

# OTPADNE VODE I UTJECAJ NA ČOVJEKA I OKOLIŠ

---

**Damijanjević, David**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:555066>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-04**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

David Damijanjević

# **OTPADNE VODE I UTJECAJ NA ČOVJEKA I OKOLIŠ**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

David Damijanjević

# **WASTE WATER AND THE IMPACT OF HUMANKIND ON THE ENVIRONMENT**

Final paper

Karlovac, 2019

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

David Damijanjević

**OTPADNE VODE I  
UTJECAJ NA ČOVJEKA I  
OKOLIŠ**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Igor Peternel

Karlovac, 2019



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni studij: Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2019.

### **OTPADNE VODE I UTJECAJ NA ČOVJEKA I OKOLIŠ**

Student: David Damijanjević

Matični broj: 0416615094

Naslov: OTPADNE VODE I UTJECAJ NA ČOVJEKA I OKOLIŠ

Opis zadatka:

1. Uvod
2. Značaj vode
3. Vrste i karakteristike vode u prirodi
4. Izvori i vrsta onečišćenja vode te procjena pritisaka
5. Otpadne vode
6. Zaštita voda
7. Zdravlje stanovništva
8. Pročišćavanje otpadnih voda
9. Zaključak
10. Literatura
11. Prilozi

Zadatak zadan:

05/2019

Rok predaje rada:

09/2019

Predviđeni datum obrane:

Mentor:

dr.sc. Igor Peternel

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

## SAŽETAK

Zdravstveni problemi čovjeka, te ekološka oštećenja prirode velikim su dijelom povezani sa onečišćenjima vode i njezinim štetnim utjecajima. Voda je tvorac života. Od samog početka voda je temelj za sva čovjekova otkrića.

Hidrološki ciklus funkcionira na način da iz najupotrebljivijeg stanja isparava i spaja se sa zrakom, te tvori vodenu paru. Kad se zrak ohladi, para se kondenzira i stvara oblake, koji pomažu blokirati toplinu od sunca. Nakon određenih procesa opet padaju na tlo kao kiša ili snijeg. Velik dio oborina pohranjuje se na kopnu u obliku podzemnih voda. Od tamo voda teče do mora, gdje se ponovno pridružuje oceanu te je spremna za ponovno pokretanje ciklusa.

Suvremeni život čovjeka, ubrzan rast industrijalizacije i poljoprivrede su razlozi nastajanja otpadnih voda, a samim time i problema koje uzrokuju čovjeku i prirodi.

Ključne riječi: ekološka oštećenja, štetni utjecaji, otpadne vode, zdravstveni problemi, industrijalizacija.

## **SUMMARY**

Human health problems and ecological damage of nature are largely related to water pollution and its harmful effects. Water is the creator of life. Water has been the basis for all human discoveries from the very beginning.

The Hydrologic cycle functions in such a way that it evaporates and fuses with air, therefore forming water vapor. When the air cools in the upper atmosphere, the vapor condenses and clouds are created, which helps block heat from the sun.

After certain processes, water in those clouds falls back to the ground in the form of rain or snow. Much of the precipitation is stored in the form of groundwater. From there the water flows to the sea. There it joins the oceans and is ready to complete the cycle again.

Modern human life, rapid industrialization and agriculture growth are the leading reasons for the emergence of wastewater, and therefore the problems that directly or indirectly harm both mankind and nature.

Key words: ecological hazardous, adverse impacts, wastewater, health issues, industrialization.

## SADRŽAJ:

OTPADNE VODE I UTJECAJ NA ČOVJEKA I OKOLIŠ .....	I
SAŽETAK.....	II
Ključne riječi: ekološka oštećenja, štetni utjecaji, otpadne vode, zdravstveni problemi, industrijalizacija.....	II
SUMMARY .....	III
1. UVOD.....	1
2. ZNAČAJ VODE .....	3
2.1. Značaj vode za biljke.....	3
2.2. Značaj vode za životinje .....	3
2.3. Značaj vode za ljude .....	4
3. VRSTE I KARAKTERISTIKE VODE U PRIRODI .....	5
3.1. Oborinske vode .....	5
3.2. Površinske vode .....	6
3.3. Podzemne vode .....	7
4. IZVORI I VRSTE ONEČIŠĆENJA VODE TE PROCJENA PRITISAKA .....	9
4.1. Točkasti izvori onečišćenja voda .....	10
4.2. Raspršeni izvori onečišćenja voda .....	11
4.2.1. Raspršeno onečišćenje iz poljoprivrede.....	11
4.2.2. Raspršeno onečišćenje od prometa .....	12
5. OTPADNE VODE.....	13
5.1. Kućanske otpadne vode.....	15
5.2. Industrijske otpadne vode .....	16
5.3. Poljoprivredne otpadne vode.....	17
5.4. Oborinske otpadne vode .....	18
6. ZAŠTITA VODA .....	20



7.	ZDRAVLJE STANOVNIŠTVA .....	21
7.1.	Priključenost stanovništva u Hrvatskoj na uređaje za pročišćavanje otpadnih voda .....	21
7.1.1.	Primorsko-istarski slivovi.....	22
7.2.	Onečišćujuće tvari u vodi i njihovi učinci na zdravlje ljudi .....	22
7.3.	Utjecaj otpadnih voda na okoliš.....	25
8.	PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA .....	27
8.1.	Kontrola ispuštanja otpadnih voda .....	30
8.2.	Fizikalno-kemijski procesi pročišćavanja.....	32
8.3.	Biološki procesi .....	32
8.4.	Napredni procesi pročišćavanja otpadnih voda.....	34
9.	ZAKLJUČAK .....	35
10.	LITERATURA .....	36
11.	PRILOZI .....	40
11.1.	POPIS SLIKA.....	40
11.2.	POPIS TABLICA .....	40

# 1. UVOD

Jedan od osnovnih prirodnih resursa bez kojeg ne bi bilo života na zemlji je voda. Kako bi se omogućio normalan život za ljude potrebno je održavati razinu kvalitete vode, odnosno kemijski sastav i njene prirodne karakteristike.

U posljednjih nekoliko godina, utjecaj čovjeka na okoliš je sve veći i rijetko se mogu prepoznati pozitivne promjene s obzirom na razvoj gospodarstva u svrhu porasta životnog standarda. Smeće se odbacuje u prirodu što dovodi do zagađenja šuma, čistih prirodnih izvora vode koji utječu na kvalitetu vode za piće te kvalitetu života.

Zagađenje voda treba shvatiti kao veliki problem koji nikoga neće zaobići i zato je potrebno smanjiti upotrebu i izlivanje kemikalija i ulja u odvođe kako bi spriječili da ti spojevi ne dođu u organizam čovjeka.

Rezultati onečišćenja vode utječu i na biljni i životinjski svijet, a činjenica da je u nekim dijelovima svijeta sve manje pitke vode se ne smije zanemariti. Postoje razni uzročnici onečišćenja voda kao što su kemikalije koje koriste poljoprivrednici, industrijski procesi koji su danas jedni od najvećih uzročnika zagađenja na način da proizvode otrovne otpade koji se filtriraju u vodu, te dovode u opasnost životinje koje žive u vodi i ljude koji pod utjecajem postojanja teških metala u vodi obolijevaju, rađaju se s urođenim manama i sl.

Povećavanjem broja stanovnika i dinamičnog rasta industrije, povećava se i potreba za vodom, odnosno količina crpljenja vode iz podzemlja. Glavni izvori zagađenja krških voda su otpadne vode koje proizvode kućanstva i industrija, odlagališta otpada, razvijenost prometne strukture i poljoprivreda.

Potrebno je poduzeti značajne napore u navedenim područjima kako bi se spriječila i otklonila daljnja onečišćenja voda na lokalnim i globalnim razinama te zaštititi vodu i iskoristavati ju planski. Jedan od načina je povećanje broja poduzeća koje se bave razvojem i proizvodnjom tehnologija koje služe za

obradu otpadnih voda te povećanje svijesti čovjeka kako bi na prikladan način djelovao bez štetnih posljedica na okoliš.

## **2. ZNAČAJ VODE**

Voda kao jedinstveni prirodni kemijski spoj uvjetuje život te se njezin značaj može promatrati iz više različitih aspekata. Kretanjem u hidrološkom ciklusu sudjeluje u kemijskim reakcijama s atmosferskim plinovima, stijenama i biljkama. Voda se smatra osnovnom sastavnicom održivog razvoja za čovječanstvo, biljke i životinje.

### **2.1. Značaj vode za biljke**

Voda je veoma bitna za biljni svijet. Vodene biljke se najlakše opskrbljuju sa vodom. U vodi se nalaze mnoge korisne stvari, te biljka lako apsorbacijom dolazi do njih. Međutim, biljke na kopnu često ne mogu lako doći do vode, jer imaju poteškoća da ju u dovoljnoj mjeri izvuku iz tla.

Od davnih vremena ljudi su prepoznali biljnu žeđ za vodom što se očituje postojanjem sustava navodnjavanja na početku zabilježene povijesti. Važnost vode za biljke proizlazi iz njezine središnje uloge u rastu i fotosintezi te distribuciji organskih i anorganskih molekula. Unatoč ovoj ovisnosti, biljke zadržavaju manje od 5% vode upijene korijenima za širenje stanica i rast biljaka. Ostatak prolazi biljkama izravno u atmosferu, to je proces koji se naziva transpiracija.

Za kopnene biljke voda je samo jedan od ekoloških čimbenika, dok je za vodene biljke to njihova životna sredina. Kod kopnenih biljaka voda stalno protječe od korijena ka listovima. Isparavanjem vode dolazi i do hlađenja biljke, što je važan preduvjet opstanka biljke u tropskoj klimi. [1]

### **2.2. Značaj vode za životinje**

Voda ima veliki značaj za život životinja. Voda je prvobitna životna sredina u kojoj je život nastao, pa je razumljivo zašto postoji ta veza, a posebno za one životinje čija je ona životna sredina. Voda se nalazi u unutrašnjosti organizma

životinja. Voda je vrlo važna za prehranu životinja. Potrebna je puno vode u svakoj fazi njihovog rasta. Važnost vode može se gledati kroz činjenicu da gubitak čak desetine vode u životinjskom tijelu može uzrokovati njegovu smrt dok ih gubitak polovice proteina i svih masnoća u tijelu neće usmrtiti.

Potreba za vodom može varirati ovisno o vremenu i hrani. Na primjer, trebaju više vode tijekom ljeta nego zimi. Razlog je intenzitet topline i manji omjer vode u hrani. Na isti način bi pili više vode kada jedu sušenu krmu ili pšeničnu slamu i pili manje vode kada jedu djetelinu. Slično tome, trebalo bi im više vode kada ih se hrani koncentratima. Potrebno je od dvije do četiri litre vode za probavu jednog kilograma hrane. [2]

### **2.3. Značaj vode za ljude**

Organizam odraslog muškaraca sadrži  $60\pm 15\%$  vode a organizam odrasle žene  $55\pm 15\%$ , odnosno voda predstavlja jedan od osnovnih uvjeta opstanka čovjeka na Zemlji. Ovisno o klimatskim uvjetima u kojima se čovjek nalazi potrošnja vode za održavanje života kreće se od 3 do 12 l/dan.

Voda je daleko najbogatija komponenta svih živih organizama i ima fundamentalan značaj u održavanju kako strukture, tako i funkcije svih tkiva. Nedostatak vode dovodi mnogo brže do smrti nego nedostatak hrane. U slučaju nedostatka vode dolazi do smrti već poslije nekoliko dana, pošto organizam izgubi 10-20% od cjelokupnog volumena svoje tekućine. U slučaju nedostatka hrane, život se održava nekoliko tjedana, usprkos gubitku cjelokupnog masnog tkiva i oko 50% tkivnih bjelančevina. Postotak vode u ljudskom organizmu je različit u različitim tkivima, odnosno organima. Moglo bi se reći da se najveća količina vode u tijelu nalazi u koži i mišićima, a najmanje u kosturu i veznom tkivu. [3]

### 3. VRSTE I KARAKTERISTIKE VODE U PRIRODI

Hidrološki ciklus predstavlja stalno kruženje vode u prirodi. Voda se u prirodi pojavljuje u raznim oblicima. Voda sa Zemljine površine isparava i na taj način odlazi u atmosferu, iz atmosfere se putem padalina vraća na Zemlju. Voda s površine Zemlje zatim ponire kroz razne slojeve ili se zadržava među površinskim vodama. Količina vode koja je isparila jednaka je količini vode koja se na Zemlju vraća u obliku padalina.

Dakle, vrste vode u prirodi mogu biti:

- Oborinske
- Površinske
- Podzemne [4]

#### 3.1. Oborinske vode

Oborinske vode u obliku kiše, snijega, rose i leda ( tuča) koje dospijevaju na tlo, prirodno su čiste, a zbog vrlo malog sadržaja otopljenih tvari nemaju okus. Voda na svom putu od oblaka do tla ima učinak čistača atmosfere i vrlo često apsorbira čestice prašine, plinove, mikroorganizme i druge tvari na koje naiđe, pa ih tako čisteći atmosferu, odnosi sa sobom prema tlu. Tako nastala kišnica, koja sadrži i apsorbirane tvari iz atmosfere ( CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, prašinu, pelud, itd.) od kojih na njene značajke posebno utječe ugljikov dioksid, ponekad postaje kisela s pH vrijednošću 4-5 te može štetno djelovati na živi svijet u okolišu poznat kao učinak kiselih kiša. Agresivnost djelovanja kišnice otapa i korodira metalne dijelove na vodoopskrbnim objektima i cjevovodima. Navedeni utjecaj kišnica povećava koncentraciju olova u vodi za piće pa se danas takvi cjevovodi ne ugrađuju u vodoopskrbni objekt ili cisterne gdje je povećana kiselost vode. [5]

S obzirom da nema otopljenih mineralnih tvari, oborinska voda se ubraja u meku vodu. Iznimka su vode u blizini mora gdje vjetar može nanesti nekoliko mg/L klorida od morskih kapljica. Tako onečišćujuće tvari iz oborinskih voda

mogu biti i izdvojene za vrijeme prolaska vode kroz tlo, međutim u ovom slučaju tlo ima sposobnost pročištača ili filtara za oborinsku vodu, čime štiti pitku podzemnu vodu od onečišćenja. O značaju tla kao pročištača oborinskih voda govori i činjenica da velik dio stanovnika Europe koristi podzemne vode za piće, pa je vrlo važno da voda koja se nakuplja u podzemlju bude dobre kvalitete i da ne sadrži štetne tvari koje ispiranjem atmosfere padalinama mogu dospjeti u podzemnu vodu. Također treba spomenuti nepovoljna svojstva kišnice kao što su okus te temperatura vode koja je promjenjiva ovisno o temperaturi okoliša. [6]

### **3.2. Površinske vode**

Površinske vode su vode koje se nalaze na površini Zemlje, te su direktno kontaktu sa istom. Površinske vode su prirodni vodotoci ( rijeke, potoci, mora, jezera i bare) ali i umjetno stvoreni rezervoari i akumulacije, a kao voda je tvrđa od oborinske jer sadrži mineralne soli otopljene u dodiru s tlom.

Karakteriziraju ih više i manje intenzivni biološki procesi koji ovise o koncentraciji otopljenog kisika i stupanju onečišćenja vode. Temperature površinskih voda ovise o temperaturi i klimi okoliša u kojem se nalaze. Jedna od podjela na temelju kojih razlikujemo površinske vode je podjela na slatke i slane.

Stajaće ( jezerske i močvarne) vode mogu imati kiseli karakter zbog otopljenih plinova i kiselina nastalih razgradnjom biljaka i ostataka živih organizama. Velik dio karakteristika površinskih voda određen je vrstom tla kao i količinom i svojstvima podzemnih i oborinskih voda, kao i otpadnih ( industrijskih i komunalnih) voda s kojima su često u kontaktu. [7]

Raspored podzemnih i površinskih voda i njihova povezanost primarno su određeni morfološkim i hidro-geološkim značajkama.

Hrvatska nema mnogo prirodnih jezera, jezera koja se nalaze u Hrvatskoj su specifična i još uvijek dobro očuvanih prirodnih ljepota. Najpoznatija su Plitvička jezera na izvoru rijeke Korane, a sastoji se od 16 kaskadnih jezera. [8]

Sa zdravstvenog stajališta površinska voda u pravilu nije za piće te se kakvoća vode namijenjene ljudskoj potrošnji određuje se kroz pokazatelje zdravstvene ispravnosti vode za piće sukladno propisima o hrani.

Testiranje kakvoće voda provodi se na vodotocima čija se voda koristi ili se planira koristiti za javnu vodoopskrbu, na vodama unutar parkova prirode, nacionalnih parkova te 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 koriste ili planiraju koristiti za gospodarske potrebe (hidroelektrane, navodnjavanja, uzgajališta riba i drugo). [9]

Posebna vrsta površinske vode je morska voda koja do nedavno nije dolazila u obzir zbog visokog sadržaja natrijeva klorida ali se danas različitim postupcima desalinizacije prerađuje u vodu za piće u područjima gdje nema drugih mogućnosti.

### **3.3. Podzemne vode**

Podzemne vode su sve vode ispod površine tla. Nalaze se u zoni zasićenja i u izravnom su dodiru s površinom tla ili podzemnim slojem. Nastaju poniranjem površinskih i oborinskih voda kroz tlo, pri čemu se, prolazeći kroz različite slojeve zemljine kore pročišćavaju od mehaničkih primjesa. [10]

Prodiranje vode u tlo ovisi o nagibu površine, vegetaciji, količini padalina odnosno oborinskim vodama, propusnosti stijena i količini vode u tlu. Nalazi se na različitim dubinama, a ponire u tlo sve do nepropusnoga sloja, iznad kojega, u propusnim stijenama (pješčenjaci, lapori i dr.) ispunjava sve pore, šupljine i pukotine. [11]

Podzemne vode koje se nalaze u manjim dubinama, odnosno do šest metara, upitne su kakvoće zbog blizine površini Zemlje kvaliteta odnosno kakvoća im ovisi o karakteristikama tla s kojim je u dodiru.

Podzemne vode koje se nalaze u dubinama od dvadeset i više metara su najčešće vrlo dobre kvalitete odnosno kakvoće. Karakteristika im je da nemaju mirisa te imaju stabilnu temperaturu i mikrobiološki sastav. Na ovim dubinama



razlikujemo pukotinske i vode temeljnice, ovisno o sastavu i načinu kretanja.

## 4. IZVORI I VRSTE ONEČIŠĆENJA VODE TE PROCJENA PRITISAKA

Kao što je već navedeno, voda trajno kruži planetom u hidrološkom ciklusu te putem oborina ( kiša, snijeg, tuča, rosa) pada na tlo, s njega dijelom isparava, dijelom ulazi u sastav živih organizama, a dijelom ponire kroz tlo u podzemne vode koje završavaju u riječnim vodotocima, jezerima i morima. Voda je vrlo dobro otapalo za niz tvari koje susreće na svome putu kruženjem u prirodi. U vodi se mogu naći i različite tvari koje u okoliš dopijevaju otpadnim vodama iz kućanstava, industrije, iz procesa proizvodnje energije, poljoprivrednog zemljišta, prometnica, regulacije bujica i vodotoka i sl. Dakle, na stanje vode jako utječe dugačak niz čimbenika.

S obzirom na vrlo veliku razliku među izvorima iz kojih onečišćujuće tvari mogu dospjeti u vodu, te tvari se uvelike razlikuju po svojim fizikalno-kemijskim značajkama, prirodi onečišćenja koje uzrokuju u vodi, kao i učincima koje mogu izazvati u okolišu, posebice kada se radi o djelovanju na zdravlje ljudi. [12]

Na temelju navedenog razlikujemo:

- **Fizičko onečišćenje vode** – koje se očituje u promjeni boje, raspršenih tvari, mirisa, okusa, mutnoće i temperature vode
- **Mikrobiološko onečišćenje vode** – koje je uzrokovano prisutnošću patogenih mikroorganizama koji nisu autohtoni u vodi, a dospjeli su kao onečišćujuće tvari, pojavljuju se povremeno u nepravilnim vremenkim razdobljima te u različitim koncentracijama
- **Kemijsko i radiološko onečišćenje vode** – koje može primarno biti geološkog odnosno prirodnog podrijetla. Najčešće ubrajamo arsen, fluoride, sulfate, nitrata i nitrite te natrijeve soli. Povezujemo ih sa pojavom karijesa, različitim trovanjima, povišenim krvnim tlakom itd. [13]

Dakle, otpadne vode su sve potencijalno onečišćene tehnološke, sanitarne, oborinske i druge vode, koje sadrže tekući otpad otopljen i emulgiran u vodi, odnosno kruti otpad dispergirani u vodi, a potječu iz kućanstava, naselja i

gradova ( uključuju i organski, fekalni otpad), tvornica i industrijskih pogona ili poljoprivrednih djelatnosti.

Stanovništvo i gospodarske aktivnosti najaktivniji su izvori onečišćenja.

Mjere zaštite voda odnose se na procjenu utjecaja onečišćenja na vode iz točkastih i raspršenih izvora onečišćenja.

Točkasti izvori onečišćenja su onečišćenja iz kanalizacijskog sustava i/ili uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, a uključena su sva naselja i industrijski pogoni koje je moguće svesti na jednu točku upuštanja onečišćene vode u prijamnik.

Raspršeni izvori onečišćenja su onečišćenja nastala na tlu ili u tlu, a koja oborinskim otjecanjem dolaze u vode (poljoprivredne površine, oborinske vode različitih slivnih površina itd.), odnosno izvor je rasprostranjen prilično široko.  
[14]

#### **4.1. Točkasti izvori onečišćenja voda**

Unosa onečišćenja iz točkastih izvora u vode spadaju komunalne otpadne vode, kao i otpadne vode iz prehrambene industrije, pretežno su onečišćene organskim tvarima. To su otpadne vode iz kemijskih i petrokemijskih, metaloprerađivačkih, drvnih, te tekstilnih industrija, mogu sadržavati opasne tvari koje djeluju toksično, sporo su razgradive ili potpuno nerazgradive, te bioakumulativne.

Voda se također iz okoliša zahvaća točkasto na određenim mjestima putem vodovoda, a poslije uporabe u naseljima ponovno se točkasto putem kanalizacije vraća u okoliš.

Točkasti se izvori onečišćenja pretežno odnose na naselja veća od 500 stanovnika i čine veći dio ukupno procijenjenog tereta onečišćenja stanovništva.  
[15]

Značajan pritisak na kakvoću voda, posebice na priobalnim područjima je turizam. Iako onečišćenje od turizma čini samo mali postotak od ukupnog pritiska stanovništva, što na razini Jadranskog mora nije značajno, s obzirom na to da se pojavljuje u kratkom razdoblju tijekom ljetne turističke sezone. Ali je problem zbog toga izraženiji osobito pri planiranju, izgradnji i održavanju infrastrukture za zaštitu priobalnog mora.

Procjena pritiska onečišćenja točkastih izvora koji potječu iz industrije temelji se na podacima mjerenja kakvoće otpadnih voda i procjenama stanja i količina ispuštene vode. [16]

## **4.2. Raspršeni izvori onečišćenja voda**

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.

Raspršeni izvori onečišćenja ulaze u vodne resurse na velikom prostoru i nose velike količine voda i u njima štetne tvari nekontrolirano i povremeno zbog čega se svrstavaju u takozvane nekontrolirane izvore zagađenja.

Naselja manja od 500 stanovnika uključena su u raspršene izvore onečišćenja i čine manji dio ukupnoga procijenjenog onečišćenja od stanovništva.

Najveći pritisak raspršenih izvora onečišćenja potječe od poljoprivrede i prometa, a najviše je prisutan u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske i okolici većih gradova. [17]

### **4.2.1. Raspršeno onečišćenje iz poljoprivrede**

Raspršeno onečišćenje iz poljoprivrede procijenjeno je na temelju sljedećih indikatora pritiska: zemljišne površine, kategorije iskorištavanja zemljišta i procjene tla. U poljoprivredi je značajna upotreba pesticida te je velika mogućnost njihovog utjecaja na onečišćenje voda. Pri poljodjelskim radovima

može doći do onečišćenja vode mikroorganizmima i raznim organskim tvarima. Kod takvih su djelatnosti vrlo prisutna sredstva za ubrzavanje rasta i uništavanje štetočina te korova, odnosno umjetna gnojiva, pesticidi i herbicidi. Navedena sredstva se ispiru vodom i na taj način dopijevaju u hidrološki proces. Stvarni utjecaj uporabe pesticida može se utvrditi isključivo mjerenjem, što je skup proces i provodi se samo u izuzetnim okolnostima.

#### **4.2.2. Raspršeno onečišćenje od prometa**

Pritisci onečišćenja od prometa pretpostavljaju se na temelju intenziteta prometa i podataka o jediničnim emisijama vozila za osnovne vrste onečišćenja. Prema intenzitetu prometa najveći su tereti onečišćenja u neposrednim blizinama velikih gradova. To se u Hrvatskoj odnosi na Zagreb, Karlovac, Rijeku, Osijek, Split i Zadar. Procijenjen je znatan pritisak onečišćenja od prometa u zaštićenim područjima (posebice: krški izvori pitke vode, nacionalni parkovi i parkovi prirode). Cestovni promet čini više od 90% svih emisija onečišćenja od prometa, dok ostale vrste prometa (željeznica, zračni promet, morski i unutarnji brodski promet) čini oko 10%. [18]

## 5. OTPADNE VODE

Otpadne vode se mogu definirati kao vode koje su na neki način bile korištene, odnosno vode koje su korištene u nekom procesu gdje je degradirana njihova kvaliteta zbog čega više ne mogu biti ponovno korištene ili ispuštene u okoliš prije odgovarajuće obrade. [19]

Ako je određeni proces utjecao na promjenu prvobitnog sastava vode što uključuje kemijske, fizičke ili mikrobiološke karakteristike, nastaju otpadne vode koje mogu biti kućanske, oborinske, tehnološke i druge.

Jedan od načina procjene onečišćenja vode je boja, miris ili okus vode te ukoliko postoji razlika u kvaliteti i sastavu od uobičajenog, utoliko može imati štetne posljedice na zdravlje čovjeka i cijeli ekosustav.

U današnje vrijeme se smatra kako je industrijska revolucija najzaslužnija za onečišćenje voda a prije tog perioda su najveći onečišćivači bili mikroorganizmi koji su izlivanjem fekalija zagađivali vodu što je rezultiralo nastajanjem teških i zaraznih bolesti. U nekim manje razvijenim zemljama takva zagađenja i dalje uzrokuju širenja epidemija usprkos poboljšanju kvalitete života.

Otpadne vode su dio procesa hidrološkog ciklusa, odnosno, korištene vode koje se uporabom odvede na tretman ili pročišćavanje putem kanalizacijskog sistema, nakon čega se vraćaju u prirodni okoliš. [20]

Na slici 1. u nastavku vidljiv je hidrološki ciklus koji prikazuje ciklus kruženja vode u prirodi na, u i iznad Zemlje.



**Slika 1. Ciklus kruženja vode u prirodi (hidrološki ciklus) [1]**

Vidljivo je da voda prolazi kroz različite cikluse koji se neprestano stvaraju i nestaju a cirkulacija procesa također utječe na cirkulaciju onečišćenja.

Otpadne vode prema izvoru nastanka mogu se podijeliti na:

- Kućanske (komunalne) otpadne vode – otpadne vode koje su nastale uporabom sanitarnih trošila, odnosno, vode u kućanstvu, uredima, hotelima, javnim prostorima i u objektima, industrijskim pogonima koji imaju funkcionalne sanitarne čvorove za radnike i posjetitelje,
- industrijske otpadne vode – nastale upotrebom vode u proizvodnji i različitim procesima rada u industrijskim i sličnim proizvodnim pogonima
- oborinske otpadne vode – otpadne vode koje su nastale od oborina i onečišćuju se u doticaju s nižim slojevima atmosfere, površinama tla, prometnicama, krovovima i slično. [21]
- poljoprivredne otpadne vode – nastale utjecajem poljoprivrednih aktivnosti.

U tablici 1. u nastavku vidljiva je podjela otpadnih voda prema izvoru njihova nastanka.

Tablica 1. Vrste otpadnih voda prema izvoru njihova nastanka. [1]

<b>Vrste otpadnih voda</b>	<b>Izvor</b>	<b>Opis</b>
<b>Kućanska/komunalna otpadna voda</b>	Primarno stambeni i poslovni objekti	Razrijeđena do koncentrirana mješavina urina, fekalija, papira, plastike, deterdženata, masnoća i kemikalija iz domaćinstva i industrije
<b>Industrijska otpadna voda</b>	Primarno industrijski procesi i procjeđivanje	Razrijeđena do koncentrirana mješavina emulzija nekoliko do mnogo biorazgradivih i/ili nerazgradivih tvari
<b>Poljoprivredna otpadna voda</b>	Intenzivne poljoprivredne aktivnosti, primjerice mljekarstvo ili stočarstvo i klaonice	Razrijeđene do koncentrirane otopine biorazgradivih tvari
<b>Oborinska voda</b>	Slivne vode s gradskih, prigradskih i seoskih površina	Tipično razrijeđena mješavina mineralnih i organskih krutina i otopljenih soli, nutrienata i tvari u tragovima

## 5.1. Kućanske otpadne vode

Kada govorimo o kućanskim vodama, postoje dvije osnovne komponente:

- sive otpadne vode – voda koja je bila korištena kod kupanja, tuširanja, sudopera, praonica i bazena, itd. i ne sadrže mnogo krutih tvari,
- crne otpadne vode – voda i otpad iz sanitarnih čvorova i kuhinja, odnosno ljudski i životinjski otpad



Obično obje komponente, i siva i crna otpadna voda se kombiniraju i ispuštaju u jedan sustav odvodnje i zajedno se nazivaju "kućna kanalizacija" ili jednostavno "kanalizacija". [22]

## **5.2. Industrijske otpadne vode**

Industrijske otpadne vode su nastale upotrebom vode u procesima rada i proizvodnji, u industrijskim i drugim proizvodnim pogonima te u proizvodnim i uslužnim pogonima i obrtima. U tu skupinu se ubrajaju vode koje su ispuštene nakon upotrebe ili ako su proizvedene u industrijskom procesu te više za taj proces nisu upotrebljive.

Različito tehnoloških procesa u industrijama uvjetuje i različite sastave otpadnih voda, odnosno različite stupnjeve zagađenosti s obzirom da se radi o velikim količinama otpada i visokom koncentracijom opasnih i štetnih tvari.

Kada je riječ o industrijskim otpadnim vodama, samopročišćavanje kao dio prirodnog procesa nije u potpunosti učinkovit na ove vrste zagađenja jer se radi o velikim količinama opasnih i štetnih tvari što za posljedice ostavlja dugoročna zagađenja prirode s nepopravljivim štetnim posljedicama.

Prema tome, razlikuju se dvije osnovne grupe industrijskih otpadnih voda:

- biološki razgradive (kompatibilne vode) – otpadne vode koje se mogu miješati s gradskim otpadnim vodama, odnosno odvoditi zajedničkom kanalizacijom (npr. iz prehrambenih industrija),
- biološki nerazgradive (inkompatibilne vode) – otpadne vode koje se moraju obraditi pročišćavanjem prije miješanja s gradskim otpadnim vodama (npr. iz kemijske, metalne industrije). [23]

Industrijske otpadne vode često sadrže sastojke koji su otrovni i teško razgradivi i kada dođu u doticaj s okolišem ostavljaju štetne posljedice. Kako bi se spriječio štetni utjecaj, takve otpadne vode prethodno je potrebno pročistiti kako bi se uklonile otrovne, eksplozivne i korozivne tvari koje oštećuju kanalizacijske cijevi.

Na slici 2. u nastavku vidljiv je prikaz industrijskih otpadnih voda.



**Slika 2. Industrijske otpadne vode [2]**

### **5.3. Poljoprivredne otpadne vode**

Poljoprivredne otpadne vode nastaju intenzivnim poljoprivrednim aktivnostima, vezanim uz mljekarstvo, tovališta, farme i ribarstvo. Te vrste otpadnih voda se vrlo malo obrađuju, ili se ne obrađuju uopće što se može vidjeti na slici 3. [24]



**Slika 3. Poljoprivredne otpadne vode [3]**

#### **5.4. Oborinske otpadne vode**

Oborinske otpadne vode su nastale od oborina koje se više ili manje onečišćuju u doticaju s nižim slojevima atmosfere, površinama tla u naseljima, poljoprivrednim površinama, krovovima i slično.

Vode koje su nastaju kao posljedica otjecanja oborina preko površina koje su za svoje različite potrebe izgradili ili koriste ljudi, prema stupnju zagađenosti uvjetno možemo podijeliti na tri osnovne vrste:

- Krovne oborinske vode koje su relativno čiste, a onečišćenje ovih voda direktno ovisi o stupnju aerozagađenosti na konkretnoj mikrolokaciji. Navedene otpadne vode su ujedno i najčišće oborinske otpadne vode.
- Oborinske otpadne vode koje su se prikupile s prometnica, parkinga i ostalih cestovnih površina su najčešće onečišćene uljima, mastima i ostalim ugljikovodicima te krutim tvarima. Ove otpadne vode su srednje zagađene oborinske otpadne vode.
- Oborinske otpadne vode prikupljene sa uređenih platoa u industriji i obrtima na kojima se odvija dio ili neka od faza proizvodnje, internog

prometa i skladištenja sirovina i poluproizvoda, kao i oborinske vode prikupljene s površina na kojima se odvija manipulacija opasnim materijama. Ove otpadne vode se mogu okarakterizirati i kao tehnološke oborinske otpadne vode te spadaju u visoko onečišćene oborinske otpadne vode. [25]

Oborinske otpadne vode se smatraju uvjetno čistim vodama, jer one na svom putu ispiru atmosferu i otapaju ili prema površini zemlje prenose sve sastojke koji se na određenom području ispuštaju u atmosferu ili pak pod utjecajem vjetrova dolaze iz drugih, znatno udaljenijih krajeva. Neki od primjera oborinskih otpadnih voda su kisele kiše koje ugrožavaju šume i građevine, te crvene ili žute kiše koje nastaju kao posljedica ispiranja pustinjske prašine koja dopire iz Afrike. Također, u skupinu oborinskih otpadnih voda možemo svrstati i vode koje nastaju topljenjem snijega. Kod naglih zatopljenja pojavljuju se onečišćeni dotoci koji dopijevaju u kanalizaciju nakon završnog topljenja snijega. [26]

## 6. ZAŠTITA VODA

Za zaštitu izvorišta vode u svrhu održavanje njezine kvalitete i izdašnosti, određuju se, uzimajući u obzir geološke i hidrološke karakteristike štitni pojasevi. U tom slučaju razlikujemo tri pojasa :

- Najuži pojas – namijenjen je isključivo objektima koji služe za opskrbu pitkom vodom. To je područje koje mora biti ograđeno, čime se postiže zabrana ulaska neovlaštenim osobama te divljim i domaćim životinjama. U ovom je pojasu zabranjeno graditi proizvodne pogone, ceste, skladišta, odlagališta te je zabranjeno intenzivno bavljenje poljoprivredom i industrijskim djelatnostima. Kanalizacijska mreža, ukoliko postoji, mora biti nepropusna.
- Uži pojas – odnosi se na strogi režim korištenja za neposrednu zaštitu crpilišta od onečišćenja
- Širi pojas – odnosi se na područje sa blažim tehničkim režimom, uzimajući u obzir tokove podzemnih voda na tom području i mogućnost njihovog utjecaja na vodocrpilište. U ovom pojasu se vodi briga o zdravstvenoj i epidemiološkoj situaciji. Na ovom području nije dozvoljeno obavljati djelatnosti koje bi mogle ugroziti kakvoću vodnog izvora.

Zaštita voda provodi se na temelju Državnog plana za zaštitu voda, koji uključuje aktivne i pasivne mjere u zaštiti voda i mora od onečišćenja s kopna. Aktivnim mjerama za zaštitu voda realizira se smanjivanje točkastih i raspršenih izvora onečišćenja, koje uključuju planiranje iskorištavanja voda i prostora, te kontroliranu uporabu cijelog niza tvari u različitim društvenim granama, a posebno u poljoprivredi. Državnim planom za zaštitu voda određeni su nositelji propisanih mjera i potrebni propisi, koji pridonose mjerama zaštite voda od onečišćenja. [27]

## **7. ZDRAVLJE STANOVNIŠTVA**

Dugo se vremena smatralo da je voda obnovljivi resurs, no sposobnost obnavljanja vode je ograničena. Zbog zaštite ljudskoga zdravlja u okviru upravljanja vodama, prvo se polazi od priključenosti stanovništva na javni vodoopskrbni sustav i sustav javne odvodnje. Osnovni higijenski i zdravstveni standardi (kakvoća pitke vode, kakvoća vode za kupanje) u najvećoj mjeri ovise o izgrađenosti i učinkovitosti vodno-komunalnoga sustava. Kao veliki problem pojavljuje se nedovoljna priključenost stanovništva na sustav javne odvodnje, a razlog je velika razlika između razine priključenosti na sustave javne vodoopskrbe, koja iznosi 80% i razine priključenosti na sustave javne odvodnje koja iznosi 43%. Najbolje stanje priključenosti stanovništva jest na vodnom području primorsko-istarskih slivova, gdje je javnom vodoopskrbom obuhvaćeno više od 95%, a sustavom javne odvodnje 58% stanovništva. Pročišćavanjem otpadnih voda obuhvaćeno je 28% stanovništva. [28]

S obzirom da se veći dio otpadnih voda ispušta iz sustava prikupljanja i odvodnje otpadnih voda bez pročišćavanja u prirodne prijamnike, na taj način ugrožava se dobro stanje voda. Zaštita ljudskoga zdravlja uključuje skrb o količinama i kakvoći voda koje se koriste za prehrambenu industriju, uzgoj riba, kupanje i rekreaciju, te za uzgoj školjaka u priobalnom području. Važan doprinos zaštiti zdravlja stanovništva uključuje i preventivne zaštite od poplava. Za vrijeme poplava su uočeni problemi širenja različitih onečišćenja putem poplavnih voda i masovnog dolaska ljudi u kontakt s onečišćenom vodom. [29]

### **7.1. Priključenost stanovništva u Hrvatskoj na uređaje za pročišćavanje otpadnih voda**

Od ukupno 295 naselja s izgrađenim kanalizacijskim sustavom 131 naselje posjeduje i uređaj za pročišćavanje otpadnih voda. Ukupno je izgrađeno 109 uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Od toga broja 38 uređaja su s prethodnim stupnjem pročišćavanja otpadnih voda, 24 s prvim stupnjem pročišćavanja otpadnih voda, 46 uređaja s drugim stupnjem pročišćavanja

otpadnih voda i 1 uređaj s trećim stupnjem pročišćavanja otpadnih voda. Većina uređaja koja je izgrađena 80-ih godina prošloga stoljeća je predimenzionirana, jer tada su projektirani na temelju u to vrijeme važećih prostornih planova (visok porast stope rasta broja stanovnika i visok porast industrijske proizvodnje).

U izgradnju uređaja, za zaštitu voda u Hrvatskoj najviše se ulagalo u turističkim područjima Primorsko- istarskih slivova, i to u Istri i Kvarnerskom zaljevu.

### **7.1.1. Primorsko-istarski slivovi**

Zbog velike zastupljenosti krša, hidrografska je mreža Primorsko – istarskih slivova relativno slabo razvijena. Na većem dijelu ima bujična obilježja, a većina vodotoka u sušnom razdoblju presušuje, ali su također česte i pojave izuzetno visokih vodostaja.

Važniji vodotoci su: Lika, Gacka, Mirna, Raša i Rječina.

Na svim vodotocima ovog područja najniži se protoci pojavljuju u periodu od srpnja do rujna. Najveći protoci gledajući vrijednosti kroz periode u godini su na Rječini i Gackoj najviši u travnju, na Mirni u siječnju, a na Lici u prosincu. [30]

## **7.2. Onečišćujuće tvari u vodi i njihovi učinci na zdravlje ljudi**

Nije rijetka pojava da voda, ta prijeko potrebna tekućina, uz sve svoje blagotvorne učinke u sebi krije i brojne opasnosti ako sadrži neželjene tvari štetne po zdravlje čovjeka.

Kao što je već navedeno, u vodotocima i podzemnoj vodi završava velika količina otpadnih voda iz industrije i poljoprivrede kojima se u okoliš unose metali, ostaci pesticida, lijekovi, kozmetički proizvodi, boje, deterdženti, ulja itd., od kojih je vrlo mali broj razgradljiv dok većinu čine biološki nerazgradive onečišćujuće tvari.

Neke su od gore navedenih onečišćujućih tvari, poput metala, značajan čimbenik u vodenom okolišu, jer u mnogim slučajevima o njima ovisi i bio

raznolikost vodenog ekosustava, a njihova prisutnost u povećanim količinama može imati različite loše učinke na žive organizme u vodi, a samim time i na čovjeka. Gotovo da nema područja na Zemlji, pa tako niti voda, koja zauzima najveći dio Zemljine površine, koje ne sadrži teške metale, poput olova, žive i kadmija, koji se najčešće akumuliraju i vrlo toksično djeluju na živi organizam.

Olovo je vrlo rasprostranjeno u prirodnim vodama, a najviše koncentracije su zabilježene u podzemnim vodama, dok su u površinskim vodama njegove koncentracije niže. U vodu za piće ulazi puštanjem s vodovodnih cijevi i slavina (koje se više ne koriste) Olovo je toksično za centralni i periferni živčani sustav, izazivajući štetne neurološke učinke i učinke u ponašanju. Štetne učinke izaziva i na reproduktivnom, kardiovaskularnom, imunološkom i gastrointestinalnom sustavu. Najosjetljivija populacija na olovo su djeca, pri čemu se izloženost povezuje sa poremećajima u ponašanju te razvoju inteligencije.

Živa je kao i olovo, teški metal koji kod čovjeka može izazvati vrlo ozbiljne štetne zdravstvene učinke. Vrlo rijetko se javlja u elementarnom stanju, njezina se pojava javlja uobičajeno sa sumporom. Ubraja se u anorganske onečišćujuće tvari koje se u okolišu mogu pojaviti iz prirodnih izvora kao što su erupcije vulkana, erozija tla te bakterijske razgradnje organskih živinih spojeva. Najznačajniji antropogeni izvori žive su spalionice komunalnog otpada, ložišta na fosilna goriva, pogoni elektrolize itd. iz kojih može dospjeti u sustave za opskrbu vodom.

Živa u nižim koncentracijama, u ljudskom organizmu može uzrokovati poremećaje rada bubrega i živčanog sustava. Dugotrajna izloženost živi može uzrokovati trajno oštećenje mozga, bubrega ili izazvati štetne učinke na razvoj fetusa.

Arsen se u podzemnim i površinskim vodama najčešće pojavljuje u obliku svojih anorganskih spojeva koji su kancerogeni pa su više opasni za organizam od njegovih organskih spojeva. U Hrvatskoj je taj problem naročito naglašen i istočnoj Slavoniji. U vodu dopijeva kao posljedica erozijskih procesa, ali i sa lokacija rudnika, odlagališta otpada farmaceutske industrije, industrije boja i



pesticida. Arsen u vodi za piće se povezuje sa nastankom karcinoma mokraćnog mjehura, kože i pluća, šteti srcu, želucu, jetrima i bubrezima, a negativne učinke ima i na živčani sustav. [31]

Ugljikovodici se nalaze među onečišćujućim tvarima koje vodama dopijevaju u okoliš. Oni u vodotoke dopijevaju zato što se iz različitih antropogenih izvora ispuštaju u otpadne vode, ili pak izlivanjem u incidentnim situacijama dopijevaju na tlo pa otuda u površinske i podzemne vode. Kada ugljikovodici uđu u okoliš ostavljaju tragove štetnog djelovanja na različite načine, kao što u nagomilavanja na površini vode, npr. izlivanje nafte u more, pri čemu svojim fizikalnim svojstvima ugrožavaju floru i faunu jer sprječavaju fotosintezu, pa do ulaska u hranidbeni lanac i pojave štetnih učinaka na čovjeka. Imaju izuzetno kancerogena svojstva.

Pesticidi i herbicidi su zajedno sa mineralnim gnojivima tijekom prošlog stoljeća postali najtraženiji proizvodi za primjenu u poljoprivredi, pri uzgoju bilja i životinja. U vodi ih može naći zbog široke upotrebe i duge održivosti u okolišu. Premda utjecaj pesticida i herbicida još uvijek nije detaljno i u potpunosti istražen, njihova prisutnost u okolišu utvrđena je najprije u površinskim i podzemnim vodama, što je dovelo do prvih zabilježbi štetnih učinaka na zdravlje ljudi. Povezuju se sa prirođenim defektima, endokrinološkim poremećajima, oštećenjem reproduktivnog sustava te učinak na rast i razvoj te mogućnost nastanka karcinoma, posebno jetre. [32]

Tablica 2. Najčešći štetni biološki i kemijski agensi u pitkoj vodi [2]

<b>Biološki agensi i bolesti</b>	<b>Kemijski agensi</b>
<p><b>Bakterije: šigele, salmonelle, vibrio, E.coli, streptokok fekalnog izvora, spirohete, pesudomonas</b></p> <p><b>Bolesti: bacilarna dizenterija, trbušni tifus, paratifus, kolera, gastroenteritis, legionarska bolest, leptorpiroza, tularemija</b></p>	<p>Nitrati i nitriti Olovo Arsen Fluor PAH Mineralna gnojiva Fosfor Pesticidi Fitofarmaceutska sredstva PCB's</p>
<p><b>Virusi: virus hepatitisa A, poliovirusi, Norwalk Norwalk like virus, rotavirus, calicivirus, abenivirusi, Cocksacki, ECHO</b></p>	
<p><b>Paraziti i helminti: kriptosporidoza, amebna dizenterija, amebni meningoencefalitis, giardiza, trihurijaza, ascardioza, shistomijaza, drakunkulijaza</b></p>	
<p><b>Insekti-vektori bolesti:</b> <b>Komarci: malarija, filarijaza, žuta groznica</b> <b>Muhe: tripanosomijaza</b></p>	

### 7.3. Utjecaj otpadnih voda na okoliš

U otpadnim vodama mogu biti prisutne tvari koje štetno utječu na okoliš, stoga je procesom obrade potrebno smanjiti njihovu koncentraciju ili ih ukloniti u potpunosti prije korištenja vode ili ispuštanja u okoliš.

Miris otpadnih voda je proizvodnja plinova kod razgradnje organskih tvari u tim vodama te se posebno ističe miris hidrogen sulfida (pri čemu se sulfat reducira u sulfid) koji nastaje mikrobiološkom razgradnjom.

U tablici 3. u nastavku su prikazani onečišćivači u otpadnim vodama te utjecaj na okoliš.

Tablica 3. Onečišivači u otpadnim vodama [3]

ONEČIŠIVAČ	VAŽNOST
TEŠKI METALI	Izvori teških metala mogu biti komercijalne ili industrijske aktivnosti. Ukoliko će otpadna voda nakon obrade ponovno ići u uporabu, tada ih je potrebno ukloniti.
HRANJIVE TVARI	Ove tvari uključuju dušik, fosfor i ugljik te ukoliko se ispuste u vodeni okoliš, doći će do povećanog razvoja biljnih i životinjskih vrsta. Ukoliko se u poprilično velikoj količini ispuste u tlo, kao posljedica toga može doći do zagađenja podzemnih voda.
SUSPENDIRANE TVARI	Naslage mulja i anaerobni uvjeti mogu nastati njihovim posredstvom, ukoliko se otpadna voda ispusti u okoliš, a ne bude podvrgnuta prethodnoj obradi.
PATOGENI	Njihovom prisutnošću u vodi se mogu prenijeti zarazne bolesti.
STABILNI ORGANSKI SPOJEVI	Tu se ubrajaju površinski aktivne tvari, fenoli i pesticidi. Njih je vrlo teško ukloniti konvencionalnim metodama obrade.
BIORAZGRADIVE ORGANSKE TVARI	Sastoje se od masnoća, ugljikovodika, proteina te se mogu odrediti pomoću KPK (kemijska potrošnja kisika) ili BPK (biološka potrošnja kisika). Može doći do iscrpljivanja prirodnih izvora kisika i razvoja septičnih uvjeta, ukoliko je ova vrsta organskih tvari prisutna u većoj količini u otpadnoj vodi koja bi bi se kao neobrađena ispustila u okoliš.
OTOPLJENI ANORGANSKI SPOJEVI	Ukoliko će se otpadna voda nakon obrade ponovno upotrijebiti, kalcij, natrij i sumpor kao anorganski spojevi se moraju ukloniti iz vode.

## 8. PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

Pročišćavanje otpadnih voda se može definirati kao proces uklanjanja onečišćenja, odnosno štetnih tvari iz vode do razine pri kojoj voda postaje prihvatljive kvalitete što znači da nema opasnosti za ljudsko zdravlje i ne ostavlja negativne posljedice na okoliš. [33]

Odgovarajuće pročišćavanje otpadnih voda je definirano kao obrada otpadnih voda bilo kojim postupkom, odnosno načinom ispuštanja, koja omogućava da prijemnik zadovoljava odgovarajuće ciljeve kakvoće za vode u skladu s graničnim vrijednostima emisije propisane za grupe, rodove ili kategorije onečišćujućih tvari. [34] Tretman pročišćavanja otpadnih voda obuhvaća niz postupaka kojima se iz vode uklanjaju sve supstance koje mijenjaju svojstvo vode, odnosno onečišćene su.

Izvori zagađenja vode su različiti i često teško prepoznatljivi kao što su infiltracija ljudskih i životinjskih otpadnih supstanci, prodiranje umjetnih gnojiva, herbicida i sl., prodiranje otpadnih voda iz nereguliranih odlagališta, otpadne vode iz industrije.

Izborni proces i tehnologija čišćenja ovisi o podrijetlu i karakteristikama otpadnih voda, kao i stupanj pročišćavanja koji moraju biti postignuti.

Pročišćavanjem otpadnih voda se poboljšava kvaliteta prirodnih vodnih sustava. Prema Državnom planu za zaštitu voda (Državni plan za zaštitu voda, NN 8/99) navode se:

"Uređaji za pročišćavanje" su vodne građevine s postrojenjima kojima se pročišćavaju otpadne vode iz sustava javne odvodnje prije njihova ispuštanja u prirodni prijemnik. Prema stupnju pročišćavanja dijele se na: prethodni stupanj pročišćavanja; prvi stupanj pročišćavanja; drugi stupanj pročišćavanja i treći stupanj pročišćavanja.

"Prethodni stupanj pročišćavanja" je radnja i postupak kojima se iz otpadnih voda uklanjaju krupne raspršene i plutajuće otpadne tvari.

"Prvi stupanj pročišćavanja" je primjena fizikalnih i/ili kemijskih postupaka čišćenja otpadnih voda kojima se iz otpadne vode uklanja najmanje 50% suspendirane tvari, a vrijednost BPK5 smanjuje barem za 20% u odnosu na vrijednosti ulazne vode (influenta).

"Drugi stupanj pročišćavanja" je primjena bioloških i/ili drugih postupaka čišćenja kojima se u otpadnim vodama smanjuje koncentracija suspendirane tvari i BPK5 influenta za 70 do 90%, a koncentracija KPK (kemijska potrošnja kisika) za najmanje 75%.

"Treći stupanj pročišćavanja" je primjena fizikalno-kemijskih, bioloških i drugih postupaka, kojima se u otpadnim vodama nasele smanjuje koncentracija hranjivih tvari influenta za najmanje 80%, odnosno uklanjaju i drugi posebni pokazatelji otpadnih tvari, u granicama vrijednosti koje nije moguće postići primjenom drugog stupnja čišćenja.

"Odgovarajući stupanj pročišćavanja" je primjena bilo kojeg postupka čišćenja ili način ispuštanja voda kojima se u ispuštenim vodama (efluent) i u prirodnom prijemniku postižu propisane dopuštene vrijednosti za utvrđene pokazatelje.

"Obalni ispust" je vodna građevina za ispuštanje pročišćene otpadne vode na obali ili na manjoj udaljenosti od obale u prirodni prijemnik, na dubini manjoj od 20 m od površine vode u prijemniku.

"Podmorski ispust" je vodna građevina za ispuštanje pročišćene otpadne vode u more na udaljenosti od obalne crte (najniže plime na kopnu) u pravilu ne manjoj od 500 m i na dubini većoj od 20 m od površine vode u prijemniku.

"Vrlo osjetljiva područja" su područja u kojima je zabranjeno ispuštanje otpadnih voda bez obzira na stupanj čišćenja i izgrađenost sustava javne odvodnje (to su vode I. kategorije, podzemne vode i druge).

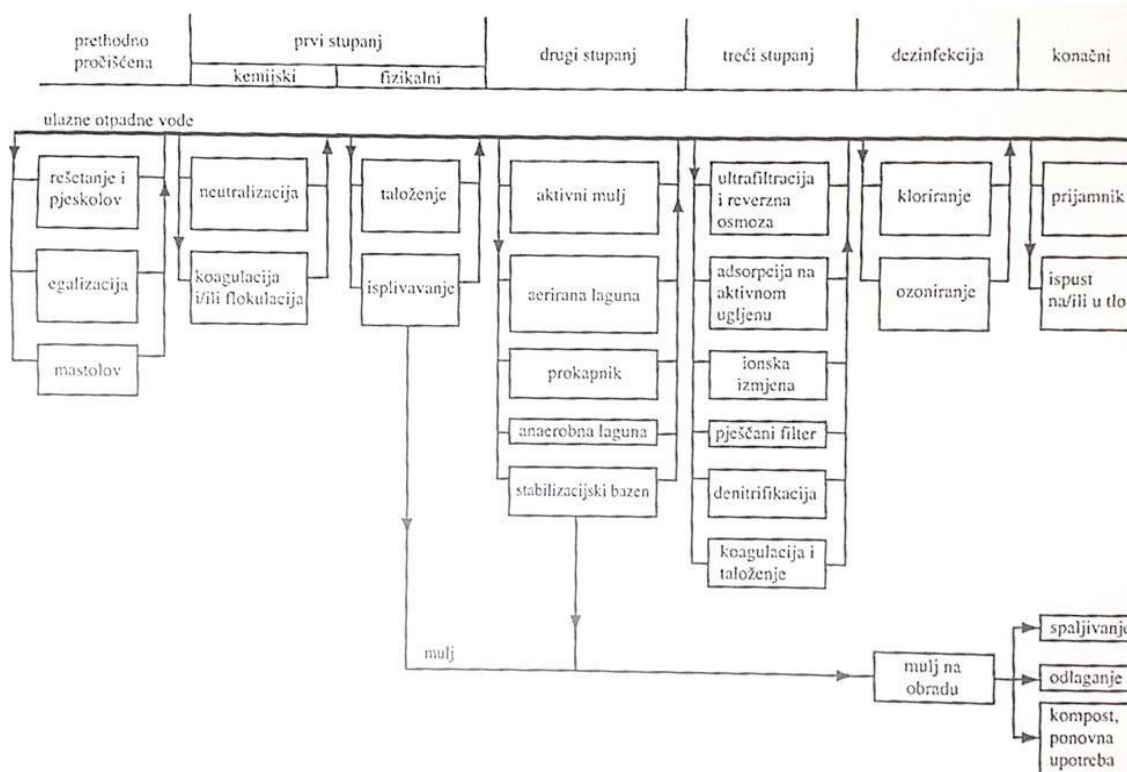
"Osjetljiva područja" su područja u koja je dopušteno ispuštanje otpadnih voda uz treći stupanj čišćenja (to su vode II. i III. kategorije).

"Manje osjetljiva područja" su područja u koja je dopušteno ispuštanje otpadnih voda uz odgovarajući stupanj čišćenja (to su vode III., IV. i V. kategorije).

"Posebno šticeana područja" su područja na kojima se provode posebne mjere zaštite voda poradi zahvata vode za piće ili posebno vrijednih vodnih područja i sl. [35]

Na uređajima za pročišćavanje najčešće se ugrađuju dvije tehnološke linije a to su linija otpadne vode i linija mulja te svaki proces ima određenu tehnološku svrhu.

Na slici 4. u nastavku prikazani su dijelovi tehnološke linije pročišćavanja otpadnih voda selektirani po mogućim načinima pročišćavanja otpadnih voda i njihov slijed.



Slika 4. Dijelovi tehnološke linije pročišćavanja otpadnih voda [4]

## 8.1. Kontrola ispuštanja otpadnih voda

Kontrola ispuštanja otpadnih voda provodi se u cilju zaštite voda i vodnoga okoliša provodi se prema načelima:

- otklanjanja štete na izvoru nastanka (obuhvaća štetu počinjenu vodama i vodnom okolišu koja se otklanja prvenstveno na izvoru nastanka)
- kombiniranog pristupa (propisivanje standarda kakvoće vode prema općoj svrsi zaštite voda, odnosno čuvanja života i zdravlja ljudi, zaštite vodnih ekosustava i drugih o vodi ovisnih ekosustava, zaštite prirode, smanjenja onečišćenja i sprječavanja daljnjeg pogoršanja stanja voda, zaštite i unapređenja stanja površinskih voda, omogućavanja neškodljivog i nesmetanog korištenja voda za različite namjene, kontrolu emisija primjenom najboljih raspoloživih tehnika u slučajevima točkastih izvora onečišćenja sukladno posebnim propisima o zaštiti okoliša i sl.)
- onečišćivač plaća (onečišćivač snosi troškove nastale onečišćavanjem voda i vodnog okoliša) [36]

Ispuštanjem otpadnih voda u prijemnike može doći do znatnog smanjenja otopljenog kisika, a u ekstremnim situacijama može i sasvim nestati. Iako je ispuštanje otpadnih voda posljednja operacija upravljanja sistemom odvodnje, uvjeti za njegovu provedbu imaju povratne posljedice na potrebni stupanj pročišćavanja otpadnih voda, i prema tome, nikako se ne mogu odvojiti od ovog problema.

Istodobno s ispuštanjem otpadnih voda treba kontrolirati stanje vodnih sistema u koje se ove vode ispuštaju, kako bi se spriječile sve neželjene promjene u ekosistemu. Poremećaji koji nastaju u ekološkim sistemima zbog ispuštanja otpadnih tvari su dugotrajniji i s višegodišnjim zakašnjenjem pojavljivanja njihovog utjecaja na okoliš.

Prema tome, uvjeti ispuštanja se ne smiju odrediti temeljem povratnih informacija, jer bi nakon nastalih promjena već bilo prekasno za promjenu načina upravljanja sistemom odvodnje.

Zato se pri ispuštanju otpadnih voda moraju primijeniti određeni kriteriji, odnosno propisani standardi, s kojima se zaštićuju ekološki sistemi od neželjenih promjena.

Budući da uvjeti ispuštanja otpadnih voda ovise i o svojstvima otpadnih voda i o svojstvima prijemnika, svi standardi za zaštitu ekosistema mogu se svrstati u dvije temeljne skupine:

- standardi prijemnika - određuju namjenu ili način iskorištavanja prijemnika i granične vrijednosti pojedinih pokazatelja kvalitete prijemnika,
- standardi ispuštene vode (efluenta) - određuju dopuštene dotoke pojedinih onečišćivača i granične vrijednosti emisija u otpadnim vodama, odnosno potrebni stupanj pročišćavanja otpadnih voda

Primjenom prve skupine standarda u povoljnijem su položaju potrošači vode koji otpadne vode ispuštaju u veću vodnu masu prijemnika. Takvi standardi omogućuju besplatno iskorištavanje procesa samopročišćavanja prijemnika. Standardima koji se odnose na ispuštene vode postiže se stroža kontrola ispuštenih otpadnih tvari, što u načelu iziskuje veće troškove pročišćavanja otpadnih voda.

U biti, oba ova pristupa zasnivaju se na potrebi da se zaštite prijemnici, samo što se propisi o standardu efluenta postepeno s vremenom sve više pooštravaju s ciljem da se postigne zadovoljavajuća kvaliteta prijemnika, odnosno da se unos onečišćenja (zagađenja) ne prilagodi kapacitetu prijemnika. [37] Fizikalni procesi pročišćavanja otpadnih voda podrazumijevaju metode za uklanjanje grubih i plivajućih tvari iz otpadnih voda: rešetanje, izravnavanje/ujednačavanje (egalizacija), miješanje, taloženje (sedimentacija), isplivavanje (flotacija), cijeđenje (filtriranje), adsorpcija.



Rešetanje podrazumijeva postavljanje grubih i finih rešetki kako bi se uklonile najgrublje čestice iz otpadne vode. Postupak ujednačavanja važan je kako bi se poboljšala učinkovitost rada uređaja za pročišćavanje jer tijekom dana dolazi do velikih oscilacija u protoku otpadne vode. Miješanjem se ostvaruje bolji kontakt sadržaja sa kemijskim tvarima koje se dodaju u različite svrhe. Da bi se uklonile taložive krutine iz otpadne vode koristi se taloženje koje je pod utjecajem gravitacije. U pjeskolovima-mastolovima odvija se zajednički taloženje i isplivavanje jer masti i ulja imaju manju gustoću od vode te isplivaju na površinu.

Tijekom filtracije, na sloj aktivnog ugljena vežu se otopljene i koloidne tvari a taj proces naziva se adsorpcija.

## **8.2. Fizikalno-kemijski procesi pročišćavanja**

Ovi procesi uključuju neutralizaciju, koagulacija, flokulacija, oksidacija i redukcija, dezinfekcija, ionska izmjena, membranski procesi.

Dodatkom odgovarajućih kemijskih spojeva postižu se različiti učinci: moguće je popraviti pH vrijednost vode (neutralizacija), omogućiti stvaranje većih pahuljica ( koagulacija ), spajanje čestica u pahuljice ( flokulacija ), oksidirati ili reducirati tvari u sustavu, smanjiti prisutnost različitih mikroorganizama ( dezinfekcija ) i slično.

## **8.3. Biološki procesi**

Obuhvaćaju razgradnju organskih otpadnih tvari s pomoću mikroorganizama tako što ih prevode u biomasu ili plinove.

Mikroorganizmi s obzirom na potrebu za kisikom mogu biti aerobni ( potreban im je kisik ) i anaerobni ( nije im potreban kisik ) te s obzirom na to postoje aerobni i anaerobni procesi pročišćavanja otpadnih voda. Također postoje još i fakultativni anaerobni mikroorganizmi koji mogu živjeti uz kisik i bez njega. U aerobnim procesima odvija se razgradnja organskih tvari pomoću aktivnog

mulja uz prisutnost kisika. U reaktorima mikroorganizmi mogu biti suspendirani u otpadnoj vodi unutar reaktora ili pričvršćeni na podlogu.

Aerobni procesi ovise o ulaznoj koncentraciji otpadnih tvari, koncentraciji mikroorganizama, vremenu kontakta supstrata s mikroorganizmima i količini raspoloživog kisika. Proces se odvija tako što otpadna voda ulazi u biološki reaktor u kojemu su raspršeni mikroorganizmi, zatim se aeracijom dovodi zrak uz miješanje čime se sprečava taloženje i postiže bolji kontakt između mikroorganizama i otpadne vode. Obrađena otpadna voda ide u naknadni taložnik u kojem se taloži aktivni mulj, te se dio aktivnog mulja vraća nazad u reaktor, a višak mulja se izdvaja i odvodi na daljnju obradu.

U aerobne procese ubraja se i nitrifikacija - proces oksidacije amonijaka do nitrata u dva stupnja:

1. stupanj - oksidacija amonijaka do nitrita uz oslobađanje energije
2. stupanj - oksidacija nitrita do nitrata

Anaerobna razgradnja organskih otpadnih tvari u vodi odvija se u tri stupnja: hidroliza, kiselinska i metanska fermentacija. Hidrolitičke bakterije razgrađuju nerazgrađene organske tvari ( ugljikohidrate, masti, bjelančevine ), a acetogene i acidogene bakterije pomažu u pretvorbi razgrađenih organskih tvari u alkohole, aldehide, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O i slično. Metanogene bakterije kao obavezni anaerobi koriste produkte iz kiselinskog vrenja i prevode ih u bioplin metan koji se može koristiti kao energent. [38]

Anaerobni proces nije ekonomičan za obradu otpadnih voda koje imaju biokemijsku potrošnju kisika (BPK) manju od 1000 mg/L zato što je potreban veliki volumen reaktora.

U anaerobne procese se ubraja i denitrifikacija pri čemu dolazi do redukcije nitrata do plinovitog dušika. Ovaj proces provode heterotrofne, obvezne ili fakultativno anaerobne bakterije iz rodova *Pseudomonas*, *Achromobacter* i *Bacillus*.

#### **8.4. Napredni procesi pročišćavanja otpadnih voda**

U napredne procese pročišćavanja otpadne vode ubrajaju se mikrofiltracija, ultrafiltracija, nanofiltracija te reverzna osmoza. Prolazak molekula otapala kroz polupropusnu membranu naziva se osmoza, a tlak koji se tada povećava naziva se osmotski tlak. Kada je tlak koji djeluje na otopinu u obrnutom smjeru veći od osmotskog, otapalo se istiskuje iz otopine i to se naziva reverzna osmoza. Kod membranskih procesa dolazi do izdvajanja tvari uz pomoć selektivne propusnosti membrane, a učinak odvajanja temelji se na razlikama u koncentracijama, tlakovima ili električnoj napetosti. Za izradu membrana služe različiti materijali kao što su celulozni acetati i poliamidi, a pore mogu varirati od 0,0001  $\mu\text{m}$  do 100  $\mu\text{m}$ . [39]

Ovisno o industriji i tipu proizvodnje, koriste se različite metode i vrste uređaja za pročišćavanje.

## 9. ZAKLJUČAK

Čovjek troši količinu vode ovisno o dostupnosti, običajima, klimatskim prilikama, stupnju razvoja urbanizacije, poljoprivrede, zdravstvenoj kulturi i industriji.

Smatra se da većina problema zagađenja vode započinje otpadnim vodama, čime se zagađuju zemljišta te ima direktan utjecaj na zdravlje ljudi i okoliš no zagađenju također pogoduje i razvoj naselja i povećanje standarda stanovništva zbog veće količine raznih vrsta zagađenja.

Zagađenje voda se danas smatra jednim od najtežih oblika zagađenja što je potvrđeno u ovom radu na način da su prikazana sva negativna svojstva otpadnih voda te njihov utjecaj na čovjeka i okoliš kao i mogući načini pročišćavanja.

Nepropisno izgrađena sanitarno-tehnička rješenja odvodnje otpadnih voda su područja na kojima je neophodno pristupiti s povećanom pažnjom kako bi se ugradnjom jedinstvenog sistema odvodnje i pročišćavanja očuvao okoliš i zdravlje čovjeka.

Jedan od osnovnih preduvjeta za pravilno upravljanje otpadnim vodama su poboljšanja kanalizacijskih sustava, septičke jame ili direktna ispuštanja u otvorene oborinske kanale.

Iz prethodno navedenih razloga, potrebno je kvalitetno obavljati komunalne djelatnosti te se mora povećati svijest čovjeka kako bi štetan utjecaj na okoliš doveo na minimalnu razinu.

Neodgovornim ponašanjem se smanjuju prirodne rezerve vode zbog onečišćenja što dovodi do izuzetnih napora koji se danas ulažu u svijetu kako bi se priskrbilo dovoljno kvalitetne vode.

## 10. LITERATURA

1. Prelec Z., Inženjerstvo zaštite okoliša, Obrada otpadnih voda, [http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/Inzenjerstvo\\_zastite\\_okolisa/8.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_okolisa/8.pdf), Pristupljeno 18. kolovoz 2018.
2. Valić F. i suradnici, Zdravstvena ekologija, Medicinska naklada, Zagreb, (2001.), ISBN 953-176-138-8
3. Grizelj Šimić V., Kontrola izvora onečišćenja voda, <https://hrcak.srce.hr/160341>, Stručni članak, str. 147-160, Pristupljeno 17. kolovoz 2018.
4. Ružinski N., Anić Vučinić A. Obrada otpadnih voda biljnim uređajima, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, (2010.) ISBN 978-953-169-201-4
5. Puntarić D., Ropac D. i suradnici, Higijena i epidemiologija, Medicinska naklada, Zagreb, (2017.) , ISBN 978-953-176-760-6.
6. Puntarić D., Mikulin M., Bošnjir J. i suradnici, Zdravstvena ekologija, Medicinska naklada, Zagreb, (2012.) , ISBN 978-953-176-760-6.
7. McElrone A. J. , Water Uptake and Transport in Vascular Plants, Nature Education, <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/water-uptake-and-transport-in-vascular-plants-103016037>, Pristupljeno 18. kolovoz 2018.
8. Križanac I., Lacić S., Primjena prirodoznanstvene metode u početnoj nastavi. <https://hrcak.srce.hr/82755>, Pristupljeno 16. kolovoz 2018.
9. Margeta J., Oborinske i otpadne vode: teret onečišćenja, mjere zaštite, Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, (2007.), ISBN 978-953-6116-34-8.
10. Habuda-Stanić M., Kuleš M., Arsen u vodi za piće, Kem. Ind., 51, (2002.), str. 337-342.

11. Čož-Rakovec R., Hacmanjek H., Teskeredžić Z., Tomec M., Teskeredžić E., Šojat V., Borovečki D., "Kisele kiše-problem današnjice", Ribarstvo, 53 (1995.), str. 25-42
12. Tušar B., Pročišćavanje otpadnih voda, Kigen d.o.o., Zagreb, (2009.) ISBN 978-953-6970-65-0
13. Zakon o vodama, (NN 153/09, 63/11, 130/11, 56/13, 14/14), <https://www.zakon.hr/z/124/Zakon-o-vodama>, Pristupljeno 17. kolovoz 2018.
14. Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće vode, <http://www.voda.hr/hr/novosti/uredba-o-standardu-kakvoce-voda-metodologije>, Pristupljeno 18. kolovoz 2018.
15. Strategija upravljanja vodama, Voda, [http://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/strategija\\_upravljanja\\_vodama.pdf](http://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/strategija_upravljanja_vodama.pdf), ISBN 978-953-7672-00-3, Pristupljeno 07. kolovoz 2018.
16. Podzemna voda, <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=48970>, Pristupljeno 17. kolovoz 2018.
17. Onečišćenje i zaštita voda, [http://www.unizd.hr/portals/4/nastavni\\_mat/2\\_godina/zastita\\_ok/predavanje\\_9.pdf](http://www.unizd.hr/portals/4/nastavni_mat/2_godina/zastita_ok/predavanje_9.pdf), Pristupljeno 17. kolovoz 2018.
18. "AGM-eco solutions", <https://www.ag-metal.net/otp-vode>, Pristupljeno 18. kolovoz 2018.
19. Importance of water, [http://www.uvas.edu.pk/doc/advisory\\_services/Dairy-farming/english/Importance\\_of\\_water.pdf](http://www.uvas.edu.pk/doc/advisory_services/Dairy-farming/english/Importance_of_water.pdf), Pristupljeno 18. kolovoz 2018.
20. Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće vode, <http://www.voda.hr/hr/novosti/uredba-o-standardu-kakvoce-voda-metodologije>, Pristupljeno 19. kolovoz 2018.
21. Perlman H., Evans J. , "The Water Cycle. U.S. Department of the Interior" <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>, Pristupljeno 17. kolovoz 2018.

22. Myerrs Stephen D. , "Urban Wastewater Projects - A Layperson's Guide. Wastewater Treatment, The European Water Pollution Control Association e.V." <http://www.nzdl.org/gsdlmod?e=d-00000-00---off-0cdl--00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4---0-0-11-10-OutfZz-8-10&a=d&c=cdl&cl=CL2.21&d=HASH015a066b1e5b431e61cba19e.4.7>,  
Pristupljeno 15. kolovoz 2018.
23. Državni plan za zaštitu voda, [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1999\\_01\\_8\\_98.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1999_01_8_98.html), Pristupljeno 17. kolovoz 2018.
24. Zakon o vodama, Značenje izraza pesticidi, [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_12\\_153\\_3744.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_12_153_3744.html), Pristupljeno 14. kolovoz 2018.
25. G., Obayashi, Management of industrial pollutants by anaerobic processes, Second printing, Michigan, (1985.) str. 2
26. Industrijske otpadne vode , <https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka:620/preview>, Pristupljeno 16. kolovoz 2018.
27. Zakon o vodama, <http://propisi.hr/print.php?id=9886>, Pristupljeno 20 . kolovoz 2018.
28. Hrvatska vodoprivreda, [https://www.voda.hr/sites/default/files/casopis/226\\_hrvatska\\_vodoprivreda\\_web.pdf](https://www.voda.hr/sites/default/files/casopis/226_hrvatska_vodoprivreda_web.pdf),  
Pristupljeno 17. kolovoz 2018.
29. Zakon o vodama, <https://www.zakon.hr/z/124/Zakon-o-vodama>, Pristupljeno 20. kolovoz 2018.
30. Prilog hidrologiji krškog izvora Rječine, <https://hrcak.srce.hr/183729>, Pristupljeno, 15. kolovoz 2018.
31. Ekotoksikologija, [http://bib.irb.hr/datoteka/743709.Tahir\\_Sofilic\\_EKOTOKSIKOLOGIJA.pdf](http://bib.irb.hr/datoteka/743709.Tahir_Sofilic_EKOTOKSIKOLOGIJA.pdf),  
Pristupljeno, 16. kolovoz 2018.

32. Pesticidi – utjecaji i posljedice, <https://zir.nsk.hr/islandora/object/fkit:360/preview>,  
Pristupljeno, 17. kolovoz 2018.
33. Utjecaj kemijske regeneracije na razgradnju diklofenaka UV/TiO<sub>2</sub> procesom  
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/fkit:87/preview>, Pristupljeno, 17. kolovoz 2018.
34. Zakon o vodama, <https://www.zakon.hr/z/124/Zakon-o-vodama>, Pristupljeno, 17.  
kolovoz 2018.
35. Studija zaštite voda PGŽ,  
[https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/primorsko-goranska\\_zupanija.pdf](https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/primorsko-goranska_zupanija.pdf),  
Pristupljeno, 16. kolovoz 2018.
36. Zakon o zaštiti okoliša, [https://www.zakon.hr/z/194/Zakon-o-za%C5%A1titi-  
okoli%C5%A1a](https://www.zakon.hr/z/194/Zakon-o-za%C5%A1titi-okoli%C5%A1a), Pristupljeno, 17 . kolovoz 2018.
37. Uvjeti ispuštanja otpadnih voda, <https://www.ag-metal.net/odvodjenjeefluenta.htm>,  
Pristupljeno, 18, kolovoz 2018.
38. Usporedba fizikalno – kemijskih, naprednih oksidacijskih procesa i bioloških  
tehnika za obradu tekstilnih otpadnih voda ,  
<https://repozitorij.vuka.hr/en/islandora/object/vuka%3A717/datastream/PDF/view>,  
Pristupljeno, 17. kolovoz 2018
39. Problematika zbrinjavanja i pročišćavanja otpadnih voda - zakonski propisi,  
<https://hrcak.srce.hr/166601>, Pristupljeno, 17. kolovoz 2018.



## **11. PRILOZI**

### **11.1. POPIS SLIKA:**

Slika 1. Ciklus kruženja vode u prirodi (hidrološki ciklus) (1).....	14
Slika 2. Industrijske otpadne vode.....	17
Slika 3. Poljoprivredne otpadne vode.....	18
Slika 4. Dijelovi tehnološke linije pročišćavanja otpadnih voda.....	29

### **11.2. POPIS TABLICA:**

Tablica 1. Vrste otpadnih voda prema izvoru njihova nastanka.....	15
Tablica 2. Najčešći štetni biološki i kemijski agensi u pitkoj vodi.....	25
Tablica 3. Onečišćivači u otpadnim vodama.....	26