

Izvori zagađenja i onečišćenja voda

Novaković, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:273659>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-28**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

ŠUMARSTVO


PREDIPLOMSKI STUDIJ

KARLO NOVAKOVIĆ

IZVORI ZAGAĐENJA I ONEČIŠĆENJA VODA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2017.

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	OB ŠF 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 25.9.2017.

„Izjavljujem da je moj *završni rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

vlastoručni potpis

Karlo Novaković

U Zagrebu, 25.09.2017.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Predmet:	Zaštita prirode i okoliša
Mentor:	Dr. Damir Barčić
Asistent-znanstveni novak:	
Student (-ica):	Karlo Novaković
JMBAG:	0068220369
Akad.godina:	2016./17.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 25.09.2017.
Sadržaj rada:	Slika: 2 Tablica: 4 Navoda literature: 6
Sažetak:	<p>Rad detaljno opisuje izvore onečišćenja i zagađenja voda te problematiku koja se javlja uz to. Isto tako dana su određena rješenja te problematike. Rastom čovječanstva raste i potrošnja čiste vode te se stvaraju sve veće količine otpadne vode zagađene raznim organskim i anorganskim tvarima. Vode su onečišćenjem i zagađivanjem vrlo ugroženi mediji. Sve ljudske aktivnosti utječu na ekosustave voda i mogu ugroziti slatkovodne izvore tj. količinu i kakvoću pitke vode.</p> <p>Da bi se voda djelatno štitila od onečišćenja, potrebno je upravljati kvalitetom voda, odnosno nadzirati onečišćenje voda i istraživati, planirati i otklanjati uzročnike onečišćenja voda.</p>

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Klasifikacija voda.....	2
3. Izvori onečišćenja voda.....	3
3.1. Opće značajke i kakvoća voda u Hrvatskoj.....	9
4. Zakonska regulativa o zaštiti voda.....	13
4.1. Zakonska regulativa Europske Unije	13
4.2. Zakonska regulativa Republike Hrvatske.....	15
4.3 Elementi za ocjenjivanje stanja voda.....	16
5. Smjernice za daljnji razvoj i očuvanje.....	17
6. Zaključak.....	18
7. Literatura.....	19

1. Uvod

Voda predstavlja osnovu života. U dokumentu Strategija upravljanja vodama Hrvatskih voda navedena su sljedeća polazišta o vodama¹: voda je temeljni prirodni resurs; voda je osnovna životna supstancija i pretpostavka za održanje svih ekosustava; pitka voda je živežna namirnica i civilizacijska potreba nužna za život pojedinaca i funkcioniranje društvenih zajednica; voda je sirovina i čimbenik proizvodnje u mnogim gospodarskim djelatnostima; voda je predmet pojačane brige svih relevantnih europskih i svjetskih institucija, a pravilan odnos prema vodi i vodnom okolišu preduvjet je za uključivanja u željene međunarodne integracije.

Rastom čovječanstva raste i potrošnja čiste vode te se stvaraju sve veće količine otpadne vode zagađene raznim organskim i anorganskim tvarima. Moglo bi se reći da je donedavno vladala višestoljetna iluzija o neiscrpnosti vodenih resursa, a nastao je i koncept minimalnih ulaganja za pročišćavanje korištenih voda i općenito za zaštitu voda. Veliki dio korištenih voda se ne pročišćava prije puštanja u vodotoke te se na taj način onečišćava vodena masa i smanjuju resursi pitke vode. Osiguravanje dovoljne količine pitke vode danas je jedan od važnijih svjetskih problema. Voda je jedinstven i nezamjenjiv prirodni resurs ograničenih količina i neravnomjerne prostorne i vremenske raspodjele. Sve ljudske aktivnosti utječu na ekosustave voda i mogu ugroziti slatkovodne izvore tj. količinu i kakvoću pitke vode.

¹Strategija upravljanja vodama. Hrvatske vode. Zagreb, 2009.

2. Klasifikacija voda

U današnje vrijeme, voda je sastavni dio svakog segmenta ljudskog djelovanja i nezamjenjiv je resurs u domaćinstvima, poljoprivredi i gotovo svim industrijskim procesima. Možemo govoriti o različitim tipovima tj. definicijama voda. Termin "površinske vode" označava kopnene vode, osim podzemnih voda; prijelazne vode i priobalne vode, osim u pogledu kemijskog statusa, za koji to uključuje i teritorijalne vode. Termin "podzemne vode" označava sve vode ispod površine tla u zoni saturacije i u izravnom dodiru s tlom i pod-tlom. Termin "kopnene vode" označava sve stajaće ili tekuće vode na površini kopna i sve podzemne vode na kopnenoj strani od temeljne linije od koje se mjeri širina teritorijalnih voda. Termin "rijeka" označava cjelinu kopnenih voda, koja većim dijelom teče površinom kopna, ali može dijelom toka teći i ispod zemlje. Termin "jezero" označava cjelinu kopnene stajaće vode. Termin "prijelazne vode" znače cjeline kopnenih voda u blizini riječnih ušća, koje su djelomično slane uslijed blizine priobalnih voda, ali se nalaze pod znatnim utjecajem slatkovodnih tokova. Termin "priobalne vode" označava površinske vode unutar crte udaljene jednu nautičku milju, od crte od koje se mjeri širina teritorijalnih voda, a mogu se protezati do vanjske granice prijelaznih voda. Termin "umjetna vodena cjelina" označava cjelinu površinske vode stvorenu ljudskom djelatnošću. Termin "jako promijenjena vodena cjelina" znači površinsku vodu koja je zbog fizičkih promjena uslijed ljudske djelatnosti znatno promijenila svoj karakter. Termin "cjelina površinske vode" označava jasno određen i znatan element površinske vode, kao što je jezero, akumulacija, potok, rijeka ili kanal, prijelazna voda ili pojas priobalne vode. Termin "vodonosnik" označava potpovršinski sloj ili slojeve stijena ili drugih geoloških naslaga dovoljne poroznosti i propusnosti da omogućuju znatan protok podzemnih voda, ili zahvaćanje znatnih količina podzemnih voda. Termin "cjelina podzemne vode" označava određen volumen podzemnih voda u vodonosniku ili vodonosnicima. Termin "riječni sliv" označava površinu zemlje s koje se svo površinsko otjecanje kroz niz potoka, rijeka i eventualno jezera slijeva u more kroz isto ušće, estuarij ili deltu. Termin "podsliv" označava površinu zemljišta s kojeg se svo površinsko otjecanje kroz niz potoka, rijeka i eventualno jezera slijeva u određenu točku na nekom vodotoku (obično u jezero ili ušće u drugu rijeku). Termin "vodno područje" označava površinu kopna i mora koja se sastoji od jednog ili više riječnih slivova zajedno s njihovim pripadajućim podzemnim i

priobalnim vodama.²Principalna raspodjela voda na zemlji prikazana je u Tablici 1, iz koje je vidljivo da najveći udio vode pripada oceanima.

LOKACIJA	KOLIČINA 10 ³ , km ³
ATMOSFERSKE VODE	13
POVRŠINSKE VODE	
OCEANI	1 359 400
KOPNO:	26 431,7
rijeka	1,7
slatka jezera	125
slana jezera	105
voda u biomasi	50
ledenjaci, glečeri	26 000
PODZEMNE VODE	7 150

Tablica 1. Raspodjela vode na zemlji

3. Izvori onečišćenja voda

Ukratko, glavni izvori onečišćenja voda su štetne tvari iz industrije, nepročišćene otpadne vode iz kućanstava, prekomjerno korištenje otrova i gnojiva u poljoprivredi, betoniranje i asfaltiranje krajolika zbog izgradnje cestovne infrastrukture, sječa šuma, kisele kiše, nemar i nepotrebni gubici u vodoopskrbnom sustavu. Gospodarski razvoj i urbanizacija dovode, s jedne strane, do velikog porasta potreba za vodom, a s druge strane do ugrožavanja vodnih resursa i vodnoga okoliša. Voda tako može postati ograničavajući čimbenik razvoja te prijetnja ljudskom zdravlju i održivosti prirodnih ekosustava. Stoga je za svako društvo posebno važno da uravnoteži te odnose i osmisli politiku i strategiju uređenja, iskorištavanja i zaštite vodnih resursa.

Zbog različitih klimatskih okolnosti, zagađenja i nedovoljne zaštite pitkih voda, a u nekim dijelovima svijeta i zbog prevelike gustoće stanovnika poseban je problem nedostatak pitke vode. U tablici 2 prikazana je godišnja obnovljiva masa vode te potrošnja prema stanovniku i kućanstvima prema kontinentima. Vidljivo je da je Sjeverna Amerika najveći potrošač pitke vode po stanovniku te prema ukupnoj potrošnji.³

²Direktiva 2000/60/EC Europskog Parlamenta i Vijeća kojom se uspostavlja okvir za djelovanje zajednice na području politike voda. Hrvatske vode, Zavod za vodno gospodarstvo.Zagreb, prosinac 2001.

³Tušar, B. Pročišćavanje otpadnih voda, Kigen d.o.o., Zagreb, 2009.

KONTINENT	OBNOVLJIVA VODENA MASA, km ³ /g	UKUPNA POTROŠNJA, km ³	POTROŠNJA PO STANOVNIKU, m ³	POTROŠNJA PO KUĆANSTVU, %
Europa	3110	455	625	14
Azija	13190	98	542	6
Afrika	4225	10	199	7
Sjeverna Amerika	5960	608	1451	9
Južna Amerika	10380	106	332	18
Australija	1965	17	586	19

Tablica 2. Godišnja obnovljiva masa vode, potrošnja po stanovniku i kućanstvima

Od kada postoji živi svijet na Zemlji, voda se koristila i pomalo zagađivala biljnim, životinjskim i ljudskim otpadima (tzv. organsko zagađenje). U početku je to malo utjecalo na zagađivanje voda, jer se organski otpad razgrađivao pomoću zraka, uglavnom na korisne materije. Dakle, priroda je tada bila sposobna sama pročistiti vodu. Međutim, razvojem ljudske zajednice, porastom broja stanovnika i njihovom koncentracijom velikim gradovima, količina organskih otpadnih voda znatno se povećala. Njihovim koncentriranim ispuštanjem u rijeke, onemogućavan je proces samopročišćavanja i prirodnog biološkog pročišćavanja. Osim toga, razvojem industrije krajem 19. i početkom 20. stoljeća, čovjek sve više koristi vodu, a kao rezultat industrijske proizvodnje, nastaje ne samo organsko, već i kemijsko zagađenje vode. Dvije milijarde ljudi u svijetu uskraćeno je za osnovne sanitarne jedinice, a problem zagađenja pitke vode ne pogađa samo zemlje u razvoju. Procjenjuje se da od bolesti koje su posljedica konzumiranja zagađene vode dnevno umre 4000 ljudi diljem svijeta.

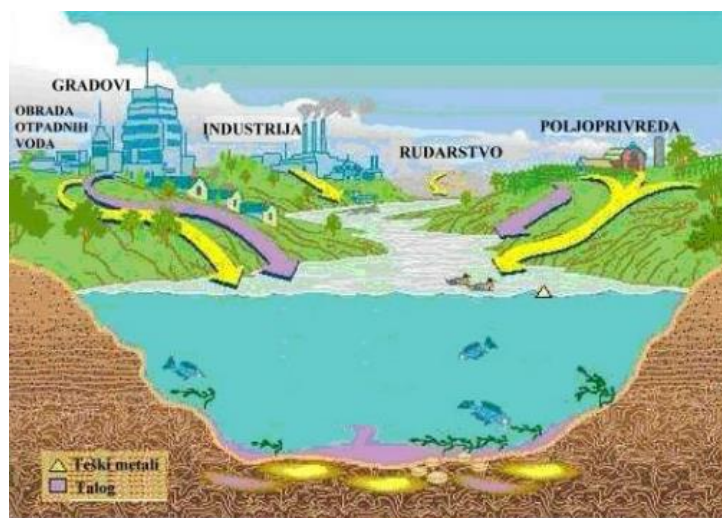
More je najveći i jedinstveni spremnik slane vode koji povezuje izdignute dijelove kopna. S obzirom na povezanost životnih zajednica, more tvori jedinstvenu cjelinu, premda je geografski vrlo raznoliko. More ima svojstva samopročišćavanja, odnosno autopurifikacije, ali do određene granice. Obalna mora najbolji su pokazatelji stanja. Na obalama postoje tragovi raznih onečišćivača, kao što je nafta i obilje krutog otpada (najčešće od tvari koje se vrlo teško i sporo razgrađuju). Česte nesreće na tankerima pri prijevozu nafte, pohranjivanje radioaktivnog otpada, sve veći broj turista, povećan promet na moru i drugi čimbenici utječu na onečišćenje, tj. na kvalitetu mora. Glavni oblici iskorištavanja mora su:

- iskorištavanje morskih organizama za hranu i druge svrhe,
- upotreba mora za odlaganje otpadaka,
- pretvaranje plitkog morskog područja u građevine i itd.

Uslijed sve više uznapredovanog procesa litoralizacije, odnosno koncentracije stanovništva te gospodarskih djelatnosti u priobalju, nažalost je i sve jače onečišćivanje priobalnog morskog pojasa. Najveći dio onečišćenja stiže u more s kopna, bilo rijekama, kanalizacijskim ispustima te bacanjem komunalnog i tehnološkog otpada kao i zrakom. Ta onečišćenja mogu biti biološka (bakterije, virusi), organske i anorganske tvari (teške kovine, pesticidi, nafta itd.), radioaktivne tvari, pa čak i toplina. Osim toga i nutrijenti (hranjive soli) ukoliko ih ima u suvišku mogu dovesti do teških i neželjenih posljedica. Jadransko more ima površinu od 139.000 km². Sa Sredozemnim morem je povezano relativno uskim Otrantskim vratima širine 70 km. Vode Jadranskog mora izmijene se za 5-10 godina za razliku od voda Sredozemnog mora, za čiju je jednokratnu izmjenu potrebno 70- 100 godina. S obzirom na relativnu zatvorenost, cijeli je jadranski bazen vrlo osjetljiv na moguća onečišćenja. Sjeverni Jadran vrlo je plitak. Taj dio ograničen linijom rt Kamenjak na jugu Istre do Riminija ima dubinu do 40m, 12% ukupne površine, i svega 1.5% ukupnog volumena voda Jadrana. U sjeverni dio Jadranskog mora dopijevaju velike količine slatke vode, od čega najveći dio rijekom Po. Jadransko je more tipično oligotrofno more, odnosno more u kojem su malene koncentracije hranjivih tvari. Zbog toga su njegove vode uglavnom bistre, prozirne idaju mu osobitu plavu boju po kojoj je poznato. Međutim, upravo zato što ima niske koncentracije hranjivih soli, svako njihovo povećanje može ubrzati prirodne procese produkcije što se manifestira pojačanim "cvjetanjem" mora.

Učinci onečišćenja voda su dalekosežni i utječu ne samo na okoliš, nego i na ljudska bića i životinje. U tablici 3 prikazane su neke vrste onečišćenja i moguće posljedice. Zagađenje voda utječe na naše oceane, jezera, rijeke i pitku vodu, što postaje rašireno i globalno pitanje najviše zbog brojnih bolesti, zdravstvenih problema, pa čak i smrtnih slučajeva koji dolaze od onečišćenja voda. Voda se smatra zagađenom kada su otkriveni uzročnici zbog kojih je došlo do kontaminacije. Mogućnosti zagađenja su raznoliki, a poljoprivreda i industrija samo su neki od njih (slika 1). Poljoprivrednici često koriste kemikalije kako bi zaštitili svoje usjeve od oštećenja, odnosno bolesti. Oni također mogu koristiti kemikalije kako bi se poboljšao rast njihovih usjeva. Ove kemikalije utječu u podzemne vode te na taj način mogu otjecati u jezera, potoke ili rijeke, što uzrokuje zagađenje vode. Poljoprivredno zemljište koje se navodnjava i liječi kemikalijama u obliku gnojiva ili pesticida glavni je faktor onečišćenja voda. Industrijski procesi kao jedni od glavnih uzročnika zagađenja mogu proizvesti otrovni otpad koji se filtrira u vodu te postaje opasan za morski svijet, kao i za čovjeka. Prisutnost teških metala u vodi dovodi se u izravnu vezu s urođenim manama, karcinomom te s

plodnošću i razvojnim problemima u djece. Industrijske nesreće do kojih nažalost dolazi sve češće mogu uništiti morski život u kratkom vremenskom razdoblju. Čak i potonuli brodovi mogu doprinjeti onečišćenju voda. Kad se brod počne korozivno raspadati tijekom vremena, počinje ispuštati kemikalije u ocean. Osim ljudskog faktora, tu su i prirodne katastrofe kao uzrok zagađenja voda. Primjerice, velike katastrofe kao što su oluje, potresi, kisele kiše, poplave i vulkanske erupcije mogu poremetiti ekološki sustav i zagađiti vode. Smeće na kopnu ili na vodi isto tako su izvor onečišćenja voda. Može se reći da zagađenje voda ima ogroman utjecaj na naš okoliš i zdravlje, te da isto tako može poremetiti osjetljivu ravnotežu između prirode i čovjeka. Zato se poduzimaju napori u cilju sprečavanja i otklanjanja onečišćenja voda na lokalnoj i globalnoj razini.



Slika 1. Mogućnost zagađenja podzemnih voda

U Republici Hrvatskoj su stanovništvo i gospodarske aktivnosti dominantni su izvori onečišćenja. Polazište za planiranje mjera zaštite voda jest procjena utjecaja onečišćenja na vode iz točkastih i raspršenih izvora onečišćenja (slika 2). U točkaste izvore onečišćenja uključena su onečišćenja iz kanalizacijskog sustava i/ili uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, a ubrojena su sva naselja i industrijski pogoni. Raspršene izvore onečišćenja čine onečišćenja na tlu ili u tlu, koja oborinskim otjecanjem dolaze u vode (poljoprivredne površine, oborinske vode različitih slivnih površina itd.).⁴ Točkasti se izvori onečišćenja pretežno odnose na naselja veća od 500 stanovnika. Naselja manja od 500 stanovnika uključena su u raspršene izvore onečišćenja i čine 18% ukupnoga procijenjenog onečišćenja od stanovništva. Općenito je u Hrvatskoj prisutna niska razina izgrađenosti sustava javne

⁴Strategija upravljanja vodama. Hrvatske vode, Zagreb, ožujak 2009.

odvodnje (kanalizacija i uređaji za pročišćavanje) s obzirom na europske norme, pa tako većina onečišćenja nekontrolirano odlazi u okoliš. Značajniji pritisak na kakvoću voda, posebno priobalnog mora, jest turizam.

Izvori raspršenog onečišćenja su poljoprivreda (hranjive tvari od gnojidbe i sredstva zaštite bilja), erozija zemljišta, oborinsko otjecanje s urbanih i ruralnih područja, prometnica, neuređena odlagališta otpada, te ostaci ratnih razaranja na pojedinim područjima u Hrvatskoj. Najveći pritisak raspršenih izvora onečišćenja potječe od poljoprivrede i prometa, a najviše je prisutan u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske i okolici većih gradova, posebno Zagreba. Raspršeno onečišćenje iz poljoprivrede procijenjeno je na temelju sljedećih indikatora pritiska: zemljišne površine, kategorije iskorištavanja zemljišta i procjene tla. Najveći tereti iz raspršenih izvora onečišćenja su na slivovima Drave i Dunava, te na neposrednom slivu Save. U poljoprivredi je značajna upotreba pesticida, napose na crnomorskom slivu, te je moguć njihov utjecaj na onečišćenje voda. Prema intenzitetu prometa najveći su tereti onečišćenja na neposrednom slivu Save, Drave, Kupe, te Lonje. Kritične su dionice na prilazima većih gradova: Zagreb, Karlovac, Rijeka, Osijek, Split i Zadar. Procijenjen je znatan pritisak onečišćenja od prometa u zaštićenim područjima (posebice: krški izvori pitke vode, nacionalni parkovi i parkovi prirode).

Kada govorimo o vrstama onečišćenja, možemo govoriti i o takozvanim iznenadnim onečišćenjima, čiji su uzroci ispuštanja iz gospodarskih objekata i uređaja za prethodno pročišćavanje otpadnih voda, kvarovi na odvodnim sustavima i uređajima za pročišćavanje otpadnih voda, prometne nezgode s istjecanjem tekućih goriva i drugih opasnih tvari, havarije u industrijskim pogonima, neodgovorna odbacivanja i odlaganja štetnih i opasnih tvari, puknuća produktovoda, te havarije skladišta (nafta ili naftni derivati iz spremnika goriva, te druge opasne tvari). Postoje i nekontrolirana onečišćenja voda, čiji su najznačajniji izvori u Hrvatskoj odlagališta otpada. Ukupna količina proizvedenog otpada u Hrvatskoj procjenjuje se na oko 13,2 milijuna tona godišnje ili oko 2,97 tona godišnje po stanovniku. Vrlo često otpad se odlaže na obale, bivše rukavce, u same vodotoke, kanale ili stare šljunčare. Većinu lokalnih onečišćenja, odnosno onečišćenja na manjim vodotocima izaziva upravo ovakvo odlaganje otpada različitog sastava, od kojeg je dio i opasan. S obzirom da većina postojećih odlagališta otpada nisu građena sukladno važećim propisima, dio procjednih voda iz tih odlagališta nekontrolirano završava u okolišu i ugrožava kakvoću voda, što je posebno rizično u krškim područjima. U ostale značajnije izvore ili potencijalne izvore onečišćenja, koji su relevantni u

prostoru, ubrajaju se naftovodi, cjevovodi i plinovodi kojima se transportiraju opasne tvari i energenti, spremišta opasnih tvari i izvori termalnog onečišćenja.



Slika 2. Izvori onečišćenja voda

VRSTA ONEČIŠĆENJA OTPADNIH VODA	ŠTETNE POSLJEDICE	OSTVARENA DRUŠTVENA KORIST OD PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA
KRUPNI KRUTI MATERIJAL: papir, tkanine, plastika	Neuredan krajolik; uslijed dodira mogu nastati opasnosti po zdravlje ljudi i životinja	Obale rijeka, jezera, mora i njihova okolica postaju sigurni za radne aktivnosti i rekreaciju
ORGANSKE TVARI: otpaci hrane, fekalne tvari i neke industrijske otpadne vode	Zbog prisutnosti bakterija i drugih viših vrsta vodenog svijeta, smanjuje se količina otopljenog kisika u vodi, pa se javljaju pomori riba i drugih organizama	Zaštita ribarstva i sportskog ribolova; ugodniji okoliš za život, rad i rekreaciju;
ULJA I MASTI	Na površini vode formira se opasan tanak nepropusni sloj, koji smanjuje mogućnost apsorpcije kisika iz atmosfere	Poboljšano otapanje atmosferskog kisika u vodi pomaže održavanju vodene flore i faune
NUTRIENTI: dušik, fosfor i tragovi štetnih tvari	Djeluju kao gnojiva koja stimuliraju rast algi, morskih trava i ostalog vodenog bilja	Poboljšani i sigurniji uvjeti za uzgoj riba i školjaka; ugodniji okoliš za život, rad i rekreaciju
BAKTERIJE I VIRUSI	Onečišćenje voda koje se koriste za vodoopskrbu ili natapanje poljoprivrednih površina na kojima se uzgajaju kulture za prehranu	Sigurniji opći zdravstveni uvjeti za uzgoj školjaka, riba i drugih organizama;
TOKSIČNE TVARI IZ INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA	Pojava uništenja ili oštećenja vodene flore i faune; akumulacije štetnih tvari u mesu riba i školjaka, mogu štetno djelovati na zdravlje ljudi	Poboljšani uvjeti za život vodene flore i faune; poboljšani opći zdravstveni uvjeti

Tablica 3. Neke vrste onečišćenja otpadnih voda i posljedice⁵

3.1. Opće značajke i kakvoća voda u Hrvatskoj

Prostorni raspored površinskih (rijeke, jezera, prijelazne i priobalne vode) i podzemnih voda i njihova veza primarno su određeni morfološkim i hidrogeološkim značajkama područja Hrvatske. Sve vode su dio crnomorskog ili jadranskog sliva, a razvodnica ide kroz gorsko-planinsko područje. U crnomorskom slivu dominiraju veći vodotoci kao što su Sava, Drava i Dunav s velikim brojem manjih podslivova. U jadranskom slivu gustoća i duljina površinskih vodotoka znatno je manja, ali postoje značajni podzemni tokovi kroz krške sustave. Ukupna duljina svih prirodnih i umjetnih vodotoka na prostoru Hrvatske procjenjuje se na oko 32.100

⁵Štrkalj, A. Onečišćenje i zaštita voda. Metalurški fakultet, Sisak, 2014.

km.⁶ Hrvatska ima malo prirodnih jezera, ali su specifična i još uvijek očuvana. Najpoznatija su Plitvička jezera na izvorištu rijeke Korane, koja čini 16 kaskadnih jezera. Područje Hrvatske karakteriziraju i značajna močvarna područja, posebno na poplavnim dijelovima slivova Drave, Dunava, Save i Neretve, od kojih su značajni Kopački rit na slivovima Drave i Dunava, Lonjsko polje i ribnjak Crna Mlaka u slivu Save, te područje donjeg toka Neretve u jadranskom slivu. Na kontaktnim područjima priobalnog mora i kopna pojavljuju se tzv. boćate vode. Značajniji vodotoci u čijim se blizinama ušća osjeća utjecaj mora su: Dragonja, Mirna, Raša, Rječina, Zrmanja, Krka, Jadro, Žrnovnica, Cetina, Neretva i Ombla. Utjecaj mora osjeća se i u Vranskom jezeru kod Biograda na moru koje je kanalom Prosika i podzemnih putem povezano s morem, te u Baćinskim jezerima. Jadransko je more zatvorenog tipa, ukupne površine zajedno s otocima oko 138.600 km². Ukupni volumen Jadranskog mora iznosi oko 35.000 km³, što čini 4,6% volumena Sredozemnog mora. Prosječna širina Jadranskog mora iznosi oko 160 km, a najveća je izmjerena dubina 1.233 m.

Obvezna mjera za osiguravanje kakvoće vode za piće u Hrvatskoj jest dezinfekcija koja se provodi na svim sustavima javne vodoopskrbe. No, kada je potrebno, provodi se kondicioniranje (preradba) vode ovisno o značajkama sirove vode. Na crnomorskom slivu pri zahvaćanju podzemne vode najčešće se kondicioniranjem smanjuje sadržaj željeza, mangana, amonijaka i arsena. Na širem području Zagreba kondicioniranjem se rješava problem antropogenog onečišćenja. Na jadranskom slivu vode iz krškog podzemlja većinom se rabe za javnu vodoopskrbu bez preradbe, samo uz obveznu dezinfekciju, dok se površinske vode uglavnom kondicioniraju. Na otocima Lastovu i Mljetu postoje uređaji za desalinaciju vode. Ocjenjivanje kakvoće voda u Hrvatskoj temelji se na Uredbi o klasifikaciji voda, gdje se vode, prema graničnim vrijednostima pokazatelja, svrstavaju u pet vrsta. Ispitivanje kakvoće voda provodi se na vodotocima čija se voda iskorištava ili planira iskorištavati za javnu vodoopskrbu, na vodama unutar nacionalnih parkova i parkova prirode, zatim u dijelovima vodotoka gdje su značajniji utoci državnih i prekograničnih voda te ispusti tehnoloških i komunalnih otpadnih voda i u dijelovima gdje se vodni resursi iskorištavaju ili planiraju iskorištavati za gospodarske potrebe (hidroelektrane, navodnjavanja, uzgajališta riba i drugo). Uz obavezne pokazatelje (režim kisika, hranjive tvari, mikrobiološke i biološke pokazatelje), koji određuju opću ekološku funkciju voda, ispituju se i dodatni pokazatelji (metali, organski spojevi i radioaktivnost) prema posebnim programima. Iz tablice 4 može se iščitati kako je voda najbolje kakvoće prema različitim pokazateljima (režimu kisika, hranjivim tvarima,

⁶Strategija upravljanja vodama. Hrvatske vode. Zagreb, 2009.

mikrobiološkim i biološkim pokazateljima) u području dalmatinskog sliva te slivu Une. U razdoblju od 2000. do 2006. godine vode su, prema biološkim pokazateljima bile većinom II., po režimu kisika i hranjivim tvarima II. i III., a prema mikrobiološkim pokazateljima III. i IV. vrste kakvoće. Samo na manjem broju mjernih postaja kakvoća voda izrazito je odstupala od planirane vrste. Koncentracije metala u razdoblju od 2000. do 2006. godine praćene su na više od 40% mjernih postaja. Prema većini ispitivanih metala voda je bila I. i II. vrste kakvoće, a najnepovoljnije vrijednosti bile su izmjerene za olovo, bakar i kadmij. Najnepovoljnije vrijednosti analiziranih organskih spojeva tijekom razdoblja 2000. - 2006. godine bile su najčešće izmjerene za mineralna ulja. Vrijednosti ostalih organskih spojeva uglavnom su bile ispod granica detekcije.⁷

Sliv		Save				Drave i Dunava			dalmatinski	
Vodotok		Sava		Una		Drava	Dunav		Neretva	
Mjerna postaja		Ulaz	Izlaz	Izlaz	Ulaz	Ulaz	Ulaz	Izlaz	Ulaz	Izlaz
Vrsta monitoringa		Jesenice	Gunja	Donja Suvaja	Struga	Ormož	Batina	Ilok	Metković	Rogotin
Vrsta monitoringa		PGM	NM	NM	NM	PGM	PGM	NM	NM	LBA
Skupina pokazatelja	B Režim kisika	II	II	I	I	II	III	III	I	I
	C Hranjive tvari	III	III	I	II	III	III	III	II	II
	D Mikrobiološki	IV	IV	I	IV	III	IV	IV	IV	V
	E Biološki	II	II	I	II	II	II	II	II	II
Kategorija vode		II	II	II		II	II	II	II	II

Tablica 4. Ocjena kakvoće voda na graničnim mjernim postajama u 2006. godini

Za ocjenu kakvoće priobalnog mora provedeno je nekoliko istraživačkih projekata i programa (najopsežniji su projekti Jadran i Vir-Konavli), koje provodi više državnih institucija, uključujući i Hrvatske vode. U dokumentu *Strategija upravljanja vodama* izdanom od strane Hrvatskih voda navodi se da se stanje akvatorija od Savudrije do Zadra može procijeniti najvišim stupnjem (vrlo dobro ili oligotrofno). Stanje za jedan ili dva stupnja lošije (dobro i umjereno dobro ili oligomezotrofno i mezotrofno) procijenjeno je za unutrašnje dijelove Linskog kanala, te Bakarskog i Riječkog zaljeva. Linski kanal i Bakarski zaljev područja su pod znatnim utjecajem podzemnih voda, a time i koncentriranog donosa hranjivih tvari s pripadajućih slivova. Najveći dio priobalnog mora na području Dalmacije je oligotrofno. More Šibenskog zaljeva i istočnog dijela Kaštelanskog zaljeva svrstava se u eutrofno ili čak u ekstremno eutrofno. Širi akvatorij Šibenika, Splita, te Ploča procjenjuje se mezotrofnim, iako su koncentracije klorofila vrlo često usporedive s otvorenim vodama. Područje mora oko

⁷Strategija upravljanja vodama. Hrvatske vode. Zagreb, 2009.

Dubrovnika je oligotrofno. Mikrobiološki pokazatelji najznačajniji su indikatori onečišćenja mora otpadnim vodama fekalnog porijekla, te se ocjena kakvoće mora na morskim plažama temelji na koncentracijama indikatora fekalnog onečišćenja čije su granične vrijednosti definirane u Uredbi o standardima kakvoće mora na morskim plažama. 72,97% uzoraka bilo je ocjenjeno kao more visoke kakvoće, 25,39% kao more podobno za kupanje i 1,33% kao umjereno onečišćeno more. Kakvoća priobalnog mora na plažama pokazuje da je sanitarna kakvoća mora u najvećem dijelu obalnog područja zadovoljavajuća. Lošija sanitarna kakvoća mora ograničena je na one plaže koje se nalaze u blizini gradskih luka i velikih gradskih središta.

Podzemne se vode ponajprije iskorištavaju za javnu vodoopskrbu te se njihova kakvoća uglavnom ocjenjuje prema pokazateljima definiranim Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Prema dokumentu iz Strategije upravljanja vodama, govoreći o podzemnim vodama, možemo ih podijeliti na slivove Drave i Dunava, sliv Save, primorsko-istarske slivove i dalmatinske slivove. Kakvoća podzemne vode u dravskom vodonosniku uvjetovana je načinom sedimentacije naslagate debljinom slabo propusnih pokrovnih naslaga iznad vodonosnika. Na krajnjem zapadu vodonosnik je pokriven tankim prašinasto-glinovitim naslagama, zbog čega je u prvome vodonosnom sloju, na pojedinim područjima, povećana koncentracija nitrata kao posljedica antropogenog utjecaja. Podzemna voda iz drugog vodonosnika relativno je dobre kakvoće. U središnjem i istočnom dijelu dravskog bazena, zbog znatne debljine pokrovnih naslaga, ranjivost od onečišćenja vodonosnika znatno je manja, ali, prevladavaju reduktivni uvjeti pa podzemna voda prirodno sadrži visoke koncentracije željeza, mangana i amonijaka. U slivu Dunava podzemne su vode uglavnom kalcijско-hidrokarbonatnog tipa. U neposrednom slivu rijeke Save od slovenske granice do Siska visoka koncentracija antropogenog onečišćenja u podzemnoj vodi posljedica je velike prirodne ranjivosti vodonosnika, te velikoga broja onečišćivača. Do sada je na području zagrebačkih crpilišta zbog onečišćenja organskim otapalima i nitratima isključeno iz javne vodoopskrbe više gradskih zdenaca. Posljednjih se godina ipak uočava poboljšanje kakvoće podzemne vode na priljevnim područjima zagrebačkih crpilišta. Kakvoća podzemne vode u dijelu sliva od ušća Kupe do ušća Orpljave uglavnom je odraz izmjene oksidativnih i reduktivnih uvjeta, zbog čega mjestimice voda sadrži povećane koncentracije željeza i mangana. Podzemne vode s krškog područja sliva Save pripadaju kalcijско-hidrogenkarbonatnom, kalcijско-magnezijskom do magnezijско-kalcijском geokemijskom tipu voda. U kemijskom smislu vode su dobre kakvoće, ali na pojedinim izvorima prisutno je

konstantno mikrobiološko onečišćenje fekalnog porijekla. Sve podzemne vode na području Istre, u ustaljenim hidrološkim uvjetima, dobre su kakvoće i pretežito su kalcijско-hidrokarbonatnog tipa, a prema tvrdoći su srednje tvrde do vrlo tvrde. Podzemne vode dalmatinskog sliva za sada su visoke kakvoće.

4. Zakonska regulativa o zaštiti voda

Svrha zaštite voda je očuvanje zdravlja ljudi i okoliša, što podrazumijeva postizanje i očuvanje dobrog stanja voda, sprečavanje onečišćenja voda, sprečavanje promjena hidromorfoloških karakteristika voda koje su pod takvim rizicima i sanaciju stanja voda gdje je ono narušeno. Zaštita voda obuhvaća⁸:

- Zaštitu površinskih i podzemnih voda kao rezerve vode za piće (postojeće i planirane);
- Zaštitu površinskih i podzemnih voda, priobalnih voda (mora), zaštićenih područja radi očuvanja zdravlja ljudi i očuvanja vodenih i o vodi ovisnih ekosustava, te očuvanja biološke raznolikosti u okviru integralnog upravljanja vodama;
- Unapređenje ekoloških funkcija voda i priobalnih voda (mora) tamo gdje je narušena kakvoća voda, te postizanje propisane kakvoće voda za određene namjene tamo gdje ista ne zadovoljava, sudjelovanjem u planiranju i postupnom provođenju cjelovitih mjera zaštite, te sustavnim praćenjem učinka provedenih mjera na slivu i priobalnim vodama (moru);
- Smanjenje količine opasnih tvari na izvoru onečišćenja provedbom mjera zaštite voda, te kontrolu rada izgrađenih objekata i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda;
- Doprinos održivom razvoju racionalnim korištenjem vodnih resursa.

4.1. Zakonska regulativa Europske Unije

Kada govorimo o zakonskoj regulativi zaštite voda, potrebno je spomenuti regulative na razini Europske Unije, čiji je Republika Hrvatska član, te regulative na razini države.

⁸Strategija upravljanja vodama. Hrvatske vode. Zagreb, 2009.

Direktiva Europske Unije o vodama koja je donesena 23. listopada 2000. ističe važne stavke kojima je usuglašena definicija vode kao nekomercijalnog proizvoda, već naslijeđa koje je potrebno čuvati, a opskrba vodom je djelatnost od općeg interesa. Dobra kakvoća vode doprinjet će, naravno, opskrbi stanovništva pitkom vodom. Kao dio opće politike zaštite slatkih voda, Vijeće je zatražilo programa akcija usmjerenih na održivo upravljanje i zaštitu slatkovodnih resursa. 1996. donesen je prijedlog Direktive Vijeća kojime se utvrđuje okvir europske vodne politike. Sukladno članku 174 Sporazuma, „politika je Zajednice u odnosu na okoliš ostvariti ciljeve očuvanja, zaštite i poboljšanja kakvoće okoliša, uz promišljenu i racionalnu uporabu prirodnih resursa. Politika se mora temeljiti na načelu predostrožnosti i na načelu da se moraju poduzimati preventivne mjere, da se štete po okoliš moraju prvenstveno otklanjati na njihovom izvoru, te da onečišćivač štetu mora platiti.“⁹ Nadalje, u zajednici su prisutni različiti uvjeti i različite potrebe koje zahtijevaju specifična rješenja. Ovu različitost treba uzeti u obzir prilikom planiranja i realizacije mjera za zaštitu i održivu uporabu vode u okviru riječnog sliva. Odluke treba donositi što je bliže moguće mjestima gdje je voda izložena nekom utjecaju ili gdje se koristi. Prednost treba dati akcijama koje potpadaju pod odgovornost zemalja članica, izradom programa mjera prilagođenih regionalnim i lokalnim uvjetima. Učinkovita i usklađena vodna politika treba voditi računa o osjetljivosti vodenih ekosustava smještenih blizu obala i estuarija, ili u zaljevima i relativno zatvorenim morima, jer na njihovu ravnotežu snažno utječe kakvoća kopnenih voda koje teku u njih. Zaštita stanja voda u riječnim slivovima donijet će gospodarske dobiti doprinosom zaštiti riblje populacije, uključujući i priobalne riblje populacije. Zemlje članice Europske Unije trebaju djelovati unutar usklađenog zakonskog okvira te odrediti zajednička načela i opći okvir za djelovanje za zaštitu i održivu uporabu vode. Osim toga, zemlje članice Europske Unije stranke su u brojnim međunarodnim konvencijama koje sadrže važne ugovore o zaštiti voda. Primjerice Konvencija o zaštiti morskog okoliša Baltičkog mora, potpisanoj u Helsinkiju 9. travnja 1992, Konvencija o zaštiti morskog okoliša Sjeveroistočnog Atlantika, potpisanoj u Parizu 22. rujna 1992., Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja, potpisanoj u Barceloni 16. veljače 1976. itd.

Površinske i podzemne vode su, u načelu, obnovljivi prirodni resursi; posebna zadaća osiguravanja dobrog stanja podzemnih voda zahtijeva pravovremenu akciju i stabilno dugoročno planiranje zaštitnih mjera zbog prirodnog vremenskog trajanja njihovog formiranja

⁹ Direktiva 2000/60/EC Europskog Parlamenta i Vijeća kojom se uspostavlja okvir za djelovanje zajednice na području politike voda. Hrvatske vode, Zavod za vodno gospodarstvo. Zagreb, prosinac 2001.

i obnavljanja. To trajanje potrebno za poboljšanje stanja treba uzeti u obzir kod redosljeda pri utvrđivanju mjera za postizanje dobrog stanja podzemnih voda i promjenu svakog trenda povećanja koncentracije onečišćenja u podzemnim vodama. Zemlje članice moraju utvrditi vode iz kojih će se vršiti zahvaćanje vode za piće i osigurati poštivanje direktive Vijeća 80/778/EEC od 15. srpnja 1980. o kakvoći vode namijenjene ljudskoj potrošnji. Glede količine vode, treba odrediti opća načela za kontrolu zahvaćanja i akumuliranja, kako bi se osigurala ekološka održivost vodnih sustava. Treba donijeti zajedničke standarde kvalitete okoliša i granične vrijednosti emisije za određene grupe zagađivača, kao minimalne zahtjeve u zakonskoj regulativi Zajednice. Zemlje članice trebaju prihvatiti mjere za eliminiranje onečišćenja površinskih voda priritetnim štetnim tvarima, te za postupno smanjivanje onečišćenja ostalim tvarima, koje bi inače onemogućilo zemljama članicama postizanje ciljeva postavljenih za površinske vode. Svaka zemlja članica mora osigurati da se za svako vodno područje ili za dio međunarodnog vodnog područja na njenom teritoriju izradi analiza njegovih značajki, pregled utjecaja ljudskih djelatnosti na stanje površinskih i podzemnih voda, i ekonomska analiza korištenja voda.

Članak 16 Direktive Europske Unije o vodama govori o strategiji zemalja članica protiv zagađivanja voda. U dokumentu se navodi da će Europski parlament i Vijeće donijeti posebne mjere protiv onečišćenja voda zagađivalima ili grupama zagađivala koja predstavljaju značajnu opasnost za vodni okoliš, uključujući i opasnost za vode koje se koriste za zahvaćanje vode za piće. Kod takvih zagađivala, mjere će biti usmjerene na postupno smanjivanje i prestanak ili postupno isključivanje ispuštanja, emisije i gubitaka.

4.2. Zakonska regulativa Republike Hrvatske

Vode kao opće dobro imaju osobitu zaštitu Republike Hrvatske. Stoga je u pravnom sustavu Republike Hrvatske osigurana zaštita voda od onečišćenja i zagađenja slijedećim zakonskim propisima i uredbama:

- Zakon o zaštiti okoliša
- Zakon o vodama

Zaštita površinskih i podzemnih također se spominje i u slijedećim zakonima:

- Zakon o prostornom uređenju i gradnji

□ Zakon o rudarstvu

Hrvatska se ubraja u skupinu vodom relativno bogatih zemlja u kojoj problemi s vodom još nisu zaoštreni i vodni resursi zasad nisu ograničavajući čimbenik razvoja. Prema istraživanjima UNESCO-a iz 2003. godine, Hrvatska je po dostupnosti i bogatstvu vodenih izvora na vrlo visokom 5. mjestu u Europi, a na 42. u svijetu. Odnos površinskih i podzemnih voda pokazuju da Hrvatska raspolaže velikim nejednoliko prostorno i vremenski raspoređenim količinama površinskih i podzemnih voda.¹⁰ Sukladno tomu, institucije zadužene za upravljanje vodama imaju ovlasti, obvezu i mogućnosti osmisliti kvalitetna i usklađena rješenja, održiva za sve dijelove vodnoga sustava i sve djelatnosti vodnoga i o vodi ovisnoga gospodarstva. U tome se polazi od koncepcije održivog razvoja za koji se Republika Hrvatska opredijelila i koji je zasnovan na sljedećim načelima¹¹:

- racionalno upravljanje prirodnim resursima;
- očuvanje ekoloških sustava na kojima počiva ukupna kakvoća života sadašnjih i budućih generacija uz očuvanje biološke raznolikosti;
- otklanjanje nejednakosti koje ugrožavaju socijalnu koheziju, pravdu i sigurnost;
- ostvarenje predviđenoga gospodarskog rasta;
- osiguranje integracije u globalno društvo, uz zadržavanje vlastita identiteta.

U Ustavu Republike Hrvatske područje voda pravno je uređeno Zakonom o vodama kojime se “uređuje pravni status voda i vodnog dobra, način i uvjeti upravljanja vodama, organiziranja i obavljanja poslova i zadataka kojima se ostvaruje upravljanje vodama; osnovni uvjeti za obavljanje djelatnosti vodnoga gospodarstva; ovlasti i dužnosti tijela državne uprave i drugih državnih subjekata, te druga pitanja značajna za upravljanje vodama.”¹² Financiranje vodnoga gospodarstva uređeno je Zakonom o financiranju vodnog gospodarstva.

4.3. Elementi za ocjenjivanje stanja voda

¹⁰Strategija upravljanja vodama. Hrvatske vode, Zagreb, ožujak 2009.

¹¹Strategija razvitka Republike Hrvatske “Hrvatska u 21. stoljeću”, “Narodne novine”, br. 108/03

¹²Strategija upravljanja vodama. Hrvatske vode. Zagreb, 2009.

Prema Uredbi o standardu kakvoće voda Vlade Republike Hrvatske, stanje površinskih voda određuje se na temelju ekološkog i kemijskog stanja tijela ili skupine tijela površinskih voda. Ekološko stanje površinskih voda ocjenjuje se u odnosu na biološke, hidromorfološke i osnovne fizikalno-kemijske i kemijske elemente. Kemijsko stanje površinskih voda ocjenjuje se u odnosu na pokazatelje kemijskog stanja. Tijelo površinske vode razvrstava se na temelju rezultata ocjene elemenata kakvoće u kategorije ekološkog stanja:

1. vrlo dobro ekološko stanje,
2. dobro ekološko stanje,
3. umjereno ekološko stanje,
4. loše ekološko stanje,
5. vrlo loše ekološko stanje.

Tijelo površinske vode razvrstava se na temelju rezultata ocjene elemenata kakvoće u kategorije kemijskog stanja i to:

1. dobro kemijsko stanje,
2. nije postignuto dobro kemijsko stanje.

5. Smjernice za daljnji razvoj i očuvanje

Govoreći o Republici Hrvatskoj, razvoj sustava javne odvodnje je prioritetna aktivnost. Izgradnja sustava javne odvodnje u turističkim područjima je poseban problem, čije rješavanje treba prilagoditi sezonskom karakteru turizma. Prema Strategiji upravljanja vodama u Hrvatskoj, odluke o odvodnji otpadnih voda na lokalnim razinama i nadalje će biti polazišta za rješavanje odvodnje komunalnih otpadnih voda. Uz izgradnju sustava javne odvodnje - povećanje stupnja priključenosti stanovništva, znatni pomaci u poboljšanju higijenskih sanitarnih uvjeta života stanovništva i zaštite okoliša postižu se i unapređenjem usluge odvodnje i pročišćavanja komunalnih otpadnih voda. Učinkovit način unapređenja usluge je i uspostava uslužno/distribucijskih područja kojim bi se obuhvatila i ruralna područja s individualnim sustavima. Upravljanje točkastim izvorima onečišćenja u gospodarstvu temeljit

će se na uvažavanju nacionalnih i međunarodnih standarda za ispuštanje otpadnih voda u okoliš. U upravljanju raspršenim izvorima onečišćenja iz poljoprivrede primijenjivat će se odredbe Nitratne direktive i Direktive o ispuštanju opasnih tvari. Iz Nitratne direktive proizlaze sljedeće obaveze: usklađivanje pravnog okvira o zaštiti voda, uspostava monitoringa onečišćenja, planiranje mjera zaštite, uspostava dobre poljoprivredne prakse i sustava izvješćivanja.

6. Zaključak

Vode su opće dobro koje zbog svojih prirodnih svojstava ne mogu biti ni u čijem vlasništvu. Voda je prirodni fenomen i ogroman dio planeta Zemlje. Ona je najzastupljenija tvar u građi svih živih bića, tako i čovjeka, i nezaobilazan element svakidašnjeg života nužan uvjet za opstanak ljudi. Vode su onečišćenjem i zagađivanjem vrlo ugroženi mediji. Sve ljudske aktivnosti utječu na ekosustave voda i mogu ugroziti slatkovodne izvore tj. količinu i kakvoću pitke vode. Gospodarenje vodama zahtijeva integralni pristup koji usklađuje djelatnosti vodoopskrbe, kontrole vodotokova, zaštite površinskih i podzemnih voda od zagađivanja s privrednim i razvojnim djelatnostima u zaštiti, poljoprivredi, industriji, energetici i urbanim sredinama. Da bi se voda djelatno štitila od onečišćenja, potrebno je upravljati kvalitetom voda, odnosno nadzirati onečišćenje voda i istraživati, planirati i otklanjati uzročnike onečišćenja voda. Osim prihvaćenih međunarodnih konvencija i protokola koji obvezuju Republiku Hrvatsku da vodi brigu o zaštiti vodnih sustava, postoji i relativno kvalitetno nacionalno zakonodavstvo.

7. Literatura

- Direktiva 2000/60/EC Europskog Parlamenta i Vijeća. Hrvatske vode, Zavod za vodno gospodarstvo. Zagreb, prosinac 2001.
- Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda. Ministarstvo poljoprivrede. Narodne novine d.d. 2013.
- Strategija upravljanja vodama. Hrvatske vode. Zagreb, ožujak 2009.
- Štrkalj, A. Onečišćenje i zaštita voda. Metalurški fakultet. Sisak, 2014.
- Uredba o standardu kakvoće voda. Vlada Republike Hrvatske. Narodne novine d.d. 2017.
- Uredba o klasifikaciji voda. Vlada Republike Hrvatske. Narodne novine d.d. 1998.