

## КАЧЕСТВО НА МОРСКАТА ВОДА ВЪВ ВАРНЕНСКИ ЗАЛИВ СЛЕД НАВОДНЕНИЕТО ПРЕЗ ЮНИ 2014

Галина Щерева

### WATER QUALITY IN VARNA BAY AFTER THE FLOOD IN JUNE 2014

Galina Shtereva

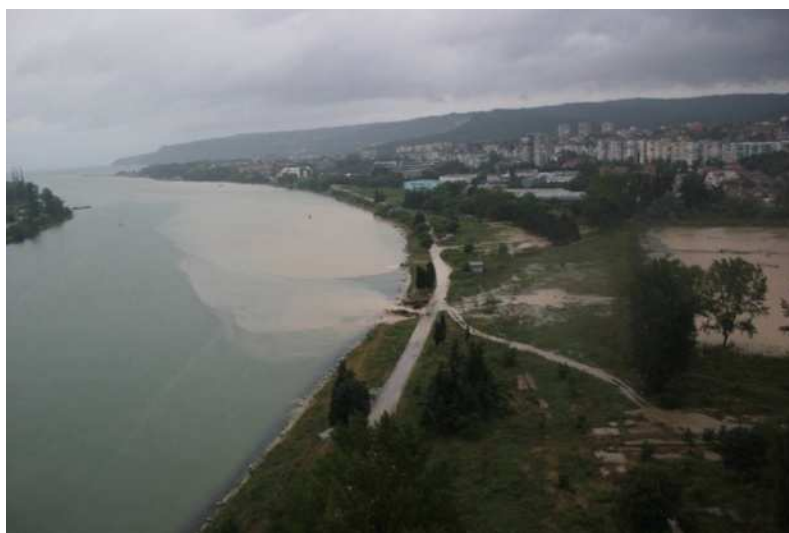
**Abstract.** The aim of this paper is to analyze the variations of nutrients and oxygen content after the flood in June 2014 and to compare water quality of Varna Bay and lake-bay canal. The data was collected at two sampling stations – in canal and south part of the bay within June-August period. For the comparison of WQ within 2008-2014 period hydrochemical parameters data from bimonthly monitoring in northern part of Varna bay and lake-bay canal was used. A higher nutrients content and turbidity in the canal and bay reveals a significant contribution of land based discharge into the studied aquatory after the flood.

**Keywords:** hydrochemistry, nutrients, precipitation, flood, Varna Bay, the Black Sea.

#### Въведение

На фона на намаляващите валежи и очертаващата се тенденция към засушаване в редица Средиземноморски страни и на Балканите се установява нарастване на честотата и интензивността на екстремните валежи [9, 10, 11, 12]. От началото на 21-век в България, както и в други страни от Централна и Източна Европа, са регистрирани значителен брой дни с масови екстремни валежи, довели до големи икономически загуби и човешки жертви, особено през годините 2005, 2007 и 2010 г.

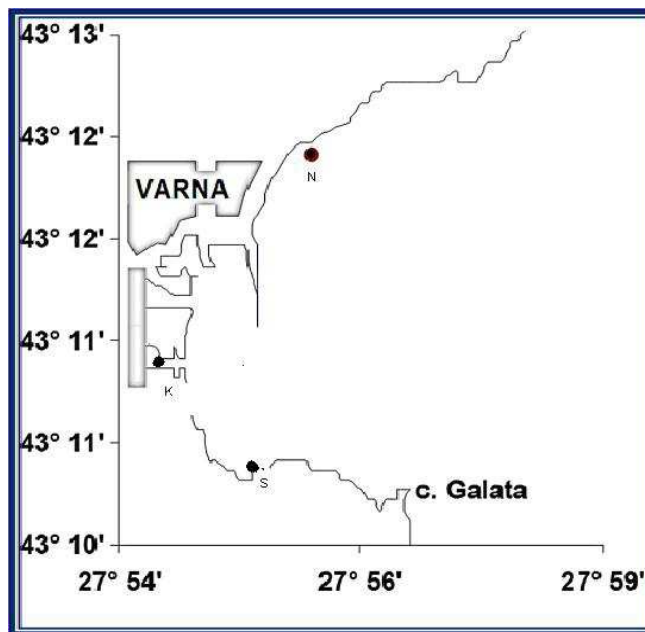
Направената оценка за периода 1961-2010 г. показва, че в Североизточния район (СИ) на България е регистрирано статистически значимо нарастване на приноса на поройните валежи [1]. За целия период на измерване 1951-2010 г. са регистрирани общо 11 екстремни случаи за Източна България и то предимно в близост до Черно море с абсолютен максимум в Ахтопол (7.10.1994г.), когато за по-малко от 24 часа е измерен 400 mm дъжд. През периода 1991-2010 се регистрира двойно по-голямо нарастване на средния многогодишен брой дни с валежи над 100 mm/24h за станциите от СИ район на България и статистически значимо нарастване с над 130% за станциите от Източна България и черноморското крайбрежие [1]. Като цяло, потенциално опасните валежи нарастват най-много в районите от Източна България и в този контекст е логично да се очаква нарастване в честотата на бедствените ситуации (наводнения, свлачища и др.). Едно подобно свързано с тях явление бе наводнението през юни 2014 с тежки последици в кв. Аспарухово, Варна (Фиг. 1).



Фиг. 1 Каналът между Варненско езеро и Варненски залив след наводнението

## Методи

Изследването е проведено на една станция в южната част на Варненски залив, в местност „Карантината” (ст. залив-S) и една станция в канала свързващ Варненски залив и Варненско езеро (нов канал) –ст. канал-K (Фиг. 2) в периода юни-септември 2014. Измерени са следните параметри: температура, соленост, кислород, биохимична потребност от кислород (БПК), фосфати (PO<sub>4</sub>-P), общ фосфор (TP), нитрати (NO<sub>3</sub>-N), нитрити (NO<sub>2</sub>-N), амоний (NH<sub>4</sub>-N) и силиций (Si) с помощта на стандартни аналитични методи.



Фиг. 2 Разположение на станциите във Варненски залив и канал залив-езеро

За съпоставка на получените резултати с такива от предишен период и за сравнение между южната и северната част на залива са използвани данни от ст. залив-N, където се провеждат ежемесечни измервания паралелно на тези в канала езеро-залив [15].

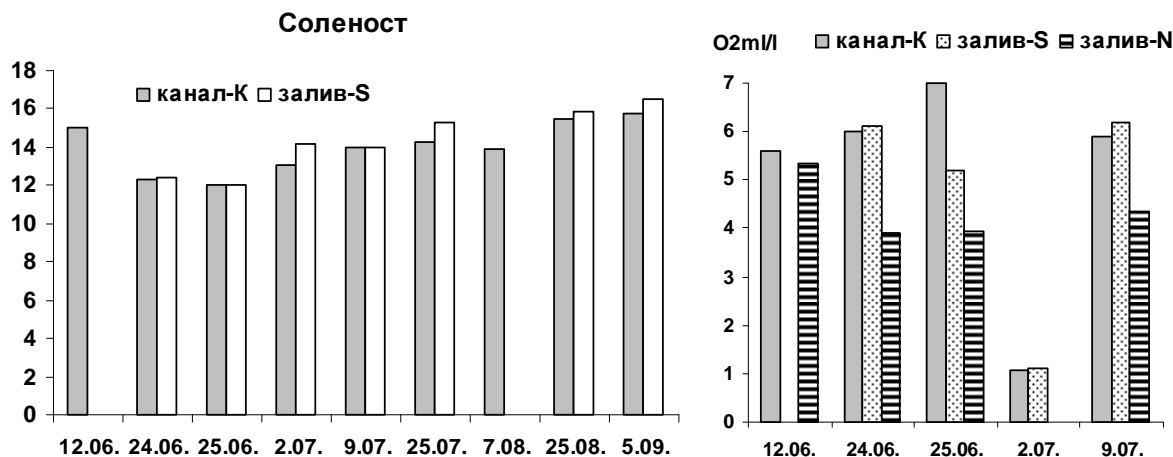
## Резултати и дискусия

Синоптичната обстановка в региона през периода 14-17.06.2014 се характеризира с формиране на циклон в Централното Средиземноморие и при наличието на циклонално поле над Източна Европа се наблюдава задържане на фронталната зона над Южните Балкани [2]. Атмосферата става силно неустойчива, на много места с валежи, някъде доста интензивни, с гръмотевични бури и градушки. През следващите дни (18-21.06.2014) по фронта се формира нов вихър, който преминава над Източна България, създавайки тежка обстановка придружена с локални значителни валежи в североизточните райони. Месечните суми на валежите в източната част на страната са между 90 и 330% от месечната норма, като в Североизточна България достига месечни суми на валежите до 711% (Шабла). Най-масови и обилни са валежите през периода 18-20.06.2014, когато в Източна България масово са измерени 24-часови количества валеж между 20 и 80 mm. В Североизточна България, в синоптична станция Шабла са измерени 24-часови количества валежи до 155 mm (20.06.2014). Като следствие, в Черноморския водосбор обемът на речния отток за месец юни се покачва до 323 млн.m<sup>3</sup>, с 258% повече спрямо май и със 123% повече спрямо юни 2013 г. [2].

В резултат на продължителните валежи във Варненския район (14.06.-17.06.2014) повърхностният слой на почвата се оказва преовлажен [5]. Последващите валежи на 18.06 и 19.06 и тяхната голяма интензивност в определени часове, обуславят бързото формиране на големи количества водни маси и отнасяне на повърхностния почвен слой. Максимална интензивност на валежа на 18.06.2014 е 96.8 mm/h, а на 19.06.2014 между 18:00 и 19:00 часа е в границите 100-138 mm/h [5]. В резултат се е получило отнасяне на част от растителната покривка и са се образували кални наноси (Фиг. 1). За значителните размери на наводнението

и нарастване на водните количества е допринесла и намалената пропускателна способност на деретата в кв. Аспарухово.

Анализът на получените данни от проведените хидрохимични изследвания след наводнението показва увеличена мътност и значително понижена соленост ( $S\%$ ). Солеността, като индикатор за опресняване на водите в заливната акватория, респ. индикатор на влияние на бреговия вток, показва значително понижение до  $12\%$  след интензивния валеж на 19.06.2014 (Фиг. 3) паралелно и в двете станции. Същевременно, измерените стойности в ст.залив-N са по-високи с няколко десети от  $\%$  от тези на ст. залив-S, т.е. въпреки по-голямата отдалеченост от канала тя също е повлияна от бреговия вток. От фигурата се вижда, че през август солеността влиза в границите характерни за летния сезон.



Фиг. 3 Разпределение на солеността (%) и разтворен кислород ( $O_2$  ml/l) в повърхностните води на канала и южната част на Варненски залив

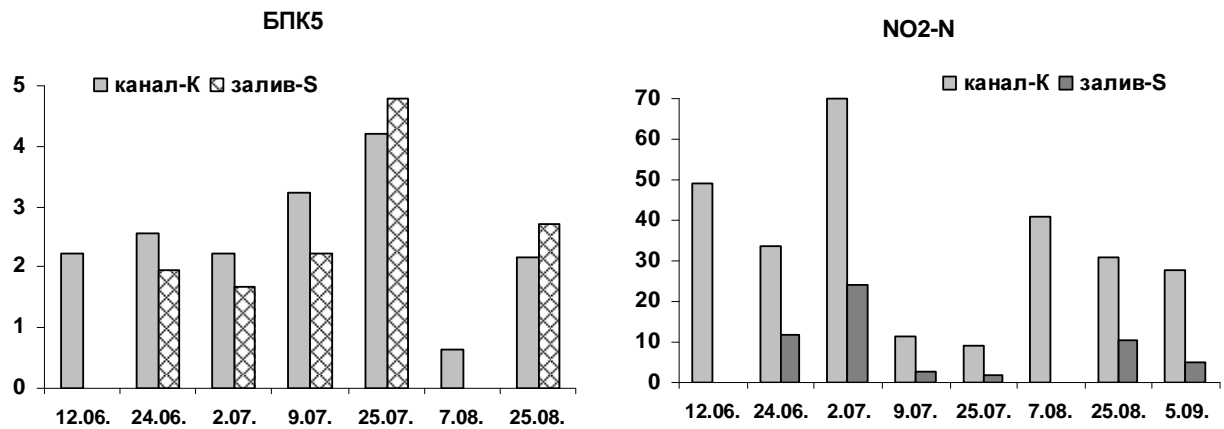
Естествено, постъпилата прясна вода понижава солеността не само в канала, но и в залива. Изчисленото от НИМХ количество вода отведена в канала чрез двете дерета на кв. Аспарухово при валеж  $25.4$  mm в периода на най-интензивен дъжд 18-19 часа на 19.06.2014 възлиза на  $211391$  m<sup>3</sup> [5], а на база сумарния денонощен валеж  $74.3$  mm – съответно  $618361$  m<sup>3</sup>. Количеството вода от денонощен валеж  $35$  mm от предното денонощие (18-19.06.2014) се изчислява на  $290454$  m<sup>3</sup>. Тоест, в резултат на валежите, за двете денонощия общо над  $900$  хил.м<sup>3</sup> вода се оттичат през двете дерета в плавателния канал, но за съвсем кратко време.

Според анализа на климатичните параметри за периода 1991-2011г. подготвен от НИМХ [4] в района на гр. Варна годишните количества на валежите се колебаят между  $300$  и  $700$  mm, като преобладават годините с по-големи количества от климатичната норма за периода 1961-1990г., възлизаща на  $474$  mm. Максимален денонощен валеж за посочения 20-годишен период е измерен на 18.10.2011г. –  $103$  mm, през октомври е регистрирана и максималната месечна сума от  $212$  mm [4]. Нито сумарният денонощен, нито месечният валеж причинили бедствието през юни 2014 г., превишават посочените максимуми за цитирания 20 годишен период.

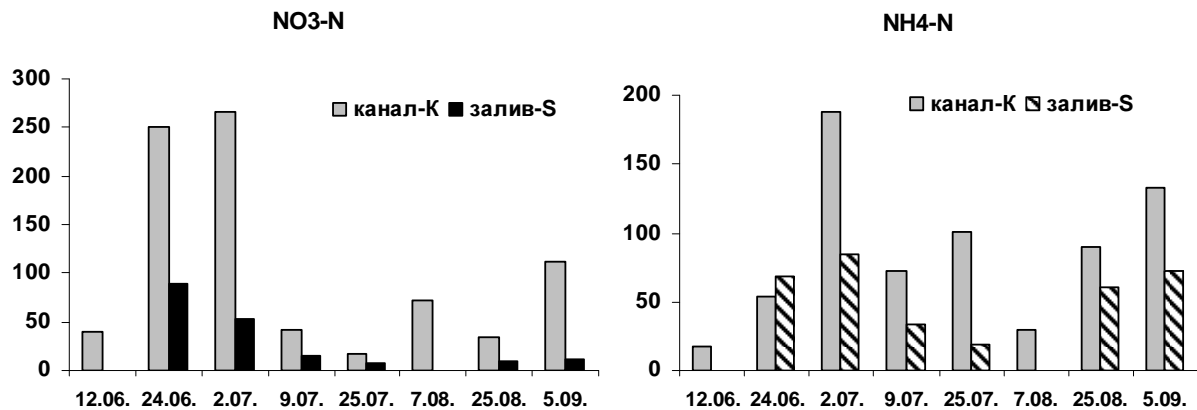
Подобно силно опресняване (до  $11.5\%$ ) бе наблюдавано и през лятото на 2010 г. като следствие от интензивните валежи в Централна Европа в условия на блокиращ антициклон и увеличения речен вток постъпващ в Черно море [6,13]. Средните стойности на солеността за летния период са:  $14.6\%$  за 2010 и  $14.7\%$  за 2014 г. Кислородното съдържание бележи минимум на 2.07.14, достигайки стойност  $1.08$  ml/l (OS-18.6%). Този недостиг на кислород може да се дължи на изчерпването му в резултат на окисление на постъпилите от сушата органични вещества или на високото съдържание на суспендиран материал внесен с калните потоци и респ. високата мътност, създаваща неблагоприятни условия за фотосинтезиращите организми - продуценти на кислород, ограничавайки достъпа на светлина. Минимална наситеност от  $53\%$  в повърхностните води е регистрирана през август 2008 г.[15]. Забележимо понижение (до  $65\%$ ) се наблюдава и на станцията в северната част на залива ст.залив-N. При

БПК<sub>5</sub> се установява нарастване на стойностите на двете станции около месец след проливния дъжд (Фиг. 4), което показва известно закъснение на ефекта от наводнението.

Поради липса на данни за времето преди метеорологичното събитие с интензивния валеж за ст.залив-S, данни от предхождащия период може да се използват като база за сравнение само за ст.канал-K. На тази станция за всички биогенни елементи се наблюдават значително повишени концентрации в периода 24.06-2.2007 г., непосредствено след валежа (Фиг. 4, 5, 6, 7).

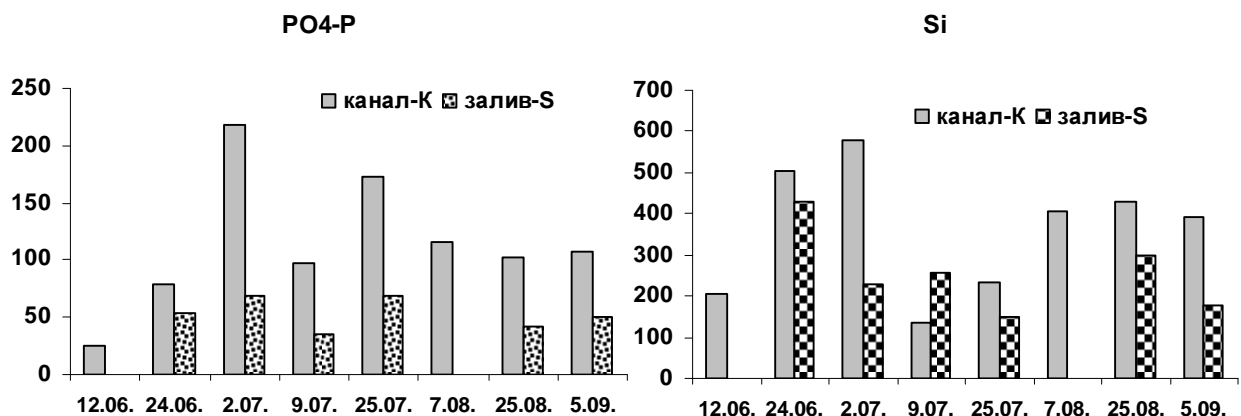


Фиг.4 БПК<sub>5</sub> и нитрити в повърхностните води на канала и южната част на Варненски залив

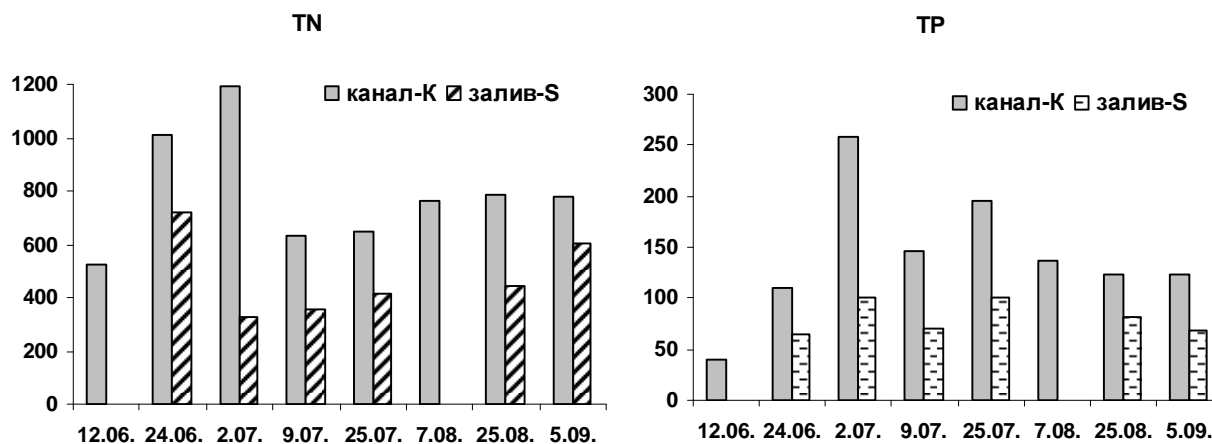


Фиг.5 Амониев и нитратен азот в повърхностните води на канала и южната част на Варненски залив

Максимални концентрации на двете станции (ст. канал-K и ст.залив-S) за NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, TP, са измерени на 2 юли, докато за останалите биогени (NO<sub>3</sub>-N, Si, TN) в южната част на залива – на 24 юни. Най-добре изразени максимуми в канала се наблюдават за Si и TN-двукратно по-високи от тези в началото на юни, а за NO<sub>3</sub>-N –неколкократно по-високи.



Фиг. 6 Фосфати и силиций в повърхностните води на канала и южната част на Варненски залив



Фиг. 7 Общ фосфор и азот в повърхностните води на канала и южната част на Варненски залив

В периода непосредствено след наводнението делът на преобладаващия фосфатен фосфор като процент от общия (TP) нараства до 71-84% в канала и до 83% в южната част на залива, което свидетелства за приноса на минералния фосфор. При азота неорганичната компонента нараства по-осезателно за периода 24.06.-2.07.2014: 33-44% неорганичен азот от общия в канала и 23-49% съответно в залива. Анализът на данните за биогените показва, че състоянието на водата в южната част на залива не отговаря на стандарта съгласно Наредба Н-4/2014 до 2.07.2014. За БПК и амониев N този период на несъответствие е по-дълъг - до 9.07.2014, а за PO<sub>4</sub>-P несъответствието се запазва през целия летен период.

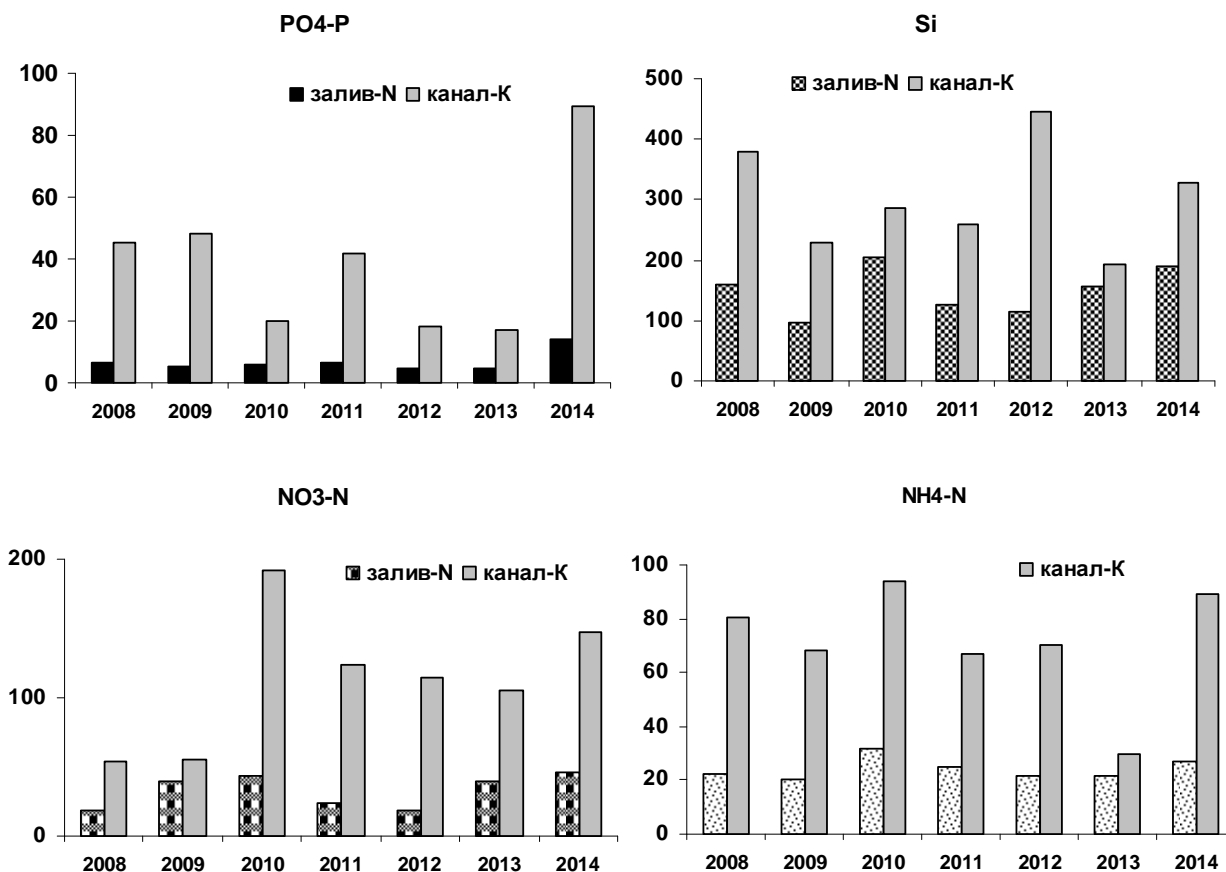
В рамките на програмата за мониторинг на Черно море Институтът по океанология (ИО) провежда измервания в определени станции в крайбрежната акватория, вкл. на 2 станции в залива. Тези станции са разположени в близост до мониторинговите брегови станции ст. залив-N и ст. залив-S, но на по-голяма дълбочина (15 m) и са отдалечени от брега. Измерванията са проведени на 19.06.2014, преди наводнението и резултатите са приведени в Табл. 1. Данните показват, че водите съответстват на стандарта за добро състояние по физико-химични елементи за качество.

Таблица 1. Хидрохимични параметри измерени в повърхностните води по време на експедиция на ИО с НИК „Академик”

Кодове на станциите	O <sub>2</sub> ml/l	OS%	БПК <sub>5</sub> ml/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	NO <sub>2</sub> -N µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	TN µg/l	TP µg/l	Si µg/l
BG2BS00000MS005 (N)	5.8	104	1.6	8	2	2	4	687	11	63
BG2BS00000MS006 (S)	5.9	106	1.7	10	12	2	5	557	16	75

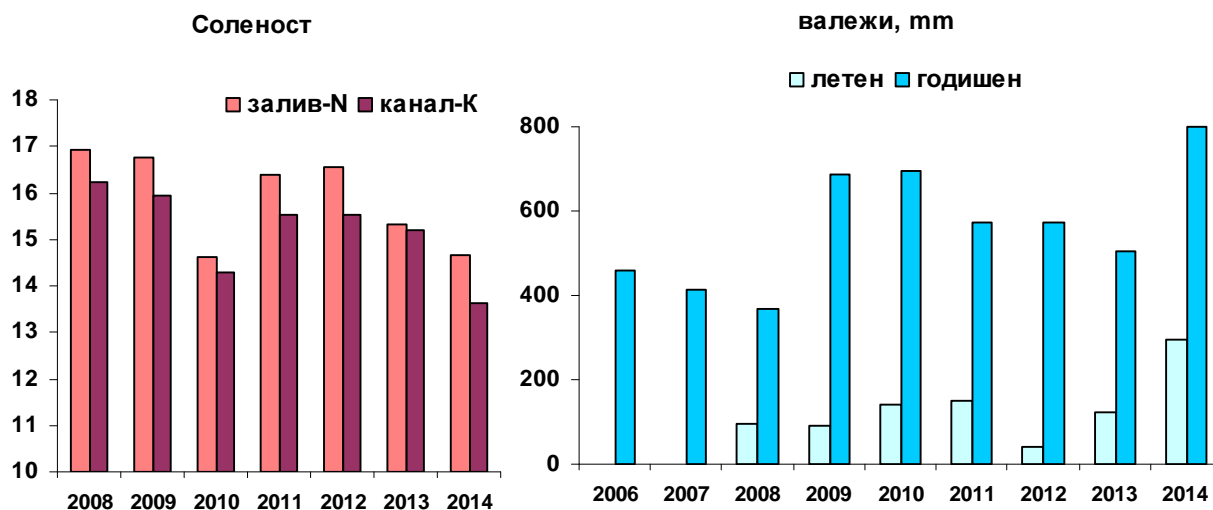
По-ранните проучвания и публикуваните материали показват, че качеството на морската вода в залива се определя до голяма степен от водообмена с Варненско езеро, откъдето постоянно постъпват еутрофизирани води [3, 7, 8, 14, 15, 16]. В резултат на интензивните валежи в периода 6.06.-8.06. и 16.06.-22.06. 2014 г. са регистрирани значителни повишения на речните нива при голяма част от оперативните хидрометрични станции в черноморския водосбор, в това число на р. Провадийска (със 118 sm) [2]. Реката подхранва системата Белославско езеро-Варненско езеро-Варненски залив и нейният биогенен и органичен товар е от значение за качеството на водата, особено в подобни екстремни ситуации. Вероятно, с известно забавяне увеличеният вток на реката косвено повлиява на WQ в канала и залива.

Тъй като липсват данни от предходни периоди за състоянието на южната част на залива, сравнение за летния период (юни, юли, август) от 2008 до 2014 е направено в зоните на канала и северната част на залива (ст. залив-N) (Фиг.8).



Фиг. 8 Разпределение на биогенните елементи през летния сезон на периода 2008-2014.

При азотните форми се наблюдава повишено съдържание и в канала, и в залива през годините 2010 и 2014 г., белязани със значителни количества валежи [4, 13, 15]. Въпреки, че 2010 г. не се откроява с толкова интензивни валежи във Варненския район, както 2014 г., влиянието върху солеността е очевидно, поради значителни валежи в Централна Европа през летния период, които доведоха до рязко покачване на речния вток, вливащ се в северозападната част на Черно море, главно на р.Дунав. Доказателство за това бе ниската соленост, измерена не само в шелфовите, но и в заливните води (11.5%) [6]. Мащабите на опресняването през 2010 г. са несравними с тези на наблюдаването през 2014 г., което има само локален характер. При фосфатите средната концентрация и на двете станции категорично е най-висока през 2014, докато подобна закономерност не се наблюдава при силиция. При амониевия азот тенденцията е добре изразена в акваторията на канала. Съпоставката на резултатите от изследвания период (юни-август 2014 ) с предходните години показва по-значителен ефект на въздействие по отношение на соленост, нитрати и фосфати (Фиг. 8, Фиг. 9). Обичайно средната лятна соленост за залива (ст. N) е над 16.0‰, а за канала – над 15.5‰. През лятото на 2014 средната стойност за канала е значително по-ниска от тази за 2010 при почти еднакви стойности за залива, което определено е обусловено от екстремно постъпилия през юни брегови (пресноводен) вток. Установените закономерности са в съответствие с по-високите сумарни за летния период валежи в синоптична станция Варна през 2014 г. (Фиг. 9). Аналогично, подобна е тенденцията и при годишните валежи. Съществен принос за опресняването в северната част на Варненски залив могат да имат локални брегови източници на сладки води, разположени в тази част на залива (дерета, канали), поемащи дъждовните води от прилежащата суша, освен косвеното влияние на втока от канала. При азота се очертават два максимума в годините със значителни валежи – 2010 г. и 2014 г. паралелно на минимумите на солеността.



Фиг. 9 Соленост във Варненски залив през летния период и валежи регистрирани на ст.Варна (данни на НИМХ-БАН)

Абсолютният рекорд за Варна е измереният на 20 август 1951г. денонощен валеж 258 mm, изсипал се в продължение на 9 ч. По-висока стойност е установена на същата дата в курорта „Св.Св. Константин и Елена” – 342 mm ( данни на НИМХ).

В заключение може да се обобщи, че анализът на данните от изследването на хидрохимичните параметри след наводнението показва понижена соленост и повишени биогенно съдържание и мътност в канала и в южната част на залива. Близостта до езерния канал обуславя прякото въздействие на формирания се по време на наводнението брегови вток върху южната част на залива. След приблизително три седмици ситуацията в акваторията канал-залив се нормализира и физико-химичните параметри влизат в обичайните за сезона граници. Останалата заливна акватория се оказва подложена на подобно въздействие в зависимост от конкретните хидрологични условия в съчетание с други локални фактори, влияещи върху качеството на морската среда и с евентуално закъснение във времето.

### Изводи

Значителният брегови вток формирал се вследствие на интензивните валежи през юни 2014 г. показва пряко влияние върху WQ в акваторията на канала езеро-залив и южната част на Варненски залив. Повишеното биогенно съдържание и мътност се запазва в първите две-три седмици след наводнението паралелно на понижената соленост.

Съпоставката на резултатите от изследвания период (юни-август 2014 г.) с предходни години показва по-значителен ефект на въздействие на бреговия вток по отношение на параметрите соленост, нитрати и фосфати в съответствие с по-високия сумарен валеж за лятото на 2014 г..

### Литература:

1. Бочева Л. 2014. Криматични вариации и оценка на опасни метеорологични явления по конвективни бури над България (1961-2010) Автореферат, НИМХ, 48с.

2. Бюлетин НИМХ, месец юни 2014.

3. Великова, В., Мончева, С., Георгиева, Д., 1999. Териториално зонироване на Варненско езеро и Варненски залив в зависимост от състоянието на хидрофлората - В: Известия на СУБ-Варна, 2`98-1`99, 73-80

4. Иванов И. Основни параметри на климата 1991-2011г.

<http://varna.meteo.bg/meteofacts.html>

5. Инженерно хидроложко проучване на наводнението в кв. Аспарухово, гр. Варна  
[http://varna.meteo.bg/ee\\_varna0614.html](http://varna.meteo.bg/ee_varna0614.html)
6. Трухчев Д., Г. Щерева, А. Кръстев, Т. Траянов, 2011. Океанографски изследвания в крайбрежната акватория, повлияна от втока на река Камчия. – Известия на СУБ, 2'2010, 79-89
7. Щерева Г., Б. Джурова, Т. Николова. 2004. Химични промени в системата Белославско езеро-Варненско езеро-Варненски залив. Изв. на СУБ, Екология, т.2/2003-1/2004, 115-122.
8. Щерева Г., Джурова Б. 2009. Хидрохимични изследвания в Белославско и Варненско езера, Изв. на СУБ, Екология, Т. 14, 2/2009, 62-66
9. Alexandrov V., Schneider M., Koleva E., Moisselin J-M., 2004. Climate variability and change in Bulgaria during the 20 th century. Theor.Appl. Climat., 79, 133-149.
10. Alpert P., T. Ben-gai A. Bahard, Y. Benjamini, D. Yekutieli, M. Colacino, L. Diorado, C. Ramis, V. Homar, R. Romero, S. Michaelides, A. Manes, 2000. The paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall in spite of decrease in total values. Geoph. Res. Letters, v. 29, X-1- X-4
11. Brunetti M., Maugeri M., Nanni T., 2001. Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in Northeastern Italy. Int. Jour. Climate, 21, 861-871.
12. Croitoru A.-E., Chiotoroiu B.-C., Todorova V., Torica V., 2013. Changes in precipitation extremes on the Black sea Western coast. Global and Planetary Change, 102, 10-19.
13. Hristova O., Shtereva G., B. Dzhurova. 2014. Varna Bay hydrochemistry in anomaly hot summer in 2010, Proceedings of 12 international conference on marine sciences and technologies “Black Sea’2014”, 25-27 Sept. 2014, Varna, 273 –278.
14. Petrova, D. 2008. Major Bloom Producing Phytoplankton Species in the Lakes Along the Bulgarian Black Sea Coast- In: Bulgarian Journal of Agricultural Science, National Center for Agrarian Sciences , v.14, №2, 201-208.
15. Shtereva G., B. Dzhurova, O. Hristova. 2014. Varna Bay Water Quality. Proceedings of 12 international conference on marine sciences and technologies “Black Sea’2014”, 25-27 Sept. 2014, Varna, 264-267.
16. Shtereva, G., O. Hristova, B. Dzhurova, A. Krastev. 2005. Nutrients and oxygen saturation as indicators of the eutrophication in Varna Bay. In: Black Sea Coastal Region BULGARIA - Ecological and Socio-economic Indicators, S. Moncheva [ed], CESUM-BS collected papers, 159-164.

**За контакти:**

Проф. д-р **Галина Петрова Щерева**  
 Институт по океанология-БАН  
 Варна 9000, п.к. 152  
 e-mail: [g.shtereva@io-bas.bg](mailto:g.shtereva@io-bas.bg)