

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**



**ИНСТИТУТ ПО БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ЕКОСИСТЕМНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ**



**Отдел Водни екосистеми**

**СЪСТАВ И ДИНАМИКА НА ЗООПЛАНКТОНА В ЕЗЕРО СРЕБЪРНА ПРИ  
РАЗЛИЧЕН ХИДРОЛОГИЧЕН РЕЖИМ НА РЕКА ДУНАВ**

**ВЕСЕЛКА КАМЕНОВА ЦАВКОВА**

**ДИСЕРТАЦИЯ**

**за присъждане на образователна и научна степен**

**„доктор“**

Научна специалност: 01.06.11 „Хидробиология“

Научен ръководител: Доц. д-р ЛЪЧЕЗАР ПЕХЛИВАНОВ

**Автореферат**

София, 2023 г.

Защитата ще се състои на 30.06.2023 г. от 14.00 ч. в заседателната зала на ИБЕИ – БАН, на адрес: София, ул. „Майор Юрий Гагарин“ № 2

Научно жури:

Председател: проф. д.б.н. Бойко Георгиев (ИБЕИ-БАН)

Членове:

Проф. д-р Йордан Узунов (пенсионер)

Доц. д-р Димитър Кожухаров (БФ СУ „Св. Климент Охридски“ )

Доц. д-р Кремена Стефанова (ИО – БАН)

Доц. д-р Лъчезар Пехливанов (ИБЕИ – БАН) – научен ръководител на докторанта

Дисертационният труд съдържа 29 страници общ текст и приложение от 6 публикации по темата на дисертацията, съдържащи основните резултати. Литературният списък към общия текст съдържа 43 източника, от които 16 на кирилица и 27 на латиница.

### **Благодарности**

Бих искала да изкажа благодарност на моя научен ръководител доц. д-р Лъчезар Пехливанов, за неговото експертно ръководство и консултации по време на моята докторантура. Благодаря за предоставеният ми от него шанс и оказаното доверие!

Специални благодарности дължа на проф. дбн Бойко Георгиев за подкрепата и насоките, които ми даваше в годините.

Благодаря на проф. дбн Веселин Найденов за това, че ми даде смелост да работя зоопланктон и ми показа от къде да започна.

Благодаря на Merlijn Jоске, който ми помогна да подредя огромен масив от данни за статистически анализ.

Благодарности дължа на гл. ас. д-р Стефан Казаков за това, че винаги беше на разположение при решаването на научни проблеми и практически въпроси, свързани с моята работа и на доц. д-р Янка Видинова за коментарите, които направи върху текста и практическата помощ при оформяне на дисертацията.

Благодаря на колегите-докторанти Борислава Гьошева, Мила Ихтиманска, Моника Събева и на д-р Милена Павлова (ИБЕИ-БАН) за помощта, която ми оказаха при теренната и лабораторната работа и разбира се за приятелската подкрепа.

Благодаря на доц. д-р Теодора Тричкова – научен секретар на ИБЕИ-БАН за нейната отзивчивост, съвети и подкрепа.

Също така бих искала да благодаря на всички колеги от отдел „Водни екосистеми“ за топлото посрещане в Института, съветите и интересните дискусии в интересувашите ме области.

И накрая големи благодарности на родителите ми, на сестра ми, на съпруга ми и сина ни, които ме подкрепяха, мотивираха и вярваха в мен!

## Съдържание:

<b>I.</b>	<b>Увод.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>Хидробиологични проучвания на езерото: степен на проученост на зоопланктона и свързаните с него биологични елементи на водната екосистема.....</b>	<b>2</b>
	II.1. Зоопланктон.....	3
	II.2. Фитопланктон .....	4
	II.3. Планктонни бактериални съобщества.....	5
	II.4. Продукционни процеси.....	6
	II.5. Висша водна растителност.....	7
	II.6. Макрозообентос.....	8
	II.7. Ихтиофауна.....	9
<b>III.</b>	<b>Цел и задачи .....</b>	<b>11</b>
	III.1. Основно направление.....	11
	III.2. Цел.....	11
	III.3. Задачи.....	11
	III.4. Работна хипотеза.....	11
<b>IV.</b>	<b>Описание на обекта на изследване.....</b>	<b>12</b>
<b>V.</b>	<b>Материал и методи.....</b>	<b>13</b>
	V.1. Пунктове за пробонабиране.....	13
	V.2. Методи за събиране и анализ на зоопланктонни проби.....	20
<b>VI.</b>	<b>Резултати и дискусия.....</b>	<b>21</b>
	VI.1. Видов състав на зоопланктона.....	21
	VI.2. Структура на зоопланктонното съобщество и динамика на числеността и биомасата на различните таксономични и екологични групи в пространствен и времеви аспект.....	22
	VI.3. Фактори, определящи сезонната и годишната динамика на състава и обилието на зоопланктонното съобщество.....	22
<b>VII.</b>	<b>Заключение.....</b>	<b>23</b>
<b>VIII.</b>	<b>Приноси.....</b>	<b>25</b>
<b>IX.</b>	<b>Приложение (статии)</b>	

## **I. УВОД**

Езерото Сребърна е защитена територия с висока национална и международно призната конзервационна значимост. Въпреки, че през втората половина на ХХ век е подложено на значителен антропогенен натиск, ез. Сребърна остава най-добре запазената крайдунавска влажна зона по протежение на българския участък от р. Дунав.

Зоопланктонното съобщество е ключов структурен и функционален елемент за езерните екосистеми. Зоопланктонът е свързващо звено при преноса на енергия между първичните продуценти в пелагиала, както е фитопланктонът и вторичните консументи, каквито са рибите и някои водни безгръбначни. Неговото състояние оказва влияние върху популациите и на други групи водни и водолюбиви организми, в т. ч. такива с конзервационна значимост. Заедно с това, данните за състава и структурата на зоопланктонното съобщество предоставят и ценна информация за състоянието на лентичните екосистеми и динамиката на различни форми на антропогенен натиск и въздействия, тъй като промените в състава и структурата на зоопланктонното съобщество отразяват измененията в състоянието на водната екосистема като цяло, както в състоянието на отделни нейни компоненти.

Въпреки, че в резултат от дългогодишните изследвания е събран значителен масив от данни за състава и промените на зоопланктонното съобщество през различни периоди от развитието на езерната екосистема, досега не е направен обобщен анализ относно състоянието и развитието му през периода след възстановяването на хидравличната връзка между езерото и р. Дунав. Такъв анализ е твърде актуален като научна база за оценка на резултатите от досегашните дейности за възстановяване и опазване на екосистемата на езерото, като инструмент за проследяване на влиянието на глобалните климатични промени и не на последно място – като част от информационното осигуряване за разработване и прилагане на ефективни управленски решения в ПР „Сребърна“.

## **II. ХИДРОБИОЛОГИЧНИ ПРОУЧВАНИЯ НА ЕЗЕРОТО: СТЕПЕН НА ПРОУЧЕНОСТ НА ЗООПЛАНКТОНА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕГО БИОЛОГИЧНИ НА ВОДНАТА ЕКОСИСТЕМА**

### **II.1. Зоопланктон**

Първите данни за зоопланктона на ез. Сребърна са от 1909 г. (Шишков, 1909), а по-късно данни за планктонни Rotatoria от езерото Сребърна са съобщени от Консулов (1912). При условия на андигиран десен бряг на р. Дунав, Найденов (1965) съобщава 21 вида Branchiopoda и Copepoda. Обобщавайки информацията за състава на зоопланктона в езерото Найденов (1984) изброява и редица ротиферни видове, като посочва, че зоопланктонът на езерото Сребърна има основно ротиферно-копеподен характер. Краева (1992) определя състава и сезонната динамика на зоопланктона в резервата, като е определила 9 вида Rotatoria и 8 вида Crustacea, а освен това привежда и първите количествени данни за ценозата. По-късно (1999 г.) с изследванията във връзка с разработването на първия План за управление на ПР „Сребърна“ започват по-системни наблюдения върху развитието на зоопланктона в езерото Сребърна, които се организират като част от изпълнението на комплексен екологичен мониторинг и различни научноизследователски проекти.

Информацията за видовото богатство на зоопланктона в езерото Сребърна преди възстановяването на хидравличната връзка с р. Дунав е обобщена от Naidenow (1998a, b), който въз основа на всички налични данни съобщава 49 вида зоопланктонни организми, от които 18 вида ротифери, 14 вида копеподи и 17 вида кладоцери.

Изследванията след 2000 г. проследяват процесите на възстановяване и развитие на зоопланктонното съобщество като елемент от водната екосистема на ез. Сребърна във връзка с режима на заливане и други фактори на средата след възстановяването на хидравличната връзка с р. Дунав (Pehlivanov et al., 2012).

Зоопланктонът като елемент от езерната екосистема се формира и развива във взаимодействие с другите компоненти на биотата, преди всичко фитопланктона, бактериопланктона, макрозообентоса и ихтиофауната. Затова изследванията върху зоопланктонното съобщество са интегрална част от хидробиологичните изследвания, провеждани в екосистемата на влажната зона.

## **II. 2. Фитопланктон**

За пръв път данните от изследвания върху фитопланктона на езерото Сребърна са обобщени от Stoyneva (1998). Отбелязва се, че дотогава в езерото са установени 125 таксона на видово и подвидово ниво. За периода 2002-2007 г. се съобщават общо 178 таксона на видово и подвидово ниво (Beshkova et al., 2012; План за управление на ПР „Сребърна“, 2016). След 2007 г. промените в състоянието на фитопланктона на езерото Сребърна са проследени от Beshkova et al. (2008, 2009, 2010) и Cheshmedjiev et al.

(2010). Анализираният данни за фитопланктона на резервата за периода 2004-2014 г. показват, че по отношение на общия видов състав, както и на общия брой видове не се наблюдават съществени изменения.

Общата биомаса на фитопланктона показва значителна вариабилност през годините, която силно се влияе от водното ниво и до 2007 г. с малки изключения (2005, 2006) е над нивото на хипертрофия по скалата на Likens (1975) (Beshkova et al., 2012; План за управление..., 2016). Beshkova et al. (2009) установяват, че съществува тясна връзка между процентното участие на цианопрокариотите и водните стоежи, респ. дълбочината на езерото, която пряко зависи от заливния режим.

Въз основа на наличните данни може да направи извод, че фитопланктонът на езерото като цяло е с постоянен видов състав, макар и някои от доминиращите форми да се различават през отделните периоди. Общата биомаса обаче, както и процентното участие на цианофиците силно се изменят и до голяма степен зависят от притока на вода от р. Дунав и съответно от водните стоежи в езерото. Прави впечатление, че през последните години, дори и при покачване на водното ниво, биомасата на фитопланктона и делът на цианофиците показват много високи стойности, които характеризират екологичния статус на езерото като „Лош“, според биологичния елемент за качество (БЕК) Фитопланктон, като елемент от класификационната система, нормирана в Наредба Н4 (2012). На фона на сравнително редовно заливане с дунавски води тези промени вероятно могат да се свържат с ниската проточност и продължаващото натрупване на органична материя на дъното на езерото.

### **II. 3. Планктонни бактериални съобщества**

Според наличната информация макар Сребърна в хидроморфологично отношение да е еутрофно езеро, микробиологични показатели характеризират условията в свободната вода като мезотрофни (Naumova, Kalcheva, 2012). Наличните данни показват, че бактериалният планктон е със стабилни и средно високи количествени показатели. Непосредствено влияние на навлизащата от Дунав вода върху бактериалния планктон засега не е доказано статистически. Резултатите от направените анализи показват, че общият брой на бактериите е в обратна корелация с рН и в права множествена корелация с концентрацията на разтворен кислород и температурата на водата. Корелации на бактериологичните параметри с числеността, биомасата и таксономичната структура на фитопланктона, достоверни за кратки периоди от време,

очертават динамични мутуалистични, а също и конкурентни взаимоотношения сред планктонните съобщества. Няма данни за оценка на връзката между бактериения планктон и зоопланктона в езерото.

#### **II. 4. Продукционни процеси**

Първичните продуценти към които се числят фитопланктонът, потопените макрофити и донякъде халофитите, играят централна роля в процесите на възстановяване на екосистемата на езерото Сребърна. Езерото се отнася към крайречните влажни зони, които са високопродуктивни. Високата продуктивност на ез. Сребърна се обуславя от относително малката дълбочина (под 6 m), значителния приток на биогени от р. Дунав и локалната водосборна област, както и от относително изолираният характер на езерото. Размерът на първичната продукция, като първостепенен фактор, определящ трофичното състояние на езерото, е тясно свързан с ефективността на нейното оползотворяване по хранителните вериги. Очевидно, значителна част от получената чрез фотосинтеза органика не се оползотворява по пасбищните хранителни вериги и затова поема по-дългият път на разграждане чрез детритните вериги. Това особено важи за биомасата, произведена от тръстиката (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.) и другите представители на висшата водна флора (*Thypha angustifolia* (L.), *Myriophyllum* sp., *Ceratophyllum* sp. и др.) (План за управление..., 2016; Valchev *et al.*, 2017). Тъй като връзката с реката е до голяма степен еднопосочна и изразена чрез притока на речни води без съществена възможност за изтичане на водните маси обратно към р. Дунав, във водното тяло на езерото прогресивно се натрупват значително количества трудно разградима по биологичен път органична материя.

Всички публикации, третиращи продуктивността и трофното състояние на езерото изтъкват връзката им с водните стоежи в езерото, като при тяхното повишаване се намаляват продуктивността и трофността и обратното – повишават се при намаляване на дълбочината (Kalchev *et al.*, 2007; Vasilev *et al.*, 2008; Kalchev *et al.*, 2012).

#### **II. 5. Висша водна растителност**

Обект на досегашните проучвания са видовият състав и ценотична структура на макрофитната растителност на езерото Сребърна. Първи данни за висшата водна флора в ез. Сребърна са публикувани от Петков (2011), но по-системно изучаване на флората



и растителността на резервата започват през 70-те и 80-те години на миналия век. Резултатите са отразени в някои критични бележки към българската флора на Йорданов (1946-1947) и Йорданов, Кочев (1973), които включват данни и фитоценологична характеристика на растителността на резервата (Кочев, 1987). Проучванията и публикациите на различни автори до края на XX век дават информация за наличието на около 270 вида висши растения на територията на резервата (Petrova, Velev, 1998).

До този момент са установени добре структурирани и устойчиви съобщества, които се отнасят към 27 асоциации на десет съюза от три класа според класификацията на Braun-Blanquet (Valchev *et al.*, 2012). Тази макрофитна растителност е основният елемент на местообитанието 3150 Естествени или полуестествени мезотрофни до еутрофни езера и блата с макрофитна растителност, което е обект на опазване като защитена зона BG 0000241 Сребърна от Националната екологична мрежа Натура 2000.

## **II. 6. Макрозообентос**

Първите резултати от проучвания върху промените в състоянието на макрозообентоса на езерото Сребърна след възстановяване на хидравличната връзка с р. Дунав са публикувани от Uzunov *et al.* (2001). При изследвания през периода 1997-1999 година са установени представители на 170 бентосни таксона. Отбелязва се, че изследванията през периода 1997-1999 регистрират известно обогатяване на макрозообентоса – при проучването са намерени 35 нови таксона в дънната безгръбначна фауна. Авторите установяват, че преобладаващи са вторично-водните видове (ларви на насекоми и/или имаго), докато първично водните организми (червеи, мекотели, ракообразни) се срещат по-рядко. По-късно изследванията върху макрозообентоса в езерото продължават с цел да се разкрият механизмите на формиране на съобществото и да се проследят факторите, управляващи процесите на възстановяване на водната екосистема на фона на съществуващия антропогенен натиск и глобалните климатични промени (Varadinova *et al.*, 2012).

Проучванията през периода 1998-2006 г. показват, че изменението на хабитатните характеристики, повлияни от хидрологичния режим са основните фактори за развитието на бентосните съобщества (Varadinova *et al.* 2011).

Проучвания, проведени през 2009-2011 г. проследяват сезонните изменения на макрозообентоса в различни местообитания (Borisova *et al.* 2014). За периода 2011-2012 г. Борисова (2014) потвърждава наличието на 66 таксона от известните до 2010, а други 11 таксона се съобщават за пръв път. Varadinova *et al.* (2012) очертават ясно изразени

пролетни максимуми, като промените в състава и структурата на МЗБ зависят от измененията на водните стоежи. Лимитиращи фактори са нестабилните жизнено условия в дънния субстрат, обусловени от натрупвания на недоразградена растителна органика и наличието на продължителни кислородни дефицити. Процентното отношение на главните таксономични групи през последователно проучвани периоди (1998-2006, 2011, 2012) потвърждава установените тенденции на постепенно обогатяване на МЗБ и нарастване на видовото му богатство (План за управление..., 2016).

## **II. 7. Ихтиофауна**

През периода след 1998 г. в състава на езерната ихтиофауна са установени 29 вида от 12 семейства. Видовият състав на рибното съобщество варира през годините, като направените анализи показват, че режимът на заливане от р. Дунав е водещият фактор, който пряко и/или косвено управлява състоянието на рибното съобщество (Pehlivanov *et al.*, 2005; Pehlivanov, Pavlova, 2009; Pehlivanov, Pavlova, 2012). Независимо от наблюдаваните промени обаче в структурата на езерната ихтиоценоза значима роля винаги играят видове, за които зоопланктонът е важен хранителен ресурс (Pehlivanov, Pavlova, 2012).

## **III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ**

### **III. 1. Основно направление**

Оценка на влиянието на различни екологични фактори върху състоянието на зоопланктонното съобщество чрез анализ на структурни и функционални параметри на съобществото в условията на различни, типични за езерото Сребърна, дискретни състояния на екосистемата, свързани с динамиката на заливния режим на р. Дунав.

### **III. 2. Цел:**

Целта на дисертационния труд е да се опишат и анализират съставът и структурата на зоопланктона в ез. Сребърна и тяхната динамика под влияние на различни фактори на средата.

### **III. 3. Задачи:**

- Определяне на таксономичния състав на организмите, изграждащи зоопланктонното съобщество в езерото;
- 3.2. Описание на структурата на зоопланктонното съобщество и проследяване на измененията в числеността и биомасата на различните таксономични и екологични групи в пространствен и времеви аспект;
- Разкриване на зависимостта на измененията в състава, структурата и обилието на зоопланктонното съобщество от релевантни фактори на средата – водно ниво на езерото, заливен режим, физични и химични параметри на водното тяло, динамика на фитопланктонното съобщество, обилие на висшата потопена водна растителност, състояние на популациите на потенциалните консументи.

### **III. 4. Работна хипотеза.**

Съвременният зоопланктон в езерото Сребърна има вторично алохтонен произход, като иницираща роля за развитието на съобществото след възстановяване на връзката с р. Дунав играе внасянето на планктонни организми при заливането на речната тераса с дунавски води. Сезонната и годишната динамика на зоопланктонното съобщество в езерото се управлява преди всичко от заливния режим на р. Дунав.

## **IV. ОПИСАНИЕ НА ОБЕКТА НА ИЗСЛЕДВАНЕ**

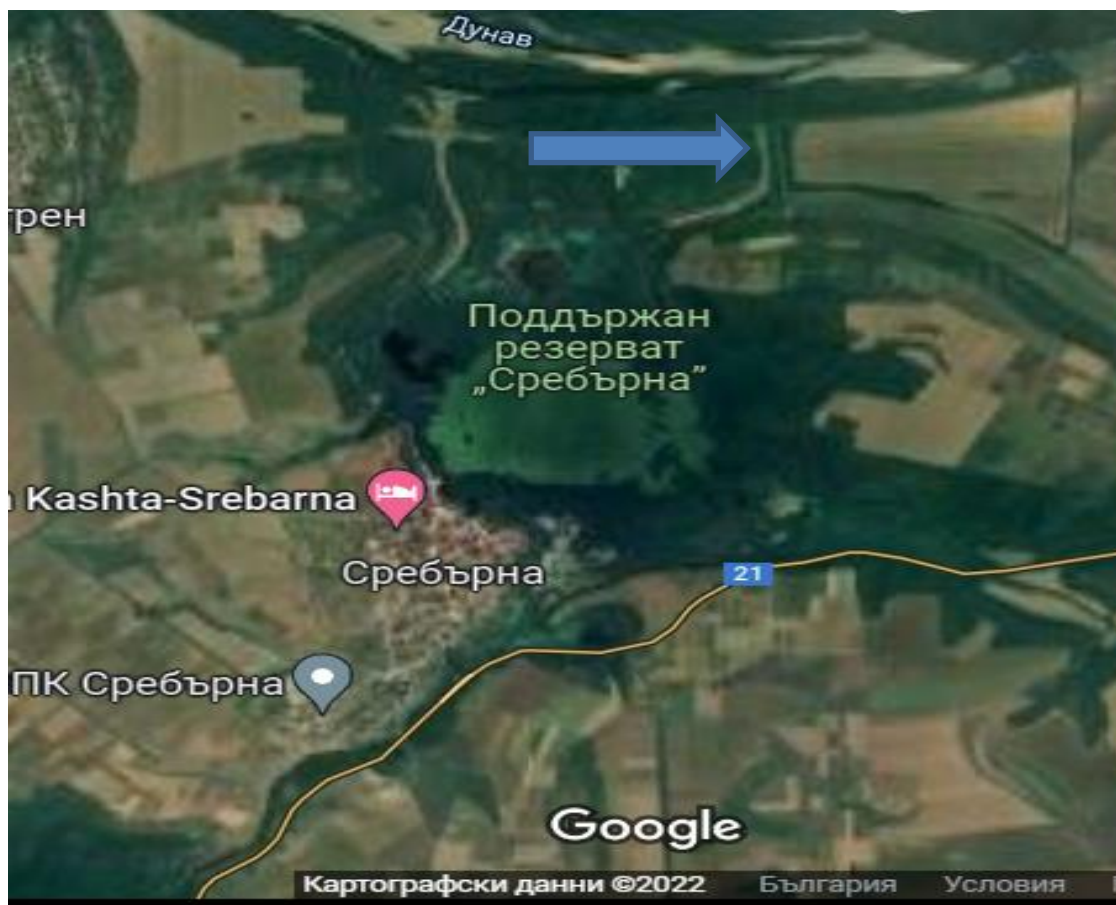
Според Иванов и др. (1964) Сребърна се определя като крайречно езеро (Иванов и др., 1964).

Според наличната информация (Vasilev et al., 2012), в историята на езерото Сребърна могат да бъдат разграничени 4 периода:

1. Преди 1948 г. – естествено състояние в периода преди изграждане на крайдунавската дига Силистра-Ветрен. Характеризира се със свободен приток на дунавски води по време на сезонните пълноводия. Сезонните заливания са осигурявали естествена връзка между езерото и р. Дунав, обмяна на организми и промиване на езерото от натрупаните наноси;
2. 1948-1978 г. – период на пълна изолация на езерото от р. Дунав. Характеризира се с постепенно натрупване на наноси, формиране на дебел

слой тиня и изплитняване на езерото, съпроводено с влошаване на хидрохимичните условия за водната фауна;

3. 1978-1994 – През 1978 г. в западния участък на резервата е част от дигата е разрушена, но този опит за възстановяване на връзката с р. Дунав не е особено успешен, тъй като до 90-те години само веднъж дунавски води навлизат в езерото. Една от причините за този неуспех е промененият режим на река Дунав, като резултат от изграждане на двата хидровъзела - Железни врата 1 (пуснат в действие през 1971 година) и Железни врата 2 (пуснат в експлоатация през 1985 година). Успоредно с това се променя и режимът на речния отток в българо-румънския участък на реката, който става регулиран. През същия период като резултат от стопанските дейности във водосбора значението на подхранването на езерото от реките Сребърненска и Кълнежа, както и на карстовите извори, отварящи се на дъното на езерото, е силно редуцирано. В крайна сметка, през този период негативните тенденции в развитието на водната екосистема се задълбочават;
4. След 1994 година – възстановена хидравлична връзка между езерото и р. Дунав посредством канала Драгайка в североизточната част на резервата (Фиг. 2, каналът е посочен със стрелка), което прави възможно почти ежегодно навлизане на дунавски води. Каналът регулира притока на вода от р. Дунав при високи води с два шлюза. При действащата схема за управление обаче няма повърхностен отток от езерото към р. Дунав и, съответно, няма възможност за естествено изнасяне на тинестите седименти, при което те продължават да се акумулират на дъното на езерото.



Фигура 1. Сателитно изображение на ез. Сребърна. Със стрелката е посочен каналът Драгайка, осигуряващ връзка с р. Дунав.

Понастоящем езерото заема обща площ около 902 ha, която включва един централен басейн (централно водно огледало – ЦВО) с площ около 120 ha и по-малки периферни водни басейни („локви“), повече или по-малко изолирани от централното водно огледало с обширни тръстикови масиви. Характерни за ез. Сребърна са плаващите тръстикови острови (т.нар. „кочки“), които при ниски водни стоежи са слабо прикрепени към дъното, а при високи води се отделят от него и се придвижват в различни посоки под въздействието на вятъра. Така при високи водни стоежи в езерото се наблюдава твърде динамична картина, като очертанията на периферните „локви“ и степента на тяхната свързаност с централното огледало постоянно се променят. Като цяло езерото се характеризира с малка дълбочина (до 3,3 м при много високи водни стоежи в р. Дунав), която се променя преди всичко в зависимост от режима на заливане от р. Дунав, но и от притока на повърхностни и подземни води от водосбора. Най-

големи дълбочини в езерото са измерени в северната част на ЦВО, при входа на канала към р. Дунав.

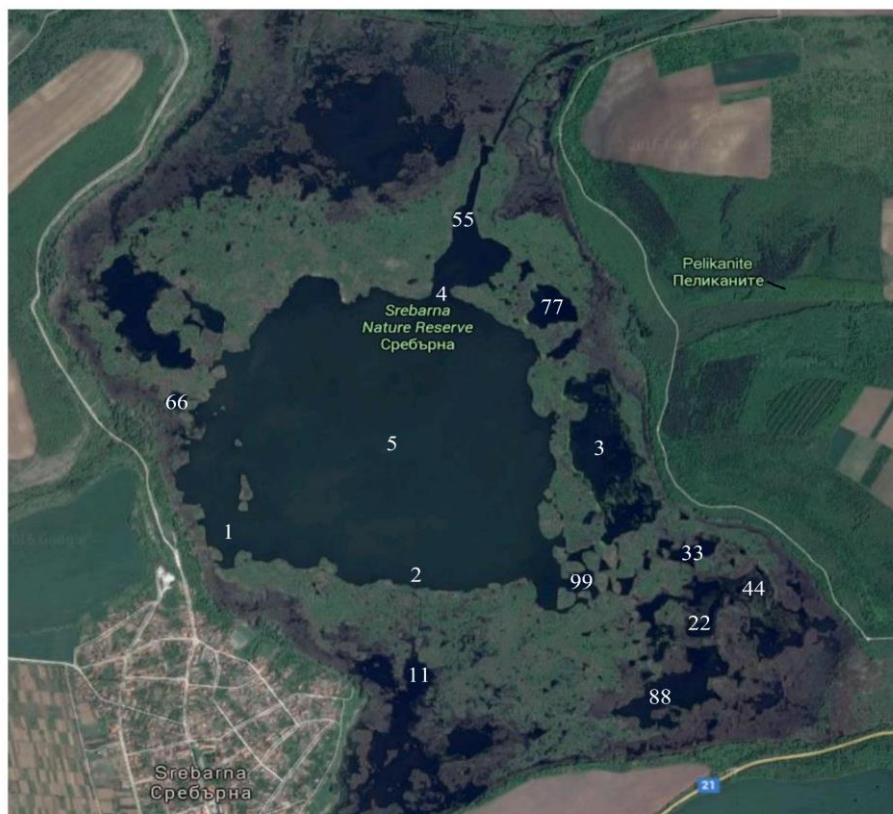
Почти по цялата площ на езерото дъното е покрито с дебел слой тиня, като в периферните части тя е смесена с голямо количество остатъци от тръстика и друга висша водна растителност. Само по протежение на част от канала Драгайка дъното е глинесто с малко тиня.

## V. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ.

### V. 1. Пунктове за пробонабиране.

За целта на изследването са определени 20 пункта за пробоземане, избрани така, че да характеризират определени типични участъци на водната екосистема (Фиг. 2).

Основните пробовземания са осъществени на 5 постоянни пункта, включени в схемата за комплексен екологичен мониторинг, провеждан от 2000 до 2011 г. и 15 допълнителни пункта, на които е изпълнено еднократно пробоземане при високи водни стоежи през 2006 г., които позволяваха достъп с лодка в периферната зона на езерото (Фиг. 2).



Фигура 2. Изображение на ез. Сребърна с посочени пунктове за полеви изследвания

Легенда:

- I. Пунктове, включени в схемата за комплексен екологичен мониторинг, провеждан от 2000 до 2011 г.):
- т. 1 (Дядо Янкова локва/Пристана) е в периферен басейн в западната периферия на резервата, с променлив в годините статут – след навлизане на големи количества вода от Дунав, тя се открива в посока към централното водно огледало (ЦВО);
  - т. 2 (Южен край) е разположена в южния край на ЦВО близо до тръстиковите масиви;
  - т. 3 (локва Камъка) е частично изолирана локва в Източния край на резервата, в която според непубликувана информация има карстов извор;
  - т. 4 (вход на канал Драгайка) е разположена в северния край на ЦВО. На тази точка са измерени най-големите дълбочини в езерото;
  - т. 5 (средата на ЦВО).
- II. Допълнителни пунктове, изследвани само при високи водни стоежи през 2006 г.:
- 11 (локва Върбан бозун – под селото)
  - 22 (локва Кълнежа)
  - 33 (локва Дълбока)
  - 44 (локва Дърветата)
  - 55 (локва Драгайка)
  - 66 (локва Червенка)
  - 77 (локва Габрица)
  - 88 (юго-западен край на локва Кълнежа)
  - 99 (ръкав изток-запад към локва Кълнежа)

Таблица 1: Режим на пробовземане през периода на изследванията

Година	Месец	1	2	3 <sup>1</sup>	4	5	11	22	33	44	55	66	77	88	99	юш	сд	т	в	о	я	
1999	6	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	7	*	*	*	*	*																
	8	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	9	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	10	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	11	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
2000	3	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	4	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	5	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	6	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	7	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																

	8	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	9	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	10	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	11	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
20011	3					*													
						+													
	5					*													
						+													
	6					*													
						+													
	7	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	8	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	9	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	10	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	11	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
2002	1					*													
						+													
	2	*	*			*	*												
	4	*	*			*	*												
		+	+			+	+												
	5	*	*			*	*												
		+	+			+	+												
	6	*	*			*	*												
		+	+			+	+												
	8	*	*			*	*												
		+	+			+	+												
	9	*	*			*	*												
		+	+			+	+												
	10	*	*			*	*												
		+	+			+	+												
	11	*	*			*	*												
		+	+			+	+												
2003	4	*	*	*	*	*	*												
		+	+	+	+	+	+												
	5	*	*	*	*	*	*												
		+	+	+	+	+	+												
	6	*	*	*	*	*	*												
		+	+	+	+	+	+												
	8	*	*	*	*	*	*												
		+	+	+	+	+	+												



	9	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	10	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	11	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
2004	2																			*		
																				+		
	3	*	*	*	*	*														*		
		+	+	+	+	+														+		
	4	*	*	*	*	*														*		
		+	+	+	+	+														+		
	5	*	*	*	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+	+	+	+													
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*												
		+	+	+	+	+	+	+	+	+												
	7	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	8	*	*	*	*	*																
		+	+	+	+	+																
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*												
		+	+	+	+	+	+	+	+	+												
						Ж																
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*												
		+	+	+	+	+	+	+	+	+												
	11					*																
						+																
2005	3	*	*	*	*	*														*		
		+	+	+	+	+														+		
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*											*	
		+	+	+	+	+	+	+	+	+										+	+	
	6	*		*	*	*	*	*		*												
		+		+	+	+	+	+		+												
	7	*		*		*	*	*		*												
		+		+		+	+	+		+												
	10			*				*	*	*												
				+				+	+	+												
	11	*		*		*																
		+		+		+																
2006	4	*		*		*	*	*	*	*										*	*	*
		+		+		+	+	+	+	+										+	+	+
	5	*		*		*																
		+		+		+																
	8			*	*	*																
				+	+	+																
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*												
		+	+	+	+	+	+	+	+	+												
	11	*				*																
		+				+																

2007	6	*	*		*	*													
		+	+		+	+													
	7	*	*		*	*													
		+	+		+	+													
	8	*	*		*	*													
		+	+		+	+													
	9	*	*		*	*													
		+	+		+	+													
	10	*	*		*	*													
		+	+		+	+													
2008	7	*	*		*	*													
		+	+		+	+													
	8	*	*		*	*													
		+	+		+	+													
	9	*	*		*	*													
		+	+		+	+													
	10	*	*		*	*													
		+	+		+	+													
2009	3														*				
															+				
	5	*	*		*	*				*					*				
		+	+		+	+				+					+				
	8	*	*		*	*				*									
		+	+		+	+				+									
	9	*	*		*	*				*									
		+	+		+	+				+									
2010	3														*				*
															+				+
	4	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	5	*	*		*	*									*	*			
		+	+		+	+									+	+			
	7	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	10	*	*		*	*				*	*	*	*						
		+	+		+	+				+	+	+	+						
2011	4	*	*	*	*	*				*									
		+	+	+	+	+				+									
	7	*	*		*	*				*									
		+	+		+	+				+									
	9	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													
	10	*	*	*	*	*													
		+	+	+	+	+													

<sup>1</sup> През някои периоди поради движението на плаващите тръстикови острови точка 3 не беше достъпна за пробонабиране.

Легенда: \* качествени проби, + количествени проби; пунктове, означени с числа – като на Фигура 2, пунктове, означени с букви: юш (Южен шлюз), сд (Съборена дига), т (рибарско селище Танасово), в (рибарска стоянка с. Ветрен), о („опашката“ на резервата), я (яма на брега на р. Дунав в северо-западния край на резервата).

## V. 2. Методи за събиране и анализ на зоопланктонните проби

Полевите изследвания обхващат периода от 1999 до 2011 година, вкл., в рамките на различни проекти, изпълнявани от ЦЛЮЕ/ИБЕИ по договори с ИАОС и с ФНИ.

Поради малката дълбочина на езерото и наличието на мобилни седименти зоопланктонни проби са събирани от повърхностния воден хоризонт с дълбочина 0,1-0,8 m чрез филтруване на 50 l вода през конусна планктонна мрежа тип Apstein от мелнично сито с размер на отворите  $86 \times 10^{-6}$  m. Пробите са събирани в пластмасови банки и са фиксирани за съхранение и последваща обработка с 4% формалин. Едновременно с пробонабирането на зоопланктон на същите точки са измервани физични и химични показатели на водата. С комбиниран уред „Multiline” на WTW са измервани: температура на водата, рН, електропроводимост и разтворен кислород. С диск на Sessi са определяни прозрачност на водата и максимална дълбочина на пунктовете.

На пунктовете за пробонабиране на зоопланктон с помощта на пластмасова тръба с диаметър 0,05 m от целия воден стълб са събирани проби за лабораторно измерване на хлорофил и на хидрохимични показатели (ХПК, БПК<sub>5</sub>, концентрация на разтворени фосфорни и азотни съединения, и силиций). Хидрохимичните проби са събирани чрез неколкосткратно вертикално потапяне на тръбата. Извадените водни количества са събирани в пластмасов съд и след хомогенизиране е отделяна еднолитрова проба за по-нататъшни анализи.

Лабораторната обработка на зоопланктонните проби включва таксономична детерминация на организмите да най-малкия възможен ранг (вид, подвид) и количествен анализ. Видовата детерминация на зоопланктонните организми в пробите е извършвана с помощта на бинокулярна лупа и микроскоп. За таксономичната детерминация на някои от ротиферите (представители на родовете *Asplanchna*, *Cephalodella*, *Conichiloides*, *Dicranophorus*, *Eucentrum*, *Notommata*, *Polyarthra* и *Synchaeta*) е използвано устройството на челюстния апарат, като меките тъкани са разграждани с КОН 30%.

Таксономичният статус на клодоцерите е определен според Мануйлова (1964), на циклопидите – според Monchenko (2003), на каланоидите – според Damian-Georgesku (1966) и на ротаториите (ротиферите) – според Кутикова (1970).

Количественият анализ е проведен в камера на Богоров, като първоначалната проба е доведена до  $100 \times 10^{-3}$  l, от които с щемпел-пипета е взет  $1 \times 10^{-3}$  l. След

изброяване, резултатите са умножени по коефициент, за да се приведат в екземпляри/1 m<sup>3</sup>. Теглата на ротиферите са определени по Численко (1968), а на ракообразните – по Модухай-Болтовской (Киселев, 1969, 1980). Събрани и обработени са общо 1151 зоопланктонни проби.

Хидрохимичните анализи са извършвани спектрофотометрично с апарат „Ultraspec 1000”.

Анализът на получените резултати е извършен с помощта на статистически методи. Връзката между основни характеристики на зоопланктонното съобщество (брой таксони (родове, видове, подвидове), средногодишни стойности на числеността и биомасата) и годишните изменения на някои фактори на средата (средна дълбочина на езерото, концентрация на азотни и фосфорни форми, численост на рибите) е анализирана с помощта на статистически пакет *Statistic 4.0 for Windows*. Корелации между сезонните (WD S) и годишните (WD Y) тенденции в дълбочината на езерото и видовото богатство на ротиферите (S ROT), видовото богатство на ракообразните (S CRU), обилието на ротиферите (A ROT) и обилието на ракообразните (ACRU) са тествани със STATISTICA 7. Въздействието на дълбочината на водата върху състава на зоопланктонното съобщество в сезонен и в годишен план е тествано с „анализ на излишъка“ (RDA) в софтуерен пакет CANOCO за Windows (v. 4.5). Въздействието на дълбочината на водата върху състава на зоопланктонното съобщество в сезонен и в годишен план е тествано с „анализ на излишъка“ (RDA) в софтуерен пакет CANOCO за Windows (v. 4.5). За анализ на времеви редове е използван статистически пакет pastecs в R среда, версия 1.3-11.

По-подробно статистическите методи за анализ на данните са описани в съответните статии (посочени в раздел „Резултати и дискусия“).

## VI. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

### VI. 1. Видов състав на зоопланктона

[Pehlivanov L., V. Tzavkova, W. Naidenow 2004. The metazoan plankton of the Biosphere Reserve Srebarna Lake \(NorthEastern Bulgaria\). – \*Lauterbornia\*, 49: 99-105.](#)

[Pehlivanov L., V. Tsavkova, M. Pavlova, S. Kazakov 2012. Zooplankton. – In: Uzunov Y., B. B. Georgiev, E. Varadinoiva, N. Ivanova, I. Pehlivanov, V. Vasilev \(Eds.\):](#)

[Ecosystems of the Biosphere Reserve Srebarna Lake. Prof. Marin Drinov Acad. Publ. House, Sofia, 77-92.](#)

**VI. 2. Структура на зоопланктонното съобщество и динамика на числеността и биомасата на различните таксономични и екологични групи в пространствен и времеви аспект**

[Tzavkova V., M. Jocque, L. Pehlivanov. 2016. Rotifer complexes in the plankton of the Srebarba lake \(Bulgarian Danube floodplain\). In: Proceedins of the Seminar of Ecology – 2016, with international participation, 21-22 April 2016, IBEI – BAS, Sofia, ISAN 979-853-476-132-4, 196-203.](#)

[Pehlivanov L., V. Tzavkova, V. Vasilev. 2006. Development of the zooplankton community in the Srebarna Lake \(North-Eastern Bulgaria\) along the process of ecosystem rehabilitation. – In: Proceedings 36th International Conference of IAD. Austrian Committee Danube Research / IAD, Vienna, ISBN 13: 978-3-9500723-2-7, 280-284 <https://www.oen-iad.org/conference/>](#)

**VI. 3. Фактори, определящи сезонната и годишната динамика на състава и обилието на зоопланктонното съобщество**

[Hiebaum G., V. Tsavkova, R. Christova, V. Vassilev \(2012\) Hydrochemistry and water quality. – In: Uzunov Y., B. B. Georgiev, E. Varadinoiva, N. Ivanova, I. Pehlivanov, V. Vasilev \(Eds.\) Ecosystems of the Biosphere Reserve Srebarna Lake. Prof. Marin Drinov Acad. Publ. House, Sofia: 197-212.](#)

[Pehlivanov L., V. Tzavkova, V. Vasilev. 2006. Development of the zooplankton community in the Srebarna Lake \(North-Eastern Bulgaria\) along the process of ecosystem rehabilitation. – In: Proceedings 36th International Conference of IAD. Austrian Committee Danube Research / IAD, Vienna, ISBN 13: 978-3-9500723-2-7: 280-284 \[https://www.oen-iad.org/conference/docs/6\\\_invertebrates/pehlivanov\\\_et\\\_al.pdf\]\(https://www.oen-iad.org/conference/docs/6\_invertebrates/pehlivanov\_et\_al.pdf\)](#)

[Pehlivanov L., V. Tsavkova, M. Pavlova, S. Kazakov 2012. Zooplankton. – In: Uzunov Y., B. B. Georgiev, E. Varadinoiva, N. Ivanova, I. Pehlivanov, V. Vasilev \(Eds.\)](#)

[Ecosystems of the Biosphere Reserve Srebarna Lake. Prof. Marin Drinov Acad. Publ. House, Sofia: 77-92.](#)

[Tsavkova, V. & S. Kazakov. 2020. Changes of zooplankton Community in the Shallow Floodplain Lake Srebarna \(NE Bulgaria\) Associated with Seasonal and Long-term Water-level Fluctuations. Acta Zool. Bulg. 72 \(3\): 000-000. 1-18.](#)

## VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Потвърждава се хипотезата, че съвременното зоопланктонно съобщество, формирано в езерото Сребърна след възстановяването на хидравличната връзка с р. Дунав, има вторично алохтонен характер. Прави впечатление слабото присъствие на много разпространени в нашата страна видове, родове и дори цели семейства, които са регистрирани при предишни изследвания в пелагиала на езерото. Това се отнася най-вече за семейства и родове от подразред Calanoida, които са широко разпространени в блатата край р. Дунав и по островите пред целия български бряг. През периода на изследванията (1999 – 2011 г.) средногодишната плътност и биомаса на зоопланктона показват значителни годишни вариации, като най-висока плътност е регистрирана през 2005 г., а най-висока биомаса – през 2010 г. Регистрираните максимални стойности са неколкостранно по-ниски отколкото през 1992 г. Тази разлика може да се обясни като резултат от комплексното влияние на различни фактори: деградацията на водната екосистема в началото на 90-те години на миналия век, промените в доминантната структура на зоопланктонното съобщество и нарасналата динамика на водното тяло вследствие по-честото прииждане на дунавски води. Периодът 2004-2006 г. се откроява с най-голямо таксономично богатство. Едновременно с измененията в общото обилие на зоопланктона се наблюдава значителна изменчивост на относителната плътност и биомаса (в %) на основните таксономични групи.

Резултатите от извършените изследвания върху състава и динамиката на зоопланктонното съобщество в ез. Сребърна след възстановяването на хидравличната връзка с р. Дунав, позволяват да бъдат формулирани следните **изводи**:

1. Иницираща роля в ранния етап на възстановяването на зоопланктона в езерото играе преносът на организми от р. Дунав, но по-късно неговото влияние намалява. Биологичният дрифт, особено при прииждане на много високи дунавски води, си запазва ролята за периодичното обогатяване на видовия

състав на езерния зоопланктон. Последващото развитие на зоопланктонното съобщество се управлява главно от непрякото влияние на заливния режим чрез промените на параметрите на средата.

2. В състава на съвременното зоопланктонно съобщество преобладават еврибионтни видове. С най-високо видово богатство се характеризират ротиферите. Сезонните изменения в обилието на зоопланктона отразяват главно динамиката при ротиферите и копеподите. Клагоцерното съобщество има изключително непостоянен, пулсиращ състав и количество през изследвания период.
3. Високото видово богатство на ротиферния планктон свидетелствува за продължаващ процес на еутрофикация на езерото, който се потвърждава от установените концентрации на азотните и фосфорните съединения във водния стълб, както и от вертикалното разпределение на концентрациите на разтворения кислород във водата.
4. В структурата на зоопланктонното съобщество се формират динамични комплекси от ротифери, състоящи се от два и повече рода, представени от по два и повече рода, вида и/или подвида (по Кутикова). В течение на годишния цикъл се наблюдават промени в броя и състава на таксоните, формиращи тези комплекси.
5. Динамиката на зоопланктонното съобщество е пряко и косвено свързана с динамиката на заливане на езерото от р. Дунав. Зависимостта от заливния режим е много по-добре изразена в годишен аспект, отколкото в сезонен.
6. Значима отрицателна корелация ( $R = -0,63776$ ;  $P < 0,05$ ) се проявява между динамиката на водното ниво и промените на общата биомаса на зоопланктона една година по-късно. Подобна зависимост се установява за плътността на копеподите ( $R = -0,6406$ ;  $P < 0,05$ ) и на кладоцерите ( $R = -0,409$ ;  $P < 0,05$ ), макар че последната е много по-слабо изразена.
7. При прилагане на статистически анализ, включващ параметрите на зоопланктона, както и на други параметри на водната среда (температура, максимална дълбочина, прозрачност по Secchi, химичен анализ на биогени, продукционни пигменти, първична продукция) е установено, че сезонната динамика на зоопланктонното съобщество на ез. Сребърна, което е

полимиктично, следва динамиката на PEG-модела на димиктичните езера от умерения пояс. Такъв тип сезонна динамика тук се определя главно от комбинираното влияние на сезонните изменения на водните стоежи и температурата на водата.

8. Сезонните изменения на видовото богатство при ротиферите и ракообразните са сходни, докато измененията на обилието при двете групи са огледални – при високо обилие на ротиферите се наблюдава минимум при ракообразните и обратното.
9. Трофичните взаимоотношения „отгоре-надолу“, чрез хищническата преса от страна на дребните всеядни риби, е главният биотичен фактор, който пряко засяга общото обилие и структурата на ракообразния планктон, особено на кладоцерите. Въздействието „отдолу-нагоре“ чрез трофичните ресурси е значително по-слабо изразено и се проявява главно в сезонен аспект като допълващ фактор;
10. Високата изменчивост на видовия състав и обилието свидетелстват, че зоопланктонното съобщество в ез. Сребърна остава все още нестабилно. Средногодишните стойности на индекса за варибилност на общата биомаса на зоопланктона свидетелствуват за силно изразена вътрешногодишна нестабилност на условията на средата, свързана с твърде изменчивият заливен режим на река Дунав и продължаващия процес на еутрофикация поради натрупването на разтворени азотни и фосфорни съединения, внасяни от р. Дунав.

#### **Списък на публикациите на кандидата по темата на дисертацията:**

1. Pehlivanov L., V. Tsavkova, W. Naidenow. 2004. The metazoan plankton of the Biosphere Reserve Srebarna Lake (NorthEastern Bulgaria). – *Lauterbornia*, 49: 99-105.
2. Pehlivanov L., V. Tsavkova, V. Vasilev. 2006. Development of the zooplankton community in the Srebarna Lake (North-Eastern Bulgaria) along the process of ecosystem rehabilitation. – In: Proceedings 36th International Conference of IAD. Austrian Committee Danube Research / IAD, Vienna, ISBN 13: 978-3-9500723-2-7, 280-284 [https://www.oen-iad.org/conference/docs/6\\_invertebrates/pehlivanov\\_et\\_al.pdf](https://www.oen-iad.org/conference/docs/6_invertebrates/pehlivanov_et_al.pdf)
3. Pehlivanov L., V. Tsavkova, M. Pavlova, S. Kazakov. 2012. Zooplankton. – In: Uzunov Y., B. B. Georgiev, E. Varadinoiva, N. Ivanova, I. Pehlivanov, V. Vasilev (Eds.): Eco-



systems of the Biosphere Reserve Srebarna Lake. Prof. Marin Drinov Acad. Publ. House, Sofia, 77-92.

4. Hiebaum G., **V. Tsavkova**, R. Christova, V. Vassilev. 2012. Hydrochemistry and water quality. – In: Uzunov Y., B. B. Georgiev, E. Varadinova, N. Ivanova, I. Pehlivanov, V. Vasilev (Eds.): Ecosystems of the Biosphere Reserve Srebarna Lake. Prof. Marin Drinov Acad. Publ. House, Sofia, 197-212.
5. **Tzavkova V.**, M. Jocque, L. Pehlivanov. 2016. Rotifer complexes in the plankton of the Srebarba lake (Bulgarian Danube floodplain). In: Proceedins of the Seminar of Ecology – 2016, with international participation, 21-22 April 2016, IBEI – BAS, Sofia, ISAN 979-853-476-132-4, 196-203.
6. **Tsavkova, V.** & S. Kazakov. 2020. Changes of zooplankton Community in the Shallow Floodplain Lake Srebarna (NE Bulgaria) Associated with Seasonal and Long-term Water-level Fluctuations. *Acta Zool. Bulg.* 72 (3): 000-000. 1-18.

#### **Списък на цитиранията на публикациите по дисертацията:**

1. **Pehlivanov L., V. Tsavkova, W. Naidenow (2004). The metazoan plankton of the Biosphere Reserve Srebarna Lake (NorthEastern Bulgaria). – *Lauterbornia*, 49: 99-105.**

Цитирана в:

- 1.1. Fikovska E., D. Kozuharov, M. Stanachkova (2022). Influence of some environmental factors on the distribution of zooplankton complexes in Mandra Reservoir, in Southeastern Bulgaria. *BioRisk*, 21, 17: 343-55.
- 1.2. Borisova, P., E. Varadinova, M. Kerakova, S. Kazakov, S. Stoichev, Y. Uzunov, L. Pehlivanov (2014). Seasonal changes in benthic communities of the Srebarna Lake (Northeast Bulgaria): Habitat perspective. *Acta zoologica bulgarica*, 66 (2), pp. 239-245.
- 1.3. Борисова, П. (2014). Видово разнообразие и моделиране на състоянието на макрозообентоса и зоопланктона в различни категории водни обекти, Дисертация за присъждане на образователната и научна степен „доктор“: 299 стр.
- 1.4. Shurulinkov, S Mihov, S Dineva, I Hristov, A Hasan (2013). Designation date: 24/09/75 Ramsar Site no. 64. - [rsis Ramsar.org](http://rsis Ramsar.org)

2. **Pehlivanov L., V. Tzavkova, V. Vasilev (2006). Development of the zooplankton community in the Srebarna Lake (North-Eastern Bulgaria) along the process of ecosystem rehabilitation. – In: Proceedings 36th International Conference of**

Цитирана в:

- 2.1. Shukerova, S., D. Kirin, V. Hanzelova (2010). Endohelminth communities of the perch, *Perca fluviatilis* (Perciformes, Percidae) from Srebarna Biosphere Reserve, Bulgaria. *Helminthologia*, 47, 2: pp. 99 – 104.
  - 2.2. Kirin D., V. Hanzelova, S. Shukerova, S. Hristov, L. Turcekova, M. Spakulova (2013). Helminth communities of fishes from the River Danube and Lake Srebarna, Bulgaria. *Scientific Papers. Series D. Animal Science. Vol. LVI; ISSN 2285-5750; ISSN CD-ROM 2285-5769; ISSN-L 2285-5750.*
  - 2.3. Chunchukova M, Shukerova S, Kirin D. Research of the impact of the River Danube on the Srebarna biosphere reserve by the model ecosystem *Abramis brama*-macroinvertebrates-sediments. *Agricultural Sciences/Agrarni Nauki*. 2015 Jun 1;7(18).
  - 2.4. Shukerova, S.A. and Kirin, D., 2008. Helminth communities of the rudd *Scardinius erythrophthalmus* (Cypriniformes, Cyprinidae) from Srebarna Biosphere Reserve, Bulgaria. *Journal of helminthology*, 82(4), pp.319-323.
  - 2.5. Shukerova, S.A. and Kirin, D.A., 2019. Helminth communities of roach *Rutilus rutilus* (L., 1758)(Cypriniformes: Cyprinidae) from Srebarna Biosphere Reserve, Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 71(2), pp.285-292.
  - 2.6. Kozuharov D., E. Fikovska, M. Stanachkova (2021). Population Dynamics and Structure of Zooplankton Community of Mandra Reservoir, Bulgaria. *Ecologia Balkanica*, Vol. 13, Issue 1: pp. 93-104.
  - 2.7. Fikovska E., D. Kozuharov, M. Stanachkova (2022). Influence of some environmental factors on the distribution of zooplankton complexes in Mandra Reservoir, in Southeastern Bulgaria. *BioRisk* 17: 343–355 doi: 10.3897/biorisk.17.77368, <https://biorisk.pensoft.net>
  - 2.8. Kozuharov D., M. Stanachkova (2015). Long-term changes in zooplankton community in Zhrebchevo Reservoir, Central Bulgaria. *Acta zoologica bulgarica*, 67 (4): 541-552
  - 2.9. Tisheva M., D. Kozuharov (2013). Structure of the zooplankton communities from several water bodies in Natura 2000 zone. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (2): 246–249.
  - 2.10. Борисова П. (2014). Видово разнообразие и моделиране на състоянието на макрозообентоса и зоопланктона в различни категории водни обекти. - Дисертация за присъждане на ОНС «Доктор», Акад. изд. “Проф. М. Дринов“, С., 281 стр.
  - 2.11. Shurulinkov, S Mihov, S Dineva, I Hristov, A Hasan (2013). Designation date: 24/09/75 Ramsar Site no. 64. - [rsis.ramsar.org](http://rsis Ramsar.org)
- 
3. **Hiebaum G., V. Tsavkova, R. Christova, V. Vassilev (2012). Hydrochemistry and water quality. – In: Uzunov Y., B. B. Georgiev, E. Varadinoiva, N. Ivanova, I. Pehliyanov, V. Vasilev (Eds.) Ecosystems of the Biosphere Reserve Srebarna Lake. Prof. Marin Drinov Acad. Publ. House, Sofia: 197-212**

Цитирана в:

- 3.1. Borisova, P., E. Varadinova, M. Kerakova, S. Kazakov, S. Stoichev, Y. Uzunov, L. Pehlivanov (2014). Seasonal changes in benthic communities of the Srebarna Lake (Northeast Bulgaria): Habitat perspective. *Acta zoologica bulgarica*, 66 (2), pp. 239-245. - academia.edu
- 3.2. Hristov S. (2014). Accumulation of Pb, Zn and Cu in *Scardinius erythrophthalmus* and some macrophytes from freshwater ecosystem biosphere reserve Srebarna. *Journal of International Scientific Publications: Ecology and Safety*; Volume 8, ISSN 1314-7234 (Online), Published at: <http://www.scientific-publications.net>
- 3.3. Христов С. (2014). Оценка на екологичното състояние на биосферен резерват Сребърна на базата на макрофитни съобщества. *Science & Technologies, Nautical & Environmental studies*, Volume IV, Number 2: 62 – 64.
- 3.4. Христов С. (2014). Съдържание на Pb, Zn И Cu в *Phragmites australis* от сладководната екосистема на биосферен резерват Сребърна. *Science & Technologies, Nautical & Environmental studies*, Volume IV, Number 2: 57 – 61.

#### **Списък на участията в научни форуми, докладващи резултати по дисертацията:**

1. 36th International Conference of IAD. Austrian Committee Danube Research / IAD, Vienna, ISBN 13: 978-3-9500723-2-7, 280-284 [https://www.oen-iad.org/conference/docs/6\\_invertebrates/pehlivanov\\_et\\_al.pdf](https://www.oen-iad.org/conference/docs/6_invertebrates/pehlivanov_et_al.pdf)
2. „СЕМИНАР ПО ЕКОЛОГИЯ – 2016, с международно участие“, ИБЕИ, БАН, 21-22 април 2016, София
3. Научен семинар на ИБЕИ – БАН, 14 март 2023 г.

#### **Справка за приносите на дисертационния труд:**

1. Направено е най-пълното досега описание на зоопланктона в ез. Сребърна, включващо таксономичен състав, структура и основни количествени характеристики на съобществото;
2. Установени са закономерностите на развитието на зоопланктонното съобщество в ез. Сребърна като модел на влажна зона върху заливната тераса на р. Дунав след възстановяването на хидравличната връзка между езерото и р. Дунав;
3. Установено е формиране на динамични комплекси в структурата на ротиферните и крустацейните съобщества в състава на зоопланктона;
4. Проследена е сезонната и годишна динамика на състава и количествените показатели на зоопланктона в разнообразието на местообитания в границите на влажната зона;

5. Установена е ролята на заливния режим от р. Дунав като основен фактор с пряко и косвено влияние върху динамиката на състава и количествените характеристики на зоопланктона;
6. За първи път е установено, че сезонната динамика на зоопланктона в плитко полимиктично езеро може да следва PEG-модела, характерен за дълбоки димиктични езера от умерения климатичен пояс и са разкрити основните фактори, определящи такъв тип сезонна динамика;
7. Идентифицирана е ролята на хищническата преса като основен биотичен фактор, регулиращ сезонните и годишните изменения в структурата и обилието на зоопланктонното съобщество.

# COMPOSITION AND DYNAMICS OF THE ZOOPLANKTON COMMUNITY IN THE SREBARNA LAKE UNDER DIFFERENT HYDROLOGICAL REGIME OF THE DANUBE RIVER

Veselka Kamenova Tsavkova

Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, 2 Gagarin Street, 1113 Sofia, Bulgaria

PhD Thesis Sofia, 2023

Supervisor: Assoc. prof. Dr. Luchezar Pehlivanov

(Summary)

The development of the zooplankton community in the Srebarna Lake was traced after the restoration of the hydraulic connection between the lake and the Danube River. The factors responsible for the annual and seasonal changes in the composition, structure and abundance of the zooplankton community in Srebarna Lake, in the conditions of a variable flooding regime from the Danube River in the period 1999-2011, have been identified, described and analyzed. Zooplankton samples were collected from a depth of 0.1-0.8 m by straining 50 l of water through an Apstein conical plankton net with a mesh size of  $86 \times 10^{-6}$  m. During the first eight years of the study, zooplankton samples were collected, with few exceptions, monthly from 5 permanent points in the lake. Over the next five years, the study 15 additional sampling points were also includes lateral puddles that become waterlogged at high levels of inundation with Danube waters. Simultaneously, supporting physical and chemical water parameters were measured in situ and samples were collected for laboratory measurement of biogens, BOD, COD and chlorophyll „A“. Statistical analysis for living systems software package (R statistics) and statistical package *Statistic 4.0 for Windows* were used for data analysis.

It was established that the contemporary zooplankton community of the Srebarna Lake is secondary allochthonous, with eurybiotic species predominating in its composition. The transfer of organisms from the Danube River plays an initiating role in the early stage of zooplankton recovery in the lake. The Rotifers are characterized by the highest species richness, which indicates a continuing process of eutrophication. The Cladocera community is characterized by an unstable, pulsating composition and abundance during the studied period. In the structure of the zooplankton community, dynamic complexes of rotifers are formed, consisting of two or more genera, represented by two or more species and/or subspecies (according to Kutikova), changing during the annual cycle.

The dynamics of the zooplankton community is directly and indirectly related to the flooding regime of the Danube River, and the dependence on the flood regime is much better expressed in an annual aspect than in a seasonal one. The main biotic factor determining the dynamics of zooplankton in the lake is the predatory press. The seasonal dynamics of the zooplankton community of the polymictic Srebarna Lake follows the PEG-model, characteristic of the dimictic lakes of the temperate climate zone.