

OPTEREĆENJE LITORALNOG POJASA MAKEDONSKOG DELA OHRIDSKOG JEZERA TEŠKIM METALIMA

Momčula T. Jordanoski¹, Trajče Stafilov²

¹ *Hidrobiološki zavod Ohrid*

² *Prirodno-matematički fakultet, Institut za hemiju Skopje
Republika Makedonija*

REZIME

Industrijski podem zemlje koji je povezan sa porastom urbanih celina, kao i savremena poljoprivreda dodatno opterećuju vodu Ohridskog jezera pored komunalnim i industrijskim otpadnim vodama. Takode, nije za potcenjivanje ni uticaj drenažnih voda sa poljoprivrednih poseda, koje preko vodoteka dotiču u jezero.

U cilju utvrđenja kvaliteta vode litoralnog pojasa u periodu 1996-1998 godine vršena su istraživanja sa više aspekata, kako bi se dobila što verodostojnija slika o opterećenju jezera od drenažnih, komunalnih i industrijskih otpadnih voda. Deo tih istraživanja, koja obuhvataju period 1997-1998 godine, jeste opterećenje vode glavnih vodoteka i litoralnog pojasa teškim metalima. Pri izboru mernih mesta i koje teške metale treba istraživati, presudni faktori su bili konfiguracija terena (kroz kakva područja prolaze glavni vodoteci) i opterećenje komunalnim i industrijskim otpadnim vodama.

Dobiveni rezultati ukazuju na malo povećane koncentracije nekih metala u pojedina područja koja su istraživana, kako i kontinuiran dovod količina pojedinih metala što ukazuje, sa svoje strane, na izvore tih kontaminenata.

KLJUČNE REČI: Ohridsko jezero, urbani celini, otpadna voda, teški metali

THE LOAD OF HEAVY METALS ON THE LITTORAL ZONE OF THE MACEDONIAN PART OF OHRID LAKE

ABSTRACT

Industrial development of the country is connected with the increase of the urban totality, as well as contemporary agriculture additionally loading of the lakes water beside communal and industrial waste water. So, it's not for understatement the influence of the drainage water from agricultural land, which waterflows come into the Lake.

In purpose to establish the quality of the water from the littoral part of Lake Ohrid in the period 1996-1998 performed are investigations from many aspects, for getting credible picture of loading of the lake with drainage, communal and industrial waste water. Part of those investigations which taking period from 1997-1998 are the loading from the communal and industrial waste water with heavy metals.

Received results are pointing out the less increase of the concentration on some metals in individual examined areas, as well as continued supply on quantity of individual metals which are pointing choice of that contaminants.

KEY WORDS: Lake Ohrid, urban totality, waste water, heavy metals

UVOD

Ohridsko Jezero ima površinu od 355,3 km² i najveću dubinu od 286 m. Sliv sa koga vode površinskim tokovima dotiču u Ohridsko Jezero ima 664,6 km² površine, sastavljen iz niza slivova bujičnog karaktera i tri veća vodoteka- Sateska i Koselska sa Velgoškom Rekom isključivo na makedonskoj teritoriji i Čerava koja gornjim tokom prolazi kroz albansku teritoriju.

Na svom putu, ti vodoteci, prolaze kroz područja koja su opterećena komunalnim i industrijskim otpadnim vodama, rudnim naslagama, kao i kroz ruralna područja koja su opterećena savremenim sredstvima za zaštitu bilja. Prolazeći kroz ta područja sobom odnose deo tih otpadnih kontaminanata, a krajna stanica jeste Jezero. Zbog toga i izbor mernih mesta jesu litoralne tačke ispred rečnih ušća. Radi poredjenja merena je koncentracija teških metala i na samim vodotocima. Položaj tih vodoteka praktično formira tri zasebne celine sa svojim osobenostima.

Prva celina jeste područje oko reke Čerave. Ovo područje jeste zasebna celina ne samo zbog reke Čerave, već i zbog same konfiguracije terena. Delovi planine Galičice spustaju se do samog Jezera i na taj način oblikuju ovu zasebnu celinu.

Drugo područje jeste gradsko područje poznato kao Gradska plaža, na kom delu dotiču reke Koselska i Velgoška.

Treće područje formira reka Sateska, sa svim svojim osobenostima.

Obzirom da je dosta rađeno na polju istraživanja biogenih elemenata i drugih fiziko-hemijskih parametara, osim teških metala, u periodu 1996-1998 godine vršena su istraživanja teških metala u vodama doteka i litoralnog pojasa makedonskog dela Ohridskog jezera.

U radu interpretirani su rezultati za teške metale u vodi litoralnog pojasa za vremenski period od godinu dana (1997-1998). Dobiveni rezultati otlikuju stanje kvaliteta litoralnog pojasa Ohridskog jezera.

MATERIJAL I METODE

Merna mesta gde je vršeno uzorkovanje su tako odabrana da praktično pokrivaju sve bitne segmente litoralnog pojasa makedonskog dela Ohridskog jezera.

Uzorci vode su uzimani propisanom metodologijom i skladiřani po propisima [7, 8, 9] pre nego što su uzeti za ispitivanje.

Upotrebljene su hemikalije p.a. i A.R. čistoće, proizvod "Merck", "Alkaloid" i dr.

Od metala istraživani su bakar, gvožđe, nikel, hrom, kadmium, mangan i olovo, a merenja su izvodjena Zeeman- elektrotermičkom atomskom absorpcionom spektrometrijom na Varian Spectra AA 640 atomskim absorpcionim spektrometru.

REZULTATI I DISKUSIJA

U uvodnom delu navedeno je da su merna mesta ispred ušća vodoteka i na samim vodotocima.

Obzirom da je na raspolaganju mnogo podataka, odlučili smo se za tabelarni prikaz istih.

Tabela 1. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu, ušće reke Čerave

Table 1. Concentration of heavy metals at the investigation period in the mouth of the River Čerava

Red. br	Period istraživ	Istraživani parametri						
		Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Cr (µg/l)	Fe (µg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Mn (µg/l)
1.	V. 97	0,58	0,43	0,05	12,14	<0,01	1,01	0,064
2.	VI.97	1,36	1,63	0,22	0,77	<0,01	0,4	3,12
3.	VIII.97	2,03	0,8	0,55	0,45	<0,01	0,47	0,5
4.	IX. 97	2,85	5,9	0,58	2,05	0,01	5,64	0,75
5.	X. 97	3,38	8,05	0,69	9,63	0,01	5,49	3,8
6.	XI.97	1,2	3,33	0,34	1,35	0,02	1,28	1,2
7.	XII.97	1,0	4,21	0,21	11,87	0,03	1,05	0,78
8.	I. 98	1,38	3,37	0,25	12,05	0,03	0,3	4,66
9.	II. 98	1,24	17,69	0,49	1,13	0,04	0,7	1,1
10.	III. 98	1,6	16,25	0,87	2,1	0,04	0,07	1,53
11.	V.98	7,69	3,84	0,7	2,03	0,03	0,4	1,00

Na tabelama 1 i 2 prikazani su vrednosti koncentracija ispitivanih teških metala na potegu reka Čerava- litoral ispred reke Čerave. Kod svih ispitivanih metala dobivene su niže koncentracije u odnosu na dozvoljene koncentracije po Zakonu o vodama Republike Makedonije (tab.9). Veće koncentracije pojedinih metala, iako ispod dozvoljenih granica ukazuju na karakter područja kroz kog prolazi reka Čerava.

Tabela 2 Koncentracije teških metala u istraživanom periodu, litoral Čerava

Table 2. Concentration of heavy metals at the investigation period in the littoral Čerava

Red. br	Period istraživ	Istraživani parametri						
		Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Cr (µg/l)	Fe (µg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Mn (µg/l)
1.	V. 97		0,42	0,05	1,66	<0,01	1,02	0,02
2.	VI. 97	1,1	1,26	0,12	0,4	<0,01	0,22	0,2
3.	VIII.97	0,45	0,1	0,06	0,3	<0,01	0,18	0,5
4.	IX. 97	1,44		0,41	1,45	<0,01	5,97	0,82
5.	X. 97	1,7	6,42	0,7	3,1	0,01	5,79	0,44
6.	XI.97	0,49	4,11	0,42	0,65	0,02	1,1	0,73
7.	XII.97	0,68	3,19	0,22	1,63	0,03	1,18	0,82
8.	I. 98	0,82	2,22	0,25	6,94	0,03	0,3	1,43
9.	II. 98	0,86	16,09	0,57	0,79	0,04	0,62	1,1
10.	III. 98	0,77		0,6	0,59	0,04	0,07	0,75
11.	V.98	6,6	2,89	0,63	0,57	0,03	0,4	1,1

Tabelarni prikazi 3, 4, 5 i 6 otlikuju koncentracije teških metala drugog segmenta jezerkog krajbrežja u užem delu grada, a to je područje poznato kao "Gradska plaža".

Tabela 3. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu, reka Velgoška
Table 3. Concentration of heavy metals at the investigation period in the river Velgoška

Red. br	Period istraživ	Istraživani parametri						
		Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Cr (µg/l)	Fe (µg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Mn (µg/l)
1.	V. 97	0,37	0,45	0,1	1,07	0,01	0,62	0,05
2.	VI. 97	0,82	2,09	0,35	1,63	0,01	0,34	4,6
3.	VIII.97	1,46	3,9	0,3	1,67	0,01	0,23	0,39
4.	IX. 97	3,6	9,16	0,52	3,11	0,01	5,61	0,85
5.	X. 97	2,95	15,73	1,15	4,52	0,01	4,4	2,83
6.	XI.97	3,78	10,88	0,88	1,69	0,04	1,36	0,78
7.	XII.97	1,08	13,71	1,2	5,47	0,04	0,89	0,9
8.	I. 98	1,88	20,78	6,74	14,38	0,03	0,28	5,79
9.	II. 98	2,97	18,57	1,1	1,93	0,05	1,01	1,88
10.	III. 98	3,72	22,5	4,32	2,28	0,05	0,67	2,24
11.	V.98	9,77	9,96	5,23	3,11	0,04	0,33	2,23

Tabela 4. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu, litoral Velgoška
Table 4. Concentration of heavy metals at the investigation period in the littoral Velgoška

Red. br	Period istraživ	Istraživani parametri						
		Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Cr (µg/l)	Fe (µg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Mn (µg/l)
1.	V. 97	0,31	0,58	0,05	1,43	0,01	0,5	0,04
2.	VI. 97		1,55	0,25	0,98	0,01	0,26	1,5
3.	VIII.97	1,03	0,1	0,11	0,58	0,01	0,1	0,51
4.	IX. 97	2,13	6,85	0,42	1,24	0,01	5,81	0,88
5.	X. 97	1,98	8,61	0,74	1,55	0,01	5,58	0,88
6.	XI.97	1,02	3,17	0,55	0,57	0,03	1,36	0,62
7.	XII.97	0,87	3,6	0,69	2,41	0,04	0,95	
8.	I. 98	1,22	3,45	1,45	6,75	0,03	0,23	2,5
9.	II. 98	0,91	16,01	0,56	1,32	0,03	0,74	1,71
10.	III. 98	1,06	16,53	0,86	1,39	0,04	0,072	1,05
11.	V.98	6,3	3,12	1,03	1,68	0,03	0,37	1,53

Vrdnosti koncentracija ispitivanih metala i na ovom segmentu jezerskog litorala nalaze se u dozvoljenim granicama.

Obzirom da se radi o području koje je opterećeno industrijskim otpadnim vodama, prema ranijim istraživanjima, ovde je očekivano povećanje koncentracija pojedinih metala. Dobiveni rezultati ne pokazuju neka veća odstupanja u pogledu koncentracija kao rezultat smanjenog rada ili kompletnog zastoj industrijskih postrojenja čije se otpadne vode sakupljaju na tom potezu.

Tabela 5. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu, reka Koselska
Table 5. Concentration of heavy metals at the investigation period in the river Koselska

Red. br	Period istraživ	Istraživani parametri						
		Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Cr (µg/l)	Fe (µg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Mn (µg/l)
1.	V. 97	0,21	0,17	0,05	1,33	0,01	0,11	0,05
2.	VI. 97	0,59	1,92	0,05	1,52	0,01	0,17	0,55
3.	VIII.97	0,35	0,1	0,05	0,33	0,01	0,27	0,59
4.	IX. 97	2,45	6,42	0,44	1,6	0,01	6,13	0,85
5.	X. 97	0,98	4,74	0,52	4,28	0,01	5,65	0,6
6.	XI.97	0,92	3,27	0,43	0,59	0,03	1,39	0,75
7.	XII.97	1,05	3,03	0,2	5,78	0,04	0,88	1
8.	I. 98	1,21	1,78	0,28	10,32	0,04	0,23	1,9
9.	II. 98	0,88	17,31	0,53	1,91	0,05	0,88	1,28
10.	III. 98	0,76	14,27	0,84	1,38	0,04	0,08	1,43
11.	V.98	6,12	2,25	0,7	8,54	0,04	0,32	2,01

Tabela 6. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu, litoral Koselska
Table 6. Concentration of heavy metals at the investigation period in the littoral Koselska

Red. br	Period istraživ	Istraživani parametri						
		Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Cr (µg/l)	Fe (µg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Mn (µg/l)
1.	V. 97	0,19		0,05	1,42	0,01	0,01	0,07
2.	VI. 97	0,58	1,25		0,37	0,01	0,12	0,05
3.	VIII.97	0,41	0,1	0,05	0,42	0,01	0,45	0,22
4.	IX. 97	1,57	8,04	0,55	1,59	0,01	0,11	0,7
5.	X. 97		5,92	1,3	2,2	0,01	5,48	0,45
6.	XI.97		2,86	0,39	0,42	0,04	1,36	0,6
7.	XII.97	0,7	3,02	0,2	1,92	0,03	0,98	0,98
8.	I. 98	0,88	2,22	0,24	2,25	0,03	0,28	2,01
9.	II. 98	1,1	14,64	0,54	1,66	0,03	0,73	1,04
10.	III. 98	0,67	13,46	0,71	0,58	0,04	0,05	1,38
11.	V.98	4,93		0,58	0,88	0,02		1,83

Slično je stanje, u odnosu koncentracija ispitivanih teških metala, i kod trećeg istraživanog segmenta reka Sateska- litoral ispred reke [tab.7 i 8]. I ovde su koncentracije u dozvoljenim grani cama.

Iako su koncentracije u dozvoljenim granicama, ne treba da se zanemari efekat kontinuiranog dotura, a time i koncentriranje teškim metalima.

Tabela 7. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu, reka Sateska
Table 7. Concentration of heavy metals at the investigation period in the river Sateska

Red. br	Period istraživ	Istraživani parametri						
		Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Cr (µg/l)	Fe (µg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Mn (µg/l)
1.	V. 97	0,15	0,32	0,05	3,24	0,01	0,01	0,05
2.	VI. 97	0,2	2	0,2	0,53	0,01	0,16	0,18
3.	VIII.97	0,63	0,1	0,05	0,25	0,01	0,38	0,26
4.	IX. 97	1,98	7,08	0,78	1,45	0,01	5,88	0,55
5.	X. 97	1,53	6,15	0,95	9,65	0,01	6,03	0,45
6.	XI.97	0,87	2,51	0,47	0,68	0,02	1,3	0,95
7.	XII.97	0,83	3,21	0,18	3,94	0,03	0,89	0,88
8.	I. 98	1,23	2,1	0,23	11,82	0,02	0,35	1,75
9.	II. 98	0,87	17,04	0,47	1,35	0,04	0,8	0,91
10.	III. 98	0,96	16,81	0,68	1,29	0,05	0,58	1,05
11.	V.98	5,18	3	0,57	0,77	0,03	0,48	1,3

Tabela 8. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu, litoral Sateska
Table 8. Concentration of heavy metals at the investigation period in the littoral Sateska

Red. br	Period istraživ	Istraživani parametri						
		Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Cr (µg/l)	Fe (µg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Mn (µg/l)
1.	V. 97	0,28	0,43	0,05	1,1	0,01	0,01	0,03
2.	VI. 97		1,95	0,05	0,51	0,01	0,16	0,06
3.	VIII.97	0,56	0,1	0,05	0,28	0,01	0,22	0,3
4.	IX. 97	1,34	5,74	0,66	1,45	0,01	6,12	
5.	X. 97	2,15		0,42	2,1	0,01	6,01	0,5
6.	XI.97	1,03	2,51	0,37	0,62	0,04	1,43	0,69
7.	XII.97	0,84	3,71	0,22	2,03	0,03	0,95	0,82
8.	I. 98	0,95	2,15	0,23	2,05	0,03	0,27	1,64
9.	II. 98		17,55	0,49	1,0	0,04	0,75	0,93
10.	III. 98	0,73	12,42	0,67	0,82	0,06	0,17	1,06
11.	V.98	5,18	3,08	0,53	0,63	0,04	0,4	0,95

Tabela 9. Dozvoljene koncentracije teških metala u vodama prema kategorizaciji
Table 9. Permit concentrations of heavy metals in water and its categorization

Kategorija na voda	Dozvoljene koncentracije teških metala mg/l						
	Cu	Ni	Cr ^{III} /Cr ^{VI}	Fe	Cd	Pb	Mn
I	0,1	0,05	0,1/0,05	0,3	0,005	0,05	0,02
II	0,1	0,05	0,1/0,05	0,3	0,005	0,05	0,05
III	0,1	0,1	0,5/0,1	1	0,01	0,1	0,2
IV	0,1	0,1	0,5/0,1	1	0,01	0,1	0,2

Dobivene vrednosti za teške metale ukazuju da voda sa ispitivanih područja spada u prvu kategoriju po kategorizaciji propisanoj po Zakonu o vodama Republike Makedonije.

ZAKLJUČAK

Istraživanja koncentracija teških metala u predmetnim područjima ukazuju da su dobivene vrednosti u dozvoljenim granicama, t.j. da voda ne prelazi prvu kategoriju. No za konačnu sliku vode presudni su i drugi parametri koji nisu tema istraživanja ovog rada.

U periodima kada je veći dotek vode, uglavnom, u svim ispitivanim područjima evidentirano je povećanje koncentracija ispitivanih metala iako u dozvoljenim granicama, što ukazuje na karakter zemljišta kroz koja prolaze predmetni vodoteci.

Rezultati istraživanja, posebno u drugom segmentu ("Gradska plaža") ne pokazuju veća odstupanja i pored toga što je tu najveće opterećenje industrijskim otpadnim vodama, što je rezultat smanjenog rada ili kompletan prekid sa radom industrijskih pogona čije se otpadne vode slivaju na tom području.

Ovde treba da se potencira da je potrebno obavezno povezivanje tih voda na kolektorski sistem čime bi se izbeglo veće opterećenje pri povećanom radu industrijskih postrojenja.

Iako su koncentracije u granicama, ne sme se zanemariti činjenica da kontinuirani priliv teških metala preko vodoteka ima svoj doprinos na ukupnog stanja vodnog ekosistema.

LITERATURA

1. Bether 1953: Praktikum za hemisko ispitivanje voda, Beograd.
2. Eutrofication of waters 1982: monitoring, assesment and control, OECD.
3. G.E.Jorgensen and R.A.Vollenweider 1988: Guideline of lake management., Volume 1.
4. M.T.Jordanoski, T.B.Naumoski, L.S.Lokoska, V.R.Novevska, V.S.Mitić 1997: Vlijanieto na rekata Čerava vrz kvalitetot na vodata vo litoralniot region na Ohridskoto Ezero na potegot Sv.Naum-Lubaniško Pole.XV kongres na hemičari i tehnolozi na makedonija, Skopje.
5. M.T.Jordanoski, T.B.Naumoski, L.S.Lokoska, V.R.Novevska, V.S.Mitić 1997: Istražuvanja na vodite od Velgoška i Koselska reka i nivno vlijanie vrz trofijata vo toj del na litoralot na Ohridskoto Ezero. XV kongres na hemičari i tehnolozi na Makedonija, Skopje
6. M.T.Jordanoski, T.B.Naumoski 1998: Fizičko-hemiski karakteristiki na vodata vo pojasot litoral-reka Sateska. Petto sovetuvanje "Vodostopanstvo vo Republika Makedonija" Struga, Zbornik na trudovi, 155-160.
7. NIP "Privredni pregled" 1990: Voda za piće, Standardne metode za ispituvanje higijenske ispravnosti, Beograd.
8. Standard methods for the examination of water and wastewater, 1980, 383
9. Strickland, H.D.J and T.R. Parsons 1972: A Practical handbook of Seawater Analysis 2nd ed.-Bull. Fish. Res Bd Canada, 167.
10. Služben vesnik na RM 9/84: Uredba za klasifikacija na vodi