

## ОСОБЕНОСТИ НА ФОРМИРАНЕ НА КАЧЕСТВЕНИЯ СЪСТАВ НА ЧЕРНОМОРСКИТЕ ВОДИ В КРАЙБРЕЖНАТА ЗОНА НА СОЗОПОЛ И СТРАНДЖАНСКОТО КРАЙБРЕЖИЕ

Весела Райнова, Пламен Нинов, Стефка Блъскова, Юлия Кирова

Национален институт по метеорология и хидрология – БАН  
бул. Цариградско шосе 66, София 1784, България  
E-mail: Plamen.Ninov@meteo.bg

### РЕЗЮМЕ

Общата водна маса на Черно море се формира от континентални, валежни, Мраморно морски и Азорски води. От континенталните води най-голямо значение имат водите на реките Дунав, Днепър, Днестър и Бук. 70% от целия речен отток в морето се падат на Дунавските води. В района на Созополския залив и Странджанското крайбрежие локално влияние оказват водите на реките Ропотамо, Дяволска и Велека. Оценката на състоянието на водите е направена на базата на хидрографска, геоложка и хидрохимична характеристика на района. Разгледана е геоложката структура на крайбрежния участък, особено в района на устието на основните притоци. Анализирани са и оценено качеството на крайбрежните води и влиянието на реката. Оценката е извършена по основните стандартизирани показатели за качеството на водите – кислороден режим, органично замърсяване, минерален състав (включително соленост), биогенни елементи, киселинност на водите и съдържание на суспендирани вещества.

### ХАРАКТЕРИСТИКА НА РАЙОНА

Водната маса на Черно море се формира от континентални валежни мраморноморски и азовски води. От континенталните води най-голямо значение имат водите на реките Дунав, Днестър, Днепър и Буг. 70 % от целия речен отток в морето се падат на дунавските води.

По отношение на взаимодействието на бреговете и морските води по българското крайбрежие известна количествена представа дава годишният отток на българските черноморски реки, който сега е около 2 km<sup>3</sup>. От тях повече от 1/3 се пада на рака Камчия. Необратимото постъпване на морска вода в свърх-солените езера е около 0,1 km<sup>3</sup> годишно. Постъпващите морски води в откритите лимани и долните предустиеви части на реките практически се връщат отново в морето. Директният битов и промишлен отток в българското южно крайбрежие в морето няма големи размери, но оказва известно влияние на качествата на морската вода в районите близо до заустванията. Влиянието на българските брегови води върху водите на Черно море има локален характер – главно пред устието на по – големите реки и в заливите, защото общата дължина на българското черноморско крайбрежие е около 9 % от бреговата линия на цялото море, а бреговия отток е 0,7 % от потока на всички черноморски реки.

Солеността на Черно море в разглеждания участък възлиза на 17-18%. Специфичния хидрологичен режим формира два основни слоя – горен (повърхностен) на дълбочина 150-180 м, който съдържа разтворен кислород и е обитаван от различни хидробионти и долен (дълбочинен) от 150-180 м до максималните дълбочини (2245 м), който съдържа отровния газ сероводород и е

лишен от живи организми. Пълният обмен на черноморските води се извършва за около 590 години.

Екологичното състояние на Черно море могат да се открият четири периода, които се характеризират със значителни изменения на хидрохимичния му режим под въздействието на антропогенни фактори:

#### Първи период на относително чисто море (до 1965 г.)

Речният поток и континенталните води внасят в морето сравнително ниски обеми от индустриални и битови замърсители, които самопочиствателният му потенциал е в състояние да асимилира и запази равновесен баланс в екосистемата.

#### Втори период на постепенна акумулация на замърсители от органичен и неорганичен произход (от 1065 г. до 1972 г.)

Ускорената урбанизация и бързото му индустриализиране (главно с единици на тежката и химическата промишленост) увеличава съществено замърсителните потоци към морето. Започва бавно нарастване на количествата на металите и хлорорганичните съединения с токсично въздействие. От друга страна интензификацията на аграрното производство причинява натоварване на почвите с азотни и фосфорни съединения, които по урографската система на сушата в крайна сметка достигнаха до морето. В резултат на това количествата на амонячния азот, нитритите, нитратите и фосфорните компоненти започнаха стремително да се увеличават. В резултат на това в началото на 70-те години започна появата на локални фитопланктонни цъфтежи.

#### Трети период на интензивна еутрофикация (1973-1999)

Количеството на нитратите нараства 7-8 пъти, на нитритите 3-4 пъти, на общия фосфор 2-3 пъти. В

крайбрежните води се увеличава забележимо амонячния азот и обогатената биогенна база създава условия за неконтролируеми компактни цъфтежи на фитопланктона, главно по Румънското и Българското крайбрежие. Тяхната биомаса достигна непознати до тогава обеми от 220 - 460 г/м<sup>3</sup>.

#### Четвърти етап на бавна рехабилитация след 1991 г.

Основните фактори за настъпилото рехабилитиране могат да се дефинират както следва:

- снижаване на индустриалната активност след въвеждане на демократичните промени в страните от черноморския регион, включително със закриване на производства със силно проявени замърсителни потоци;
- подобряване международното сътрудничество за редуциране на замърсителите в природните води, което конкретно за р. Дунав оказва забележително положително въздействие.

### ХИМИЧЕН СЪСТАВ

Информацията за химичния състав на крайбрежните води в Созополския залив и Странджанското крайбрежие са от химическата лаборатория към НИМХ в Бургас. Използвани са данните от експедиционно набирани проби в залива за периода 1999 – 2002 г. от месец май до месец октомври. Пробите са набирани от края на пристанищата в градовете на около 30 m от бреговата линия и са актуални за състоянието на бреговите води в района.

#### Главни йони

Главните йони, от които зависи солеността на морската вода са хлоридния (Cl<sup>-</sup>), сулфатния (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), бикарбонатния (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), натриевия (Na<sup>+</sup>), магнезиевия (Mg<sup>2+</sup>), калциевия (Ca<sup>2+</sup>), калиевия (K<sup>+</sup>). Колебанията на тези йони за периода от 1999–2002 г. за месеците от май-октомври са дадени на фигури 1, 2, 3, 4.

Солеността на повърхностните крайбрежни черноморски води се характеризира с минимални стойности през юни, а максимални през декември, януари.

#### Биогенни елементи

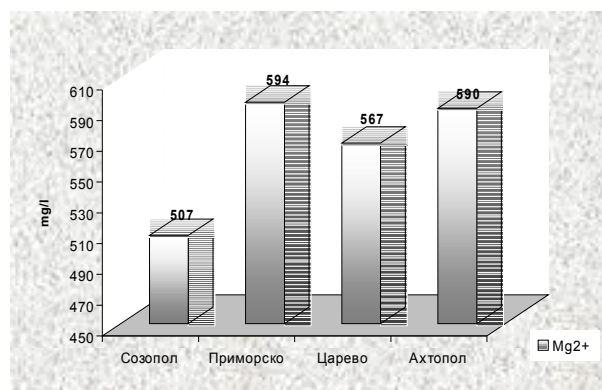
Биогенните елементи са от особена важност за всяка екосистема.

Главните биогенни елементи са свързаният минерален азот – нитратен, нитритен и амонячен и минералният фосфор.

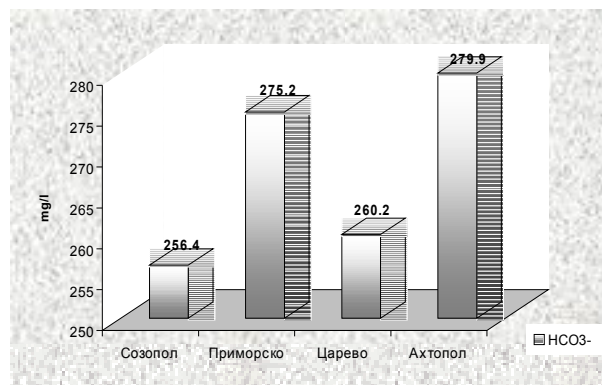
В таблица 1 са дадени колебанията на тези елементи за летните месеци - от май до октомври за периода 1999-2002 г.

В повърхностните слоеве, особено в разглеждания крайбрежен район, какъвто е разглеждания, нитратният азот постъпва главно от реките или от директните зауствания на битови и отпадъчни води, затова максималните стойности са измерени в района на Приморско, а минималните в района на Созопол.

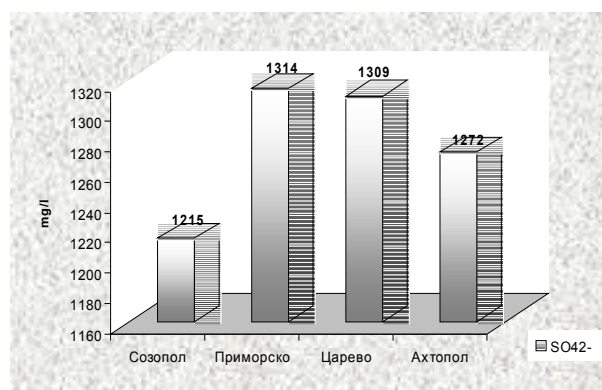
В морската вода амониевият азот се намира главно във вид на амониев катион (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Той постъпва в крайбрежните води, както с валежните, така и със замърсения битов и промишлен отток.



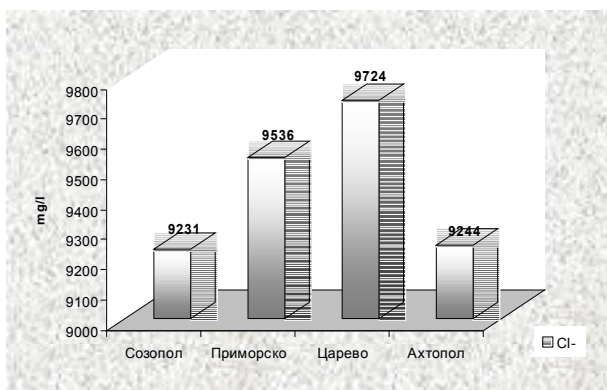
Фигура 1. Изменение на концентрацията на Mg<sup>2+</sup> йони за периода май – октомври 1999–2002 г.



Фигура 2. Изменение на концентрацията на HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> йони за периода май – октомври 1999–2002 г.



Фигура 3. Изменение на концентрацията на SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> йони за периода май – октомври 1999–2002 г.



Фигура 4. Изменение на концентрацията на Cl<sup>-</sup> йони за периода май – октомври 1999–2002 г.

Таблица 1. Изменение на концентрациите на биогенни елементи за летните месеци за периода 1999-2002 г.

Максималните стойности на амониевия азот са през летните месеци, а минимумът – през декември. За това оказва влияние увеличеното постъпване на органични вещества във връзка с курортния сезон и високите температури, благоприятстващи гнилостните процеси. През последните години за летните месеци не са правени изследвания на амониевите йони в лабораторията на НИМХ.

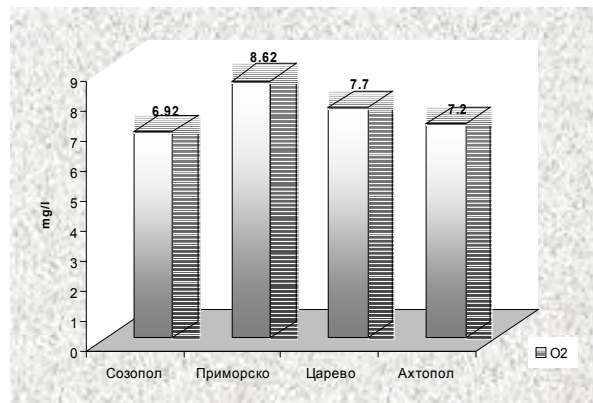
Фосфатният фосфор се намира във водата във вид на йони и цели молекули на ортфосфорната киселина ( $\text{HPO}_4^{2-} + \text{HPO}_4^- \leftrightarrow \text{PO}_4^{3-} + \text{HPO}_4^-$ ), във вид на комплексни йони ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{MgH}_2\text{PO}_4^+$ ,  $\text{CaPO}_4^-$  и други), а също така като недисоциирани молекули  $\text{MgHPO}_4$  и  $\text{CaHPO}_4$ . От йоните при съществуващите стойности на рН в морето доминира  $\text{PO}_4^{2-}$ , който стандартно се изследва при химическия анализ. Режимът на фосфатния фосфор в повърхностните води показва максимум през януари и минимум през юни. При този биогенен елемент се установява закономерна връзка със сезонната степен на синтеза, деструкцията и минерализацията на органичното вещество.

#### Показатели на кислородния режим

**Кислород (O<sub>2</sub>).** Кислородът постъпва от атмосферата, когато водата изстива, а при затоплянето ѝ се отделя обратно във въздуха. Произвежда се при фотосинтезата на хлорофилоносните растителни организми по схематичната реакция  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{HCHO} + \text{O}_2$  и се отделя в атмосферата. Очевидно се отделя и при хемосинтезата. Свободният кислород е необходим за всички живи същества освен за анаеробните бактерии. Затова е особено важен показател за качеството на водите. Колебанията на този важен показател са дадени на фигура 5.

**Окисляемост.** Във водата органичните вещества се съдържат в разтворено, колоидно и суспендирано състояние, включително живи микроорганизми. В крайбрежните морски води обикновено преобладава раз-

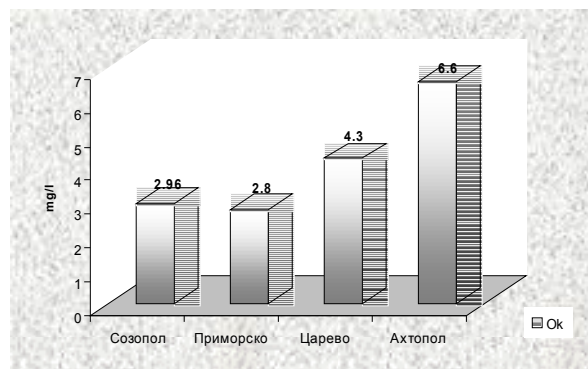
твореното органично вещество, в което се включва и преминаващата през филтри колоидна фракция. По-голяма част от морското органично вещество има автохонен произход, т.е. то се продуцира в самото крайбрежие на морето, а по-малка част постъпва в речния отток и валежите. При кръговрата на веществата органичното вещество частично се минерализира, утаява се в дънните наслаги, изнася се от морския басейн.



Фигура 5. Изменение на концентрацията на разтворен кислород за периода май – октомври 1999–2002 г.

Чрез определянето на перманентната окисляемост се получава задоволителна представа за съдържанието на органичните вещества във водата.

Окисляемостта на повърхностните крайбрежни води на Созополския залив има закономерен ход на промени с по-малки стойности в края на есента и началото на зимата и по-големи през пролетно-летния период.



Фигура 6. Изменение перманганатната окисляемост за периода май – октомври 1999–2002 г.

Средните стойности от измерванията в Созополския залив и Странджанското крайбрежие са показани на фигура 6. Известна представа за съдържанието на органичното вещество във водата дава и петдневната биохимична потребност на кислород (БПК<sub>5</sub>), главно по отношение на живите микроорганизми и нетрайното органично вещество. Измервания на този показател през последните пет години в разглеждания сезон - май-ноември не са правени в лабораторията на НИМХ. По литературни данни за района на Созопол стойностите се движат в диапазон от 1,5 до 4,64 mg/l.

От направените изследвания на качеството на водите на Черноморското крайбрежие на юг от Созопол до границата ни с Турция можем да заключим, че водите в този район не са замърсени. Реките, вливащи се в морето са р. Дяволска, р. Ропотаме и р. Велека. Тяхното дялово участие във формирането на състава на Черноморските води е много малко и със силно изразен локален характер. Необходимо е да продължават мероприятията за по-добро речистване на водите от работещите предприятия и да се

избягват директните зауствания на битовите и промишлените отпадъчни води в морето.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Рождественски А., 1985. Хидрохимична характеристика на българския участък на Черно море, изд. БАН.  
Желева Е., 2003. Екологична експертиза на дялян "Чайка 2".

Препоръчана за публикуване от  
катедра "Хидрогеология и инженерна геология", ГПФ

# PECULIARITIES IN THE BLACK SEA WATER QUALITY FORMATION AROUND THE SOZOPOL BAY AND STRANDJA REGION

Vessela Rajnova, Plamen Ninov, Stefka Blaskova, Julia Kirova

National Institute of Meteorology and Hydrology – BAS, 66 Tzarigradsko shaussee, 1784 Sofia, Bulgaria

E-mail: Plamen.Ninov@meteo.bg

## ABSTRACT

The water volume of the Black Sea is formed by continental water, precipitations and water from the Seas of Marmora and Azov. Among the continental fresh waters the most significant are the rivers Danube, Dneper, Dnester and Buk. 70% from the all water discharge inflowing into the sea is from the Danube river catchment area. Southward the Sozopol town the rivers Ropotamo, Diavolska and Veleka rivers register some local influence on the shore water. The assessment of the Black Sea water quality is done on the base of hydrographic, geological and hydrochemical characteristics of the studied region. The geological structure of the shore part is examined, especially in the region of the mouths of the main rivers. The water quality in the shore part is estimated. The assessment is carried out according the main standard water quality parameters concerning the oxygen regime, organic pollution, mineral content (including salinity), biogenic elements.

## CHARACTERISTICS OF THE REGION

The water volume of the Black Sea is formed by continental water, and water from the Seas of Marmora and Azov. Among the continental waters the most significant are the rivers Danube, Dnester and Buk. 70% from the whole water discharge that flows into the sea is formed by the Danube river. Regarding the interaction between the shore and sea waters at the Bulgarian part some quantitative idea gives the annual discharge of the Bulgarian Black sea rivers which now is about 2 km<sup>3</sup> yearly. More than one third of it is from the Kamchia river. The seawater inflow into the oversalted lakes is about 0,3 km<sup>3</sup> yearly. The seawaters that enter the limans and the mouth parts of the river basically are flowing back into the sea. The direct industrial input in the Bulgarian southern part of the Black Sea has a small quantity, but shows a certain influence of the quality of the sea water in the regions close to the river mouths. The influence of the Bulgarian shore waters to the waters of the Black Sea has a local character- mostly in the mouths of the bigger rivers and in the gulfs, because the total length of the Bulgarian seashores about 9% of the seashore of the Black sea and the water discharge from the rivers inflowing from Bulgarian territory is 0,7% from the water discharge of all Black Sea tributaries.

The salinity of the Black Sea water in this region is 17-18 ‰. The specific hydrological regime forms two basic layers – upper (shallow) with dept of 150-180 meters, which contains the poisonous gas, which is deprived from any living organisms. The full exchange of the seawaters is performed for 590 years.

In the ecological condition of the Black Sea there are four periods, which are characterized with considerable modifications in its hydro-chemical regime.

- ◀ 1<sup>st</sup> period of comparatively clean sea (up to 1965)
- ◀ 2<sup>nd</sup> period of the gradual accumulation of the contamination of organic and inorganic origin (from 1065-1972)
- ◀ 3<sup>rd</sup> period of intensive eutrofication (1973-1999)
- ◀ 4<sup>th</sup> period of slow rehabilitation (after 1991)

## CHEMICAL COMPOSITION

The information about the chemical composition of the shore waters in the Sozopol gulf and the Strangian seacoast is from the regional chemical lab of NIMH -BAS based in Burgas town. The information, which is used, is from expedition results for the period of May 1999 up to October 2002. The samples are taken from docks at about 30 m distance from the seashore and are current about the condition of the seawaters in the region.

### Main ions

The main ions of which depends the level of salinity are the (Cl<sup>-</sup>), (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), (Na<sup>+</sup>), (Mg<sup>2+</sup>), (Ca<sup>2+</sup>), (K<sup>+</sup>). The alterations of these ions concentrations for the period 1999-2002 for the months May - October are shown in the figures 1, 2, 3, 4.

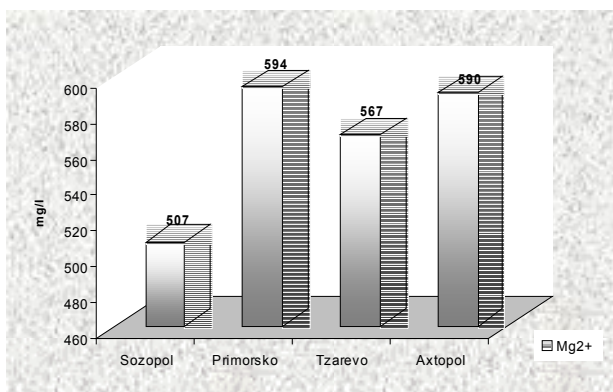


Figure 1. The alteration of concentrations of Mg<sup>2+</sup> ion for the period May-October 1999–2002.

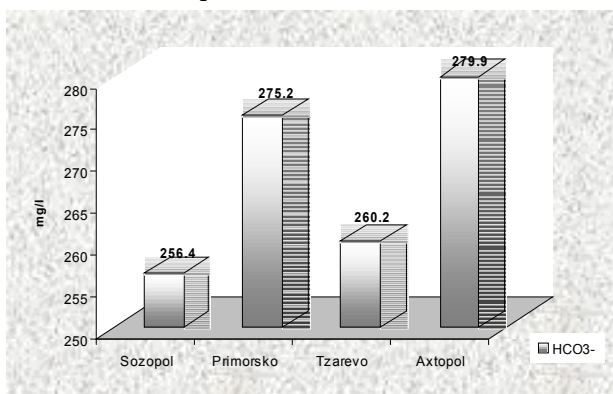


Figure 2. The alteration of concentrations of HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ion for the period May-October 1999–2002.

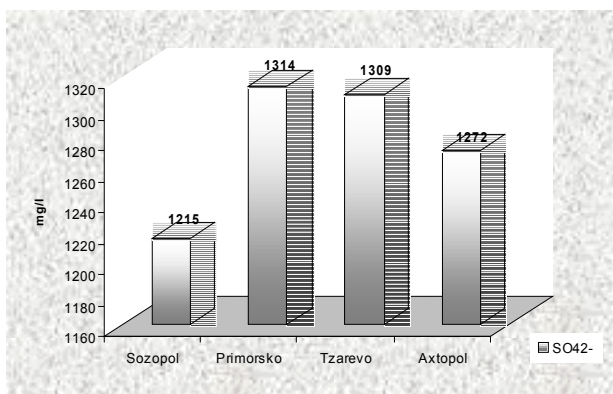


Figure 3. The alteration of concentrations of SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ions for the period May-October 1999–2002.

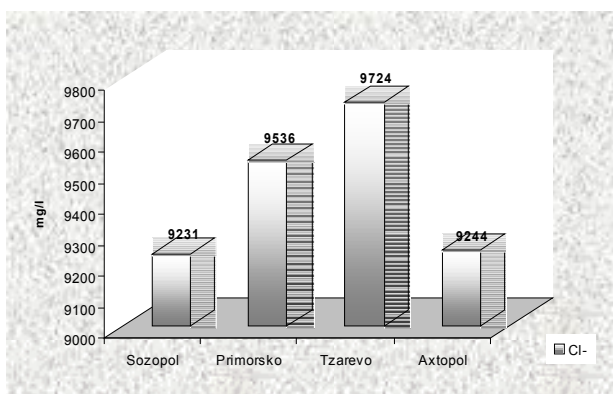


Figure 4. The alteration of concentrations of Cl<sup>-</sup> ion for the period May-October 1999–2002.

### Biogenic elements

The biogenic elements are of big importance to every ecosystem. The variability of biogenic elements concentrations is shown in table 1.

Table 1. The biogenic elements concentration variability for the summer months for the period 1999-2002

### Indicators for the oxygen regime

**Dissolved oxygen ( $O_2$ ).** The alteration of the concentrations of this important parameter is shown in figure 5.

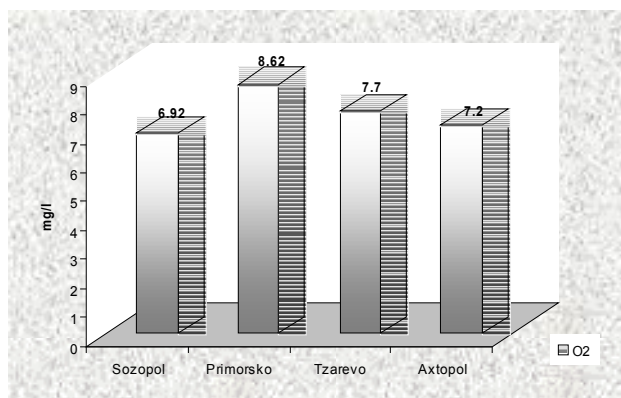


Figure 5. The alteration of concentrations of dissolved oxygen for the period May-October 1999–2002.

**Oxidation.** The average values of permanganate oxidation in the Sozopol gulf and the Strangian seacoast are shown in figure 6.

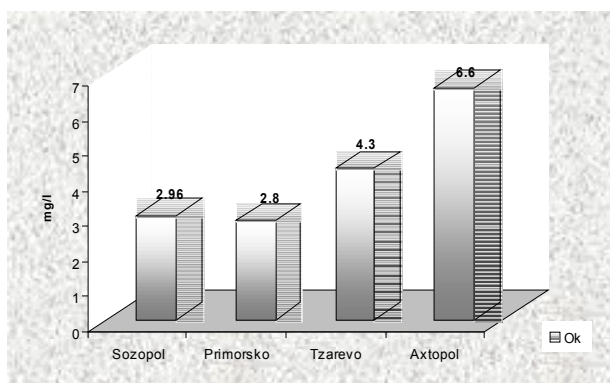


Fig. 6. The alteration of permanganate oxidation for the period May-October 1999–2002.

On the base of the gathered information for the quality of the Black sea waters to the south of Sozopol town, near Bulgarian Turkish boundary we may conclude that waters in this region are not contaminated. The rivers that flow into the sea are the Diavolska river, Ropotamo river and Veleka river. Their role in the forming the Black Sea water chemical composition is small and has a local character. It is of big importance to continue the quality control activities concerning inflowing industrial and domestic water.

### LITERATURE

Рождественски А., 1985. Хидрохимична характеристика на българския участък на Черно море, изд. БАН.  
Желева Е., 2003. Екологична експертиза на дялян "Чайка2".