

## Kvalitet reke Ibar od Biljanovca do Kraljeva

DRAGAN D. MARINOVIĆ, Zavod za javno zdravlje, Kraljevo

VLADIMIR M. SAVIĆ, Zavod za javno zdravlje, Kraljevo

MARINA T. STOJANOVIĆ, Univerzitet u Nišu,

Fakultet zaštite na radu, Niš

DANILO B. POPOVIĆ, Univerzitet u Nišu,

Fakultet zaštite na radu, Niš

VESNA B. NIKOLIĆ-VUJACIĆ, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Beograd

SVETLANA B. NIKOLIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

Stručni rad

UDC: 504.45.054(497.11)

*Voda reke Ibar se koristi za vodosnabdevanje kao i za potrebe stanovništva mnogih mesta, stoga je praćenje kvaliteta vode reke Ibar od primarnog značaja za utvrđivanje kontaminiranosti vodenog ekosistema i zaštite čovekovog zdravlja. Rad je nastavak projekta monitoringa reke Ibar od Raške do Kraljeva. Na 34. međunarodnom stručno-naučnom skupu na Tari je dat uticaj otpadnih voda opštine Raška i Baljevca na kvalitet reke Ibar. A cilj ovog rada je da se prikaže uticaj svih naseljenih mesta od Biljanovca do Konareva na kvalitet vode reke Ibar. Ukupno 15 merenja na 3 merna mesta u dužini oko 50 km. Reka Ibar prolazi kroz naseljena mesta gde je razvijena industrija i kroz nenaseljena mesta.*

**Ključne reči:** Reka Ibar, zagađenje vode, ekosistem i zdravlje

### 1. UVOD

Ovaj rad predstavlja prerađen rad pod istim nazivom, koji je prezentovan u okviru 35. Međunarodnog stručno-naučnog skupa "Vodovod i kanalizacija '14", održanom krajem prošle godine u Kladovu.

Zagađenje vode i utvrđivanje stepena njene zagađenosti mnogobrojnim fizičkim agensima i raznim hemijskim supstancama postaje sve veći zdravstveni i opšti društveni problem [1].

U ovom radu se daju rezultati dela projekta pod nazivom: Uzroci zagađenja i analize kvaliteta vode i sedimenta Ibra od Raške do Kraljeva, čiji je investitor bilo: Ministarstvo poljoprivrede, trgovine, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije i Republička direkcija za vode.

U cilju sa utvrđenom strategijom upravljanja vodom i vodenim resursima u Republici Srbiji, cilj ovog projekta je da se utvrde uzroci zagađenja vode i sedimenta reke Ibar u oblasti od Raške do Kraljeva.

---

Adresa autora: Dragan Marinović, Zavod za javno zdravlje, Kraljevo, Jug Bogdanova bb

Rad primljen: 10.12.2014.

Rad prihvaćen: 29.12.2014.

Značajan deo ispitivanja se odnosi na monitoring, ispitivanje i analizu kvaliteta vode i sedimenta Ibra u ovom području.

U svom toku reka Ibar prihvata veliku količinu otpadnih voda različitog porekla. Jedan deo otpadnih voda potiče od industrije, deo od poljoprivrede, deo od industrijskih i komunalnih deponija na ovom području, a deo od sanitarnih, fekalnih, voda koje se ispuštaju bez tretmana. To je i osnovni uzrok što mnogi parametri kvaliteta vode reke Ibar ne zadovoljavaju date granične vrednosti važećeg pravilnika [2]. Imajući tu činjenicu u vidu, realizacija ovog projekta ima za cilj da ustanovi sve izvore zagađenja voda donjeg toka reke Ibar i njenih pritoka na priobalju, i njihov uticaj na kvalitet vode reke Ibar i pritoka i sedimenta, i da se na osnovu takve analize daju predlozi za njihovo smanjenje ili eliminaciju u donjem toku reke.

Ovaj rad se nadovezuje na rad koji je prezentovan na 34. međunarodnom stručno-naučnom skupu na Tari u kojem je dat uticaj otpadnih voda opštine Raška i Baljevca na kvalitet reke Ibar [3].

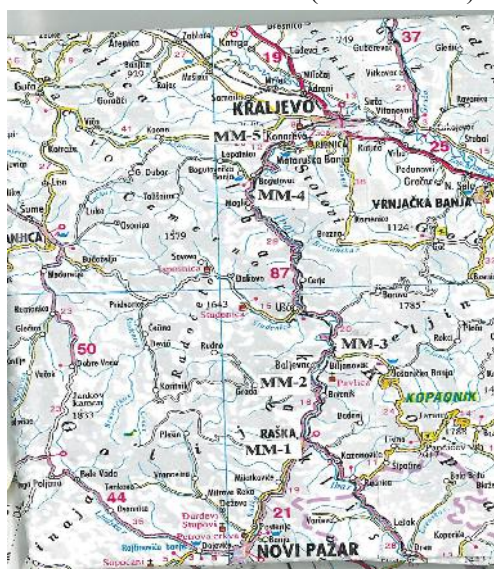
U ovom radu se daju obrađeni rezultati kvaliteta reke Ibar uzorkovane kod mesta Biljanovca, Bogutovca i Konareva i analiziraće se uticaj otpadnih voda tih mesta na kvalitet reke Ibar.

Sva ova naselja, pripadaju slivu Ibra, pa samim tim, na direktan ili indirektan način, svojom delatnošću, utiču na kvalitet njegove vode ili na kvalitet voda njegovih pritoka. Razvoj pojedinih grana privrede na teritoriji ovih mesta diktira geografski položaj, mineralna, rudna i šumska bogatstva ovog područja. Vodeće grane privrede su industrija (prehrambena), rudarstvo, poljoprivreda, stočarstvo, voćarstvo i turizam. Veliki zagađivač vode reke Ibar su i veliki broj „divljih” deponija, pretežno građevinskog otpada (šut, cigla i dr.) ali i komunalnog otpada. Sa ovih deponija, površinske i procedne vode slivaju se direktno u Ibar.

## 2. EKSPERIMENTALNI DEO

Urađena je analiza u uzorcima vode reke Ibar, uzetih na tri merna mesta i to: reka Ibar posle uliva Jošaničke reke kod Biljanovca (MM3), reka Ibar posle uliva reke Lopatnice kod Bogutovca (MM4) i reka Ibar pre Kraljeva kod Konareva (MM5) i to pet puta u periodu juni-oktobar 2012. godine i to: 13. juna, 10. jula, 8. avgusta, 19. septembra i 4. oktobra 2012. godine ukupno 15 uzoraka (slika 1). Izbor fizičko-hemijskih parametara određen je prema važećim pravilnicima i uredbama: 96/10; 67/11 i 50/12 [4-7].

Uzorci vode reke Ibar, pripremani su prema Standardnim metodama [4, 8] i validovanim metodama Zavoda za javno zdravlje iz Kraljeva (VMK). Fizičko-hemijske analize uzoraka vode iz reke Ibar vršile su se: volumetrijskim metodama (utrošak  $\text{KMnO}_4$  i hlorida), elektrohemijom (vrednost pH) i spektrofotometrijskim metodama (nitrati, nitriti, amonijak, sulfati [4], ukupni fosfati, BPK<sub>5</sub>, HPK, zink-Zn, bakar-Cu, arsen-As, gvožđe-Fe i mangan-Mn) [10-12, 17, 18]. Instrumenti koji su se koristili za pomenuta ispitivanja su: pH-metar (Hanna) i spektrofotometri: Lambda 2 i AAS (Perkin Elmer).



Slika 1 - Mesta uzorkovanja reke Ibar

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati izmerenih fizičko-hemijskih parametara u uzorcima reke Ibra uzetih na tri merna mesta: MM3, MM4 i MM5 i to po pet puta prikazani su u tabelama 1, 2 i 3.

Analizirano je 17 fizičko-hemijskih parametara. Merene su vrednosti opštih parametara, kiseoničkog režima, koncentracije nutrijenata, neorganskih mikropolutanata (anjoni-hloridi i sulfati) i pet teških toksičnih metala.

Od opštih parametara određivana je pH vrednost i suspendovane materije. pH vrednost je bila izuzetno velika i uvek se nalazila na gornjoj granici MDK. To ukazuje na povećano prisustvo nekih supstanci koje imaju alkalni karakter, a voda reke Ibra bi se mogla svrstati u V klasu voda po novom pravilniku. Površinske vode koje pripadaju ovoj klasi ne mogu se koristiti ni u jednu svrhu. Koncentracije suspendovanih materija na sva tri merna mesta u svih pet merenja su bile u granicama I klase. Kiseonični razim je određen merenjem koncentracije kiseonika, BPK<sub>5</sub>, HPK i utroška  $\text{KMnO}_4$ . Po količini rastvorenog kiseonika, BPK<sub>5</sub> i HPK reka Ibar spada u I i II klasu.

Na sva tri mesta uzorkovanja rađeni su nutrijenti to jest određivana je koncentracija amonijačnog, nitritnog i nitratnog azota kao i ukupnog fosfora. Izmerene vrednosti svih navedenih parametara na svim mernim mestima u svih pet merenja pokazuju da je voda reke Ibar opterećena zagađujućim materijama, verovatno poreklom iz poljoprivredne aktivnosti. Najveće koncentracije se beleže na mernom mestu MM3 i idući ka mernom mestu MM5 one opadaju, najverovatnije je to zbog uliva Jošaničke, Lopatničke i Studeničke reke u Ibar koje poboljšavaju njen kvalitet. Dobijene vrednosti se povećavaju od prvog do petog uzorkovanja to jest od juna do oktobra jer su to letnji meseci tako da je nivo Ibra najniži pa dolazi do koncentrovanja ovih zagađujućih materija.

Na osnovu dobijenih vrednosti za ove ispitivane parametre vidi se da Ibar spada u IV ili III klasu. Površinske vode koje spadaju u ove klase se mogu koristiti u sledeće svrhe: snabdevanje vodom za piće uz prethodni tretman koagulacijom, flokulacijom i dezinfekcijom, kupanje i rekreaciju, navodnjavanje, industrijsku upotrebu (procesne i rashladne vode). Dobra strana je da idući od mesta uzorkovanja MM3 ka MM5 klasa reke se poboljšava. Tako da reka Ibar od IV prelazi u II klasu a iz III u I klasu. Površinska voda ove klase se može koristiti za piće uz prethodni tretman kao i za navodnjavanje i industrijsku upotrebu [13-16, 19].

Izmerene vrednosti neorganskih mikropolutanata (anjoni-hloridi i sulfati) pokazuju da su one daleko

ispod MDK vrednosti i da reka Ibar po dobijenim vrednostima spada u I klasu voda. Vrednosti dobijenih koncentracija za pet teških metala: Fe, Zn, Cu, As i Mn pokazuju da reka Ibar spada u I ili II klasu površinskih voda.

#### 4. ZAKLJUČCI

Na osnovu analize fizičko-hemijskih parametara na tri mesta uzorkovanja vode reke Ibar i to po pet puta može se zaključiti:

- Reka Ibar menja svoju klasu u zavisnosti od ispitivanih parametara od I i II do IV i V klase površinskih voda,
- ako se pogledaju rezultati ispitivanja može se videti da reka Ibar spada u I ili II klasu po većini ispitivanih parametara i to: rastvorenog kiseonika, hlorida, sulfata, suspendovanih materija, BPK5, HPK, Fe, Zn, Cu, As, i Mn,
- a po ispitivanim parametrima: pH, amonijačnog, nitratnog, nitritnog azota i ukupnih fosfata reka Ibar spada u IV ili V klasu površinskih voda,
- kvalitet vode reke Ibar poboljšava se od prve do treće tačke uzorkovanja,
- dobijene vrednosti se povećavaju od juna do oktobra,
- na osnovu celokupnog projekta monitoringa reka Ibar od Raške do Kraljeva može se zaključiti:
  - da se kvalitet vode reke Ibar poboljšava od Raške do Kraljeva,
  - da se kvalitet vode reke Ibar poboljšava od prve do pete tačke uzorkovanja (od MM1 do MM5),
  - da se kvalitet reke Ibar poboljšava od V i IV klase u II i I klasu.

Posmatrano u celini, u analiziranom delu reke Ibra uliva se velika količina otpadnih voda od registrovanih zagađivača, ali je ukupna količina otpadnih voda i veća jer ima mnogo manjih neregistrovanih zagađivača koji diskontinualno ispuštaju svoje otpadne vode. Za preciznije definisanje količine otpadnih voda potrebno je uraditi znatno detaljnije, sveobuhvatnije i vremenski duže istraživanje. S druge strane u reku Ibar, ulivaju se i reke koje su izuzetno čiste pa poboljšavaju kvalitet vode reke Ibar. Promene i dopune važećih pravilnika i uredbi u skladu su sa razvojem društva i međunarodnim zahtevima, pa ih treba redovno pratiti i što je najvažnije u praksi ih primenjivati.

#### LITERATURA

- [1] Kristoforović Ilić M., Radovanović, M., Vajagić, L., Jeftić, Z., Folić, R., Krnjetin, S., Obrknežev, R., Komunalna higijena, Izdavač: Prometej, Novi Sad, 1998.
- [2] Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje, Sl. glasnik RS, br. 50/12.
- [3] Marinović D., Stojanović M., Popović D., Savić V., Nikolić-Vujačić V., Nikolić S., "Uticaj otpadnih voda opštine Raške i Baljevca na kvalitet reke Ibar", u Zbornik radova Vodovod i kanalizacija'13, Tara, pp. 282-276, 2013.
- [4] Poček, B., Voda za piće, standardne metode za ispitivanje higijenske ispravnosti, Izdavač: NIR, Privredni pregled, Beograd, 1990.
- [5] Zakon o vodama, Sl. glasnik RS, br. 30/10.
- [6] Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda, Sl. glasnik RS, br. 96/10.
- [7] Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, Sl. glasnik RS, br. 74/11.
- [8] Clesceri, L., Greenberg, A. E., Eaton, A. D., Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20Ed. Washington: American Public Health Association; 1998.
- [9] Georgieva, N., Yaneva, Z., "Study on  $SO_4^{2-}$ -occurrence and distribution in two Bulgarian rivers", *Ecologica*, vol 69, pp. 25-32, 2013.
- [10] Gullon, M., Font, R., *Water Res.* vol 35, pp. 516, 2001.
- [11] Schreiber, B., Brinkmann, T., Schmalz, V., E. Worch, E., *Water Res.* vol 39, pp. 3449, 2005.
- [12] Poček, B., "Potable Water, Standard Methods for Hygienic Acceptability Investigation", *Economic Review*, pp.179 (in Serbian), 1990.
- [13] Jevremović, D., Sunarić, D., Kostić, S., "Zagađivanje reka u Srbiji kliženjem i odronjavanjem" *Tehnika*, vol 66, no 5, pp. 731-736, 2011.
- [14] Singh, P. K., Malik, S., Sinha, S., "Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques – a case study", *Anal. Chim. Acta* 538, pp. 355-374, 2005.
- [15] Zhao, Z., Cui, F., "Multivariate statistical analysis for the surface water quality of the Luan River", *China, J. Zhejiang. Univ. Sci. A* 10, pp. 142-148, 2009.
- [16] Ayeni, A., O., Soneye, A.S.O., "Interpretation of surface water quality using principal components analysis and cluster analysis", *J. Geogr. Reg. Plann.* 6, pp. 132-141, 2013.
- [17] House, W. A. "Geochemical cycling of phosphorus in rivers", *Appl. Geochem.* 18, pp. 739-745, 2003.
- [18] House, W., A., Denison, F., H., "Nutrient dynamics in a lowland stream impacted by sewage effluent: Great Ouse, England", *Sci. Total Environ*, 205, pp. 25-49, 1997.
- [19] <http://www.ecologica.org.rs/>

Tabela 1. Merno mesto MM3-Reka Ibar posle uliva Jošaničke reke kod Biljanovca

R.b.	Parametri	Jed. me.	Broj i oznaka uzorka - dobijena vrednost						IB-3 REKA TIP2				
			Klasa ekološkog statusa						Klasa ekološkog statusa				
			MM 3-1	MM 3-2	MM 3-3	MM 3-4	MM 3-5	Klasa I	Klasa II	Klasa III	Klasa IV	Klasa V	
1	Rastvoreni kiseonik	mg/lO <sub>2</sub>	8.5	8.1	9.0	9.3	10.0	8.5	7.0	5	4	<4	
2	pH vrednost	-	8.28	8.38	8.26	8.25	8.21	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	<6.5 i >8.5	
3	Amonijum jon (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	0.40	0.29	0.37	0.73	0.56	0.05	0.10	0.6	1.5	>1.5	
4	Nitriti (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	0.049	0.052	0.036	0.076	0.083	0.01	0.03	0.12	0.3	>0.3	
5	Nitrati (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	2.62	1.82	2.60	3.29	3.03	1.5	3.0	6	15	>15	
6	Utrošak KMnO <sub>4</sub>	mg/l	15.48	6.32	13.59	11.37	7.58						
7	Hloridi (Cl)	mg/l	17	15	20	19	15	50	100	150	250	>250	
8	Gvožđe (Fe)	µg/l	183	313	113	96	139	200	500	1000	2000	>2000	
9	Ukupni fosfati (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0.512	0.331	0.435	0.767	0.577	0.5	0.0	0.4	1	>1	
10	Sulfati (SO <sub>4</sub> )	mg/l	16.47	33.66	35.18	37.60	14.50	50	100	200	300	>300	
11	Susp. Materije	mg/l	14	6.8	8.0	11	9	25	25	-	-	-	
12	BPKs	mg/l	2.1	1.2	0.5	<2.0	<0.5	1.8	4.5	7	25	>25	
13	HPK	mg/l	3.7	2.9	1.3	0.5	<1.0	10	15	30	125	>125	
14	Cink (Zn)	µg/l	98	101	96	132	26	30-500	300-2000	2000	5000	>5000	
15	Bakar (Cu)	µg/l	23	24	19	25	<10	5-112	5-112	500	1000	1000	
16	Arsen (As)	µg/l	4	6	10	12	9	<5	10	50	100	>100	
17	Mangan (Mn)	µg/l	95	76	78	28	21	50	100	300	1000	>1000	



Tabela 2. Merno mesto MM4-Reka Ibar posle uliva reke Lopatnice kod Bogutovca

R.b.	Parametri	Jed. me.	Broj i oznaka uzorka - dobijena vrednosti										IB-3 REKA TIP2				
													Klasa ekološkog statusa				
			MM 4-1	MM 4-2	MM 4-3	MM4-4	MM4-5	Klasa I	Klasa II	Klasa III	Klasa IV	Klasa V					
1	Rastvoreni kiseonik	mg/l O <sub>2</sub>	9.1	8.7	9.2	9.9	10.2	8.5	7.0	5	4	<4					
2	pH vrednost	-	8.55	8.46	8.44	8.68	8.34	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	<6.5 i >8.5					
3	Amonijum jon (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	0.240	0.516	0.294	0.274	0.473	0.05	0.10	0.6	1.5	>1.5					
4	Nitriti (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	0.018	0.013	0.012	0.028	0.017	0.01	0.03	0.12	0.3	>0.3					
5	Nitratni (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	1.75	1.59	1.99	2.84	2.58	1.5	3.0	6	15	>15					
6	Utrosak KMnO <sub>4</sub>	mg/l	12.64	5.05	10.11	6.32	7.90										
7	Hloridi (Cl)	mg/l	13	16	16	17	13	50	100	150	250	>250					
8	Gvožđe (Fe)	µg/l	87	183	61	52	244	200	500	1000	2000	>2000					
9	Ukupni fosfati (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0.337	0.303	0.288	0.534	0.432	0.05	0.20	0.4	1	>1					
10	Sulfati (SO <sub>4</sub> )	mg/l	15.49	33.39	29.63	34.38	16.38	50	100	200	300	>300					
11	Susp. Materije	mg/l	9	5.8	5.8	10	<5	25	25	-	-	-					
12	BPK <sub>5</sub>	mg/l	1.0	0.8	0.5	<2.0	0.5	1.8	4.5	7	25	>25					
13	HPK	mg/l	2.2	1.9	1.3	<0.5	<1.0	10	15	30	125	>125					
14	Cink (Zn)	µg/l	66	41	90	57	24	30-500	300-2000	2000	5000	>5000					
15	Bakar (Cu)	µg/l	18	19	26	21	<10	5-112	5-112	500	1000	1000					
16	Arsen (As)	µg/l	4	5	6	10	5	<5	10	50	100	>100					
17	Mangan (Mn)	µg/l	58	83	52	18	14	50	100	300	1000	>1000					

Tabela 3. Merno mesto MMS-Reka Ibar pre Kraljeva kod Konareva

R. b.	Parametri	Jed. mē.	IB-3 REKA TIP2									
			Broj i oznaka uzorka - dobijena vrednost						Klasa ekološkog statusa			
			MM 5-1	MM 5-2	MM 5-3	MM 5-4	MM 5-5	Klasa I	Klasa II	Klasa III	Klasa IV	Klasa V
1	Rastvoreni kislonik	mg/l O <sub>2</sub>	9.2	8.6	11.9	9.7	12.6	8.5	7.0	5	4	<4
2	pH vrednost	-	8.60	8.48	8.76	8.92	8.30	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	<6.5 i >8.5
3	Amonijum jon (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	0.088	0.205	0.171	0.370	0.582	0.05	0.10	0.6	1.5	>1.5
4	Nitriti (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	0.019	0.010	0.011	0.021	0.020	0.01	0.03	0.12	0.3	>0.3
5	Nitriti (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	1.88	1.06	2.06	2.75	2.29	1.5	3.0	6	15	>15
6	Utrosak KMnO <sub>4</sub>	mg/l	13.59	5.68	12.32	9.16	4.74					
7	Hloridi (Cl)	mg/l	14	16	17	17	14	50	100	150	250	>250
8	Gvozdē (Fe)	μg/l	87	226	70	26	112	200	500	1000	2000	>2000
9	Ukupni fosfati (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0.334	0.285	0.257	0.546	0.448	0.05	0.20	0.4	1	>1
10	Sulfati (SO <sub>4</sub> )	mg/l	12.98	27.57	31.34	38.59	19.61	50	100	200	300	>300
11	Susp. Materije	mg/l	8	5.8	5.4	9	5	25	25	-	-	-
12	BPK <sub>5</sub>	mg/l	1.1	1.1	0.2	<2.0	<0.5	1.8	4.5	7	25	>25
13	HPK	mg/l	2.5	2.6	<1.0	<0.5	<1.0	10	15	30	125	>125
14	Cink (Zn)	μg/l	67	36	45	48	13	300- 2000	5000	2000	5000	>5000
15	Bakar (Cu)	μg/l	30	116	21	24	<10	5-112	500	1000	1000	1000
16	Arsen (As)	μg/l	6	8	9	6	8	<5	10	50	100	>100
17	Mangan (Mn)	μg/l	52	75	47	15	25	50	100	300	1000	>1000

## SUMMARY

### QUALITY OF THE RIVER IBAR FROM BILJANOVAC TO KRALJEVO

*The water of the Ibar river is used for water supply and other purposes, so monitoring the water quality of the river Ibar of primary importance for the contamination of water ecosystems and protecting human health. This paper is a continuation of the monitoring of the Ibar river of Raska and Kraljevo. Last year, at the 34th international professional scientific meeting at Tara was given the impact of wastewater municipality of Raška and Baljevac the quality of the Ibar river. A goal of this paper is to show the impact of settlements from Biljanovac to Konarevo the water quality of the Ibar river. Total of 15 measurements at three measuring sites separated 50 km are presented. The Ibar river is passing both through urban areas where the industry is developed and through uninhabited places.*

**Key words:** *Ibar river, water pollution, ecosystem and health*