

OPTEREĆENJE MAKEDONSKOG DELA LITORALA PRESPANSKOG JEZERA TEŠKIM METALIMA

Momčula T. Jordanoski¹, Trajče Stafilov²

¹ *Hidrobiološki zavod Ohrid*

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

REZIME

Prespansko Jezero rasprostire se na nadmorskoj visini od 856,45 m. Sa srednjom dubinom od 14,93 m ovo jezero je oko 10 puta pliće od Ohridskog Jezera.

Od njegove ukupne površine od 319,90 km², 189,20 km² pripadaju Makedoniji, dok 130,79 km² pripadaju Grčkoj i Albaniji.

U cilju utvrđenja kvaliteta vode litoralnog pojasa u periodu 2000-2002 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 2000-2001 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 povećane koncentracije nekih metala u pojedina područja koja su istraživana, kako i kontinuiran dovod većih količina pojedinih metala što ukazuje, sa svoje strane, na izvore tih kontaminenata.

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

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

ABSTRACT

Surface of Lake Prespa is at sea level of 856,45 m. With its average depth of 14,93 m, this Lake is about 10 times shallower than Lake Ohrid.

From its total area of 319,90 km², 189,20 km² belongs to Republic Macedonia, while 130,79 km² belongs to Greece and Albania.

In purpose to establish the quality of the water from the littoral part of Lake Prespa in the period 2000-2002 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 2000-2001 are the loading from the communal and industrial waste water with heavy metals.

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

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

UVOD

Prespansko Jezero rasprostire se na nadmorskoj visini od 856,45 m. Sa srednjom dubinom od 14,93 m ovo je jezero oko 10 puta pliće od Ohridskog Jezera.

Od njegove ukupne površine 319,90 km², 189,20 km² pripadaju Makedoniji, dok 130,79 km² pripadaju Grčkoj i Albaniji.

Prespansko i Ohridsko Jezero nemaju površinsku vezu, no voda prvog ističe u drugo podzemnim tokom. Zbog toga nameće se dvostruki cilj zaštite jezera, kao vodnog eko sistema i kao izvora vode koja utiče u Ohridsko Jezero.

Od površinskih doteka najznačajniji je priliv vode na istočnoj strani sliva, preko planinskih reka Brajčinska i Kranska i jedine dolinske reke, Golema Reka, koja dolazi sa severa. Međutim i ove reke preko leta koriste se za navodnjavanje ruralnih površina, tako da u tom periodu nema nikakvog priliva vode.

Za realizaciju projekta, osim reka, definirana su četiri merna mesta u litoralnom pojasu i u pelagijalnom delu jezera, na jednom vertikalnom profilu, na četiri dubine.

Deo rezultata, koje se odnose na biogene elemente [1-3], već je publikovan. Ovde će biti dat prikaz opterećenja Prespanskog jezera teškim metalima, rezultati dobiveni u toku istraživanja u periodu 2000-2001 godine.

MATERIJAL I METODE

Izbor mernih mesta gde je vršeno uzorkovanje je tako urađen da se time praktično pokrije celokupno područje makedonskog dela Prespanskog jezera.

Uzorci vode su uzimani Ruttner-ovom bocom i skladirani po propisima [4-6] 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, kadmijum, mangan i olovo, a merenja su izvodjena Zeeman- elektrotermičkom atomskom absorpcionom spectro metrijom na Varian Spectra AA 640 atomskim absorpcionim spektrometru.

REZULTATI I DISKUSIJA

U toku istraživanja urađeno je 15 uzorkovanja, a rezultati tih istraživanja prikazani su u tabelama 1-7. Na tabeli 8 dat je prikaz dozvoljenih koncentracija teških metala po propisima Republike Makedonije [7]

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

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

| Red. br | Period istraž. | Istraživani parametri | | | | | | |
|---------|----------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Cu (µg/l) | Ni (µg/l) | Cr (µg/l) | Fe (µg/l) | Cd (µg/l) | Pb (µg/l) | Mn (µg/l) |
| 1. | VII.00 | 3,18 | 1,22 | 0,32 | 14,10 | 0,03 | 0,97 | |
| 2. | VIII.00 | 1,52 | 1,37 | 0,40 | 10,15 | 0,06 | 0,66 | 1,965 |
| 3. | IX.00 | 1,58 | 1,98 | 0,37 | 17,10 | 0,08 | 0,92 | 1,58 |
| 4. | X.00 | 1,07 | 2,83 | 0,39 | 23,12 | 0,08 | 2,13 | 2,14 |
| 5. | XI.00 | 0,91 | 1,66 | 0,22 | 12,62 | 0,06 | 0,47 | 5,09 |
| 6. | XII.00 | 1,50 | 1,30 | 0,34 | 3,90 | 0,08 | 1,49 | 0,78 |
| 7. | I.01 | 3,35 | 1,59 | 0,39 | 1,82 | 0,02 | 1,54 | 0,78 |
| 8. | III.01 | 2,15 | 2,07 | 0,38 | 8,95 | 0,07 | 1,42 | 0,90 |
| 9. | IV.01 | 3,26 | 2,38 | 0,40 | 13,50 | 0,04 | 1,23 | 0,58 |
| 10. | V.01 | 0,91 | 2,21 | 0,57 | 3,12 | 0,02 | 0,95 | 0,34 |
| 11. | VI.01 | 1,41 | 1,98 | 0,33 | 1,64 | 0,06 | 0,67 | 0,24 |
| 12. | VII.01 | 0,97 | 2,36 | 0,39 | 17,1 | 0,02 | 0,91 | |
| 13. | VIII.01 | 1,07 | 1,31 | 0,36 | 13,20 | 0,01 | 0,78 | |
| 14. | IX.01 | 1,20 | 1,41 | 0,35 | 14,40 | 0,03 | 0,92 | |
| 15. | X.01 | 1,09 | 1,59 | 0,67 | 17,50 | 0,06 | 0,92 | |

Tabela 2 Koncentracije teških metala u istraživanom periodu , litoral Brajčinska

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

| Red. br | Period istraž. | Istraživani parametri | | | | | | |
|---------|----------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Cu (µg/l) | Ni (µg/l) | Cr (µg/l) | Fe (µg/l) | Cd (µg/l) | Pb (µg/l) | Mn (µg/l) |
| 1. | VII.00 | 2,86 | 1,60 | 1,39 | 2,24 | 0,02 | 0,52 | |
| 2. | VIII.00 | 0,84 | 1,98 | 0,22 | 13,61 | 0,05 | 0,65 | 2,15 |
| 3. | IX.00 | 1,37 | 1,29 | 0,40 | 1,60 | 0,08 | 1,05 | 1,80 |
| 4. | X.00 | 1,24 | 1,71 | 0,32 | 16,64 | 0,05 | 0,27 | 0,85 |
| 5. | XI.00 | 0,89 | 1,37 | 0,28 | 6,29 | 0,05 | 0,87 | 4,08 |
| 6. | XII.00 | 1,66 | 1,50 | 0,30 | 8,20 | 0,10 | 1,40 | 0,72 |
| 7. | I.01 | 2,50 | 1,83 | 0,30 | 10,60 | 0,07 | 1,10 | 0,95 |
| 8. | III.01 | 2,25 | 1,95 | 0,33 | 11,50 | 0,11 | 1,04 | 1,38 |
| 9. | IV.01 | 1,65 | 2,35 | 0,43 | 13,10 | 0,06 | 1,16 | 0,31 |
| 10. | V.01 | 1,13 | 1,91 | 0,33 | 13,40 | 0,03 | 1,00 | 0,36 |
| 11. | VI.01 | 1,98 | 2,25 | 0,30 | 4,45 | 0,02 | 0,99 | 0,38 |
| 12. | VII.01 | 0,72 | 1,74 | 0,36 | 15,3 | 0,08 | 1,12 | |
| 13. | VIII.01 | 2,06 | 2,86 | 0,35 | 12,9 | 0,08 | 0,96 | |
| 14. | IX.01 | 1,65 | 1,87 | 0,37 | 3,48 | 0,11 | 0,96 | |
| 15. | X.01 | 1,68 | 2,55 | 0,46 | 15,80 | 0,06 | 1,14 | |

Vrednosti koncentracija ispitivanih metala za poteg reka Brajčinska- litoral Brajčinska (selo Nakolec) prikazani su na tabelama 1 i 2. Iako u granicama dozvoljenog, evidentirane su veće koncentracije gvožđa.

Tabela 3. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu , reka Kranska

Table 3. Concentration of heavy metals at the investigation period in the river Kranska

| Red. br | Period istraž. | Istraživani parametri | | | | | | |
|---------|----------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Cu (µg/l) | Ni (µg/l) | Cr (µg/l) | Fe (µg/l) | Cd (µg/l) | Pb (µg/l) | Mn (µg/l) |
| 1. | VII.00 | 3,07 | 2,92 | 0,44 | 6,25 | 0,02 | 0,49 | |
| 2. | VIII.00 | 1,43 | 1,58 | 0,44 | 10,10 | 0,05 | 1,70 | 1,91 |
| 3. | IX.00 | 2,30 | 1,71 | 0,33 | 8,50 | 0,06 | 2,02 | 1,01 |
| 4. | X.00 | 2,22 | 2,10 | 0,28 | 15,80 | 0,06 | 1,27 | 1,91 |
| 5. | XI.00 | 0,98 | 2,32 | 0,37 | 19,25 | 0,08 | 1,70 | 6,39 |
| 6. | XII.00 | 1,53 | 1,43 | 0,29 | 15,00 | 0,08 | 1,31 | 0,56 |
| 7. | I.01 | 2,76 | 1,16 | 0,28 | 13,90 | 0,10 | 1,15 | 0,90 |
| 8. | III.01 | 2,18 | 1,33 | 0,32 | 2,82 | 0,12 | 1,22 | 1,98 |
| 9. | IV.01 | 1,31 | 2,35 | 0,31 | 3,45 | 0,04 | 1,42 | 0,31 |
| 10. | V.01 | 2,00 | 1,91 | 0,24 | 12,20 | 0,02 | 1,01 | 0,32 |
| 11. | VI.01 | 1,12 | 1,67 | 0,30 | 15,10 | 0,06 | 1,26 | 0,56 |
| 12. | VII.01 | 1,37 | 1,30 | 0,56 | 12,20 | 0,07 | 1,17 | |
| 13. | VIII.01 | 1,79 | 2,19 | 0,33 | 10,70 | 0,05 | | |
| 14. | IX.01 | 3,20 | 2,14 | 0,46 | 10,00 | 0,09 | 1,04 | |
| 15. | X.01 | 1,18 | 1,84 | 0,34 | 8,60 | 0,88 | 0,93 | |

Tabela 4. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu , litoral Kranska

Table 4. Concentration of heavy metals at the investigation period in the littoral Kranska

| Red. br | Period istraž. | Istraživani parametri | | | | | | |
|---------|----------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Cu (µg/l) | Ni (µg/l) | Cr (µg/l) | Fe (µg/l) | Cd (µg/l) | Pb (µg/l) | Mn (µg/l) |
| 1. | VII.00 | 1,25 | 1,00 | 0,17 | 7,86 | 0,01 | 0,56 | |
| 2. | VIII.00 | 0,93 | 1,11 | 0,27 | 1,64 | 0,07 | 0,68 | 1,38 |
| 3. | IX.00 | 1,34 | 0,94 | 0,35 | 2,50 | 0,05 | 1,05 | 0,92 |
| 4. | X.00 | 1,42 | 1,79 | 0,45 | 3,68 | 0,04 | 0,92 | 4,67 |
| 5. | XI.00 | 1,14 | 0,80 | 0,34 | 1,53 | 0,08 | 1,53 | 4,81 |
| 6. | XII.00 | 1,56 | 1,44 | 0,33 | 16,9 | 0,10 | 1,34 | 0,92 |
| 7. | I.01 | 2,62 | 1,67 | 0,22 | 3,60 | 0,11 | 1,03 | 3,00 |
| 8. | III.01 | 1,56 | 1,05 | 0,40 | 10,90 | 0,09 | 1,17 | 1,18 |
| 9. | IV.01 | 1,44 | 1,98 | 0,30 | 4,30 | 0,09 | 1,11 | 0,31 |
| 10. | V.01 | 2,16 | 2,10 | 0,29 | 3,66 | 0,08 | 0,88 | 0,30 |
| 11. | VI.01 | 1,20 | 1,79 | 0,33 | 18,10 | 0,05 | 1,14 | 0,48 |
| 12. | VII.01 | 0,92 | 2,54 | 0,35 | 3,55 | 0,08 | 0,88 | |
| 13. | VIII.01 | 1,61 | 2,07 | 0,33 | 15,3 | 0,09 | 0,88 | |
| 14. | IX.01 | 1,85 | 2,16 | 0,33 | 14,30 | 0,09 | 1,04 | |
| 15. | X.01 | 1,46 | 2,95 | 0,42 | 5,29 | 0,95 | 0,88 | |

Slično je stanje i kod mernih mesta reka Kranska- litoral Kranska (kod odmarališta Pretor) (tab. 3 i 4).

Obzirom da je preko leta dotek vode iz reka zanemarliv, praktično u jezero sakupljaju se samo drenažne vode sa navodnjavanja plantažnih nasada. Ovde treba da se napomene da za potrebe navodnjavanja plantažnih nasada ugrađen je sistem za korišćenje jezerske vode.

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

| Red. br | Period istraž. | Istraživani parametri | | | | | | |
|---------|----------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Cu (µg/l) | Ni (µg/l) | Cr (µg/l) | Fe (µg/l) | Cd (µg/l) | Pb (µg/l) | Mn (µg/l) |
| 1. | VII.00 | 2,19 | 1,57 | 0,76 | 15,1 | 0,01 | 0,66 | |
| 2. | VIII.00 | 1,60 | 1,03 | 0,21 | 8,97 | 0,09 | 0,66 | 7,41 |
| 3. | IX.00 | 2,32 | 1,83 | 0,40 | 22,6 | 0,06 | 1,27 | 5,39 |
| 4. | X.00 | 1,28 | 1,05 | 0,50 | 6,60 | 0,05 | 0,41 | 2,78 |
| 5. | XI.00 | 1,50 | 1,88 | 0,27 | 18,62 | 0,06 | 1,21 | 3,38 |
| 6. | XII.00 | 1,89 | 1,29 | 0,31 | 6,01 | 0,10 | 1,55 | 0,25 |
| 7. | I.01 | 1,98 | 1,29 | 0,31 | 12,20 | 0,11 | 1,43 | 0,532 |
| 8. | III.01 | 1,82 | 11,48 | 0,29 | 12,10 | 0,06 | 1,23 | 1,30 |
| 9. | IV.01 | 1,46 | 1,81 | 0,30 | 17,00 | 0,11 | 1,20 | 1,01 |
| 10. | V.01 | 1,62 | 2,90 | 1,63 | 3,70 | 0,06 | 1,15 | 0,30 |
| 11. | VI.01 | 1,47 | 1,90 | 0,51 | 20,20 | 0,06 | 0,85 | 0,45 |
| 12. | VII.01 | 1,11 | 2,04 | 0,40 | 10,2 | 0,08 | 0,88 | |
| 13. | VIII.01 | 1,10 | 1,11 | 0,62 | 8,08 | 0,01 | 1,13 | 0,43 |
| 14. | IX.01 | 1,46 | 2,62 | 0,60 | 19,50 | 0,12 | 1,07 | |
| 15. | X.01 | 1,14 | 1,99 | 0,31 | 17,80 | 0,15 | 1,72 | |

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

| Red. br | Period istraž. | Istraživani parametri | | | | | | |
|---------|----------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Cu (µg/l) | Ni (µg/l) | Cr (µg/l) | Fe (µg/l) | Cd (µg/l) | Pb (µg/l) | Mn (µg/l) |
| 1. | VII.00 | 3,76 | 1,14 | 0,19 | 4,10 | 0,01 | 0,44 | |
| 2. | VIII.00 | 1,33 | 3,05 | 0,37 | 19,50 | 0,04 | 1,55 | 2,69 |
| 3. | IX.00 | 1,35 | 1,39 | 0,44 | 2,50 | 0,06 | 0,53 | 1,19 |
| 4. | X.00 | 0,80 | 0,97 | 0,39 | 18,06 | 0,06 | 0,90 | 3,41 |
| 5. | XI.00 | 1,24 | 1,68 | 0,30 | 18,62 | 0,07 | 1,00 | 3,11 |
| 6. | XII.00 | 1,47 | 1,76 | 0,33 | 12,2 | 0,09 | 1,22 | 0,53 |
| 7. | I.01 | 2,77 | 1,28 | 0,33 | 2,82 | 0,02 | 1,15 | 0,51 |
| 8. | III.01 | 1,75 | 1,15 | 0,35 | 3,90 | 0,06 | 1,35 | 0,98 |
| 9. | IV.01 | 2,90 | 2,22 | 0,24 | 13,80 | 0,04 | 1,40 | 0,84 |
| 10. | V.01 | 3,55 | 2,88 | 0,87 | 3,67 | 0,04 | 1,09 | 0,31 |
| 11. | VI.01 | 1,09 | 1,52 | 0,50 | 14,10 | 0,02 | 0,97 | 0,40 |
| 12. | VII.01 | 1,80 | 1,61 | 0,37 | 6,50 | 0,06 | 0,89 | |
| 13. | VIII.01 | 1,18 | 2,44 | 0,40 | 10,8 | 0,03 | 1,13 | |
| 14. | IX.01 | 4,33 | 2,88 | 0,51 | 17,80 | 0,09 | 0,99 | |
| 15. | X.01 | 1,36 | 2,16 | 0,40 | 15,90 | 0,14 | 0,97 | |

Tabela 7. Koncentracije teških metala u istraživanom periodu , litoral Oteševo

Table 7. Concentration of heavy metals at the investigation period in the littoral Oteševo

| 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. | VII.00 | 3,22 | 1,23 | 0,22 | 18,9 | 0,01 | 0,42 | |
| 2. | VIII.00 | 0,93 | 1,13 | 0,42 | 7,64 | 0,05 | 2,09 | 1,08 |
| 3. | IX.00 | 1,46 | 3,06 | 0,41 | 2,50 | 0,09 | 1,17 | 2,01 |
| 4. | X.00 | 1,21 | 1,48 | 0,18 | 17,50 | 0,10 | 0,74 | 5,71 |
| 5. | XI.00 | 1,16 | 1,118 | 0,26 | 10,27 | 0,05 | 1,68 | 4,06 |
| 6. | XII.00 | 1,77 | 2,77 | 0,66 | 15,30 | 0,04 | 1,06 | 0,89 |
| 7. | I.01 | 3,72 | 1,74 | 0,22 | 3,81 | 0,08 | 1,12 | 0,55 |
| 8. | III.01 | 2,17 | 2,20 | 0,28 | 5,11 | 0,64 | 1,09 | 1,02 |
| 9. | IV.01 | 2,30 | 1,29 | 0,29 | 2,11 | 0,07 | 0,98 | 0,42 |
| 10. | V.01 | 1,42 | 1,85 | 0,31 | 5,94 | 0,04 | 0,90 | 0,25 |
| 11. | VI.01 | 0,82 | 1,35 | 0,66 | 3,60 | 0,02 | 1,20 | 0,57 |
| 12. | VII.01 | 0,93 | 1,71 | 0,34 | 17,40 | 0,06 | 0,76 | |
| 13. | VIII.01 | 1,70 | 2,73 | 0,32 | 12,60 | 0,07 | 0,88 | |
| 14. | IX.01 | 1,36 | 1,72 | 0,25 | 16,30 | 0,08 | 0,81 | |
| 15. | X.01 | 1,36 | 1,92 | 0,38 | 8,50 | 0,55 | 0,98 | |

I kod mernih mesta reka Golema- litoral Golema (selo Asamati) nema većih odstupanja u koncentracijama ispitivanih metala.

Tabela 8. Dozvoljene koncentracije teških metala u vodama prema kategorizaciji

Table 8. Permit concentrations of heavy metals in water and its categorization

| Kategorija na voda | Dozvoljene koncentracije teških metala µg/l | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------------------|------|-------------------------------------|-------|-----|-----|-------|
| | Cu | Ni | Cr ^{III} /Cr ^{VI} | Fe | Cd | Pb | Mn |
| I | 10 | 50 | 50/10 | 300 | 0,1 | 10 | 50 |
| II | 10 | 50 | 50/10 | 300 | 0,1 | 10 | 50 |
| III | 50 | 100 | 100/50 | 1000 | 10 | 30 | 1000 |
| IV | 50 | 100 | 100/50 | 1000 | 10 | 30 | 1000 |
| V | >50 | >100 | >100/>50 | >1000 | >10 | >30 | >1000 |

Dobiveni rezultati za teške metale, kod svih lokaliteta, ukazuju na koncentracije u dozvoljenim granicama (osim za Cd, gde je za vrlo mali broj uzoraka određena koncentracija iznad MDK za I i II klasu [7]).

Prespansko jezero nije izloženo većem opterećenju teškim metalima, no ne treba da se zanemari kontinuirano opterećenje.

ZAKLJUČAK

Istraživanja koncentracija teških metala u predmetnim područjima ukazuju da ne postoji opasnost od većeg opterećenja jezera teškim metalima.

Konfiguracija terena i industrijski objekti u ovom području ne predstavljaju opasnost sa aspekta teških metala, po jezero.

Obzirom da se radi o izrazitim poljoprivrednim područjem, gde je korišćenje pesticida i drugih sredstava izrazito, postoji opasnost od koncentriranja onim metalima koji su u sastavu tih preparata (Cu i sl.).

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

LITERATURA

1. Eutrofication of waters 1982: monitoring, assesment and control, OECD.
2. G.E.Jorgensen and R.A.Vollenweider 1988: Guideline of lake management,. Volume 1.
3. M.T.Jordanoski, Trajče Stafilov: Opterećenje litoralnog pojasa makedonskog dela Ohridskog Jezera teškim metalima, Zaštita voda 2000, Mataruška Banja 6-9 jun 2000. Zbornik radova.
4. NIP "Privredni pregled" 1990: Voda za piće, Standardne metode za ispitivanje higijenske ispravnosti. Beograd.
5. Standard methods for the examination of water and wastewater, 1980, 383
6. Strickland, H.D.J and T.R. Parsons 1972: A Practical handbook of Seawater Analysis 2nd ed.-Bull. Fish. Res Bd Canada, 167.
7. Uredba za klasifikacija na vodi; Služben vesnik na RM 18/99