът по Келдал е показател, който изразява количеството органичен азот в пробата заедно с общия амонячен азот. Измерването му включва бионалични форми на азот (амоний), предпочитани от нефиксиращите азот-цианобактерии, отговорни за вредния цъфтеж на водораслите [11].

Повърхностните сладки води, включително потоци, реки, езера и други стоящи води, получават азот както от неточкови източници от повърхностния и подземния отток от техния водосбор, така и от точкови източници от директно заустване на пречистени или нетретирани градски отпадъчни води [12].

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

За нуждите на настоящото изследване, проведен мониторинг през летен период (юли, август и септември 2024 г.) в три точки на Бургаско езеро и в две точки на река Айтоска (табл.1 и фиг.1).

Табл.1 Географски координати на изследваните точки за мониторинг

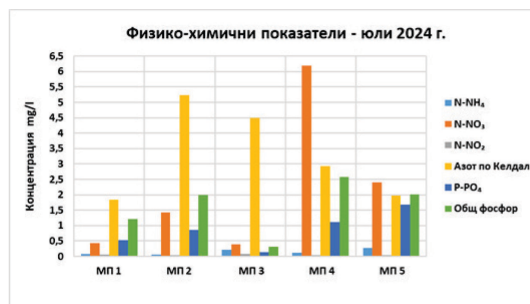
Код на водното тяло	Име на пункта и код на картата	Географски координати, °	
		N	E
BG2SE900L037	1.Бургаско езеро - център	42,51058	27,36760
BG2SE900L037	2.Бургаско езеро - запад	42,49312	27,34423
BG2SE900L037	3.Бургаско езеро - изток	42,48325	27,43816
BG2SE900R036	4.река Айтоска –	42,50860	27,33729

Код на водното тяло	Име на пункта и код на картата	Географски координати, °	
		N	E
BG2SE900R036	5.река Айтоска - Камено	42,57124	27,30883



Фиг. 1. Снимка на изследваните точки за мониторинг

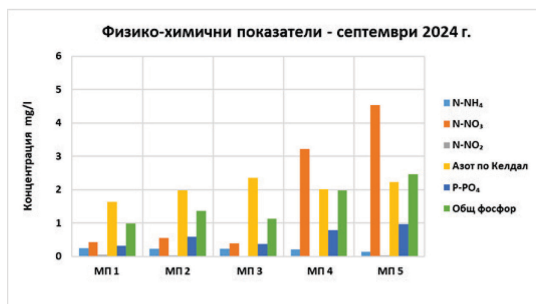
Показателите, които бяха определени в изследването са азот - амониев ( $\text{N-NH}_4$ ), азот - нитратен ( $\text{N-NO}_3$ ), азот - нитритен ( $\text{N-NO}_2$ ), азот по Келдал, ортофосфати ( $\text{P-PO}_4$ ) и общ фосфор ( $\text{P-tot}$ ). Измерените стойности са представени на фиг. 2 фиг. 3 и фиг. 4.



Фиг. 2. Физико-химични показатели за периода юли 2024 г.



Фиг. 3. Физико-химични показатели за периода август 2024 г.



Фиг. 4. Физико-химични показатели за периода септември 2024 г.

След обработка на резултатите става ясно, че през периода на изследването - юли, август и септември 2024 г. във всички точки, ортофосфатите (P-PO<sub>4</sub>) и общия фосфор (P-tot), са извън пределно допустимите стойности за състояние „умерено“ използвани в изследването (за „Черноморски типове езера с мезотрофни условия“ - L8 -Бургаско езеро и “Пресъхващи и черноморски типове реки” - L11- река Айтоска ) по Наредба Н-4/2012 г. (табл.3) [13].

Табл.3 Пределно допустими стойности на физико-химични параметри за качеството на повърхностни води за състояние „умерено“

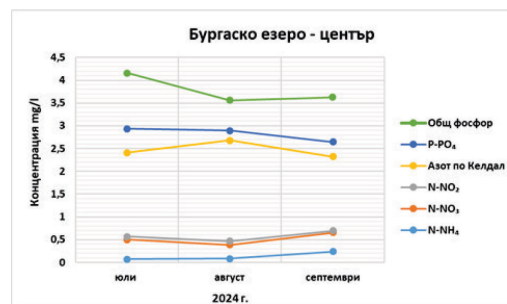
Показатели/mg/l	Бургаско езеро L8	Река Айтоска R11
N-NH <sub>4</sub>	> 0,3	> 0,3
N-NO <sub>3</sub>	> 2,0	> 2,0
N-NO <sub>2</sub>	> 0,06	> 0,06
P-PO <sub>4</sub>	> 0,06	> 0,15
Общ фосфор	> 0,06	> 0,3

Отклонение в стойностите през месец юли 2024 г има в т. 3 - Бургаско езеро – изток, за N-NO<sub>2</sub> - 0,078 mg/l при норма 0,06 mg/l, P-PO<sub>4</sub> - 0,14 mg/l при норма 0,06 mg/l и P-tot - 0,32 mg/l при норма 0,06 mg/l, и т. 4 река Айтоска – устие превишение на N-NO<sub>3</sub> - 6,2 mg/l при норма 0,06 mg/l, P-PO<sub>4</sub> - 1,12 mg/l при норма 0,15 mg/l и P-tot 2,57 mg/l при норма 0,3 mg/l. През месец август във всички точки от изследването стойностите на N-NO<sub>2</sub> са извън пределно допустимите стойности. През месец септември 2024 г. в т. 4 река Айтоска - устие превишение на N-NO<sub>3</sub> - 3,22 mg/l и в т. 5 река Айтоска - Камено съответно 4,54 mg/l при норма 2,0 mg/l.

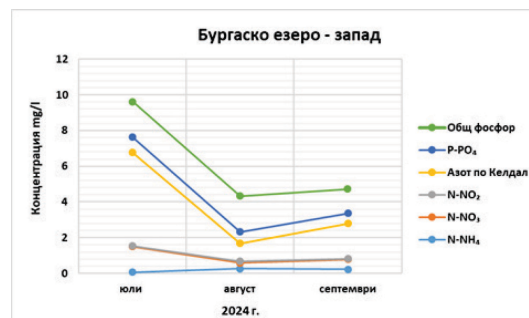
Най- високи са концентрациите на азот по Келдал през месец юли 2024 г., в пункт Бургаско езеро - запад 5,23 mg/l и Бургаско езеро - изток 4,49 mg/l.

Наблюдаваните отклонения от пределно допустимите стойности на показателите не са достатъчни, за да се определи дали е настъпила евтрофикация във водното тяло, тъй като процеса е сложен и обхваща множество променливи компоненти [14].

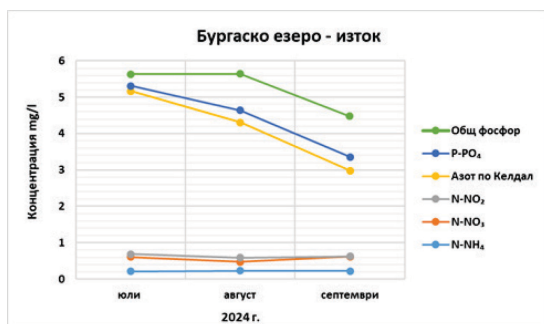
Направено е и разпределение на замърсителите във водните екосистеми, което е представено на фиг. 5, фиг. 6, фиг. 7, фиг. 8, и фиг. 9. На база графичната интерпретация на резултатите се наблюдава намаляване на ортофосфатите и общия фосфор от юли до септември във всички точки. Това вероятно е сезонна тенденция дължаща се на намален земеделски отток или промени в динамиката на водния поток. Забелязва се, че ортофосфатите и общия фосфор в двете точки на река Айтоска надвишават тези на Бургаско езеро, това е индикация за внасянето на допълнителен товар от фосфор от реката към езерото.



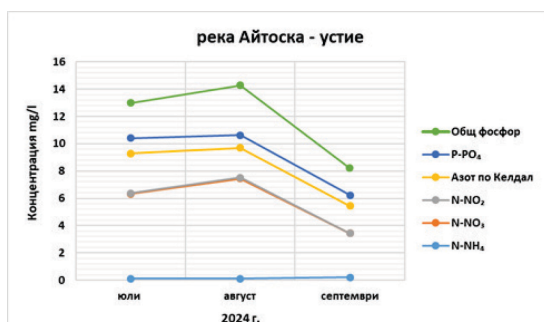
Фиг.5 Разпределение на физико-химични показатели юли, август, септември 2024 г за точка 1.



Фиг.6 Разпределение на физико-химични показатели юли, август, септември 2024 г за точка 2.



**Фиг.7** Разпределение на физико-химични показатели юли, август, септември 2024 г за точка 3.



**Фиг.8** Разпределение на физико-химични показатели юли, август, септември 2024 г за точка 4.



**Фиг.9** Разпределение на физико-химични показатели юли, август, септември 2024 г за точка 5.

Повишените стойности на ортофосфатите и общия фосфор през целия период на изследване (юли, август, и септември 2024 г.) във всички точки, могат да се обяснят с вероятно внасяне на хранителни вещества от постоянен източник на замърсяване съчетано с по - високите температури през летния период засилващи биологичните процеси в повърхностните води, които могат да доведат до еутрофикация. За мезотрофни езера както е класифицирано Бургаско езеро нормалните нива на азот по Келдал са в

диапазона 0,5-1,5 mg/l, които са подходящи за поддържане на балансирания растеж на висшата водна растителност без това да води до екстремна еутрофикация във водната екосистема.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На база получените резултати могат да се направят следните обобщения:

- 1) Повишените стойности на показателите - ортофосфати, общ фосфор, азот по Келдал и азот - нитритен в точка 3 - Бургаско езеро - изток през месец юли 2024 г. показват обогатяване на участъка с хранителни вещества от лесно достъпен източник на антропогенно замърсяване - обикновено селскостопански отток или зауствания на отпадни или промишлени води.
- 2) Високите стойности на Азот по Келдал през месец юли 2024 г. отчетени в точка 2 - Бургаско езеро - запад 5,23 mg/l и точка 3 - Бургаско езеро - изток - съответно 4,49 mg/l, показват излишък на азот, съчетано с излишък на фосфор, който е установен в двете точки, което би довело до изчерпване на кислорода и респективно до неблагоприятни промени в биоразнообразието на водните екосистеми.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящият доклад е изготвен с финансовата помощ на Община Бургас по Фонд "Наука" като част от „ПОДКРЕПА НА МЕЖДУНАРОДНИ, НАЦИОНАЛНИ И РЕГИОНАЛНИ НАУЧНИ ФОРУМИ, МАЙСТОРСКИ КЛАСОВЕ И НАУЧНОПРИЛОЖНИ ПРОЕКТИ, ПРОВЕЖДАНИ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА БУРГАС“, за проект № НППО-1 „Определяне на азот в повърхностни води по Метода на Келдал“.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Water Framework Directive 2000/20 /EU/, <https://www.moew.government.bg/>, Accessed on 2024-10-29.
- [2] River basin management plan in the Black Sea region for basin management 2022-2027

- (draft), [www.bsbd.bg](http://www.bsbd.bg) , Accessed on 2024-10-29.
- [3] Ustaoglu F, Tepe Y, Taş B. Assessment of stream quality and health risk in a subtropical Turkey river system: A combined approach using statistical analysis and water quality index. *Ecological indicators*, vol.113, 2020, 105815. doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105815.
- [4] Grigorova G. Prevention for the production of quality and healthy dairy products. physico-chemical and microbiological analyses from an interlaboratory comparison of raw cow's milk, International Scientific Conference "Education, Science, Economics and Technology" *Industrial Technologies*, vol. X. (1), 2023, p 15-17, ISSN 1314-9911.
- [5] Grigorova G, Yordanova G, Nenkova R. Determination of body mass index and the amount of Fatty tissue. *Healthy diet, Black Sea Journal of Medicine and Public Health*, vol.1, 2023, p 1-6, ISSN 2738-8654.
- [6] Han W, Zhang E, Sun W, Lin Q, Meng X, Ni Z, Ning D, Shen J. Anthropogenic activities altering the ecosystem in Lake Yamzhog Yumco, southern Qinghai-Tibetan Plateau, *Science of The Total Environment*, vol. 904, 2023, 166715, ISSN 0048-9697, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166715.
- [7] Zhang J, Pei Y, Yi Q, Chen Y, Zhang T, Wenqing Shi, Particulate and water-mobilizable phosphorus from a watershed with a plain river network contributes equal amounts of algal available phosphorus to its downstream lake, *Science of The Total Environment*, vol. 932, 2024, 173047, ISSN 0048-9697.
- [8] Nasir KM, Mohammad F. Eutrophication: challenges and solutions. *Eutrophication: Causes, Consequences and Control*, vol. 2, 2014, p 1-15.
- [9] Pang L, Sun Y, Yue Y, et al. Stability of Aquatic Nitrogen Cycle Under Dramatic Changes of Water and Sediment Inflows to the Three Gorges Reservoir, *Geohealth*. 2022, doi:10.1029/2022GH000607.
- [10] Wang H, Shen Z, Guo X. Et al. Ammonia adsorption and nitrification in sediments derived from the Three Gorges Reservoir, China, *Environ Earth Sci* 60, 2010, p 1653–1660, <https://doi.org/10.1007/s12665-009-0299-7>.
- [11] Hicks TD, Kuns CM, Raman C, Bates ZT, Nagarajan S. Simplified Method for the Determination of Total Kjeldahl Nitrogen in Wastewater. *Environments*, 2022, 9(5):55.
- [12] Sutton MA, Howard CM, Erisman JW, Billen G, Bleeker A, Grennfelt P, Grizzetti B. *The European Nitrogen Assessment: Sources, Effects and Policy Perspectives* Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2011.
- [13] Regulation No. H-4 of 14.09.2012 on characterization of surface waters, amended. and supplement, no. 67 of 08/04/2023, <https://www.moew.government.bg/>, Accessed on 2024-10-29.
- [14] Hillbricht IA, Szlakowska KI. Surface microlayer in lakes of different trophic status: nutrients concentration and accumulation, *Polish Journal of Ecology* 52.4, 2004, p 461-478.