

**PANEVROPSKI UNIVERZITET „APEIRON“
FAKULTET ZDRAVSTVENIH NAUKA
BANJA LUKA**

**FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE VODE ZA PIĆE
NA PODRUČJU GRADA BANJA LUKA**

DIPLOMSKI RAD

STUDENT:

Jovana Đunić

MENTOR:

Doc. dr Ljiljana Stojanović Bjelić

Banja Luka, oktobar 2016. godine

**PANEVROPSKI UNIVERZITET „APEIRON“
FAKULTET ZDRAVSTVENIH NAUKA
BANJA LUKA**

**FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE VODE ZA PIĆE
NA PODRUČJU GRADA BANJA LUKA**

DIPLOMSKI RAD

STUDENT:

Jovana Đunić

MENTOR:

Doc. dr Ljiljana Stojanović Bjelić

BROJ INDEKSA:160-12/RSI

Banja Luka, oktobar 2016. godine

SADRŽAJ

#

UVOD	4
2. TEORETSKI DIO	5
2.1. Značaj vode	5
2.2. Raspoložive količine vode	5
2.4. Način zagađenja vode.....	8
2.5. Zaštita vode	12
3. ISTRAŽIVAČKI DIO	13
3.1. Kvalitet i kontrola kvaliteta vode	13
3.1. Izbor postupaka za analizu vode	14
3.2. Klasifikacija vode.....	15
3.3. Principi prerade voda	17
3.4. Uzorkovanje vode za piće	18
3.5. Rijeka Vrbas.....	21
3.6. Kvalitet vode rijeke Vrbas.....	25
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	45
6. DISKUSIJA REZULTATA	53
7. ZAKLJUČAK	54
8. LITERATURA	55

SPISAK SLIKA

Slika 1 Potrošnja vode koja se odnosi na domaćinstva, poljoprivredu i industriju.....	7
Slika 2 Dnevne potrošnje vode po osobi u litrima	8
Slika 3 Rijeka Vrbas, mjesto Bočac.....	22
Slika 4 Sliv rijeke Vrbas	23
Slika 5 Odlaganje otpada na obali rijeke Vrbas.....	28
Slika 6 Vrijednosti rastvorenog kiseonika za sliv rijeke Vrbas	36
Slika 7 Koncentracije BPK ₅ za sliv rijeke Vrbas	36
Slika 8 Ukupne vrijednosti azota za sliv rijeke Vrbas	37
Slika 9 Ukupne vrijednosti fosfora za sliv rijeke Vrbas	37
Slika 10 Stanje kvaliteta vode za sliv rijeke Vrbas za 2007. godinu	42
Slika 11 Zahtijevani kvalitet vode prema Zakonu o vodama.....	43

SPISAK TABELA

Tabela 1 Vodni bilans kontinenata.....	7
Tabela 2 Analiza kvaliteta vode metodom Water Quality Index-a (WQI).....	17
Tabela 3 Rezultati monitoringa kvaliteta vode u slivu rijeke Vrbas, 1985-1989.....	31
Tabela 4 Prosječna vrijednost parametara kvaliteta vode prema ispitivanju RHMZ.....	31
Tabela 5 Mjesta monitoringa u RS na rijeci Vrbas.....	33
Tabela 6 Mjesta monitoringa u Federaciji BiH za izabrane parametre kvaliteta vode	34
Tabela 7 Rezultati monitoringa kvaliteta vode u gornjem slivu Vrbasa.....	37
Tabela 8: Pregled procjenjenih ukupnih klasa kvaliteta vode za FBiH	38
Tabela 9 Pregled rezultata bioloških testiranja (nakon Boniteta) za FBiH.....	39
Tabela 10 Kvalitet vode za sliv rijeke Vrbas za FBiH 2005-2007.....	40
Tabela 11 Stanje kvaliteta vode duž rijeke Vrbas za 1984. i 2010. godinu	41
Tabela 12 Fizičko-hemijski pregled vode za januar 2014. godine.....	45
Tabela 13 Fizičko-hemijski pregled vode za januar 2014. godine.....	46
Tabela 14 Fizičko-hemijski pregled vode za april 2014. godine	46
Tabela 15 Fizičko-hemijski pregled vode za januar 2014. godine.....	48
Tabela 16 Fizičko-hemijski pregled vode za jul 2014. godine	48
Tabela 17 Fizičko-hemijski pregled vode za jul 2014. godine	50
Tabela 18 Fizičko-hemijski pregled vode za septembar 2014. godine	50
Tabela 19 Fizičko-hemijski pregled vode za septembar 2014. godine	51
Tabela 20 Broj uzoraka i vrijednosti mutnoće za januar, april, jul i septembar 2014. godine.....	52

CILJ RADA

Cilj diplomskog rada jeste da se na osnovu dostupnih podataka, kao i literature, pokaže i pojasni suština kvaliteta vode, da se odredi kvalitet vode za piće koja potiče iz rijeke Vrbas, kao i da se sagledaju nedostaci kvaliteta vode za piće koju piju stanovnici grada Banja Luke u 2014. godini.

UVOD

Značaj vode za čovjeka, za živi svijet, za ekosistem i za čitavu planetu, vrlo je veliki i mnogobrojan, počevši od činjenice da je voda uslov za život, pa sve do mnogih drugih funkcija.

Prema tome, voda predstavlja osnov života, neophodnu namirnicu za čovjeka, izvor hrane kao i neophodnih minerala, zatim predmet rada i sredstvo za rad, sredinu za mnoge žive organizme, te izvor energetskih resursa i mjesto za rekreaciju. Najvažnije od svega jeste to da je ona uslov za život, a prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), danas postaje kritična situacija kada su u pitanju rezerve čiste vode, kako stajaće i tekuće, isto tako i podzemne vode koje se koriste kao voda za piće

2. TEORETSKI DIO

2.1. Značaj vode

U vodenoj sredini nalaze se rastvorena mnoga korisna jedinjenja, te tako biljke lako apsorpcijom dolaze do tih jedinjenja. Međutim, biljke na kopnu ne mogu uvijek tako lako doći do vode, jer imaju poteškoće da je u dovoljnoj mjeri uzmu iz zemljišta. Za kopnene biljke voda predstavlja samo jedan od ekoloških faktora, dok za vodene biljke voda predstavlja njihovu životnu okolinu. Isparavanjem voda dolazi i do hlađenja biljaka, što je važan preduslov za opstanak biljaka u tropskoj klimi. Promet vode u biljkama naziva se još i vodni režim biljaka.

Voda ima veliki značaj za živote životinja. Voda predstavlja prvobitnu okolinu u kojoj je nastao život, pa je i razumljivo zašto postoji ta uzajamna veza, a posebno za životinje za koje ona predstavlja životnu okolinu.

U organizmu odraslih muškaraca sadržaj vode je $60\pm 15\%$, a kod žena $55\pm 15\%$, a to znači da voda predstavlja jedan od osnovnih uslova za opstanak i život čovjeka na Zemlji. U zavisnosti od klimatskih uslova, potrošnja vode za održavanje života kreće se od 3 pa do 12 litara na dan.

Voda predstavlja daleko najbogatiju komponentu svakog živog organizama i ima fundamentalan značaj za održavanje strukture, kao i funkcije svih tkiva, tj. ćelija koje su osnovne jedinice žive materije. Neunošenje vode mnogo brže će dovesti do smrti od ne unošenja hrane. Kada se radi o ne unošenju vode, do smrti dolazi već nakon nekoliko dana, jer organizam izgubi 10-20% od cjelokupnog volumena svoje tečnosti. Kod neunošenja hrane, život se održava i do nekoliko nedelja, i pored gubitka cjelokupnog masnog tkiva i oko 50% tkivnih proteina.¹

2.2. Raspoložive količine vode

Voda predstavlja životnu sredinu u kojoj je nastao život. Bez čiste i zdrave vode nema ni života. Kada presuše izvori pitke vode, čovjek tek tada shvati koliki je njen značaj. Najstariji poznati bunari za dobijanja pitke vode potiču još od 4000 godina prije nove ere, a to su Sumeri u Mesopotamiji.

¹Kvalitet vode, dostupno na www.wikipedia.org

Prva vodovodna mreža napravljena je od strane kralja Solomona u Jerusalimu 1000 prije nove ere. Stari Rimljani prvi su usavršili pravu vodovodnu mrežu s olovnim cijevima. Posebno interesantno jesteto što su Rimljani odvajali vodu u 3 klase, i to:

- I klasu koja je bila za piće,
- II koja je bila za kupališta,
- III koja je bila za ispiranje kanalizacije.

Voda je najrasprostranjenija od svih jedinjenja u prirodi. Oko 3/4 površine na Zemlji prekriveno je upravo vodom i procjenjuje se na oko 1,4 milijarde km³. Iako je vode na zemlji veoma mnogo, ipak nije sva voda upotrebljiva za ljudsku potrebu, čak 97,5% vode u morima i okeanima jeste slana voda i ona se može koristiti samo za određene, ograničene svrhe. Ukupna količina slatkih voda na Zemlji iznosi $37575 \cdot 10^3$ km³ odnosno oko 2,5%, a podijeljena je tako da 69,6% odlazi na lednike i glečere, 30% na podzemne vode, zatim 0,03% na vlagu u tlu, 0,05% na močvare, 0,01% na rijeke i 0,3% na jezera.

Kruženje vode u prirodi ostvaruje se pomoću hidrološkog ciklusa. Isparavanje vode s vodenih površina, tla i vegetacije, vrši se uz pomoć uticaja sunčeve energije i vjetra. Isparene vode odlaze u atmosferu formirajući oblake, iz kojih se u obliku padavina, ponovo vraćaju na Zemlju poput kiše, snijega ili leda u zavisnosti od temperaturnih i sličnih uslova u atmosferi.

Zahvaljujući fizičkim osobinama vode, kao i djelovanju sunčeve energije, mala količina slatkih voda na Zemljinoj površini su obnovljive. Ukoliko promatrano globalno, ukupne količine padavina su jednake količini isparenih voda.

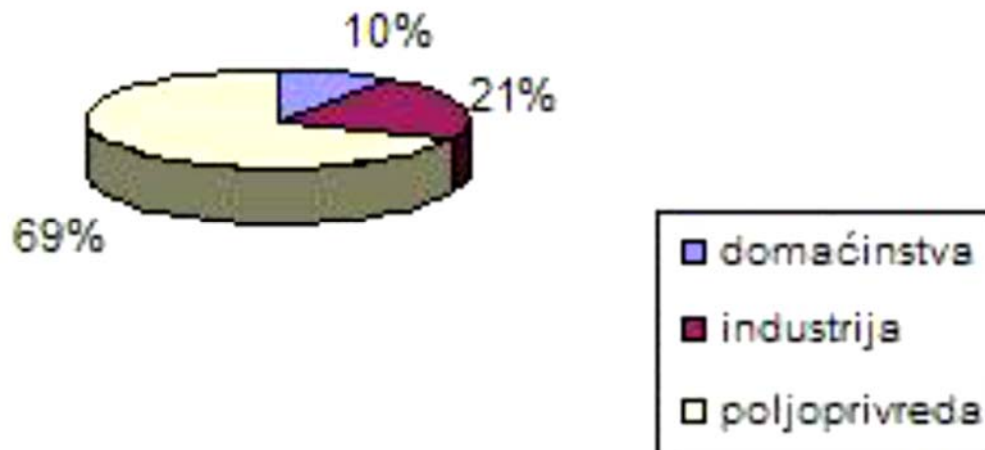
Međutim, distribucije padavina i isparavanja nisu jednake iznad mora, okeana i kopna. S mora i kopna isparavaviše vode, a manje se vraća u obliku padavina, dok je slučaj iznad kopna obrnut. Intezitet padavina iznad određenih područja kopna različit je i zavisi od geografske širine, zatim od prirodne vegetacije, kao i od blizine vodenih površina i tokova.

Tabela 1 Vodni bilans kontinenata

Kontinenti	Padavine (mm)	Otcjanje			Koeffieient otcjanja (%)	Isparavanje (mm)
		Površin. (mm)	Podzem. (mm)	Ukupno (mm)		
Afrika	686	91	48	139	20	547
Azija	726	217	76	293	40	433
Australija	736	172	84	226	30	510
Evropa	734	210	109	319	43	415
Sjeverna amerika	670	203	84	298	43	383
Južna amerika	1648	373	210	583	35	1065

2.3. Potrošnja vode

Trend porasta potrebe za vodom u svijetu, pa i kod nas, i dan danas je naglašen. U posljednjih 100 godina, potrošnja vode povećala se 8 puta. Najviše potrošnje otpada na poljoprivredu i iznosi oko 69%, na industriju 21%, a na domaćinstva 10%.



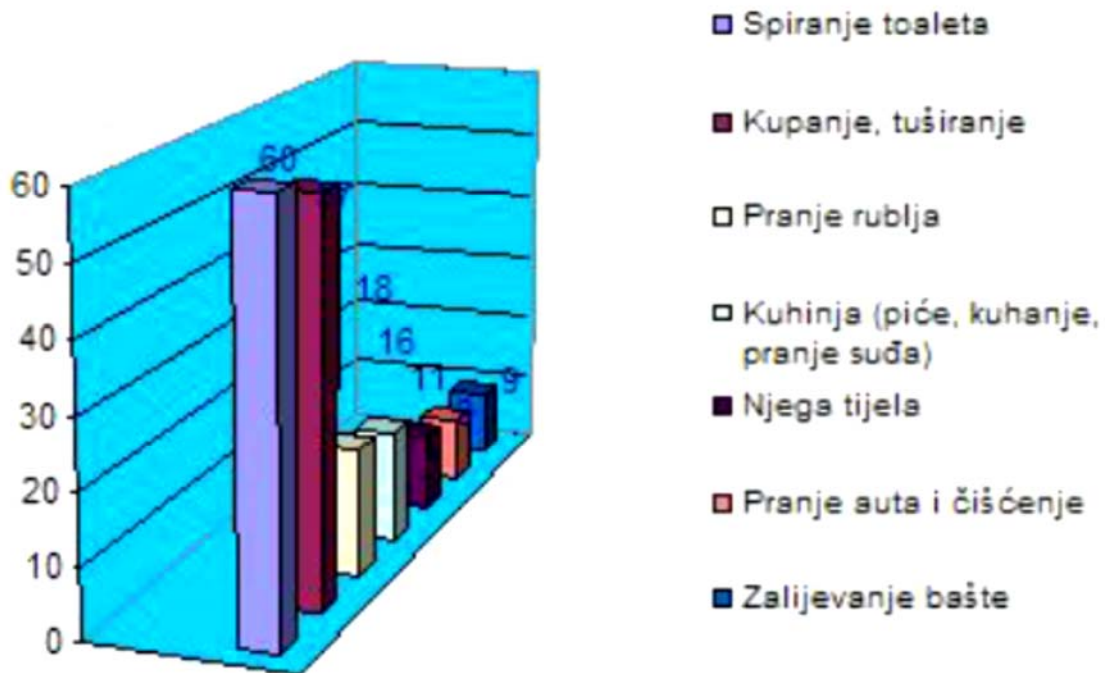
Slika 1 Potrošnja vode koja se odnosi na domaćinstva, poljoprivredu i industriju

Posebno zabrinjavajuća okolnost je tašto je evidentan trend smanjivanja raspoložive zalihe vode po stanovniku prisutan na svim kontinentima. Ovaj trend nije posljedica smanjenja količina vodnih resursa jer su one konstantna, nego je posljedica porasta broja stanovnika, klimatskih promjena, velikih gradova, kao i sve većeg zagađenja, posebno površinske vode. Prema nekim prognozama, do 2025. god. najmanje 3.5 milijardi ljudi u svijetu osjetiće nestašicu vode.

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) oko 400 miliona ljudi zemalja u razvoju, pati od bolesti koje su posljedica upotrebljavanja nedovoljno čiste vode za piće (od

ovakvih bolesti dnevno umre oko 30000 ljudi). Čiste vode je sve manje i manje i ona je sve skuplja. Poznato nam je da je za život i privređivanje čovjeka u naseljenim mjestima danas potrebno 200-500 litara po stanovniku na dan pitke vode.

U nekim razvijenijim zemljama, gdje je industrija veoma razvijena i po naseljima, potrošnja vode prelazi i 500 l/s/d (poput Birminghama 655, Moskve 600, Osla 593). S druge strane, u nekim zemljama koje su u razvoju, jedna osoba, u prosjeku, potroši 10 l vode na dan. Jedno prosječno evropsko domaćinstvo potroši oko 180 l/s/d.



Slika 2 Dnevne potrošnje vode po osobi u litrima

2.4. Način zagađenja vode

Prema porijeklu, vodase može podijeliti na:

- Površinsku;
- Podzemnu;

- Atmosfersku.

Površinska voda obuhvata vodu iz rijeka, jezera, mora, potoka, bara, okeana. To je voda koja je stvarana i održavana prirodnim putem. Površinska voda se obnavlja padavinama ili iz izvora podzemne voda.

Podzemna voda je izvoriste koje se nalazi ispod površine zemlje i koje se povremeno dopunjava atmosferskim padavinama i površinskom vodom koja prodire u vodonosne slojeve. Ove vode su prirodno čiste i koriste se i kao voda za piće.

Atmosferska voda nalazi se u obliku padavina poput rose, snijega, grada i kao takva dospijeva na zemlju.

Najveću ulogu kod zagađivanja vode ima čovjek sa svojim aktivnostima, što spada u vještačko zagađivanje. Iako voda prekriva 3/4 površine Zemlje, problem vode postaje sve veći i prelazi u opšti međunarodni. Vještačke zagađivače možemo podijeliti u dvije osnovne grupe poput:

- Koncentrisanih zagađivača (izvora zagađenja);
- Rasutih izvora zagađivanja.

Koncentrisani zagađivači voda obično su razni objekti u kojima se obavljaju neke djelatnosti i ljudska naselja. Ona su najčešće locirana na obalama rijeka, jezera ili mora. Njih se lako može uočiti i evidentirati. Najčešće su to lokacije poput:

- Urbanih naselja;
- Industrijskih objekata: hemijskih, baznih i preradivačkih, metalnih i metaloprerađivačkih, za preradu ruda, prehrambene industrije, celuloze i papira, zatim tekstilne industrije, proizvodnje građevinskog materijala, proizvodnje deterdženata;
- Energetskih objekata: termoelektrana, toplana, nuklearnih elektrana, prerade nafte, prerade uglja, hidroenergetskih objekata;
- Poljoprivrednih objekata za tov stoke;
- Deponija- smetlišta.

U rasute izvore spadaju zagađivači poput:

- Hemizacije tla (pesticidai azotnih đubriva);

- Deponija industrijskog otpada;
- Deponija komunalnog smeća;
- Transportai transportnih sredstava;
- Lokacija za eksploataciju šljunka i pijeska;
- Havarije prilikom transprtovanja štetnih i opasnijih materija, a posebno nafte i njenih derivata.

U otpadnoj vodi srećemo zagađivače poput:

- Fizičkih zagađivača;
- Hemijskih zagađivača;
- Bioloških zagađivača.

Otpadne vode su određene svojim fizičkim, hemijskim, kao i biološkim sastavom. Polutanti kojise mogu naći u otpadnim vodama, mogu se klasifikovati u 3 grupe:

- Fizički polutanti;
- Hemijski polutanti;
- Biološki polutantia.

Fizički zagađivači

Predstavljaju suspendovane materije koje se talože i stvaraju anaerobne uslove, poput:

- Raznih otpadaka hrane;
- Odjeće;
- Toalet papira;
- Pijeska;
- Mulja.
- Radioaktivnih zagađenja;
- Termalnih zagađenja.

Sve veću opasnost iz ove grupe zagađivača predstavljaju radioaktivna jedinjenja koja mogu da kontaminiraju vodene resurse na većem prostoru. Prije svega, to su radioaktivne padavine nakon nuklearne probe, zatim radioaktivni elementi kod većih havarija nuklearnih elektrana, radioaktivni otpad iz instituta gdje se koriste izotopi i sličnow.

Hemijski zagađivači

U hemijske zagađivače spadaju zagađivači poput:

- Biorazgradljivih organskih materija; uglavnom proteina, ugljovodonika i masti. Ako se ove materije ispuštaju neprečišćene u okolinu, njihova biološka razgradnja dovodi do gubitka kiseonika i razvijanja septičkih uslova;
- Nutrijenata (azota, ugljenika i fosfora) koji su bitni za rast mikroorganizama i njihovim ispuštanjem u vodene sredine može da dođe do razvijanja nepoželjnog vodenog svjeta, odnosno, do eutrofikacije, a njihovo ispuštanje u većim količinama na zemljišta, može dovesti do zagađenja podzemnih vode;
- Rezistentnih organskih materija koje su otporne na uobičajene biološke metode obrade otpadnih voda, to su uglavnom površinski aktivne materije poput detardženata, fenola i pesticida;
- Teških metala, zbog njihovih toksičnih osobina, određeni teški metali mogu da imaju negativan uticaj na biološke procese prečišćavanja, kao i na život u samom vodotoku;
- Otopljenih neorganskih materija, (kalcijuma, natrijuma i sulfata) koje dopijevaju preko upotrebe vode i treba ih odstraniti da bi se voda ponovo koristila.

Biološki zagađivači

Ovdje spadaju zagađivači poput:

- Bakterija;
- Virus;
- Algi;
- Fekalija;
- Lignina i drugih zaraznih organizama.

Među biološkim zagađivačima, za čovjeka su posebno opasni infektivni mikroorganizmi, kao izazivači zaraznih bolesti.

2.5. Zaštita vode

Svaki pojedinac može da da doprinos kada je u pitanju zaštita voda, ako samo malo promijeni svoje navike, odnosno da uvede navike poput:

- Racionalnog korišćenja vode;
- Sprječavanja nastajanja velikih količina otpadnih voda na samim izvorima;
- Korištenja biorazgradivih deterdženata jer na taj način pomaže biološku razgradnju;
- Korištenja omekšivača vode umjesto omekšivača za veš, jer meka voda smanjuje potrošnju deterdženata i štiti veš mašinu, a tako nastale otpadne vode su prihvatljivije za vodotoke;
- Vođenja računa o tome šta to baca u kanalizaciju, jer treba imati na umu da će to sve završiti ili u postrojenju za prečišćavanje otpadne vode ili u vodotoku (što je kod nas nažalost češći slučaj);
- Korištenja prirodnih đubriva umjesto vještačkih;
- Ne odlaganja otpada u blizini izvorišta pitke vode i vodotoka;
- Prestanka sječe šuma u blizini izvorišta;
- Kontrolisanja erozije tla na vlastitom imanju sadnjom biljnih pokrivača i stabilizacijom područja koje je sklono erozijama;
- Ne odlaganja starog motornog ulja u blizini vodnih resursa (naime, 1 litar ulja zagadi preko 1 000 000 litara vode);
- Pažljivog odlaganja baterija; jer jedna cinkovana baterija može da zagadi od 5 do 30 m³ vode, dok jedna kadmijaska baterija može da zagadi od 3000 do 15 000 m³ vode, a jedna merkurijeva baterija može da zagadi do 30000 m³ vode.²

² Kvalitet vode, dostupno na www.wikipedia.org

3. ISTRAŽIVAČKI DIO

3.1. Kvalitet i kontrola kvaliteta vode

Kvalitet vode predstavlja relativan pojam, koji je potpuno definisan tek onda kada je, pored spoznaje primjesa, poznata i buduća namjena date vode. Prema tome, kvalitet vode možemo definisati kao podobnost vode za određenu namjenu poput:

- Snabdjevanja ljudi ili životinja;
- Snabdjevanja industrije;
- Održavanja zdravog akvatičnog života;
- Navodnjavanja zemljišta;
- Rekreacije i slično.

Imajući prethodno navedeno u vidu, potpunije razumljivo da se zahtjevi za količinu pojedinih supstanci, odnosno maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) supstanci razlikuju u zavisnosti od namjene date vode.³

Da bi rezultate određivanja kvaliteta različite vode mogli međusobom porediti, uvedene su takozvane standardne metode za analizu vode, nakon pažljivih proučavanja raspoloživih analitičkih postupaka, kao i metoda. Koji pokazatelji kvaliteta će biti određeni, toprije svega zavisi od buduće namjene vode. Takođe, da bi rezultat određivanja bio stvaran, pokazatelji kvaliteta vode, od izuzetnog značaja je i postupak za uzimanje, čuvanje i pripremu uzoraka za analizu.

Sastav prirodne i otpadne vode se najčešće izražava u mg/dm^3 , što se nekada poistovećivalo s *ppm* (a to je 1g u 106g). Danas se *ppm* i ne koristi, jer se gustina mnogih, a pogotovo otpadnih voda, uveliko razlikuje od 1000 mg/dm^3 .

³B. Dalmacija: Kontrola kvaliteta voda, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad (2001)

3.1. Izbor postupaka za analizu vode

Između postupaka koji se primjenjuju za analize pojedinih sastojaka nezagađenih (podzemnih, površinskih i prečišćenih) i zagađenih voda najčešće ne postoji razlika. Tako se, na primjer, za određivanje velikog broja metala, koristi *atomska apsorpciona spektrofotometrija (AAS)*, koja pokriva širok obim koncentracija. Međutim, mogućnost za koncentrisanje isparavanjem, jonskom izmjenom ili ekstrakcijom omogućava primjenu mnogih postupaka i onda kada je koncentracija u vodi manja od granice za određivanje.

Obim ispitivanja voda zavisi od prirode voda i svrhe za koju su namjenjene. Nemaju svi sastojci u vodi isti značaj za ispitivanje voda. Suvi ostatak se određuje kod svake vode, jer je mjerilo količine rastvorene supstance u vodi. Za zagađenu vodu koja sadrži otpadnu organsku supstancu koja troši kiseonik, posebno je značajno određivanje biohemijskih i hemijskih potrošnji kiseonika, a za otpadnu vodu iz tekstilne industrije i praonica važno je odrediti sadržili voda deterdžente.⁴

Kod industrijske otpadne vode određuju se prije svega oni parametri, odnosno sastojci, koji su karakteristični za određenu industriju. Radi uštede vremena, kao i sredstava, kod svakodnevnih analiza ispitivanja treba se ograničiti na sastojke koji utiču na određenu namjenu vode.

Kada je u pitanju voda za piće, higijenska ispravnost se utvrđuje na osnovu:

- Osnovnog i periodičnog pregleda;
- Pregleda vode iz novih zahvata;
- Pregleda na osnovu higijensko-epidemioloških indikacija, da je došlo ili da li bi moglo doći do zagađenja vode.

Najdetaljnije se analiziraju vode iz novih zahvata, i one obuhvataju određivanja preko 50 pokazatelja kvaliteta, a najmanje analiza se uključuje u osnovne preglede, što je i razumljivo, imajući u vidu da su ovakvi pregledi najčešći.

Higijenska ispravnost vode iz vodovoda za javna snabdijevanja stanovništva vodom za piće, i iz sopstvenih objekata organizacije koja proizvodi ili prerađuju namirnice na industrijski način, utvrđuje se sistematskim vršenjem osnovnog i periodičnog pregleda sirovih voda u jednakim razmacima u toku jednog mjeseca, tj. godine. Prilikom svakog ovakvog pregleda vode iz vodovoda uzorci vode se uzimaju iz:

⁴B. Dalmacija: Kontrola kvaliteta voda, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad (2001)

- Svih izvorišta;
- Rezervoara vode za piće;
- Vodovodnih mreža, a broj tačaka se određuje u zavisnosti od broja stanovnika.

Pregled voda iz arteških bunara i sličnih objekata za javna snabdijevanja stanovništva vodom za piće, ukoliko ne postoji vodovodni sistem, vrši se godišnje, po broju stanovnika koji se snabdijevaju iz svakog takvog objekta, kao i prema vrsti objekta.

U objektima za snabdjevanje vodom u obrazovno-vaspitnim organizacijama vrše se u toku 1 školske godine 4 osnovna pregleda vode za piće. Za vrijeme raspusta pregled se vrši 15 dana prije početka nastave. Kada su u pitanju objekti za rekreativnu nastavu, odmor djece i omladine, kao i u omladinskim naseljima vrše se 4 osnovna i 2 periodična pregleda za vrijeme korištenja objekata.⁵

3.2. Klasifikacija vode

Klasifikacije i kategorizacije vodotkova vrše se zbog razloga kao što je:

- Usklađivanje i uporedivost ocjena stepena antropogenih zagađujućih uticaja na ekološke funkcije vode;
- Određivanje pogodnosti kvaliteta vode vodotoka za postojeće i planirane upotrebe;
- Uspostavljanje ciljeva kvaliteta za svaki region ili dio rečnog sliva posebno;
- Kontrola uspješnosti svih preduzetih mjera zaštite koje imaju za cilj sprječavanje pogoršanja stanja i postepena poboljšanja i obnovu svih površinskih vodotokova.

⁵B. Dalmacija: Kontrola kvaliteta voda, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad (2001)

Prema namjeni i stepenu čistoće, voda se može razvrstati u 4 klase:

- I klasa - voda koja se u prirodnom stanju, uz eventualnu dezinfekciju može upotrebljavati za piće, u prehrambenoj industriji, a površinska voda - za gajenje plemenite vrste ribe.
- II klasa - voda koja se može upotrebljavati i u prirodnom stanju za kupanje, rekreaciju, za sportove na vodi, za gajenja drugih vrsta riba, ili koja se uz uobičajenu metodu obrade (koagulaciju, filtraciju, dezinfekciju) mogu koristiti za piće, ako i u prehrambenoj industriji.
- III klasa - voda koja se može koristiti za navodnjavanja, a posle uobičajene metode obrade i u industriji, sve osim u prehrambenoj industriji.
- IV klasa - voda koja se može upotrebljavati za pojedine namjene samo posle odgovarajućih obrada. Da bi se takva voda mogla koristiti za piće, potrebnesu intenzivne fizičke i hemijske obrades produženom dezinfekcijom (koagulacijom, flokulacijom, filtracijom, adsorpcijom na aktivnom uglju i dezinfekcijom ozonom ili hlorom).
- VK stanje - stanje vode van klase.

Voda klase II, van graničnog toka i tokova presječenih granicom Republike Srbije dijele se na podklase poput:

- Podklase IIa, koja obuhvata vodu koja se uz normalan postupak obrade (koagulacijom, filtracijom, dezinfekcijom) može upotrebljavati za snabdjevanje naselja vodom za piće, i u prehrambenoj industriji;
- Podklase IIb, koja obuhvata vodu koja se može iskorištavati ili upotrebljavati za sport na vodi, za gajenja manje plemenitih vrsta riba i za pojenja stoke.

U nastavku slijedi tabela koja prikazuje analizu kvaliteta vode metodom *Water Quality Index*-a (WQI).⁶

⁶Z. Popović: Hemija i tehnologija vode, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka (2011)

Tabela 2 Analiza kvaliteta vode metodom Water Quality Index-a (WQI)

Parametri (jedinica mere)	Max.vrednost	MDK I klasa	MDK II klasa	MDK III klasa	MDK IV klasa
Zasićenost kiseonikom (%)	18	90-105	<u>75-90</u> 105-115	<u>50-75</u> 115-125	<u>30-50</u> 125-130
BPK5 (mg/l)	15	2	4	7	20
Amonijum (mg/l)	12	0,1	0,1	0,5	0,5
pH vrednost	9	6,8-8,5	6,8-8,5	6-9	6-9
Ukupni azot (mg/l)	8	10,0	10,0	15,0	15,0
Ortofosfati (mg/l)	8	0,005	0,01	0,01	0,01
Suspendovne materije(mg/l)	7	10	30	80	100
Temperatura (oC)	5	-	-	-	-
Elektroprovodljivost (µS/cm)	6	-	-	-	-
E.Coli (MPN u 1000 ml)	12	2000	100000	200000	200000
$\sum qi \times wi = WQI$	100	84,3-85,4	<u>71,9-</u> <u>76,4</u> <u>77,5</u>	<u>48,3-</u> <u>57,3</u> <u>61,8-</u>	37,1-38,2

3.3. Principi prerade voda

Vode iz prirodnih izvorišta svojim kvalitetom rijetko ispunjavaju zahtjeve primjene, jer sadrže štetne i nepoželjne supstance pa se moraju podvrgavati postupcima za prečišćavanje. Za to se koristi postupak i uređaj za uklanjanje nepoželjnih komponenti (odnosno zagađujućih supstanci) koje mogu štetno djelovati po ljudsko zdravlje kada se radi o vodi za piće.

To se odnosi i na supstancu koja zagađuje životnu sredinu kada je u pitanju otpadna voda, ili ometa tehnološki proces za dobijanje kvalitetnog proizvoda, u slučaju vode koja se koristi u industriji. Tipovi postupaka koji se koriste zavise od kvaliteta vode na izvorištima i od zahtijevanog kvaliteta pripremljenih voda.

Naime, voda iz vodovodnih mreža koja ima kvalitet vode za piće, s manjim izuzecima, ispunjava zahtjeve većine prehrambenih tehnologija. To ustvari znači da, ako se određeni pogon snabdjeva vodom iz javne odnosno gradske vodovodne mreže, tu vodu nije potrebno dodatno obrađivati prije upotrebe.⁷

⁷Z. Popović: Hemija i tehnologija vode, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka (2011)

Međutim, određene hemijske tehnologije postavljaju i dodatne zahtjeve kada je u pitanju kvalitet vode, pa se u tom slučaju i voda iz vodovodne mreže mora dodatno preraditi. Posebni zahtjevi se postavljaju kada je u pitanju kvalitet vode koja se koristi u energetskim postrojenjima, kao na primjer parnim kotlovima i uređajima za prenošenje toplote (zagrijavanje i hlađenje).

Dosta je složenija situacija onda kada se industrijski objekti snabdjevaju vodom s vlastitog izvorišta. Takvo izvorište je bunar (npr. površinski ili arteški) ili površinska voda (rijeka, kanal, jezero ili vodoakumulacija).

Voda iz navedenih izvorišta rijetko ispunjava zahtjeve industrije, pa se mora podvrgavati manje ili više složenom postupku za preradu. Još složeniji problem je onda kada je u pitanju otpadna voda iz industrijskih pogona. S obzirom na zakonski propis o zaštiti životne sredine, otpadna voda se prije ispuštanja u prijemnike mora prečistiti do određenog stepena.

3.4. Uzorkovanje vode za piće

Cilj uzorkovanja vode za piće jeste da se sakupi porcija uzoraka koja reprezentuje aktuelni sastav vode za vrijeme proizvodnje i distribucije. Da bi bili sigurni u kvalitet i pouzdanost tih rezultata, potrebno je da se:

- Formuliše značajne ciljeve za program uzorkovanja;
- Pristupi sakupljanju reprezentativnih uzoraka;
- Pravilno uzimaju i konzervišu uzorci;
- Pridržava adekvatnog redosljeda u čuvanju i identifikaciji uzoraka;
- Osigura kvalitet rada i njegova kontrolu na terenu;
- Pravilno analiziraju uzorci.

Često je potrebno da se izrade preliminarni programi za uzorkovanje i analizu prije nego što se mogu definisati konačni ciljevi rada. Vrlo korisna mogu biti i prethodna lična iskustva. Vrijeme i novac koji su utrošeni za izradu odgovarajućih programa za uzorkovanje obično se isplate, jer se tražene informacije dobijaju na efikasan i ekonomičan način.

Svaki program za uzorkovanje, bez obzira na zadati cilj obuhvata stavke poput:

- Identifikacije mjesta uzorkovanja uključujući i situacione planove za identifikovanje lokacije na distribucionom sistemu. Lokacija mjesta za

uzorkovanje na distribucionom sistemu presudna je za dobijanje reprezentativnog uzorka;

- Izvora uzoraka (vode iz izvorišta, vode iz procesa proizvodnje, vode iz rezervoara i vode iz distribucionog sistema);
- Broja i matriksa uzorka;
- Vremenskog trajanja uzorkovanja;
- Frekvencije uzorkovanja (dnevna, mjesečna, kvartalna);
- Vrsta uzoraka (trenutnih ili kompozitnih uzoraka - proporcionalnih vremenu ili proporcionalnih protoku);
- Karakteristika toka vode. U idealnim uslovima uzorak treba da se uzima iz turbulentnih, dobro izmješanih voda i kada god je to moguće, iz laminarnog toka treba izazvati turbulenciju. Ovo se ne primjenjuje kod uzorkovanja za određivanje rastvorenih gasova ili isparljivih materija čija se koncentracija može promijeniti izazvanom turbulencijom;
- Metoda za sakupljanje uzoraka (ručno ili automatski);
- Odabira parametara s brojevima i referencama metoda;
- Područja mjerenja;
- Područja potrebne kontrole kvaliteta (QC);
- Podataka o licima koja vrše uzorkovanja.

Program za uzimanje uzoraka i analizu može da bude usmjeren tako da se ustanovi redosljed nivoa koncentracije ili vrijednosti posebnih parametara na odabranim mjestima (na primjer koncentracija rezidualnih dezinfektanata u rezervoaru i na kraju distribucionih sistema) ili da se dobiju vizuelne ocjene kvaliteta vode za piće za vrijeme tretmana.

Obično se zahtjevaju podaci za periode vremena u toku kojih kvalitet vode za piće može da varira. Zbog toga uzorke treba uzimati u vremenu koje, uz najmanji trud, adekvatno reprezentuje kvalitet vode za piće i njegovu varijaciju.

Kod određivanja učestalosti uzorkovanja trebaju se izbjeći nepotrebna česta uzimanja uzoraka (tako poskupljuje monitoring voda) ili uzimanja uzoraka nakon dugih vremenskih perioda (što dovodi do netačnosti informacija o kvalitetu vode za piće).

Vrijeme i učestalost uzimanja uzorka u svakom programu može da se pravilno odredi tek posle detaljnih preliminarnih ispitivanja.

Ako dolazi do varijacije u kvalitetu, bilo slučajne ili sistematske, vrijednosti dobijene za statističke parametre, poput srednje vrijednosti, standardne devijacije, najveće vrijednosti, samo su procjenjene vrijednosti stvarnih parametara μ , u generalnom slučaju, od njih se razlikuju. Kod isključivo slučajnih varijacija, razlika između pojedinih i stvarnih vrijednosti može se i statistički izračunati. Ove vrijednosti opadaju onda kada broj uzoraka raste. Kada se ustanovi učestalost uzimanja uzoraka, dobijeni podaci redovno se provjeravaju, kako bi se mogle obaviti potrebne izmjene.

3.5. Rijeka Vrbas

Vrbas predstavlja rijeku koja je pritoka Save u zapadnom dijelu BiH (Bosne i Hercegovine), dužine oko 250km, s površinom sliva od oko 6273km², te prosječnim proticajem vode na ušću od 114m³/s.

Vrbas nastaje od 2 vrela na Zec-Planini (ogranku Vranice), na 1715m nadmorske visine. On se usjeca u kompozitnu dolinu, prolazeći tako kroz područja poput:

- Skopljanske kotline;
- Vinacke klisure;
- Jajačke kotline;
- Kanjonske doline Tjesno;
- Banjalučke kotline;
- Lijevče polja, gdje prolazi svojim donjim tokom preko svoje makroplavine.

Glavne lijeve pritoke rijeke Vrbas su:

- Rijeka Pliva;
- Crna Rijeka;
- Rijeka Krupa.

Glavne desne pritoke rijeke Vrbas su:

- Rijeka Bistrica;
- Rijeka Ugar;
- Rijeka Svrakava;
- Rijeka Vrbanja;
- Rijeka Turjanica;
- Rijeka Poveljić.



Slika 3 Rijeka Vrbas, mjesto Bočac

Na rijeci su izgrađene neke od značajnijih hidrocentrala poput “Jajce 2” i “Bočac”. Na obalama rijeke Vrbas ili u njegovoj blizini nalaze se gradovi poput Gornjeg Vakufa, Bugojna, Donjeg Vakufa, Jajca i Banja Luke, kao najvećeg grada na Vrbasu, političkog, privrednog i kulturnog centra Republike Srpske. Na području grada Banja Luke, u rijeku Vrbas ulijevaju se pritoke poput:

- Vrbanje;
- Suturlije;
- Crkvene;
- Švrakave;
- Rekavice i druge.

Sliv rijeke Vrbas nalazi se u nekoliko različitih geotektonskih jedinica Dinarida, poput:

- Tipičnih nekarstnih (silikatnih) terena, gdje spadaju tektonski blok Srenjebosanskog škriljavog gorja odnosno područje planine Vranice i Zeca, zatim Ofiolitna navlaka gdje spadaju planine Uzlomec, Borja, te Kozara, i na kraju Savsko-Vardarska navlaka.
- Tipičnih karstnih terena, gdje spadaju navlaka Visokog krša odnosno karbonatna platforma Dinarida, kao i navlaka Bosanskog fliša.
- Karbonatno-silikatnih terena, gdje spadaju navlaka Raduša-Stožer-Plazenica-Ljuša.

U okviru navedenih geotektonskih jedinica izdvajaju se:

- Slatkovodne neogenske naslage s ugljem;
- Marinski neogenski sedimenti panonskog basena (područje sliva rijeke Vrbas sjeverno od grada Banja Luke);
- Kvarterni sedimenti.



Slika 4 Sliv rijeke Vrbas

Ovakva otvorenost ka Panonskoj niziji na sjeveru, te slabiji uticaj Jadranskog mora na jugu, uslovljavaju to da u nižim predjelima sliva rijeke Vrbas preovladava umjereno kontinentalna klima, dok su brdsko-planinski predjeli karakterisani subplaninskom, kao i planinskom klimom. Prosječna godišnja temperatura vazduha najviše zavisi od nadmorske visine i morfoloških osobina terena.

U slivu rijeke Vrbas temperature iznose od 10,8°C - 9,4°C na području koje je karakterisano umjereno kontinentalnom klimom, tj. od 9°C - 6°C u predjelima koji spadaju u subplaninsku i planinsku klimu.

Poljoprivredne površine sliva rijeke Vrbas zauzimaju oko 35% ukupne površine. Prosječna veličina parcele je obično manja od 1ha. Veliki je broj zapuštenih parcela koje se više ne mogu

smatrati poljoprivrednima. Ovdje dominiraju površine koje su pod pašnjacima u brdsko-planinskom području ovog sliva, kao i livade u područjima kraških polja, te riječnih dolina.

Obradivog zemljišta koje se nalazi u okviru ukupne površine poljoprivrednog zemljišta ima od 5-6%, i to uglavnom u donjem toku rijeke Vrbas, od Banjaluke ka ušću Vrbasa u Savu. Najvažnija obradiva površina nalazi se u neposrednoj blizini vodotoka rijeke Vrbas.

3.6. Kvalitet vode rijeke Vrbas

Rijeka Vrbas je, brza planinska rijeka s nekoliko pjenušavih, kao i divljih sekcija, te brzih padova. Ona spada u neke od najatraktivnijih rijeka stepena težine 3-4 u cijeloj Evropi. Rijeka Vrbas usijeca 2 kanjona, a to su kanjon Tijesno (dužine 5km) i kanjon Podmilačje (dužine 8km). Dužina rijeke koja se koristi za vodene avanturističke sportove iznosi 31km, a proteže se od brane Bočac do centra grada Banjaluke.

Međunarodna klasifikacija za težinu vodotoka jeste stepen 3-4, a na nekim rutama 1-2, što nam daje mogućnost, kako za divlje avanture i navalu adrenalina, tako i za mirnija porodična uživanja u svim aktivnostima. U zavisnosti od otvaranja brane, protok vode rijeke Vrbas varira od 25 do 100 m³, a u proljeće je to više od 500 m³. Temperatura vode ljeti iznosi preko 17°C, dok je temperatura vazduha iznad 30°C, a to omogućava ugodno plivanje i boravke na vodi.

Sem toga, do zagađenja površinske i podzemnih voda mogu dovesti i upotrebe sredstava za zaštitu biljaka u poljoprivredi. Posljedice onečišćavanja prirodne vode izazivaju efekte poput:

- Poremećaja ekosistema;
- Zagađenosti prirodnih vodotokova;
- Gubitka pitke vode;
- Gubitka prihvatljivih izvora hrane i slično.

Osnovni pokazatelji za ocjene štetnih efekata na vodene ekosisteme su oni poput:

- Toksičnosti na vodene organizme;
- Brzine i stepena biološke razgradljivosti;
- Biološke akumulacije u organizmima.

Prema dostupnim podacima i terenskom radu, identifikovano je 25 lokacija za ispuštanje većih količina sanitarnih otpadnih voda direktno u rijeku Vrbas. Ukupno opterećenje Vrbasa koje proizvodi ovaj prostor iznosi odprilike 400 000 EBS s učešćem 250000 EBS sanitarnih otpadnih voda, te 150000 EBS industrijskih otpadnih voda. Količina otpadne vode iznosi oko 2,5m³/s.

Analiza dostupnih podataka može da dovede do zaključka da se negativan uticaj pomenutog prostora na vodotok rijeke Vrbas i rijeke Vrbanje pretežno ogleda u zagađenju vodotoka s

otpadnim vodama, pri čemu sve sanitarne otpadne vode fekalnog porijekla imaju dominantan uticaj u odnosu na zagađenja s industrijskim otpadnim vodama.

Osim ispuštanja otpadne vode različitog porijekla u rijeku Vrbas, kao i u Vrbanju i ostale manje vodotokove koji se ulijevaju u pomenute rijeke, prisutna je i pojava nedozvoljenih odlaganja čvrstog otpada, različitog sastava, na obalu vodotoka ili u sam vodotok.⁸

Jedan dio manjih vodotokova ima djelimično kanalisani i uređeni tok. Veći dio vodotokova je neuređeni, obrastao je šibljem, te se na obalama odlažu komunalni i industrijski otpad poput papira, stakla, olupina vozila, raznih uređaja, ambalaže hemijskih preparata za zaštitu biljaka, uginulih životinja, sadržaja septičkih jama i slično.

Na teritoriji grada Banjaluke ne postoje kontinuirani sistemi za kontrolu i praćenje kvaliteta voda u vodotoku, a samim tim ne postoji ni adekvatna statistička baza podataka. Kanalizacionim sistemom je samo djelimično pokriveno urbano područje grada Banjaluke, pri čemu se komunalna i industrijska otpadna voda odvodi u:

- Rijeku Vrbas;
- Rijeku Vrbanju;
- Neke manje vodotoke prisutne na pomenutom području.

Na datom prostoru ne postoje izgrađeni centralni sistemi za preradu otpadne vode. Određena količina industrijske otpadne voda tretira se u postrojenjima za tretman otpadne vode, a jedan dio se putem kanalizacije direktno ispušta u rijeku Vrbas.

Postrojenja koja služe za tretman industrijske otpadne vode u okviru nekih industrijskih pogona nalaze se u lošem funkcionalnom stanju, a i sama tehnologija za tretman otpadne vode ne zadovoljava u potpunosti odgovarajući kriterijum.

Uzimajući u obzir prethodno navedeno, možemo konstatovati da prestanak ili značajna smanjena privredna aktivnost, pogotovo većih privrednih subjekata poput Čajaveca, Incela, Sintetika, imaju za posljedicu da industrijska otpadna voda predstavlja manji dio ukupnih otpadnih voda u gradu Banjoj Luci, a tako i rijeke Vrbas.

S druge strane, širenja stambenih naselja, pri čemu kanalizacioni sistemi nisu pratili razvoj naselja, dovelasu do značajnih povećanja opterećenja prostora s komunalnom otpadnom

⁸Rijeka Vrbas, dostupno na www.wikipedia.org

vodom. Nepostojanje centralnih uređaja za prečišćavanja otpadne vode područja grada Banjaluke, pri čemu se otpadna voda odvodi do rijeke Vrbas, bez prethodnog tretmana, predstavlja najznačajnije i najizraženije negativne uticaje na površinske vodotoke.

Kada je u pitanju gornji tok rijeke Vrbas, zagađenja potiču od naselja poput:

- Gornjeg Vakufa;
- Bugojna;
- Donjeg Vakufa.

U srednjem toku rijeke Vrbas, značajnija zagađenja se disponiraju u Jajcu od strane hemijske i metalurške industrije, kao i od gradske kanalizacije.

Kod postupaka za planiranje zaštite od zagađivanja sliva rijeke Vrbas, usvojen je osnovni pristup da bi se dispozicija otpadnih voda mogla vršiti samo nakon zadovoljavajućih nivoa prečišćavanja. Utvrđeni osnovni kriterijum za kvalitet centralnih gradskih postrojenja jeste da se otpadna voda na slivu mora obraditi u sekundarnom biološkom tretmanu. Na teritoriji grada Banjaluke, sve se više poklanja pažnja uređenju vodotoka, a najviše zbog toga što se na rijeci Vrbas održavaju razne manifestacije, od evropskog, pa i svjetskog značaja.

Međutim, s obzirom na dugogodišnju praksu za nekontrolisano individualno odlaganje otpada u vodotok, ne čudi ni činjenica da su obale kako rijeka, tako i potoka, na području grada Banjaluke, prekrivene otpadom.⁹

⁹Rijeka Vrbas, dostupno na www.wikipedia.org



Slika 5 Odlaganje otpada na obali rijeke Vrbas

Iako voda u kišnim periodima nadođe i sama odnese ogromne količine otpada, dio tog otpada zadržava se na obalama, a naročito na mjestima koja su obrasla drvećem, na kojima, nakon pada vodostaja zaostaje otpad poput plastičnih kesa, najlona, tekstila i slično, a to ima ne samo negativan ekološki uticaj, nego i negativan uticaj na vizuelnu karakteristiku samog područja. Iz ovog razloga bilo je potrebno preduzeti određene aktivnosti za sprečavanje odlaganja otpada u korito vodotoka.¹⁰

Usljed trenutnog stanja i sveopšte degradacije naše životne sredine i neplanskog upravljanja vodnim resursima, u centar potrebe i planiranja postavljeni su slivovi koji imaju rezerve pitke vode, kao i hidroenergetski potencijal. Poseban karakter za upravljanje vodama daje i visok kvalitet hidro resursa Republike Srpske, koji i pored manjeg stepena razvijenosti industrije, još uvijek predstavlja prioritet u Evropi.

Bogato razvijanje kopnene flore, zatim specifičnost njenog sastava, a prije svega velik broj endemičnih vrsta, uslovljen je upravo visokim vodnim potencijalom. U periodu prelaska ili tranzicije, naša država se svojim zakonima i odredbama mora uklapati u savremenu evropsku direktivu i zakon o životnoj sredini kakavje već poznat.

¹⁰Laboratorijski priručnik, Kvalitet voda, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu (2010)

Vodotok rijeke Vrbas je nešto neujednačeniji kada je u pitanju kvalitet vode na ulazu u akumulaciju, od kvaliteta nizvodno na vodozahvatu, a prema ispitivanim pokazateljima, voda svakako ima kvalitet koji uz određene dorade, zadovoljava kvalitet vode za piće.

Dionice vodotoka gdje se izgradnjom brane vještački izmjenio prirodni režim proticanja, zavisno od hidroloških uslova, putem procesima koji u njima dominiraju, pokazuju u vrijeme velikih voda izraženiju karakteristiku vodotoka, a u periodu malih voda, javljaju se osobine stajaćice.

Kada je u pitanju dionica uspora, posebno u domenu malih ljetnih voda, izmjenjene su zbog većih zadržavanja voda u sistemu vrste i dinamike fizičkih, fizičko-hemijskih, kao i biohemijskih procesa uz poremećaje biološke ravnoteže, najčešće kao bujanja algalne mase, koja su usko povezana s opterećenjem vode s nutrijentima na ulazu u akumulaciju.¹¹

Pored brzine proticanja u vodenim ekosistemima, djeluju i neki drugi hidrometeorološki faktori poput:

- Temperature vode;
- Osunčanosti.

Na osnovu sadržaja ukupnog azota, kvalitet vode na ulazu u akumulaciju varira od mezoeutrofne do eutrofne, dok je oligomezotrofna nizvodno od kaveza zbog drastičnog smanjenja sadržaja nitrarnog azota, koji je u julu i avgustu bio ugrađen u biomasu algi.

Treba naglasiti i to da Crna Rijeka unosi znatnu količinu nutrijenata, a ona se po navedenim kriterijumima može ocijeniti po sadržaju fosfora kao eutrofan voda, a prema sadržaju ukupnog azota kao eu-politrofan voda. Sadržaj fosfora u vegetacionom periodu na ulazu u akumulaciju "Bočac" varira od 0,006 do 0,07 mg/l-1, što omogućuje visoke primarne produkcije i prema kriterijumima OECD označava eutrofan kvalitet vode.¹²

Kvalitet vode u slivu rijeke Vrbas prije 1990

Organizovani monitoring kvaliteta površinskih voda na području BiH započeta su 1966. godine. Monitoring je tada sprovodio Republički hidrometeorološki zavod (RHMZ) BiH u saradnji sa Vodoprivrednom BiH. Monitoring je podrazumijevao osnovne fizičke i hemijske

¹¹Rijeka Vrbas, dostupno na www.wikipedia.org

¹²Laboratorijski priručnik, Kvalitet voda, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu (2010)

indikatore kvalitete vode u slivu rijeke Vrbas i obavljan je na šest lokacija na rijeci Vrbas: Daljani, Han Skela, Kozluk, Novoselija, Delibašino Selo i Razboj, kao i na jednom profilu na rijeci Vrbanji – na ušću u Vrbas. Hemijski parametri su procjenjivani tri puta godišnje (proljeće, ljeto, i jesen), dok su biološki mjereni dva puta godišnje (ljeto i jesen).

Test prisutnosti azotnih jedinjenja rađen je samo na dva profila, dok teški metali, organske supstance i pesticidi nisu bili redovno ispitivani. **Error! Reference source not found.** i **Error! Reference source not found.** pokazuju rezultate ispitivanja kvaliteta vode za period prije rata (1985-1989).

Osnovni indikatori kvaliteta površinskih voda koji su izabrani za ovu analizu su bili slijedeći: rastvoreni kiseonik, suspendovane materije, potrošnja $KMnO_4$, BPK_5 , sadržaj gvožđa, bakteriološka kontaminacija i prisustvo mikro-hranljivih supstanci. Saprobiološka analiza je korišćena za opštu procenu kvaliteta.

Odredbe Uredbe o klasifikaciji voda i i priobalnim vodama unutar BiH (Službeni glasnik RS BiH, br.19/80) su korišćene u klasifikaciji kvaliteta površinskih voda. Prema tim pravilima, primenjuje se slijedeće:

- **Klasa I** podrazumijeva vode koje se u njihovom prirodnom stanju uz eventualnu dezinfekciju mogu koristiti za piće i u industriji hrane; a površinske vode se mogu koristiti i za uzgoj plemenitih vrsta ribe (Salmonidae).
- **Klasa II** vode koje se u njihovom prirodnom stanju mogu koristiti za kupanje i rekreaciju; za vodene sportove, uzgoj drugih vrsta riba (Ciprinidi); ili koje se uz odgovarajući tretman, mogu koristiti i za piće i u industriji hrane.
- **Klasa III** – vode koje se mogu koristiti za navodnjavanje a nakon tretmana i u industriji, osim u industriji hrane.
- **Klasa IV** voda koje se mogu koristiti u druge svrhe samo nakon adekvatne obrade.

Tabela 3 Rezultati monitoringa kvaliteta vode u slivu rijeke Vrbas, 1985-1989

Reka	Dio	Propisana klasa	Određena klasa vodotoka					Odgovara klasi da/ne
			1985	1986	1987	1988	1989	
Vrbas	Bugojno –uzvodno	2	-	-	1-2	2	2-3	ne
Vrbas	Bugojno-nizvodno Daljan	2	2	3-2	2	2-3	3	ne
Vrbas	Jajce-uzvodno Han Skela	2	3	3	2-3	2-3	3	ne
Vrbas	Jajce-nizvodno Kozluk	2	Vk	Vk	4	3-4	3-4	ne
Vrbas	Banja Luka-uzvodno	2	2	2	2	2	2-3	ne
Vrbanja	Ulivanje – ušće	2	2	2	2	2-3	2	ne
Vrbas	Banja Luka-nizvodno Trn	3	Vk	Vk	Vk	Vk	4	ne
Vrbas	Razboj	3	Vk	Vk	Vk	Vk	4-Vk	ne

• Izvor: RHMZ Sarajevo. Vk = van klase

Tabela 4 Prosječna vrijednost parametara kvaliteta vode prema ispitivanju RHMZ

Rijeka	Dio	Rastvoren O ₂ (g/m ³)	Suspenzija (g/m ³)	O ₂ iz KMnO ₄ (g/m ³)	BPK ₅ (g/m ³)	Ukupno Fe (g/m ³)	NB (g/m ³)
Vrbas	Bugojno uzvodno	11.3	18	1.6	3	0.33	16,600
Vrbas	Bugojno nizvodno Daljan	11.2	21	2.1	3.7	0.35	19,700
Vrbas	Jajce- uzvodno Han Skela	11.8	31	2.43	3.1	0.39	14,300
Vrbas	Jajce-nizvodno Kozluk	11.1	44	2.37	3.3	0.49	31,600
Vrbas	Banja Luka- uzvodno	11.5	11	1.08	2.8	0.14	15,100
Vrbanja	Ušće						
Vrbas	Banja Luka nizvodno Trn	5.9	33	37.5	9.5	0.24	85,100
Vrbas	Razboj	5.5	46	26.5	7.0	0.71	97,500

Izvor: RHMZ Sarajevo – g/m³= grama po kubnom metru

Analize dostupnih podataka iz predratnog perioda su ustanovile da postoji velika razlika između zakonom zahtijevanog i stvarnog stanja kvaliteta površinskih voda. Najgora situacija je utvrđena na dionici rijeke Vrbas nizvodno od Jajca dok parametri kvaliteta vode premašuju vrijednosti klase IV na oba profila nizvodno od Banja Luke.

Evidentne su uvećane vrijednosti BPK₅ na profilima nizvodno od Banja Luke usljed izlivanja otpadnih voda iz fabrike celuloze. Potrošnja kiseonika od KMnO₄ takođe je pokazala povećane vrijednosti nizvodno od Banja Luke.

Gore pomenuti podaci bi trebalo pažljivije da se razmotre jer je uzet samo mali broj uzoraka tokom perioda niskih vodostaja kada je kvalitet vode obično na najkritičnijem i povišenom nivou.

Kvalitet vode u slivu rijeke Vrbas nakon 1995

Monitoring kvaliteta vode je prekinut 1992 usljed rata, da bi organizovani nastavak ispitivanja kvaliteta površinskih voda u Republici Srpskoj otpočeo od 2000. godini to na 5 lokacija u slivnom području rijeke Vrbas.

Program monitoringa obuhvata analizu organiskih i neorganiskih zagađivača četiri puta godišnje. Monitoring na profilu Razboj, koji je uključen u Međunarodnu mrežu monitoringa - (TNM), vrše se 12 puta godišnje (od januara do decembra).

Tabela5 Mjesta monitoringa u RS na rijeci Vrbas

Rijeka	Profil	Geodetska širina	Geodetska dužina	Nadmorska visina	Učestalost mjerenja
Vrbas	Novoselija	444,418	162,409	170	4
Vrbas	Delibašino Selo	444,921	171,341	148	4
Vrbanja	Ušće u Vrbas	444,636	171,441	157	4
Vrbas	Razboj (TNM)	450,533	172,947	90	12

U Federacija BiH u periodu 1995-2005.godine vršena su samo povremena ispitivanja kvaliteta vode čiji rezultati nisu bili dostupni konsultantima. Federacija BiH je ponovo započela sistematsko uzorkovanje vode i analize kvaliteta površinskih voda 2005. godine. Uzorci su uzimani četiri puta godišnje na šest monitoring lokacija a to su, u suštini, iste tačke kao i prije rata. Međutim, dalje uzorkovanje je sprovedeno na 19 profila 2007. godine; 13 njih na glavnom toku, a ostatak na pritokama Kruščica, Bistrica Semešnica i Pliva.

Tabela6 Mjesta monitoringa u Federaciji BiH za izabrane parametre kvaliteta vode

br.	Mjesto merenja	Koncentracija				Zahtjevana klasa
		Rastvoreni kiseonik	BPK ₅ g/m ³	Ukupno azota g/m ³	Ukupno fosfora g/m ³	
1	Vrbas-uzvodno od Jelića	9.6	1.9	0.2	0.01	I
2	Vrbas-uzvodno od Voljevaca	9.1	1.8	0.2	0.05	I
3	Vrbas- uzvodno od G. Vakuf	9.2	1.0	0.8	0.06	I
4	Vrbas- uzvodno od ušća Kruščice	6.9	4.1	1.0	0.15	II
5	Kruščica izvor	11.1	1.9	0.5	0.4	I
6	Kruščica-ušće	8.7	1.3	0.8	0.07	II
7	Bistrica izvor	10.2	1.4	0.5	0.05	I
8	Bistrica –ušće	9.3	1.2	0.6	0.04	II
9	Vrbas Humac	8.3	2.1	1.0	0.09	II
10	Vrbas- uzvodno od Bugojna	8.2	2.0	0.9	0.11	II
11	Vrbas-nizvodno od Bugojna	8.1	1.4	0.9	0.09	II
12	Sebešnica ušće	10.2	1.0	0.6	0.01	I
13	Vrbas-nizvodno od D. Vakufa	9.9	1.8	1.0	0.09	II
14	Vrbas Torlakovac	10.2	1.9	0.9	0.06	II
15	Vrbas- uzvodno od Jajca	10.7	1.8	0.9	0.09	II
16	Pliva – ušće	9.1	1.2	0.6	0.3	II
17	Vrbas-nizvodno od Jajca	9.9	2.0	0.8	0.09	II
18	Vrbas Podmilačje	9.7	1.8	0.8	0.2	II
19	Vrbas-nizvodno od HE Jajce	10.1	1.4	0.7	0.11	II
20	Novoselija*	10.5	1.7	1.2	0.02	II
21	Delibašino Selo*	8.2	2.6	1.4	0.05	II
22	Vrbanja-ušće sa Vrbasom*	7.9	1.4	1.3	0.02	II
23	Razboj*	7.7	2.4	1.2	0.05	II

Izvor: FHMZ g/m³ = grama po kubnom metru

U svrhu stanja kvaliteta površinskih voda u slivnom području rijeke Vrbas analizirani su svi dostupni podaci i to:

- Za dio sliva koji pripada RS bili su dostupni rezultati analiza sa sva četiri mjesta monitoringa za period osmatranja 2000-2010,
- Podaci o slivu koji pripada Federaciji BiH uzeti su iz časopisa "Voda i mi" i "Strategija upravljanja vodama u Federaciji BiH-2010" (oba izvora Sava Agencije, Sarajevo)

U svrhu procjene kvaliteta vode primjenjivani su propisi iz „Uredbe o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotokova“ (službeni glasnik RS, br.42 od 31/08/2001) koji važe samo za područje RS kao i „Uredba o opasnim i štetnim materijama u vodi“ (Službene novine Federacije BiH, br.43/07) da bi rezultati ispitivanja na zajedničkim vodotocima bili okarakterisani na što uporedniji način. Ovim uredbama uspostavljeni su kriterijumi za klasifikaciju i izvršena je klasifikacija kvaliteta površinskih voda kao i kategorizacija vodotokova.

U skladu sa Članom 28 „Uredba o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotokova“, sve testirane dionice vodotokova u slivu rijeke Vrbas treba da zadovolje uslove propisane za I i II klasu .

Slika od 6 do 9 pokazuju vrijednosti rastvorenog kiseonika, BPK₅, ukupno azota, i ukupnog fosfora osmotrenih u slivu rijeke Vrbas tokom 2007.

Rastvoren kiseonik

Slika 6 prikazuje prosječnu vrijednost rastvorenog kiseonika i može se primijetiti da osim na par profila koncentracije zadovoljavaju propisane vrijednosti za I i II klasu vodotokova.

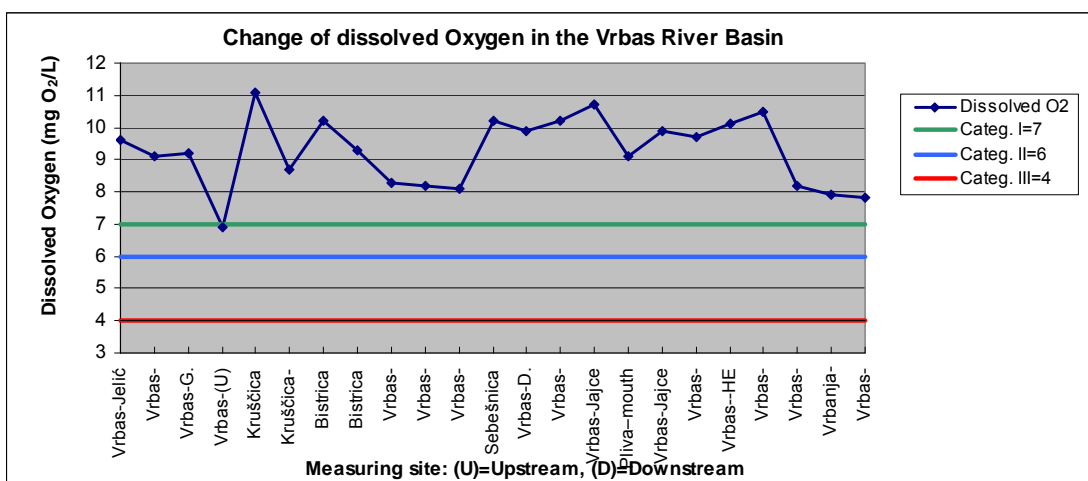
BPK₅

Slika 7 pokazuje prosječnu godišnju koncentraciju BPK₅ i evidentno je da su posmatrane vrijednosti više od propisanih vrijednosti za drugu klasu vodotokova od 4 g/m³ u približno 10% slučajeva, dok ne postoje vrijednosti više od 7 g/m³, što je propisano za treću klasu.

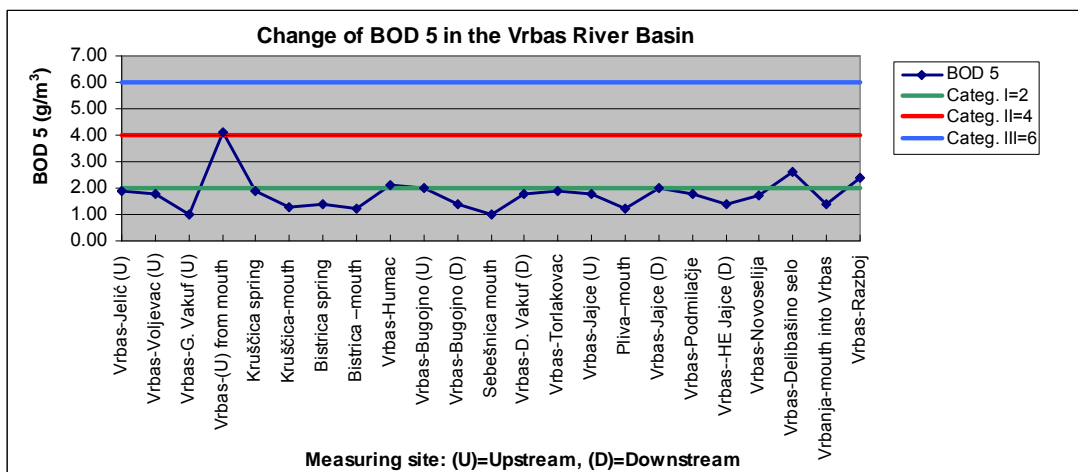
Ukupan fosfor i azot

Prosječne godišnje vrijednosti koncentracije ukupnog azota Slika 8 je u skladu sa propisanim vrijednostima za drugu klasu od 6 g/m³ na svim stanicama monitoringa. Može se vidjeti, međutim, na Slika 9 da koncentracija fosfora u većini slučajeva premašuje dozvoljene vrijednosti za drugu klasu vodotokova, tj. više od 0.03 g/m³.

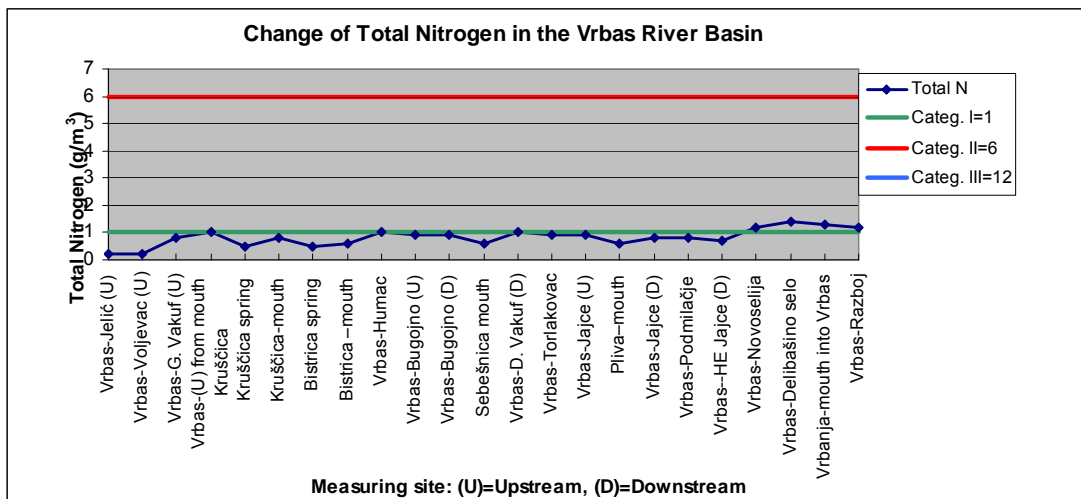
Iz slike 9 može se vidjeti da ukupan fosfor u većini slučajeva nije u skladu s propisanim vrijednostima prema „Uredbi o klasifikaciji i kategorizaciji vodotokova“. Postoji problem s lokalnim zakonodavstvom po ovom pitanju, pošto Uredba u FBiH predviđa prag koncentracije od 0.25 - 1.5 g/m³ za klasu III, dok Uredba za RS propisuje za IV ne veće koncentracije od 0.1 g/m³ i time veći dio dionica rijeke Vrbas pripada V klasi (>0.1) gledajući samo vrijednosti koncentracije fosfora.



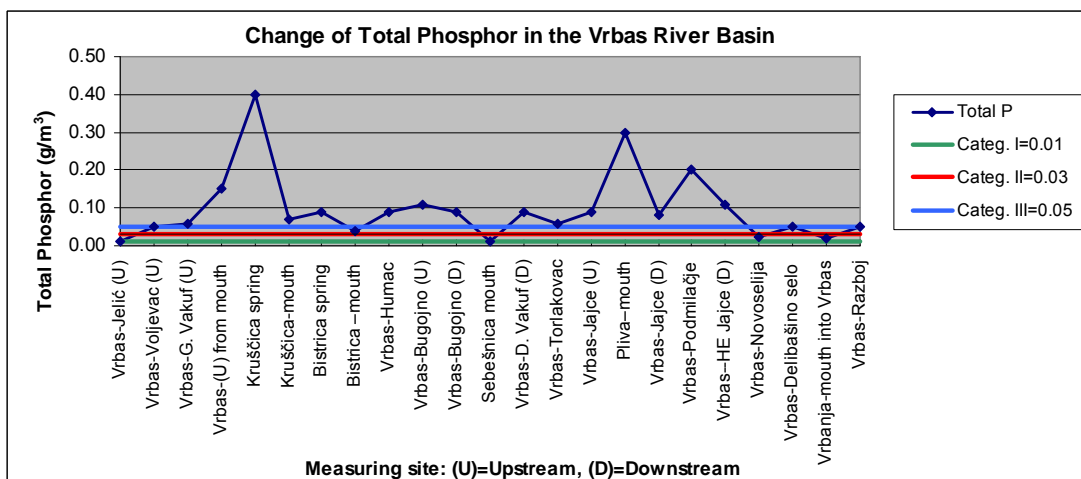
Slika 6 Vrijednosti rastvorenog kiseonika za sliv rijeke Vrbas



Slika 7 Koncentracije BPK₅ za sliv rijeke Vrbas



Slika8 Ukupne vrijednosti azota za sliv rijeke Vrbas



Slika 9 Ukupne vrijednosti fosfora za sliv rijeke Vrbas

U gornjem dijelu sliva rijeke Vrbas (FBiH), kontrola kvaliteta vode je sprovedena na ukupno 19 lokacija. Od toga je prema Uredbi o kategorizaciji vodotokova situacija sljedeća (Tabela 7).

Tabela7 Rezultati monitoringa kvaliteta vode u gornjem slivu Vrbasa

Zahtjevana kategorija	Broj mjernih mjesta	Usklađeno sa svim zahtjevima	Blago slabijeg kvaliteta	Umjereno slabijeg kvaliteta	Vrlo slab kvalitet
I	6	-	3	-	3
II	13	-	7	-	6

Izvor: "Voda i mi" članak " Rezultati analize kvaliteta vode za sliv rijeke Save (dio u Federaciji) za 2007.

Na osnovu gornje tabele, može se zaključiti da nijedna od dionica nije usklađena sa svim zahtjevima. Međutim, na deset dionica samo nekoliko manje važnih parametara kao što su alkalinitet, tvrdoća, sulfati itd blago premašuju dozvoljene vrijednosti. Na ostalih devet profila evidentno je da vrijednost jednog ili više parametara prelaze dozvoljene vrijednosti za V klasu.

Tabela8 pokazuje “ukupnu klasu”, koja je procjenjena klasa testiranja kvaliteta vode zasnovana na svim primljenim individualnim rezultatima. Može se videti iz tabele da procjenjene klase kvaliteta nisu u saobraznosti sa zahtjevanom klasom, osim na profilu Vrbas-Torlakovac i Bistrica-ušće. Ove procjene su na osnovu dobijenih rezultata fizičkih, hemijskih i mikrobioloških ispitivanja. Rezultati biološke analize su prikazani u tabeli 8

Tabela8: Pregled procjenjenih ukupnih klasa kvaliteta vode za FBiH

Br.	Mjerno mjesto	Procijenjena ukupna klasa prema serijama				Zahtijevana klasa
		I	II	III	IV	
1	Vrbas-uzvodno od Jelića		I-II			I
2	Vrbas- uzvodno od Voljevaca		I-II			I
3	Vrbas- uzvodno od G. Vakufa		II	II		I
4	Vrbas- uzvodno od Kruščice		II-III			II
5	Kruščica izvor		II-I			I
6	Kruščica-ušće		II-III			II
7	Bistrica izvor		II-I			I
8	Bistrica –ušće		II			II
9	Vrbas Humac		II-III			II
10	Vrbas uzvodno od Bugojna	III	II-III	II-III		II
11	Vrbas nizvodno od Bugojna	III-II	III-II	III-II		II
12	Sebešnica ušće		II-I			I
13	Vrbas-nizvodno od D. Vakufa		II-III			II

Br.	Mjerno mjesto	Procijenjena ukupna klasa prema serijama				Zahtijevana klasa
		I	II	III	IV	
14	Vrbas Torlakovac		II			II
15	Vrbas uzvodno od Jajca	III	II-III	II-III		III
16	Pliva ušće		II-III			II
17	Vrbas nizvodno od Jajca	III	II-III	II-III		II
18	Vrbas Podmilačje		II-III			II
19	Vrbas nizvodno od HE Jajce		II-III			II

Izvor: "Voda i mi" članak " Rezultati analize kvaliteta vode za sliv rijeke Save (dio u Gederaciji) za 2007."

Tabela9 Pregled rezultata bioloških testiranja (nakon Boniteta) za FBiH

Br.	Mjerno mjesto	Određena klasa (nakon Boniteta)				Zahtijevana klasa
		Fitobentos serije II	Zoobentos serije II	Fitobentos serije III	Zoobentos serije III	
1	Vrbas uzvodno od G. Vakufa	II	II		II	I
2	Vrbas nizvodno od Bugojna	I-II	I-II		I-II	II
3	Vrbas uzvodno od Jajca	I-II	II	II	I-II	II
4	Vrbas nizvodno od Jajca	II	II	II	I-II	II

Izvor: "Voda i mi" članak " Rezultati analize kvaliteta vode za sliv rijeke Save (dio u Federaciji) za 2007."

Klasifikacija analiziranih voda zasnovana na biološkim parametrima kvaliteta je načinjena pomoću numeričke vrijednosti indeksa saprobnosti. Može se primjetiti da na sva četiri profila, kvalitet vode je u saobraznosti sa zahtjevanim biološkim statusom. Biološki status je značajnije bolji od fizičkih, hemijskih i mikrobioloških karakteristika. Mogući razlozi tome mogu biti u prilagođavanju flore i bentosa, kao i usled činjenice da je negativan efekat zagađenja najverovatnije prolazan i nije stalan.

Treba napomenuti da su biološka testiranja u FBiH ponekad rađena vremenski odvojeno od fizičkih i hemijskih testiranja. U budućnosti, biološko testiranje treba da se organizuje istovremeno sa fizičkim, hemijskim i mikrobiološkim testovima tako da se mogu odraditi direktnija poređenja kao i da se omogući bolji uvid u stvarnu situaciju.

Tabela 10 ilustruje stanje kvaliteta površinskih voda u slivu rijeke Vrbas koji pripada FBiH, koje je prikazano pomoću vrijednosti u procentima prema prepisanim uslovima klase vodotokova (Strateško upravljanje vodama FBiH – Sava Agencija, Sarajevo).

Tabela10 Kvalitet vode za sliv rijeke Vrbas za FBiH 2005-2007

sliv rijeke Vrbas u Federaciji	Propisano	Uskladenost s propisanim u (%)
BIOLOŠKI PARAMETRI		
Indeks saprobiteta	1.5-2.5	100
MIKROBIOLOŠKI PARAMETRI		
Ukupan broj koliformnih bakterija na 37 C	Prosjek	14.98
FIZIČKI I HEMIJSKI PARAMETRI		
Suspendovane materije		
Isparni ostatak (mg/l)	Manje od 30	50
Alkalinitet-Aciditet		
pH	6.8-8.5	100
Režim kiseonika		
Rastvoreni kiseonik (mg O ₂ /l)	Više od 6	100
Zasićenost kiseonikom (% O ₂)	90-75	100
BPK5 (mgO ₂ /L)	Manje of 4	100
HPK pot. KMnO ₄ (mg O ₂ /l)	Manje od 12	100
Sadržaj hranljivih materija		
Ammonium ion (mg/l)	Manje od 0.25	100
Nitrit (mg NO ₂ /l)	Manje od 0.05	100
Nitrat (mg NO ₂ /l)	Manje od 10	100
Fosfat (mg PO ₄ /l)	Manje od 0.25	100

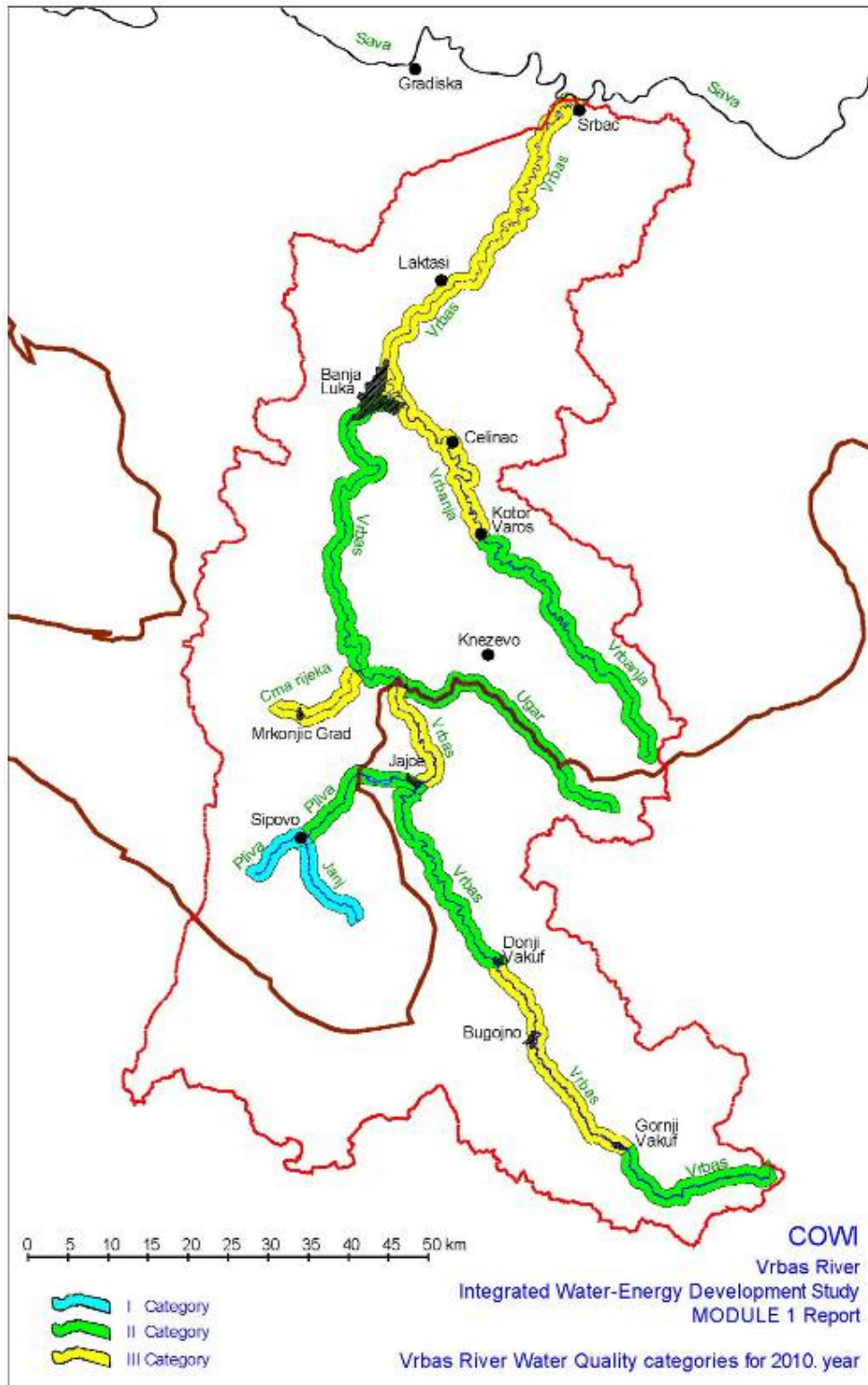
Izvor: Strategija upravljanja vodama u Federaciji BiH-2010.

Takođe je primijećeno da postoji poboljšanje u kvalitetu površinskih voda, što je bilo i očekivano s obzirom na smanjenje industrijskih aktivnosti nako rata. To je evidentno u poređenju s rezultatima testiranja kvaliteta vode iz perioda prije 1991. i nakon 2000. godine. Još jedno poređenje je dato u, koje poredi prepisanu klasu vode sa stvarno zabilježenom vrijednošću u 1984. i 2010. godini. To je i grafički predstavljeno na mapi sliva na **Error!**

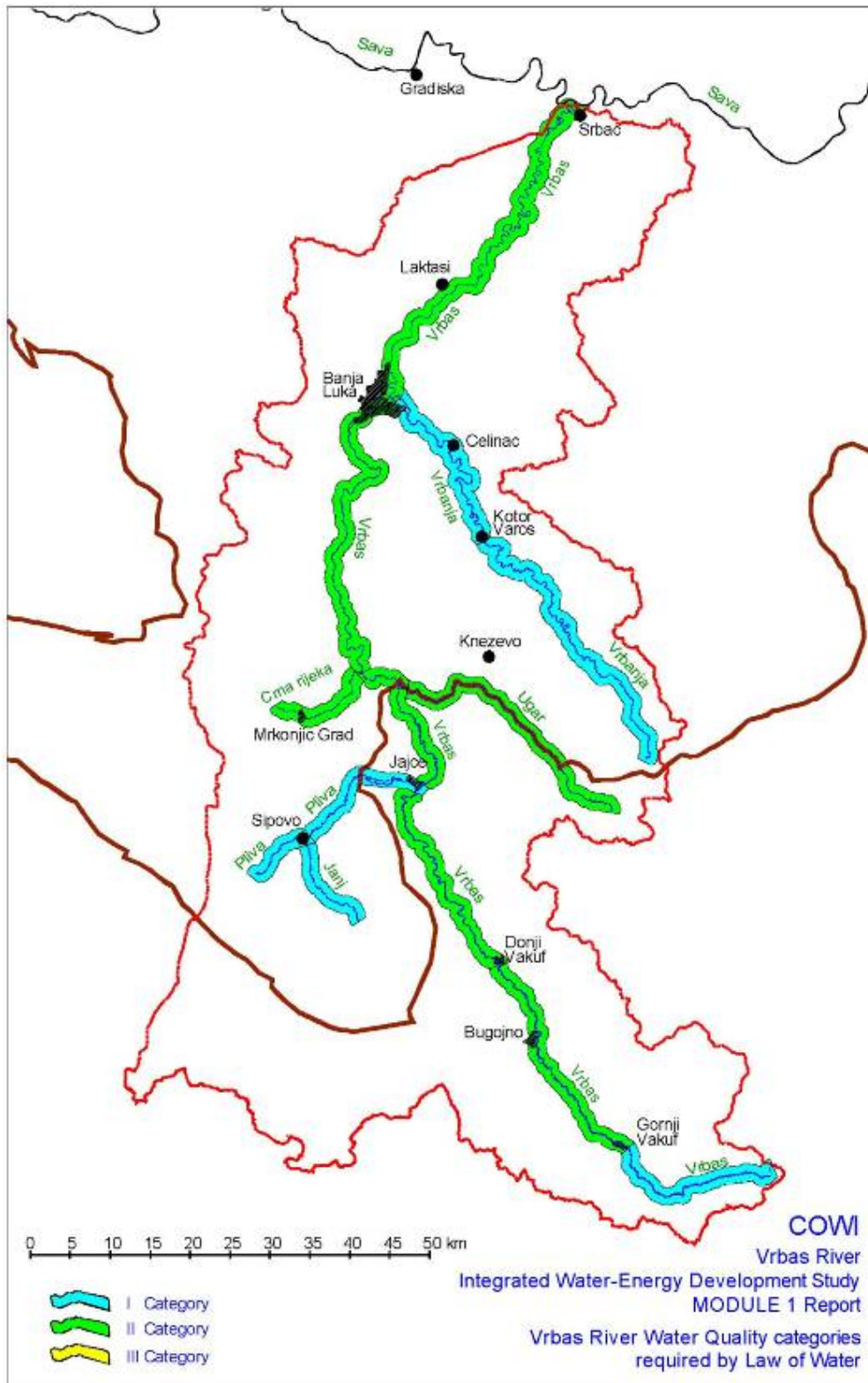
Reference source not found., koja pokazuje kategorizaciju 2010. godine u poređenju sa prepisanom klasifikacijom za rijeku Vrbas.

Tabela 11 Stanje kvaliteta vode duž rijeke Vrbas za 1984. i 2010. godinu

Dionica	Propisano	Zabilježeno 1984. godine	Zabilježeno 2010
Gornji Vakuf – Bugojno	II	III	III
Donji Vakuf- Jajce	II	III	II
Jajce- granica Federacije	II	IV	III
Banja Luka-Delibašino Selo	II	IV+	III
Delibašino Selo-ulivanje	II	IV+	III



Slika 10 Stanje kvaliteta vode za sliv rijeke Vrbas za 2007. godinu



Slika 11 Zahtijevani kvalitet vode prema Zakonu o vodama

Dobijeni rezultati bioloških, fizičkih i hemijskih analiza su ispitani da bi se odredila klasa kvaliteta. Predstavljene su vrijednosti rastvorenog kiseonika, BPK₅, ukupnog fosfora, ukupnog azota, i čvrste suspenzije. Zaključeno je da parametri ukupnog fosfora i čvrste suspenzije u većini slučajeva nisu bili u saobraznosti s vrijednostima koje zahtijeva Uredba.

Pregled Tabele 8-9 pokazuje da se kvalitet vode u slivu rijeke Vrbas poboljšao tokom perioda od 1984 do 2010. Ovi bolji uslovi, međutim, su se pojavili usljed značajnog pada industrijske proizvodnje. Ipak, trenutna situacija je slična onoj iz osamdesetih, tj. najkritičniji delovi rijeke su nizvodno od Jajca i Banja Luke gdje neke preostale industrije nastavljaju sa ispuštanjem u rijeku. Ovo pitanje je diskutovano u slijedećem dijelu.

Kritične tačke

U gornjem dijelu rijeke Vrbas, postoji jedan broj manjih gradova i industrijskih aktivnosti koje ne stvaraju značajnija zagađenja prirodnih vodotoka. Međutim, kao što se moglo očekivati, kvalitet vode je slabiji nizvodno od Gornjeg Vakufa, Bugojna, Jajca i Banja Luke usljed netretiranih opštinskih i gradskih otpadnih voda koje se upuštaju u rijeku. Primjetno je da su pronađene povećane koncentracije određenih teških metala (npr. hrom, nikl i sumpor). Te koncentracije su nastale usljed pedološkog sastava zemljišta u oblasti sliva, kao i od eksploatacije mineralnih resursa u datoj oblasti.

Glavni izvori zagađenja, (obično se misli na “kritična mjesta”) su glavna naselja gdje je po pravilu koncentrisana i industrija. U gornjem dijelu sliva rijeke Vrbas, zagađenje dolazi od naselja Gornji Vakuf, Bugojno i Donji Vakuf. U srednjem toku rijeke Vrbas, značajno zagađenje se dešava kod Jajca, uključujući izlivanja hemijske i metalurške industrije. U donjem dijelu sliva rijeke, zagađenje uglavnom dolazi iz Banjaluke, najvećeg naselja u cijelom slivu. Glavni izvor trenutnog zagađenja – posebno biološkog – se stvara od netretiranih komunalnih otpadnih voda.

Ako se ne sprovedu adekvatne mjere, može se očekivati da se kvalitet vode pogorša usljed industrijske proizvodnje. Takođe je poznato da su se mnogi različiti tipovi zagađenja tokom vremena akumulirali u komunalnom i industrijskom kanalizacionom sistemu. Postoji strah da će ovi materijali eventualno biti isprani, izbacujući značajan teret zagađenja u rijeke u slivu.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Kvalitet vode za piće koji koriste stanovnici Banja Luke posmatran je u jednogodišnjem periodu. Zbog obimnosti podataka uzeti su rezultati analize za hidrološku godinu (period zima -proljeće i ljeto - jesen, odnosno mjesec januar, april, juli i septembar. Rezultati ispitivanja odnose se na 2014 godinu. Kao reprezentativni uzorci vode koji su analizirani i diskutovani u ovom radu uzeti su iz uzorci vode iz cjevovoda $\phi 1000$ Vodovod a.d. Banja Luka.

Tabela 12 Fizičko-hemijski pregled vode za januar 2014. godine

PARAMETRI	JEDIN. MJERE	UZORCI VODE														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T uzorkovanja	°C	6.3	7.0	7.0	8.0	7.3	6.8	6.7	6.5	8.3	7.0	7.5	7.3	7.5	8.5	8.9
Boja	°Pt-Cock	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
pH pri temp.		8.02	8.10	8.17	8.15	8.11	8.17	8.10	8.15	7.46	8.11	8.18	8.13	8.24	8.19	8.24
	°C	17.7	18.3	15.7	12.6	17.2	13.3	18.1	11.5	13.6	14.4	12.4	13.1	13.9	15.6	13.4
Rezid. hlor	mg/L	0.40	0.40	0.45	0.40	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.35	0.40	0.40	0.35
Mutnoća	NTU	0.51	0.38	0.43	0.58	0.63	0.40	0.74	0.42	0.38	0.50	0.32	0.59	0.47	0.50	0.72
Potr. KMnO ₄	mg/L	3.53	3.09	3.25	3.44	2.90	2.59	2.40	2.68	2.90	3.16	2.93	3.47	2.87	2.78	3.34
Hloridi	mg/L Cl	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Nitrati	mg/L NO ₃	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Nitriti	mg/L NO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Amonijak	mg/L N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Željezo	mg/L Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mangan	mg/L Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isparni ost.	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
El.provodlj. na 20°S	μS/cm	396	396	397	398	393	390	388	379	388	386	382	384	382	382	381
Kiseonik	mg/L O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UV-aps. 254nm	m ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 13 Fizičko-hemijski pregled vode za januar 2014. godine

BROJ UZORKA	DATUM	MJESTO UZETOG UZORKA VODE														
PARAMETRI	JEDIN. MJERE	UZORCI VODE														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
T uzorkovanja	°C	7.7	7.6	7.5	7.7	7.7	6.8	6.8	6.1	6.3	6.1					
Boja	°Pt-Co-ck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez					
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez					
pH		7.47	8.04	8.13	8.09	8.01	8.10	8.02	8.04	7.98	8.10					
pri temp.	°C	14.9	16.3	14.1	13.8	12.5	11.7	12.1	12.4	12.7	11.8					
Rezid. hlor	mg/L	0.35	0.40	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45					
Mutnoća	NTU	0.45	0.33	0.45	0.37	0.25	0.38	0.25	0.23	0.30	0.40					
Potr. KMnO ₄	mg/L	3.91	2.93	3.16	3.28	2.74	3.00	2.87	2.40	3.79	2.89					
Hloridi	mg/L Cl	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					
Nitrati	mg/L NO ₃	2.7	3.1	3.1	3.1	3.1	2.7	3.1	3.1	3.1	3.1					
Nitriti	mg/L NO ₂	0.004	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002					
Amonijak	mg/L N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Željezo	mg/L Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Mangan	mg/L Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Isparni ost.	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
El.provodlj. na 20°s	µS/cm	379	384	381	380	365	359	352	359	365	363					
Kiseonik	mg/L O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
UV-aps. 254nm	m ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					

Tabela 14 Fizičko-hemijski pregled vode za april 2014. godine

PARAMETRI	JEDIN. MJERE	UZORCI VODE														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T uzorkovanja	°C	10.5	10.0	9.7	10.2	11.5	10.8	11.8	12.2	11.8	11.3	10.9	12.0	11.7	10.6	10.5
Boja	°Pt-Co-ck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
pH		7.40	7.48	7.48	7.43	7.42	7.37	7.39	8.02	8.03	8.12	7.42	7.90	7.94	7.51	7.55
pri temp.	°C	14.6	15.6	13.7	13.5	13.7	15.5	16.1	17.6	16.0	14.1	14.4	15.0	14.5	13.4	12.8
Rezid. hlor	mg/L	0.40	0.45	0.40	0.40	0.45	0.40	0.45	0.55	0.55	0.45	0.45	0.40	0.40	0.45	0.50
Mutnoća	NTU	0.45	0.45	0.22	0.28	0.34	0.38	0.36	0.48	0.35	0.49	0.33	0.42	0.59	0.32	0.27
Potr. KMnO ₄	mg/L	2.58	1.89	2.14	1.99	2.78	2.67	2.11	2.49	2.27	2.60	2.46	2.28	2.84	3.25	2.30
Hloridi	mg/L Cl	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Nitrati	mg/L NO ₃	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.7	3.1	3.1	3.1	2.7	3.1	2.7	2.7	3.1	3.1
Nitriti	mg/L NO ₂	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.003	0.003
Amonijak	mg/L N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Željezo	mg/L Fe	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mangan	mg/L Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Isparni ost.	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
El.provodlj. na 20°S	μS/cm	366	372	372	368	371	368	369	367	367	366	371	374	368	375	376
Kiseonik	mg/L O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiseonik	satracija	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 15 Fizičko-hemijski pregled vode za januar 2014. godine

PARAMETRI	JEDIN. MJERE	UZORCI VODE														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
T uzorkovanja	°C	10.4	10.5	9.7	10.0	10.2	10.4	10.8	10.6	10.8	10.9	11.0				
Boja	°Pt-Co-ck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez				
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez				
pH		7.49	7.40	7.40	7.47	7.40	7.41	7.41	7.46	7.40	7.47	7.39				
pri temp.	°C	14.9	14.9	15.0	14.3	15.6	17.0	16.3	13.9	15.3	14.8	15.4				
Rezid. hlor	mg/L	0.40	0.45	0.40	0.45	0.55	0.45	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40				
Mutnoća	NTU	0.37	0.24	0.29	0.44	0.59	0.50	0.49	0.37	0.49	0.48	0.42				
Potr. KMnO ₄	mg/L	2.45	2.71	2.49	2.59	2.99	3.60	2.65	2.71	2.05	3.47	3.19				
Hloridi	mg/L Cl	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
Nitrati	mg/L NO ₃	2.7	2.7	3.1	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7				
Nitriti	mg/L NO ₂	0.003	0.003	0.004	0.000	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.000	0.000				
Amonijak	mg/L N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Željezo	mg/L Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Mangan	mg/L Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Isparni ost.	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
El.provodlj. na 20°S	µS/cm	369	376	378	376	365	359	357	357	351	345	345				
Kiseonik	mg/L O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Kiseonik	saturacija	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

Tabela 16 Fizičko-hemijski pregled vode za jul 2014. godine

PARAMETRI	JEDIN. MJERE	UZORCI VODE														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T uzorkovanja	°C	14.6	15.4	15.0	15.4	15.6	16.0	15.7	15.9	16.5	15.4	15.9	16.0	15.4	16.0	16.1
Boja	°Pt-Co-ck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
pH		7.52	7.54	7.46	7.48	7.58	7.54	7.56	7.50	7.52	7.50	7.51	7.53	7.53	7.54	7.61
pri temp.	°C	18.9	18.5	19.5	18.6	17.7	19.6	19.6	19.0	19.8	18.0	17.5	18.7	18.2	18.6	19.0
Rezid. hlor	mg/L	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.30	0.30	0.35	0.30	0.30	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30
Mutnoća	NTU	0.20	0.17	0.11	0.21	0.12	0.17	0.17	0.13	0.21	0.17	0.16	0.14	0.14	0.16	0.16
Potr. KMnO ₄	mg/L	2.88	2.85	2.27	2.11	2.30	1.99	2.65	3.17	2.17	3.29	1.82	2.30	3.29	2.01	2.52
Hloridi	mg/L Cl	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Nitrati	mg/L NO ₃	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.1	3.1	2.7	2.7	2.7	3.1	2.7	2.7	3.1	3.1
Nitriti	mg/L NO ₂	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001
Amonijak	mg/L N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Željezo	mg/L Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mangan	mg/L Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isparni ost.	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

El.provodlj. na 20°S	μS/cm	367	365	361	357	358	354	361	365	364	366	367	371	371	373	376
Kiseonik	mg/L O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UV-aps. 254nm	m ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 17 Fizičko-hemijski pregled vode za jul 2014. godine

PARAMETRI	JEDIN. MJERE	UZORCI VODE														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
T uzorkovanja	°C	15.9	16.3	17.0	17.2	16.4	16.0	16.1	16.4	17.4	16.0	15.7	15.0			
Boja	°Pt-Co-ck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez			
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez			
pH		7.63	7.56	7.56	7.55	7.61	7.56	7.51	7.53	7.32	7.46	7.42	7.43			
pri temp.	°C	18.2	18.5	21.2	19.6	20.3	19.8	19.9	17.7	20.9	20.0	20.4	19.9			
Rezid. hlor	mg/L	0.40	0.40	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35			
Mutnoća	NTU	0.12	0.11	0.11	0.18	0.20	0.13	0.30	0.15	0.20	0.19	0.17	0.16			
Potr. KMnO ₄	mg/L	2.14	2.52	3.03	3.22	2.43	2.05	1.76	1.92	4.45	3.16	3.19	3.16			
Hloridi	mg/L Cl	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Nitrati	mg/L NO ₃	2.7	2.7	2.7	2.7	3.1	2.7	2.7	3.1	2.7	2.7	3.1	2.7			
Nitriti	mg/L NO ₂	0.002	0.001	0.002	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001			
Amonijak	mg/L N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Željezo	mg/L Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mangan	mg/L Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Isparni ost.	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
El.provodlj. na 20°S	µS/cm	374	374	375	372	371	372	374	377	368	378	367	362			
Kiseonik	mg/L O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
UV-aps. 254nm	m ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

Tabela 18 Fizičko-hemijski pregled vode za septembar 2014. godine

PARAMETRI	JEDIN. MJERE	UZORCI VODE														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T uzorkovanja	°C	15.6	15.0	14.2	14.2	13.7	13.5	13.0	13.2	13.0	13.4	13.5	13.7	13.1	13.1	13.0
Boja	°Pt-Co-ck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
pH		7.56	7.40	7.42	7.42	7.43	7.50	7.42	7.47	7.56	7.50	7.45	7.35	7.38	7.38	7.48
pri temp.	°C	19.7	18.5	17.5	17.3	17.4	15.4	16.9	17.5	17.6	17.2	16.4	15.1	16.4	19.7	16.0
Rezid. hlor	mg/L	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.40	0.45
Mutnoća	NTU	0.12	0.29	0.21	0.21	0.26	0.28	0.37	0.17	0.21	0.23	0.47	0.17	0.75	0.54	0.55
Potr. KMnO ₄	mg/L	2.52	3.90	3.16	2.33	3.76	3.27	2.97	4.09	2.93	2.93	2.96	3.19	3.80	2.90	2.96
Hloridi	mg/L Cl	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Nitrati	mg/L NO ₃	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.1	2.7	2.7	2.7
Nitriti	mg/L NO ₂	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
Amonijak	mg/L N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Željezo	mg/L Fe	-	-	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Mangan	mg/L Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isparni ost.	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
El.provodlj. na 20°S	µS/cm	386	366	381	384	374	378	379	381	378	384	382	370	380	380	381
Kiseonik	mg/L O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiseonik	saturacija	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 19 Fizičko-hemijski pregled vode za septembar 2014. godine

PARAMETRI	JEDIN. MJERE	UZORCI VODE														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
T uzorkovanja	°C	12.9	13.1	13.5	13.5	13.5	13.3	13.2	12.8	12.2	12.2	12.0				
Boja	°Pt-Co-ck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez				
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez				
pH		7.53	7.57	7.50	7.55	7.49	7.54	7.48	7.43	7.47	7.55	7.45				
pri temp.	°C	15.4	16.8	16.1	19.3	18.0	17.5	18.5	18.5	16.1	18.0	17.5				
Rezid. hlor	mg/L	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45				
Mutnoća	NTU	0.34	0.21	0.27	0.21	0.28	0.34	0.17	0.54	0.70	0.48	0.83				
Potr. KMnO ₄	mg/L	3.93	3.06	3.06	2.61	3.32	3.09	4.17	4.61	4.10	3.32	2.90				
Hloridi	mg/L Cl	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
Nitrati	mg/L NO ₃	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7				
Nitriti	mg/L NO ₂	0.0005	0.0005	0.001	0.001	0.000	0.001	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.0005				
Amonijak	mg/L N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Željezo	mg/L Fe	0.00	0.00	-	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01				
Mangan	mg/L Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Isparni ost.	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
El.provodlj. na 20°S	µS/cm	382	385	386	390	378	390	380	369	370	378	378				
Kiseonik	mg/L O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Kiseonik	saturacija	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

Tabela 20 Broj uzoraka i vrijednosti mutnoće za januar, april, jul i septembar 2014. godine.

Mjesec	Broj uzoraka	Mutnoća vode (min)	Mutnoća vode (max)
Januar 2014	25	0,23 NTU	0,74 NTU
April 2014	26	0,22 NTU	0,59 NTU
Juli 2014	27	0,11 NTU	0,21 NTU
Septembar 2014	27	0,08 NTU	0,50 NTU
Ukupno	105		

U ispitivanom periodu (januar, april, jul i septembar) 2014. godine uzeto je 105 uzoraka vode za piće. Vrijednosti mutnoće bile su ispod granice referentnih vrijednosti po zakonskoj regulativi (Sl. glasnik RS 75/15), a to se vidi iz prethodne tabele. Svi ostali parametri nisu prelazili MDK (maksimalno dozvoljene koncentracije) . Obzirom da se mutnoća može ukloniti koagulacijom, sedimentacijom i filtracijom, neočekivano visoke vrijednosti mutnoće mogu biti pokazatelj nedostataka u toku tretmana. U distributivnom sistemu, turbiditet treba da se održi na nivou ispod 5 jedinica. Smatra se uspješnim tretmanom vode ukoliko je vrijednost mutnoće ispod 0,1 NTU u efluentu

6. DISKUSIJA REZULTATA

Na osnovu dobijenih rezultata datih uporednih analiza kvaliteta vode za piće rijeke Vrbas 2014. god., možemo zaključiti da su utvrđene vrijednosti datih parametara u krugu granica referentnih vrijednosti po Pravilniku (Sl. glasnik R.Srpske br.75/15). U toku 2014. god. uzeto je 312 uzoraka vode za fizičko- hemijski pregled. Analiza ovih uzoraka vode za piće na fizičko - hemijske parametre izvršena je u laboratoriji preduzeća „Vodovod“ a.d. Banja Luka.

Temperatura vode se u toku 2014. godine kretala od 6,1- 17,4 C. pH vrijednost se kretala između 7,39 i 8,24. Voda je bez amonijaka, kao i mangana. U uzorku iz 2014. godine željezo se nalazi više puta u vrijednostima između 0,01 i 0,02 mg/l, što je u granicama propisanim datim Pravilnikom. Vrijednost nitrata ovog vremenskog perioda bila je stabilna, a kretala se od 2,7 mg / l NO₃pa do 3,5 mg /l NO₃.

Voda je bez bilo kakvog ukusa i mirisa, sto je karakteristično za vode za piće. Hlorni broj u uzorcima koji su ispitivani krtao se u intervalu od 0,5 - 0,7, dok se koncentracije rezidualnog hlora na polaznom cjevovodu odφ 1000 kreće u intervalu od 0,30 - 0,60 mg/l.

Mutnoća se u 2014. godini kretale između 0,08 i 1,08 NTU. Vrijednost mutnoće od 1,37 NTU jeste ujedno i najveća vrijednost mutnoće koja se zabilježila za ovu promatranu godinu.

7. ZAKLJUČAK

Kada je u pitanju zaštita od zagađenja sliva rijeke Vrbas, može se s relativno visokom tačnošću definisati glavni izvor zagađenja, koji je u skoroj budućnosti neophodno sanirati.

Na profilu grada Banjaluke, situacija sa zagađenjem se znatno mijenja, jer u rijeku Vrbas dospijevaju zagađenja od industrija i zagađenja gradske kanalizacije. Nizvodno od grada Banjaluke, rijeka Vrbas prima zagađenje koje nije znatno i može se svrstati u nekontrolisano, uz napomenu da u donjem toku rijeke Vrbas zagađenja pesticidima sa poljoprivrednih površina, imaju značajniju ulogu u povećanju ukupnih zagađenja.

Dakle, iz ovog diplomskog rada, možemo zaključiti da je rijeka Vrbas od velikog značaja za stanovništvo Banjaluke, kao i drugih okolnih mjesta, naročito za one koji žive na njenim obalama. Prema zakonskoj regulativi ona pripada drugoj klasi .

I pored velikog značaja, rijeka Vrbas kao i njene obale zagađuju se iz dana u dan, bilo da je riječ o otpadu ili otpadnim vodama iz domaćinstava, industrije ili nekih drugih izvora, te je tako ugroženo zdravlje svih onih koji vodu iz ove rijeke koriste kako za rekreaciju, tako i u domaćinstvima, a naročito za piće.

Zato je od velikog značaja upravo fizičko-hemijska analiza vode iz ovog riječnog toka, da bi se redovno pratilo stanje i kvalitet vode koju koristimo. Naime, iz priloženog istraživanja, odnosno dobijenih rezultata, može se zaključiti da voda iz rijeke Vrbas i pored zagađenja, spada u vode druge klase, te da je voda koja se koristi za piće iz pomenutog riječnog sliva potpuno ispravna za upotrebu uz stalni monitoring i analizu uzoraka Vodovoda a.d. Banja Luka.

U toku posmatranog perioda bilo je malih odstupanja u pogledu mutnoće, zbog kišnih perioda i nalazi osnovnih fizičko - hemijskih parametara za kvalitet finalnog proizvoda, odnosno vode za piće su zadovoljavali propisane Pravilnike i voda kojom se snabdjeva grad Banja Luka je higijenski ispravna.

8. LITERATURA

1. B. Dalmacija: Kontrola kvaliteta voda, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad (2001)
2. Z. Popović: Hemija i tehnologija vode, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka (2011)
3. S. M. Nikolić: Kontrola kvaliteta (za treći razred mašinske škole), Univerzitet u Beogradu, Beograd (2000)
4. Laboratorijski priručnik, Kvalitet voda, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu (2010)
5. I. Gržetić: Procesi prerade i dorade vode, Univerzitet u Beogradu (2010)
6. B. Dalmacija: Kontrola kvaliteta voda u okviru upravljanja kvalitetom, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad (2000)
7. Određivanje fizičkih i hemijskih osobina vode dostupno na www.scribd.com
8. Rijeka Vrbas, dostupno na www.wikipedia.org
9. Kvalitet vode, dostupno na www.wikipedia.org