

---

**CHEMICAL CHARACTERISTICS OF WATER IN RESERVOIR "SPILJE"**

**Katerina Belichovska**

Faculty of Agricultural Sciences and Food, St. Cyril and Methodius University in Skopje, Republic of Macedonia, kbelicovska@yahoo.com

**Daniela Belichovska**

Faculty of Environmental Resources Management, MIT University in Skopje, Republic of Macedonia daniela.belichovska@gmail.com

**Zlatko Pejkovski**

Faculty of Agricultural Sciences and Food, St. Cyril and Methodius University in Skopje, Republic of Macedonia

**Suzana Duraku**

Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy in Debar, Republic of Macedonia

**Abstract:** Reservoir 'Shpilje' or Debar lake is located at the end of the Western part of Republic of Macedonia, around 5 km far from the city of Debar and it is one of the largest artificial lakes in the Republic of Macedonia. The lake has primarily been used as a source of energy, but, also, for fishing. Certain chemical characteristics of water from different locations of reservoir and different years has been investigated in this research.

It was established that certain differences existed in chemical characteristics of water, depending on the location, as well as, on the period of the year when researches has been done. There were differences between summer and winter period, also. Significant differences in the presence of some cations and anions were established, related to the depth of the lake and the years, also, when investigation has been done. Starting from the surface towards the bottom of the lake, the values for Ca and SO<sub>4</sub> show tendency of growing up, deeper than 20 meters of depth, but the values for Na and K, year by year, show tendency of declining.

**Keywords:** Reservoir „Shpilje“, water, chemical characteristics.

**ХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВОДАТА ОД ХИДРОАКУМУЛАЦИЈАТА „ШПИЛЈЕ“**

**Катерина Беличовска**

Факултет за земјоделски науки и храна, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје, Република Македонија, kbelicovska@yahoo.com

**Даниела Беличовска**

Факултет за менаџмент на еколошки ресурси, МИТ Универзитет - Скопје

**Златко Пејковски**

Факултет за земјоделски науки и храна, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје

**Д-р Сузана Дураку**

Министерство за земјоделство, шумарство и водостопанство - Дебар

**Апстракт:** Хидроакумулацијата „Шпилје“ или Дебарското Езеро се наоѓа во крајниот западен дел на Република Македонија, на околу 5 km од градот Дебар и е едно од најголемите вештачки езера во Република Македонија. Првенствено се користи за енергетски цели, но и за стопански и спортски риболов. Во овој труд се испитувани одредени хемиски параметри на водата од различни локалитети на акумулацијата и во различни години.

Констатирано е дека постојат одредени разлики во хемиските карактеристики на водата, како во зависност од локацијата така и во зависност од годината кога се вршени испитувањата. Има разлики и меѓу летниот и зимскиот период. Застапеноста на одделните катјони, односно анјони покажуваат значителни разлики, како во однос на длабочината на водата, така и во однос на годините на извршените анализи на водата. Од површината кон дното, вредностите на Ca и SO<sub>4</sub> имаат тенденција на постојан пораст по 20 m длабочина, додека вредностите на Na и K од година во година се во опаѓање.

Thirteenth International Scientific Conference  
THE TEACHER OF THE FUTURE  
25-28.5.2017, Budva, Montenegro

---

**Клучни зборови:** Хидроакмулација „Шпилје“, вода, хемиски карактеристики.

### 1. ВОВЕД

Хидроакмулациите се вештачки творби, изградени за повеќе намени: добивање на електрична енергија, наводнување на земјиштето, обезбедување на питка вода и вода за потребите на индустријата и друго. Покрај својата основна намена тие езера се користат и за рибарски цели. Во последно време, оваа дејност што се спроведува на хидроакмулациите добива сè повеќе на значење.

Хидроакмулацијата „Шпилје“ или Дебарското Езеро се наоѓа во крајниот западен дел на Република Македонија, во Дебарската котлина на местото каде што реката Радика се влева во реката Црн Дрим, на околу 5 km од градот Дебар, на височина од 490 m и е едно од најголемите вештачки езера во Република Македонија, со површина од 13 km<sup>2</sup> и длабочина 94 m. Првенствено се користи за енергетски цели. Секундарна намена е наводнување на земјоделските површини кои се наоѓаат во рамнината на која се наоѓа и самиот град Дебар. Терциерна намена е за рибарски цели, каде што производството на риби е од голем интерес како за граѓаните, така и за организацијата која се занимава со стопански риболов, а и за спортските риболовци, така што постојат добри услови за развој на оваа гранка.

Биолошката продуктивност на акумулациите е способност на водата да го обезбеди производството на организми. Општото количество на организми што ги има во даден момент во водата се вика застапеност, а прирастот на биомасата на организмите за одреден период се вика продукција, додека дел од продукцијата што стопански се извлекува од водата се вика улов. Во акумулацијата „Шпилје“ се застапени повеќе видови риби: охридска пастрмка, радичка пастрмка, крап, клен, скубуст, грунец, мрена, моранец, јагула, плашица и карас.

Во овој труд се изнесени одредени параметри на водата од акумулацијата „Шпилје“, утврдени во поедини години.

### 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ НА РАБОТА

За вршење на анализите на водата, земени се проби од три локалитети: Брана, Плажа и Манастирец. Проби од површинската вода се земени во летниот период и во текот на зимскиот период. Утврден е јонскиот состав на водата на различна длабочина и во различни години. Обработката на пробите е извршена во Заводот за здравствена заштита во Охрид.

### 3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Резултатите од испитувањата на хемиските својства на водата од Дебарското Езеро земена од површината од три локалитети во текот на две годишни времиња (лето и зима) се прикажани во Табелата 1.

Вредностите на pH на водата не варира многу во зависност од локалитетот. Во текот на летниот период е нешто повисока во споредба со зимскиот. Слободен амонијак, како N, не беше најден кај сите три локалитети. Нитрити, како N, се најдени во трагови (0,015 mg/l) само во водата од локалитетот Манастирец. Нитратите, како N, се утврдени само во текот на зимскиот период. Хлоридите се застапени со слични вредности во трите локалитета, со тоа што повисоки вредности се установени во летниот период. Поголема вредност за потрошувачката на KMnO<sub>4</sub> е регистрирана само во летниот период во водата од локалитетот Манастирец (9 mg/l). Присуството на растворен кислород е испитано на два локалитета и изнесува од 7,05 до 7,25 mg/l. Сатурацијата на водата е испитана само во летниот период на локалитетот Плажа и изнесува 81,79%. Вредностите за тврдоста на водата се нешто повисоки во зимскиот период (8,51 – 8,73 mg/l) во споредба со летниот (6,83 – 7,39 mg/l). Калциумот го има нешто повеќе во водата од локалитетот Плажа (54,05 mg/l), а магнезиумот на локалитетот Брана (23,29 mg/l) и е повеќе застапен во летниот период. Железото не е детектирано. Од тешките метали, утврдено е присуство на цинк во водата од трите локалитети и на олово на еден локалитет. Кадмиумот и бакарот не се детектирани.

Thirteenth International Scientific Conference  
THE TEACHER OF THE FUTURE  
25-28.5.2017, Budva, Montenegro

*Табела 1. Хемиски својства на површинската вода од акумулацијата „Шпилје“.*

Хемиски својства		Брана		Плажа	Манастирец	
		Лето	Зима	Лето	Лето	Зима
1	рН вредност	8,10	7,83	8,00	8,12	7,82
2	Слободен амонијак, како N	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l
3	Нитрити, како N	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l	во траг.	0,015 mg/l
4	Нитрати, како N	0 mg/l	0,23 mg/l	0 mg/l	0 mg/l	0,23 mg/l
5	Хлориди	10 mg/l	8 mg/l	11 mg/l	10 mg/l	7 mg/l
6	Потрошувачка на KMnO <sub>4</sub>	4,2 mg/l	4,5 mg/l	3,90 mg/l	9 mg/l	4,5 mg/l
7	Кислород растворен	7,16 mg/l	7,05 mg/l	7,10 mg/l	-	-
9	Сатурација O <sub>2</sub>	-	-	81,79%	-	-
10	Тврдост (вкупна)	7,28 mg/l	8,73 mg/l	7,39 mg/l	6,83 mg/l	8,51 mg/l
11	Калциум	40,04 mg/l	48,0 mg/l	54,05 mg/l	33,64 mg/l	41,6 mg/l
12	Магнезиум	23,29 mg/l	8,67 mg/l	17,40 mg/l	22,72 mg/l	11,6 mg/l
13	Железо	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l
Тешки метали (mg/l)						
1	Цинк	0,031136	-	0,029851	0,014822	-
2	Кадмиум	0	0	0	0	0
3	Олово	0	0	0,001931	0	0
4	Бакар	0	0	0	0	0

Квалитетот на водата во акумулацијата „Шпилје“, исто така, зависи од дотокот на вода во акумулацијата и неговиот квалитет, како и од бројот и видот на загадувачите. Водата има синозеленкаста боја, а кај крајбрежните делови и при вливовите на реките во акумулацијата бојата има зеленкасто-жолта нијанса. Прозирноста на езерската вода е релативно мала и таа е најголема во непосредна близина на браната – 6 m, додека при вливовите на реките таа изнесува до 1 m.

Водата земена од локалитетите Брана и Манастирец хемиски припаѓа во I класа, водата од локалитетот Плажа припаѓа во II класа. Според Уредбата за класификација на водите [1], земените примероци на површинска вода одговараат на пропишаните дозволени вредности за I и II класа.

Во Табелата 2 е прикажан јонскиот состав на водата земена од различна длабочина на акумулацијата „Шпилје“ во прва и втора година, а во Табелата 3 во трета и четврта година.

*Табела 2. Јонски состав на водата во акумулацијата „Шпилје“ во 1. и 2. година*

Длаб. m	Прва година			Втора година				
	Ca	SO <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
0	35,73	20,38	1,96	44,49	8,23	52,26	128,13	12,73
10	38,11	19,68	1,99	46,30	9,69	41,98	128,13	12,73
20	42,87	44,28	1,70	59,87	9,69	74,08	132,88	14,15
30	53,51	54,82	0,83	65,46	8,72	86,42	134,06	14,15
40	63,52	83,63	1,76	79,82	6,78	101,24	138,81	14,15
50	64,31	116,66	1,66	91,00	7,75	136,63	138,81	14,15
60	89,72	141,96	2,49	97,38	8,72	150,62	139,99	14,15
70	104,80	213,65	2,59	105,37	8,72	172,43	155,42	12,73

Thirteenth International Scientific Conference  
**THE TEACHER OF THE FUTURE**  
 25-28.5.2017, Budva, Montenegro

*Табела 3. Јонски состав на водата во акумулацијата „Шпилје“ во 3. и 4. година*

Дл.	Трета година							Четврта година						
	Na	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	Na	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
0	3,2	1,0	52,5	12,2	60,0	128,4	17,8	3,0	1,0	38,8	12,0	47,0	137,0	10,6
10	3,0	1,0	52,5	12,2	50,0	130,7	17,8	3,0	1,0	42,7	9,6	43,0	142,0	10,6
20	2,8	1,0	52,5	12,2	32,0	130,7	17,8	3,5	1,0	58,2	7,2	51,0	142,0	10,6
30	3,2	1,0	58,6	9,8	79,0	130,7	17,8	2,7	0,9	46,5	14,4	55,0	142,0	10,6
40	3,6	1,0	80,8	12,2	105,0	131,8	17,8	2,5	0,8	66,0	7,2	82,0	142,0	10,6
50	3,6	1,0	84,8	9,8	115,0	131,8	17,8	3,0	0,8	58,2	9,6	84,0	142,0	10,6
60	3,6	1,0	121,1	-	170,0	134,1	17,8	2,9	0,9	66,0	7,2	93,0	148,0	10,6
70	3,6	1,0	84,8	9,8	134,3	137,5	17,8	3,1	1,0	62,1	9,6	90,0	148,0	10,6
80	-	-	-	-	-	-	-	3,1	1,0	66,0	7,2	96,0	148,0	10,6

Според својата еквивалентна вредност во водата на акумулацијата „Шпилје“, најзастапен катјон е калциумот, а по него доаѓа магнезиумот. Меѓу анјоните доминантно место зазема бикарбонатот, а по него доаѓа сулфатот.

Резултатите од анализите за застапеноста на одделните анјони, односно катјони покажуваат значителни разлики, како во однос на длабочината на водата, така и во однос на годините на извршените анализи на водата. Како што се гледа во Табела 3, од површината кон дното, вредностите на Ca и SO<sub>4</sub> имаат тенденција на постојан пораст по 20 m длабочина, додека вредностите на Na и K од година во година се во опаѓање. Гаваз [2] наведува повисоки вредности за HCO<sub>3</sub> (183,32 mg/l), K (2,51 mg/l), Na (12,0 mg/l).

Степенот на минерализација на водата варира од 164 до 190 mg/l, што значи дека водата може да се оцени како средно минерализирана. Тој степен за Охридското Езеро изнесува 128,0 mg/l, за Преспанското Езеро 123 mg/l и за Дојранското Езеро 247 mg/l [3]. Според тоа, водата од акумулацијата „Шпилје“ е послабо минерализирана од водата во Дојранското Езеро, но покажува повисок степен на минерализација од водите на Охридското и Преспанското Езеро.

Во Табелата 4 се прикажани одредени физичко-хемиски особини на водата во Дебарското Езеро (акумулација „Шпилје“).

*Табела 4. Физичко-хемиски својства на водата од различни места на акумулацијата „Шпилје“*

	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5
Длабочина/оддалеченост	0 m	0 m	9 m	65 m	1,5 m
Температура, °C	17,8	22,0	17,5	5,2	21,5
pH	8,4	8,18	8,01	7,84	Гаваз
Алкалитет, мЕq					
фенофтал	0,08	0,11	0,00	0,00	0,00
метилоранж	2,29	2,24	2,57	2,82	2,72
вкупен	2,37	2,35	2,57	2,82	2,72
Слободна јаглородна киселина (mg/l)	-	3,52	-	3,52	-
Растворен кислород (mg/l)	10,12	9,43	8,16	8,74	8,85
Заситеност (%)	96,30	98,43	94,96	79,65	93,02
БПК <sub>3</sub>	1,93	1,31	0,39	0,62	1,46
БПК <sub>5</sub>	2,84	1,37	1,76	0,91	2,15
Раствор. орг. материи (KMnO <sub>4</sub> )	24,32	13,86	6,77	4,62	7,70
Вкупен фосфор, mMol	0,66	0,33	0,31	0,32	0,82

Точка 1. Истек после централата „Глобочица“

Точка 2. Централна (600 m пред браната, во правец на спротивниот брег)

Thirteenth International Scientific Conference  
THE TEACHER OF THE FUTURE  
25-28.5.2017, Budva, Montenegro

---

Точка 3. Централна (600 m пред браната, во правец на спротивниот брег)

Точка 4. Централна (600 m пред браната, во правец на спротивниот брег)

Точка 5. Косоврасти (20 m оддалеченост од брегот).

Од растворените гасови во водата, кислородот е најзначаен од рибарско-биолошка гледна точка. Количеството на растворен кислород во површинските слоеви се движи во границите од 8,16mg/l до 10,12 mg/l. а сатурацијата насекаде е скоро 100%.

#### 4. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на резултатите од следењето на хемиските карактеристики на водата во Дебарското Езеро може да се констатира следново:

Постојат одредени разлики во хемиските карактеристики на водата во хидроакумулацијата „Шпилје“, како во зависност од локацијата од каде се земани пробите така и во зависност од годината кога се вршени испитувањата. Има разлики и меѓу летниот и зимскиот период.

Застапеноста на одделните анјони, односно катјони, покажуваат значителни разлики, како во однос на длабочината на водата, така и во однос на годините на извршените анализи на водата. Од површината кон дното, вредностите на Ca и SO<sub>4</sub> имаат тенденција на постојан пораст по 20 m длабочина, додека вредностите на Na и K од година во година се во опаѓање. Според испитуваните параметри, водата спаѓа во I и II класа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Уредба за класификација на водите. Сл. Весник на СРМ, бр. 9 од 1984 година.
- [2] Гаваз Р. Вештачки акумулации во сливот на река Црн Дрим во вливот на река Радика. Дипломска работа. Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Природно математички факултет, Институт за географија, Скопје.
- [3] Елаборат за рибарско искористување на акумулацијата „Шпилје“.
- [4] Податоци од ХЕЦ „Шпилје“ – Дебар.