

## ДИАГНОСТИКА НА ЕКОЛОГИЧНИЯТ ПОТЕНЦИАЛ В СИСТЕМАТА БЕЛОСЛАВСКО - ВАРНЕНСКО ЕЗЕРО И ОЦЕНКА НА СРЕДАТА СПОРЕД ЗООПЛАНКТОННИ ИНДИКАТОРИ

Кремена Стефанова

### BELOSLAV-VARNA LAKE SYSTEM DIAGNOSIS OF THE ECOLOGICAL POTENTIAL AND WATER QUALITY ASSESSMENT BASED ON ZOOPLANKTON INDICATORS

Kremena Stefanova

**Abstract:** Varna - Beloslav Lake Complex, located west from the Varna Bay at the North Bulgarian coast, since the beginning of the past century has been a subject of many human impacts as: digging of three navigational channels; activities a number of ports; dredging and etc. Thus, the lakes were identified as heavily modified water bodies on the base of the WFD principles. The aim of the study was to test the usefulness of Shannon Weaver index and rotifer abundance, biomass and species composition as indicators of trophic state of lakes. This contribution diagnoses the ecological potential of the modified lakes and evaluates the environment based on the proposed zooplankton indicators.

**Key words:** sea biology, zooplankton, Rotifera, classification system, Beloslav Lake, Varna Lake.

#### Увод:

В морските екосистеми, промените в структурата на съобществото и количествените параметри на малките, бързо възпроизвеждащи се организми, като планктона например, се разглеждат като най-ранните отговори на екосистемата на антропогенен стрес (Schindler, 1987). С промените в структурата на фитопланктона, първичната продукция, физико-химичните условия на средата в резултат на еутрофикацията и климатичните сигнали, последвалата реорганизация в зоопланктонните съобщества в Черно море пред българския бряг е добре документирана (Kamburska et al, 2003, Moncheva et al., 2008, Shiganova et al, 2008, Стефанова и кол., 2005, Михнева, 2011).

Системата Белославско езеро- Варненско езеро- Варненски залив е една от «горещите точки», характеризираща се с най-високите гъстота на населението по черноморското крайбрежие и развита туристическа дейност, водещи до претоварване на ГПСОВ. Според категориите водни тела (ВТ), съгласно Рамкова Директива за водите (РДВ), двете езера се определят като силномодифицирани, подложени на значително изменение на физическите характеристики, вследствие на човешката дейност (ПУРБ, 2009). За оценка на средата при тях не може да бъде приложен подхода за информация на налични референтни условия или максимален екологичен потенциал (МЕП). Качеството на средата се определя чрез екологичния потенциал в езерата, а това е потенциалът за възстановяване на добрия екологичен статус на значително модифицирани естествени водни тела или изкуствени такива (Приложение V, РДВ).

#### Материал и методика:

Материалите за настоящото изследване са събрани по време на 5 научно-изследователски експедиции в хидрологичния комплекс Белославско – Варненско езеро. Те са проведени през ноември 1999 г., март 2000 г, май-юни и август 2001 г., април- май 2002 г. Експедициите са осъществени на борда на НИК “Академик”, “Проф. А. Вълканов” и рибарски кораби “Св. Георги” и “Езгим”.

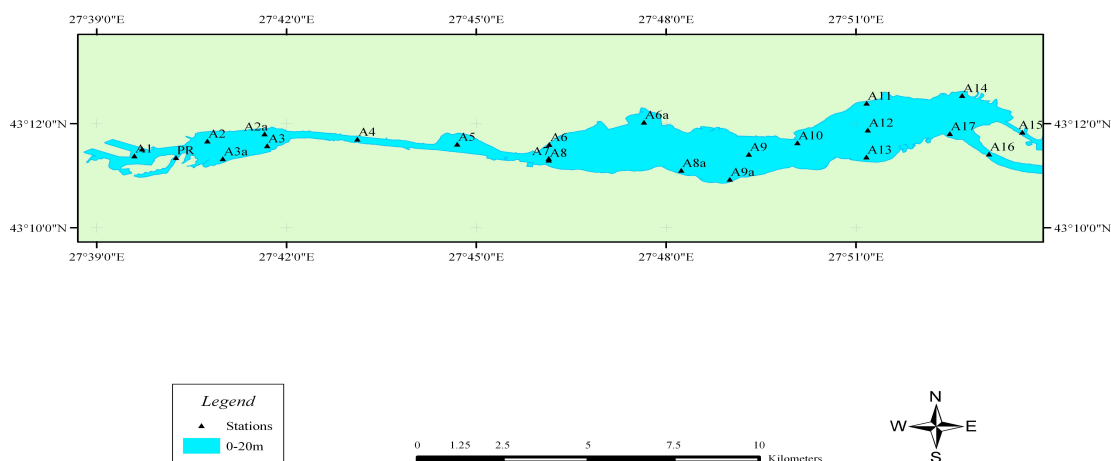
Пробовземането е извършено по определена мрежа от станции (Фигура 1). Събрани и обработени са 105 зоопланктонни количествени проби с незатваряща се малка Джели с диаметър

на челния отвор 14.5 см и газ с апретура 150 мкм. Видовият състав на зоопланктона се идентифицира по определители за Черно и Азовско море (Мордухай - Болтовски, 1968, 1969, 1972), а количеството на мезозоопланктона се определя по методика на Димов (1959). За определяне биомасата на мезозоопланктона се използват таблици на стандартните индивидуални тегла на видовете (Петипа, 1959).

В разработката е направен опит да бъде оценен екологичния потенциал на двете езера в периода 1999-2002 според предложените индикатори: индекс за биоразнообразие (Shennon Weaver) и модифициран интегриран индекс за трофност на средата (TSI<sub>ROT</sub>) на основа: i) численост на ротиферите, ii) биомаса на ротиферите, iii) отношение на биомаса към численост на ротиферите, iv) процент на микрофагите ротифери към общата численост на ротиферите. Крайната оценка се формира чрез осредняване на всички ротиферни индекси в един т.нар. трофичен ротиферен индекс (TSI<sub>ROT</sub>). Приложените формули (Ejsmont-Karabin, 2012) са като следва:

- 1) индекс на обща численост на Rotifera -  $TSIN\_ROT = 5.38 * \ln(N) + 19.28$
- 2) индекс на обща биомаса на Rotifera -  $TSIB\_ROT = 5.63 * \ln(B) + 64.47$
- 3) индекс на отношение биомаса:численост на ротифера –  $TSIB:N\_ROT = 3.85 * (B:N) - 0.318$
- 4) индекс на процент на бактериофагите към общата численост на Rotifera -  $TSIBAC\_ROT = 0.23 * BAC\% + 44.30$

При стойност на индекса TSI<sub>ROT</sub> под 45 средата е мезотрофна, при TSI<sub>ROT</sub> 45–55 мезо-еутрофна, 55–65 – еутрофна и над 65 – хипереутрофна (Ejsmont-Karabin, 2012). Ротиферния индекс е разработен и приложен за общо 74 димиктични и полимиктични езера в Полша с различна степен на трофност. Според автора индексите могат да бъдат успешно адаптирани за езера разположени в централна и северна Европа, а също така и в други райони.



Фигура 1. Карта на изследвания район и станции на пробонабиране в Белославско и Варненско езеро в периода 1999-2002 г.

Категориите екологичен потенциал са 4: добър (зелен цвят), среден (жълт цвят), нисък (оранжев цвят) и лош (червен). Потенциалът на средата е определен на база гранични стойности на индексите, изведени на принципа на РДВ и Екологичния коефициент за качество (Екологична Quality Ratio - EQR). Таблица 1 представя четири-степенната класификационна система за потенциала на средата с определени граници на трофичния индекс според Rotifera, съответно таблица 2 – според индекса за биоразнообразие на Shannon Weaver.

Станции, на които не е отчетено присъствие на ротифера не е дадена оценка по този индекс. За крайна оценка е приета стойността на индекса на Shannon Weaver.

Таблица 1 Класификация на екологичния потенциал според трофичен индекс на ротифера и граници на отклонение.

	добър	среден	нисък	лош
$TSI_{ROT}$	<45	45-55	55-65	>65
<b>EQR</b>	1	0.6	0.4	

Таблица 2. Класификация на екологичния потенциал според индекса Shannon Weaver и граници на отклонение.

	добър	среден	нисък	лош
$H'$	>2.5	2.5-1.5	1.5-1	<1
<b>EQR</b>	1	0.6	0.2	

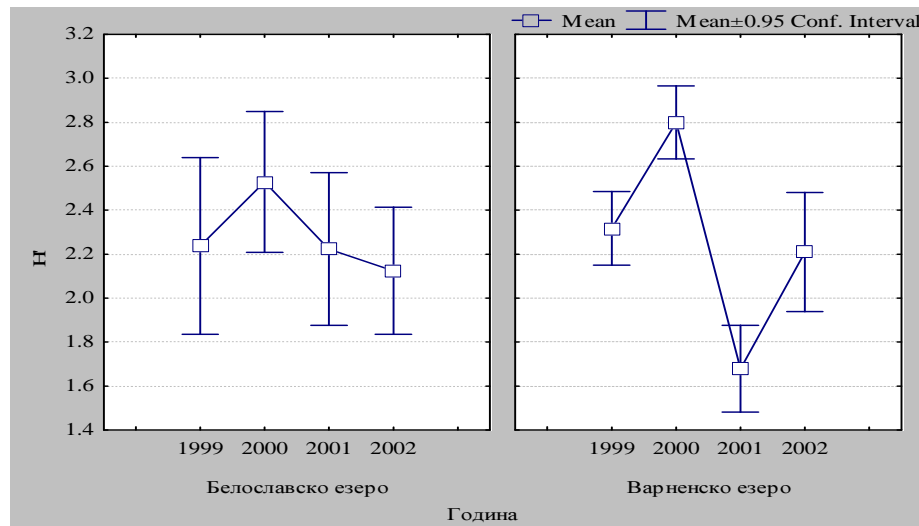
### Резултати и Дискусия:

През последните десетилетия е налице разработване и тестване на разнообразни биотични индекси за класификация на състоянието на езерната среда. Макар и зоопланктонът да не е включен като биологичен елемент за качество на средата в РДВ, в настоящето изследване са приложени принципите на директивата за определяне качеството на водите. Класификацията на трофността на езерата се базира на разделянето на трофичния континуум в поредица от категории, наречени трофични състояния. Видовете Rotifera, като опортюнисти, с висок темп на развитие, кратък жизнен цикъл, доказано реагират на промените в средата (Allan, 1976). Вариабилността в плътността и видовата застъпеност се регулират основно от по-ниските трофични звена - „bottom-up” въздействие и в много по-малка степен от по-горните нива („top-down”) в хранителната верига (Yoshida et al. 2003). Увеличаването на трофичния потенциал може да доведе до промени в числеността на ротифера, които корелират позитивно с трофичното състояние на средата (Трифенова и кол. 1986, Blancher 1984, Karabin 1985, Dawes et al. 1987, May and O’Hare 2005). Нарастването на общата биомаса на ротаториите като резултат от завишения трофичен потенциал при еутрофикация; води до нарастване ролята на малоразмерните ротифери основно бактериофаги в отговор на увеличаване биомасата на неусвоения фитопланктон, който попада в детритната хранителна верига (Ejsmont-Karabin, 2012, Sterzyński 1979, Karabin 1985). Всички тези особености на ротиферния комплекс ги прави добър индикатор за оценка на трофността на средата респективно за качеството на средата.

Според  $TSI_{ROT}$ , екологичната оценка на двете езера е предимно в границите на нисък потенциал, с малки изключения на станциите в близост до канала езеро-залив, класифицирани със среден екологичен потенциал. Ротиферния трофичен индекс определя средата във Варненско езеро като еутрофна ( $TSI_{ROT}=55-65$ ), а в Белославско между еутрофна и хипереутрофна, в 27% от случаите  $TSI_{ROT}>65$ . В Белославско езеро в голяма степен се оформят зони, които могат да бъдат класифицирани като хипереутрофни т.е с лош потенциал - ст. Варна-запад, р. Провадийска, ст. А3 (таблица 3).

Въпреки спада в индустриалната дейност и редуцирания натиск от химически комплекс Девня, ТЕЦ „Езерово” и стъklarски завод в Белослав, все още товаро-разтоварните активности на пристанище Варна-запад, дървеното пристанище, водите от р. Провадийска и намаления капацитет на ГПСОВ-Варна и Аспарухово, при непрекъснатото увеличаване броя на градското население поддържат състоянието на езерната екосистема в „ниско-лошо качество” на екологичния потенциал.

По индекса на биоразнообразие потенциалът на средата варира от добър до нисък, с изключение на А11 (лято 2001), определен с лош екологичен потенциал, където доминира един вид (80%), а именно *Acartia clausi*. Като цяло в Белославско езеро индексът през различните сезони се изменя в по-тесни граници в сравнение с Варненско езеро (фигура 2). За двете езера, добър екологичен потенциал, в над 66% от случаите е установен през зимата в резултат на изравненост на видовете вътре в съобществото. През лятото във Варненско езеро и през есента в Белославско езеро са най-ниските индекси на Шенон-Уивър. В Белославско езеро 85% от станциите показват среден потенциал. Екологичният потенциал във Варненско езеро е в рамките от добър до лош (таблица 3), като 52% са със среден потенциал, 27% - добър и 19% с лош. Летния сезон се оформя като критичен за средата в двете езера с доминиране на определени видове опортюнисти (*Brachionus rubens*, *B. plicatilis*, *Synchaeta vorax*, *S. baltica*, *Acartia tonsa*, *A. clausi*, *Pleopis polyphemoides*) в структурата на зоопланктона, рефлектиращо в по-нисък потенциал на средата.



Фигура 2. Индекс на Шанон-Уивър за периода 1999-2002 в Белославско и Варненско езеро.

**Изводи:**

Това изследване, базирано на зоопланктонния компонент, е опит да се направи оценка на екологичния потенциал на Белославско и Варненско езера въз основа на настоящите изследвания, получени след 1999 г. Категоризирането на крайбрежната и езерни акватории според зоопланктонните дескриптори е първоначално изследване, което търпи развитие и усъвършенстване с прилагането на нови метрични единици, както и със създаването на интегриран индекс, който да обединява и същевременно да изглажда различията на отделните индекси. Зоопланктонът може да бъде включен като съпътстващ компонент на БЕК-фитопланктон в мониторинга по РДВ, което предполага разработването и тестването на допълнителни индекси, отразяващи отношенията фитопланктон/зоопланктон. Също така чрез определяне структурата на меропланктона (ларви на бентосни организми) и процентното участие на отделните групи е възможно да се направи връзка с другия елемент за качеството – макрозообентос.

Таблица 3. Оценка на екологичния потенциал на езерната екосистема по станции според приложените зоопланктонни индикаторни категории за периода 1999-2002.

Година	Сезон	Станция	Н'	Статус	TSI <sub>rot</sub>	Статус	Екологичен потенциал
1999	есен	A1	1.9		65		
		Варна-Запад	2.0		60		
		A2	2.2		63		
		A3	2.5		65		
		A4	2.0		62		
		A5	2.9		63		
		A6	2.7		61		
		A6'	2.2		60		
		A7	2.6		59		
		A8	2.5		61		
		A8a	2.3		56		
		A9	2.0		58		
		A10	2.7		62		
		A11	2.7		63		
		A12	2.2		59		
		A13	2.1		58		
A14	2.1		62				
A15	2.1						
A16	2.0		55				
2000	зима	A1	2.2		58		
		Варна-Запад	2.2		56		
		р.Провалийска	2.1		54		
		A2	2.8		59		
		A3	2.8		76		
		A4	3.0		60		
		A5	2.7		60		
		A6	3.0		60		
		A7	3.2		62		
		A8	2.5		55		
		A9	2.5		56		
		A10	2.7		62		
		A11	2.8		60		
		A12	3.1		57		
		A13	2.8		56		
		A14	2.7		60		
A15	2.5		56				
A16	3.0		56				
2001	пролет	A2	2.1		65		
		A4	2.9		65		
		A6	2.2		64		
		A7	1.8		64		
		A8	2.0		64		
		A9	2.3		65		
		A10	2.4		62		
		A11	2.2		59		
	A13	2.1		64			
	A16	1.9		61			
	лято	A1	2.2		64		
		A2	2.2		63		
		р.Провалийска	2.5		69		
		A3	2.3		66		
		A4	2.3		60		
		A5	1.4		58		
		A6	1.4		59		
A6'		1.1					
A7		1.4					
A8	2.1		55				
A8'	1.5		55				
Рибарско селище	1.2		68				
A9	1.2						
A10	1.4						
A11	0.8						
A12	1.3						
A13	1.7						
A14	1.1						
A15	2.0						
A16	1.5						
A17	1.9						
2002	пролет	A1	2.3		65		
		A2	2.3		63		
		A2'	1.7		56		
		Варна-Запад	2.5		66		
		р.Провалийска	2.3		68		
		A3	2.4		66		
		A3'	2.3		66		
		A4	1.9		58		
		A5	1.4		59		
		A6	2.2		57		
		A6'	2.3		55		
		A7	1.9		55		
		A8	1.7				
		A8'	2.0				
		A9	1.5		60		
		A10	1.8		65		
		A11	2.3		62		
A13	2.5		61				
A14	2.6		66				
A15	2.1		63				
A16	3.1		63				
A17	2.7		62				

## Литература:

- [1]. Димов И., 1966. Зоопланктонът пред западните брегове на Черно море през периода 1960 - 1964. Трудове на ИРП - Варна, 6, 5 - 34.
- [2] Михнева В., 2011. Ролята на *Aurelia aurita* и *Mnemiopsis leidyi* при формиране на структурата и функционирането на зоопланктонното съобщество в западната част на Черно море. Дисертация за получаване на научна и образователна степен доктор, Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания – София, БАН, 162.
- [3] Мордухай-Балтовский, М. Д., 1968. Определитель фауны Черного и Азовского морей, том I, АНУССР – Киев, 424 стр.
- [4] Мордухай-Балтовский, М. Д., 1969. Определитель фауны Черного и Азовского морей, том II, АНУССР – Киев, 525 стр.
- [5] Мордухай-Балтовский, М. Д., 1972. Определитель фауны Черного и Азовского морей, том III, АНУССР – Киев, 338 стр.
- [6] Петипа, Т. С. 1959. Средний вес массовых представителей зоопланктона в Черном море. Тр. Сев. Ст. Акад. Наук СССР, 5, 13, 10 - 15.
- [7] ПУРБ, 2009. БДЧР – Варна; [www.bsbd.org/UserFiles/File/RAZDEL\\_1\(1\).pdf](http://www.bsbd.org/UserFiles/File/RAZDEL_1(1).pdf)
- [8] Стефанова, К., Тодорова, В., Камбурска, Л., Денчева, К. 2005. Екосистемата на Черно море пред българския бряг – проучване и съвременно състояние. – В. Петрова, А. (ред.), Съвременно състояние на биоразнообразието в България – проблеми и перспективи, Българска био платформа, София, 447-468
- [9] Трифонова И.С., Игнатиева Н.В., Маслевков В.В., Островская Т.А., 1986. Зависимость показателей летнего планктона от содержания биогенных элементов в мальких озерах Латвии с разным уровнем антропогенной эвтрофикации. Экология 5: 31–38.
- [10] Allan J.D. 1976 Life history patterns in zooplankton – Am. Nat. 110: 165–176.  
Blancher E.C. 1984. Zooplankton-trophic state relationships in some north and central Florida lakes. Hydrobiologia, 109: 251–263
- [11] Dawes C.J., Cowell B.C., Gardiner W.E., Scheda S.M. 1987. Limnological characteristics of two eutrophic and four mesotrophic lakes in west-central Florida. Intern. Revue ges. Hydrobiol. 72: 171–203.
- [12] Ejsmont-Karabin J., 2012, The usefulness of zooplankton as lake ecosystem indicators: rotifer trophic state index, Pol. J. Ecol. 60: 339-350
- [13] Kamburska L., Doncheva V., Stefanova K., 2003. On the recent changes of zooplankton community structure along the Bulgarian Black Sea coast-a post-invasion effect of exotic ctenophores interactions. Proceeding of 1-st International Conference on Environmental Research and Assessment, Bucharest, Romania, 69-85.
- [14] Karabin A. 1985. Pelagic zooplankton (Rotatoria+ Crustacea) variation in the process of lake eutrophication. I. Structural and quantitative features. Ecol. Pol. 33: 567–616.
- [15] May L., O'Hare M. 2005. Changes in rotifer species composition and abundance along a trophic gradient in Loch Lomond, Scotland, UK. Hydrobiologia, 546: 397–404
- [16] Moncheva S., Kamburska L., Stefanova K., Slabakova N., Mavrodieva R., 2008. Shifts in the Black Sea plankton communities: phenological response to climate forcing. BS-HOT Conference, 6-9 September, Sofia, Bulgaria, Abstract book
- [17] Shiganova T., Musaeva E., Araskievich E., Kamburska L., Stefanova K., Michneva V., Polishchuk L., Timofte F., Ustun F., Oguz T., Khalvashi M. 2008. The State of Zooplankton. In: BSC, 2008. State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7). Edited by Temel Oguz. Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008-3, Istanbul, Turkey, 448 pp (201-246).

Schindler, D.W. 1987. Detecting ecosystem responses to anthropogenic stress. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44(Suppl.1): 6–25.

[18] Sterzyński W. 1979. Fecundity and body size of planktic rotifers in 30 Polish lakes of various trophic state. *Ekol. Pol.* 27: 307–321.

[19] Yoshida T., Urabe J., Elser J.J. 2003. Assessment of ‘top-down’ and ‘bottom-up’ forces as determinants of rotifer distribution among lakes in Ontario, Canada – *Ecol. Res.* 18: 639–650.

**За контакти:**

гл. ас. Кремена Благовестова Стефанова  
Институт по Океанология – БАН, Варна  
Секция „Биология и екология на морето”  
Тел. 052/370 486  
e-mail: [stefanova@io-bas.bg](mailto:stefanova@io-bas.bg)