

# Otpadne vode- karakteristike, zaštita, zakonska regulativa

---

**Tomas, Antonija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*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:128:864613>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-11**



**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**

**Antonija Tomas**

**OTPADNE VODE - KARAKTERISTIKE, ZAŠTITA, ZAKONSKA  
REGULATIVA**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2016**



**POLYTECHNIC OF KARLOVAC**  
**DEPARTMENT OF SAFETY AND PROTECTION**  
**PROFESIONAL STUDIES SAFETY AND PROTECTION**

**Antonija Tomas**

**WASTEWATER – FEATURES, PROTECTION, LEGISLATION**

**FINAL WORK**

**Mentor: dr.sc.Zlatko Jurac prof.v.š.**

# **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**Antonija Tomas**

**OTPADNE VODE – KARAKTERISTIKE, ZAŠTITA, ZAKONSKA  
REGULATIVA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor: dr.sc.Zlatko Jurac prof.v.š.**

# **KARLOVAC,2016**

Veleučilište u Karlovcu

ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE

**Studij:** SIGURNOSTI I ZAŠTITE

**Usmjerenje:** ZAŠTITA NA RADU

## **ZAVRŠNI ZADATAK**

**Student:** Antonija Tomas

**Matični broj:**0415606426

**Naslov rada:** OTPADNE VODE – KARAKTERISTIKE, ZAŠTITA, ZAKONSKA  
REGULATIVA

### **Opis zadatka:**

1. Uvod
2. Podjela otpadnih voda
3. Karakteristike i zaštita
4. Zakonska regulativa
5. Zaključak

**Zadatak zadan:**

**01/2016**

**Rok predaje:**

**03/2016**

**Predviđeni rok obrane:**

**04/2016**

**Mentor:**

Dr.sc. Zlatko Jurac, prof v.š.

**Predsjednik Ispitnog Povjerenstva**

Dr.sc. Nikola Trbojević, viši predavač

## Predgovor

Pod punom moralnom odgovornošću izjavljujem da sam diplomski rad izradila samostalno, znanjem stečenim tijekom stručnog studija, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora dr.sc. Zlatka Jurca prof. v.š.

Zahvaljujem svom mentoru dr.sc. Zlatku Jurcu prof.v.š. na ukazanom povjerenju, pruženoj pomoći i savjetima tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Od srca se zahvaljujem i svojoj obitelji na razumjevanju i pruženoj potpori tijekom studija.

Na kraju se zahvaljujem kolegama i prijateljima na pruženoj pomoći i podršci tijekom studiranja i izrade diplomskog rada.

## SAŽETAK:

Početak 21. stoljeća razvija se svijest o važnosti očuvanja okoliša, pa tako i voda, ali taj proces traje i danas. Voda je najzastupljenija tvar u građi svih živih bića i obuhvaća najveći dio Zemljine površine, čak 70,8 % dok je 29,2 % kopno.

Svakom upotrebom vode iz brojnih vodoopskrbnih sustava za različite namjene dolazi do promjene njezinih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava te nastaju otpadne vode bilo industrijske, kućanske, poljoprivredne ili oborinske. Takve vode potrebno je prikupiti te na prikladan način pročititi i odvesti u prijemnik bez štetnih posljedica za okoliš. U posljednje vrijeme sve važnija obrada otpadnih voda i izgradnja uređaja za pročišćavanje na kraju sustava gradske kanalizacije ali i u okviru industrijskog pogona prije upuštanja u gradski kanalizacijski sustav. Također je važno poznavati vrstu i sastav otpadne vode kako bi se mogao primijeniti odgovarajući proces pročišćavanja i kako bi učinak bio što bolji. U prehrambenoj industriji otpadne vode se nakon prethodnog i primarnog stupnja pročišćavanja dalje obrađuju biološkim postupkom.



## SUMMARY:

Beginning of the 21 century develops an awareness of the importance of preserving the environment, including water, but that process is ongoing. Water is the most common substance in the composition of all living beings and includes most of the Earth's surface, about 70.8% while 29.2% is land. Any use of water from many water supply systems for different purposes, there is a change of its physical, chemical and biological properties and it results wastewater whether industrial, household, agricultural or storm. Such water must be collected and appropriately purified and returned to the receiver without consequences to the environment. Lately more and more is important wastewater treatment and construction of wastewater treatment plant at the end of the city's sewage system but also in the industrial plant before entering the city sewer system. It is also important to know the nature and composition of the waste water to be able to apply the appropriate process of purification and to improve the effect. In the food industry wastewater after preliminary and primary treatment stage are further processed by biological process.

Sadržaj:	Str.
1.UVOD.....	1
2.PODJELA OTPADNIH VODA.....	3
2.1.Karakteristike otpadnih voda.....	4
2.2.Karakteristike kućanskih otpadnih voda.....	5
2.3.Karakteristike industrijskih otpadnih voda.....	6
2.4.Karakteristike poljoprivrednih otpadnih voda.....	8
2.5.Oborinske otpadne vode.....	9
2.6.Procjedne vode.....	10
3.SVOJSTVA OTPADNIH VODA.....	11
4.SUSTAV ZA ODVODNJU OTPADNIH VODA.....	15
4.1.Kanalizacija.....	16
4.2.Elementi kanalizacijskog sustava.....	16
4.3.Kanalska mreža.....	17
4.4.Oblici kanala i materijali.....	17
4.5.Objekti na kanalskoj mreži.....	18
4.6.Vrste kanalizacijskih sustava.....	18
4.7.Osnovne sheme kanalizacije.....	19
4.8.Hidraulički proračun kanalizacijske mreže.....	20
4.9.Položaj kanala u prometnici i kućni priključci.....	21
5.OSNOVNI POSTUPCI OBRADJE OTPADNIH VODA.....	22
5.1.Mehanička predobrada.....	22
5.2.Fizikalno-kemijska obrada.....	24
5.3.Otpadne vode iz termoelektrane.....	25
5.4.Javni kanalizacijski sustav.....	27

5.5.Pročišćavanje otpadnih voda iz sustava javne odvodnje.....	28
5.6.Rezultati i ocjena stanja.....	28
6.ZAŠTITA VODA.....	30
6.1.Sustavi zaštite voda iz točkastih izvora onečišćenja voda.....	31
6.2.Priključenost stanovništva na kanalizacijski sustav.....	31
6.3.Priključenost stanovništva na uređaje za pročišćavanje otpadnih voda.....	32
6.4.Uređaji za prethodno ročišćavanje i pročišćavanje industrijskih/tehnoloških otpadnih voda.....	33
6.5.Mjere zaštite voda raspršenih izvora onečišćenja.....	34
7.ZAKONSKA REGULATIVA.....	35
7.1.Zakonski propisi o ispuštanju otpadnih voda.....	35
7.2.Zakonski stupnjevi pročišćavanja.....	36
8.ZAKLJUČAK.....	38
9.LITERATURA.....	39

## 1.UVOD

Suvremeno doba obilježeno je sve većom potrošnjom vode u industriji i urbanim sredinama. Upotrebljena voda opterećena otpadnim organskim i anorganskim tvarima, odnosno onečišćenjima, ispušta se u vodotoke, jezera ili mora. Onečišćenja ugrožavaju biološku ravnotežu vodnih ekosustava, a ovisno o količini i vrsti onečišćenja mogu dovesti u pitanje i njihov opstanak. Površinske vode napajaju podzemne vodonosne slojeve i tako obnavljaju zalihe podzemne vode koja je najvredniji izvor pitke vode za čovjeka. Narušena kakvoća površinske vode i sve veća potrošnja čiste podzemne vode ugrožavaju prirodne procese samopročišćavanja, odnosno kakvoću i opstanak izvora pitke vode. Zato je pročišćavanje otpadne vode već desetljećima nužnost koja daje poticaj istraživanju i razvoju novih tehnologija obrade, kao što je i cjeloviti sustav upravljanja vodnim bogatstvom preduvjet njegovog održanja.

Poznato je da najstariji ostaci kanala i dijelova za pročišćavanje otpadnih voda potječu čak iz 6000 godina prije n.e. za vrijeme vladavine kralja Davida, Jeruzalem je imao sustav za odvodnju otpadnih voda sličan današnjoj kanalizaciji. Još u antičkim vremenima se pokušavalo pročistiti otpadne vode upijanjem u porozna tla (Grčka prije n.e.).

Velike količine otpadne vode od stanovništva, industrija i oborinskih voda s urbanih površina odvodile su se u najbliži vodotok. Tako su se postizala dovoljna razrijeđenja pa se smatralo da je to najbolji i najjeftiniji način zbrinjavanja otpadne vode. Prvi uređaj za pročišćavanje vode za gradski vodovod Londona izgradio je James Simpson godine 1829.-1839., radio je na principu procijeđivanja otpadne vode kroz pješčani filter. Početkom 19.st. Engleska je bila zemlja s najvećim brojem stanovništva i najrazvijenijom industrijom. 1989.godine imenovana je Kraljevska komisija za uklanjanje otpadne tvari, kojoj je bila zadaća utvrditi ključne pokazatelje koji određuju kakvoću vode te razvijati postupke pročišćavanja otpadne vode prije ispusta u vodotoke.

Briga za uklanjanje otpadnih tvari i otpadne vode, te gradnja kanalizacijskih sustava i danas sporo napreduje.

U Republici Hrvatskoj je na sustav javne vodoopskrbe priključeno oko 77% stanovništva, na sustave kanalizacije manje od 50%, pročišćava se samo 35% otpadnih voda, a

na zadovoljavajući način tek nešto više od 10%. Pročišćavanje industrijskih otpadnih voda najčešće je ne odgovarajuće i takve vode završavaju u gradskoj kanalizaciji.

U Republici Hrvatskoj veliki broj stanovnika nije priključen na kanalizacijski sustav, već probleme otpadnih voda rješavaju individualno, uglavnom na načine koji nisu povoljni za okoliš. Problem leži u neodgovarajućem ispuštanju otpadnih voda iz pojedinih naselja i industrija, gdje se pojavljuje niz ispusta otpadne vode duž vodotoka uglavnom bez ikakve prethodne obrade. Najučinkovitija zaštita površinskih i podzemnih voda, te obalnog mora može se postići ako se otpadne vode pročiste prije ispusta i ako se dobro izvede kanalizacijski sustav (važno je osigurati nepropusnost).

Nažalost se i danas još otpadne vode često ispuštaju bez pročišćavanja u prirodne recipijente kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Prikaz neadekvatnih objekata za odvodnju otpadnih voda

## 2. PODJELA OTPADNIH VODA

Otpadne vode predstavljaju mješavinu raznih vodom nošenih onečišćenja. To je upotrebljena voda iz naselja i industrije, točnije otpadnim vodama nazivaju se vode koje su promijenile svoj prvobitni sastav unošenjem štetnih tvari čija prisutnost uzrokuje promjenu fizičkih, kemijskih, bioloških ili bakterioloških karakteristika vode zbog čega se ne mogu koristiti u poljoprivedi niti u bilo koje druge svrhe. Otpadne vode određene su svojim fizičkim, kemijskim i biološkim svojstvima ali ta svojstva bitno ovise o samom porijeklu.

U otpadne vode svrstavaju se:

- ***Kućanske otpadne vode*** - otpadne vode nastale uporabom sanitarnih trošila vode u kućanstvu, hotelima, uredima, kinima i u objektima industrijskih pogona koji također imaju izgrađene sanitarne čvorove za radnike
- ***Industrijske otpadne vode*** - nastale su upotrebom vode u procesu rada i proizvodnje, u industrijskim i drugim proizvodnim pogonima, te rashladne vode onečišćene temperaturom
- ***Oborinske otpadne vode*** - nastale od oborina koje se više ili manje onečišćuju u doticaju s nižim slojevima atmosfere, površinama tla, krovovima i slično.

Ove tri grupe otpadnih voda uobičajeni su sastav komunalnih otpadnih voda, a njima se mogu priključiti i otpadne vode od pranja javnih prometnih površina i eventualno procjedne vode s odlagališta neopasnog otpada. Na žalost se i danas još otpadne vode često ispuštaju bez pročišćavanja u prirodne recipijente.

## 2.1. Karakteristike otpadnih voda

Materijali i oprema u kanalizacijskom sustavu izloženi su različitim utjecajima koji također ovise o brojnim faktorima-npr.poziciji pojedine cjeline u kanalizacijskom sustavu,geografskom položaju klimatskim uvjetima itd., u kojima se kanalizacijski sustav nalazi.

Fizikalni,kemijski i biokemijski sustav otpadnih voda je također ovisan o mnogobrojnim faktorima, između ostalog i o potrošnji vode po osobi u kućanstvu, topografskim i geografskim uvjetima kanalizacijskog sustava, tipovima industrijskih otpadnih voda i ostalih, tzv. tuđih voda (oborinske, podzemne, drenažne) koje nekontrolirano ulaze u kanalizacijski sustav.

Fizikalne karakteristike otpadnih voda koje utječu na hidrauličko konstruiranje cjevovoda su vrlo slične karakteristikama pitke vode. Međutim, agresivnost (korozivnost) takvih voda može bitno odstupati od obične vode. Može doći i do intenzivnog obraštanja stijenki mikroorganizmima, čiji produkti mogu biti korozivni po stijenkama sustava, stvaranja anaerobnih uvjeta u sustavu što pogoduje razvijanju drugih agresivnih tvari. U kanalizacijski sustav mogu dospjeti i jako lužnate ili jako kisele supstance i također pokrenuti ili ubrzati korozijske procese. Otpadne vode imaju u prosjeku i povišenu temperature, tako da se in a taj način ubrzavaju kemijski procesi korozije materijala.

Sustav za odvod i obradu otpadnih voda mogu biti izvori za različite tipove onečišćenja okoliša-npr.emisije kemikalije, čestice, aerosol, mikroorganizama, neugodnih mirisa pa čak i kao izvori buke-i svaki od njih mora biti kontroliran i održavan unutar zakonski predviđenih granica.

## 2.2. Karakteristike kućanskih otpadnih voda

Nastaju na sanitarnim čvorovima stambenih, javnih, industrijskih i drugih objekata gdje žive i rade ljudi, koji u fiziološkom procesu uzrokuju zagađenja u tekućem ili čvrstom obliku. Slično je i sa domaćim životinjama koje se uzgajaju na farmama i na drugim pojedinačnim mjestima. U ove vode također ubrajamo i otpadne vode od čišćenja prostorija, spremanja hrana, pranja posuđa i rublja, održavanja higijene... Količina sanitarnih otpadnih voda zavisi o specifične potrošnje vode, pa je jednaka ili manja od nje 10%.

- **Sive vode**- predstavljaju otpadne vode iz kupaonica, tuševa, praonica I bazena; ne sadržavaju mnogo krutih tvari I postoji mogućnost prenamjene te ako postoji razdjelni sustav odvodnje kućanskih otpadnih voda, mogu se koristiti za zalijevanje vrtova. Sive se vode mogu pročišćavati, no to nije baš u širokoj primjeni zbog problema koji nastaju u tijeku pročišćavanja što poskupljuje i otežava proces
- **Crne vode**- otpadne vode iz kuhinja i sanitarnih čvorova

Temperatura kućanskih otpadnih voda povišena je u usporedbi s vodom iz vodoopskrbnog sustava zbog uporabe tople vode u kuhinjama I kupaonicama te u kanalizacijskom sustavu zbog procesa biorazgradnje. Gradske vode neugodna su izgleda, boje i mirisa, što uzrokuje dodatno onečišćenje prijemnika u estetskom smislu.



## 2.3. Karakteristike industrijskih otpadnih voda

Različiti tehnološki procesi procesi u industriji uvjetuju i različite sastave otpadnih voda i prema tome, imamo dvije osnovne grupe.

- **biološki razgradive** – one koje se mogu miješati s gradskim otpadnim vodama, odnosno odvoditi zajedničkom kanalizacijom (npr. Iz nekih prehrambenih industrija)
- **biološki nerazgradive** – one koje se moraju podvrći prethodnom postupku pročišćavanja prije mješanja s gradskom otpadnom vodom (npr. Iz kemijske metalne industrije).

Često se još spominju onečišćene vode i uvjetno čiste pri čemu se u uvjetno čiste vode ubrajaju one vode koje uporabom nisu pretrpjele značajne promjene fizikalnih i kemijskih svojstava te se mogu bez predobrade ispustiti u kanalizaciju ili prijemnik. Većina industrija upotrebljava znatne količine vode kao rashladne vode, pri čemu temperature vode raste, veliki dio vode ispari, a posljedica je povećanje koncentracija soli u otpadnoj vodi i toplinsko onečišćenje vode. Svaka industrija čini specifičan problem po temeljnim sastojcima u otpadnoj vodi, a pojedine industrijske otpadne vode mogu sadržavati sastojke koji su otrovni ili teško razgradivi te interferiraju sa živim svijetom okoliša. To su teški metali, kiseline, lužine, nafta i naftni derivati, masti i mineralna ulja, radioaktivni izotopi, sintetički kemijski spojevi, dakle sastojci koje ne sadržavaju prirodne vode. Prije nego što se takve vode priključe na gradsku kanalizacijsku mrežu potrebno ih je prethodno pročistiti iz nekoliko razloga:

- ✚ kako bi se uklonile toksične i postojanje tvari koje se gomilaju u živom organizmu i sprečavaju biološku razgradnju
- ✚ kako bi se iz otpadnih voda izdvojile eksplozivne, korozivne i zapaljive tvari koje oštećuju kanalizacijske objekte i cijevi

- ✚ kako bi se uklonili inhibitori koji onemogućavaju rad uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda

Kada je u otpadnoj vodi veća količina dušika, pretpostavlja se da je to zbog utjecaja industrije. pH-vrijednost gradskih otpadnih voda kreće se oko 7-7,5, dok je pH-vrijednost industrijskih otpadnih voda uglavnom veća ili manja od toga. Također se u industrijskoj otpadnoj vodi pojavljuju teški metali, visok salinitet i njegove nagle oscilacije te je povišena temperatura.



## Industrijske otpadne vode

Slika2. Prikaz industrijskih otpadnih voda

## 2.4. Karakteristike poljoprivrednih otpadnih voda

Oborine ili sustavi za navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta ne mogu dovesti točnu količinu vode potrebnu za pojedne agrokulture na pojedinim poljoprivrednim zemljištima. Sva dovedena voda se ne može apsorbirati ili ispariti/ishlapiti s mjesta dovođenja nego će se određeni “višak” vode procjediti u dubinu do podzemnih voda ili otjecati do obližnjih površinskih voda. Taj tzv. višak vode predstavlja poljoprivredne otpadne vode. Poljoprivredne otpadne vode potrebno je odvesti s njesta nastajanja , dodatno obraditi i što je više moguće ponovo iskoristiti u sljedećem ciklusu navodnjavanja zemljišta.

Sastav poljoprivrednih otpadnih voda ovisi o primjenjenoj tehnologiji obogaćivanja zemljišta gnojivom, hranjivim tvarima, primjenjenim herbicidima, biocidima, fungicidima i poljoprivrednim kulturama koje se pretežno na određenim područjima uzgajaju.



Slika3. Prikaz poljoprivrednih otpadnih voda

## 2.5. Oborinske otpadne vode

Ove vode formiraju se kao površinski oticaj od padalina ili topljenog snijega sa urbanog područja. U ove vode se ubrajaju i otpadne vode od pranja uličnih površina, trotoara, kolnika... Količina i kvaliteta ovih otpadnih voda zavisi o inteziteta i učestalosti padalina, od načina održavanja javne higijene, od broja i intezititeta motornog prometa, vrste površinske obrade terena i prometnih površina, zagađenja atmosfere, klimatskih uvjeta... Po ukupnoj bakteriološkoj zagađenosti, oborinske otpadne vode su slične sanitarnim. Međutim, oborinske otpadne vode sa industrijskih površina nose značajne količine bakra, olova, arsena, sa asfaltnih površina naftne produkte što dodatno ugrožava sanitarne čvorove. Nažalost, praksa je da se ove vode ne pročišćavaju, jer se smatraju čistima, što nekad nije tako upravo iz navedenih razvoja.



Slika4. Prikaz oborinskih otpadnih voda

## **2.6. Procjedne vode**

Procjedne vode jesu podzemne vode, čiste vode, filtrirane tečenjem kroz slojeve tla. Pri rješavanju odvodnje otpadni voda, često kod objekata na padini brda ili kod dubokih podruma dolazimo procjeđivanja podzemne vode, koja mora biti prikupljena posebnim sustavom kanalizacije-drenažom, i uključena u zajednički odvodni sustav.

### 3. SVOJSTVA OTPADNIH VODA

Otpadne vode predstavljaju u stvari mješavinu raznih vodom nošenih onečišćenja (otpadaka). Stoga svojstva ovih voda bitno ovise o njihovom porijeklu (kućanske, industrijske i oborinske vode)

Glavni pokazatelj svojstava otpadnih voda jesu:

1. krupni (površinski) otpaci,
2. krutine,
3. mikroorganizmi,
4. hranjive soli (biogene soli),
5. postojeće tvari (perzistentne tvari),
6. otrovne tvari,
7. radioaktivne tvari,
8. otpljeni plinovi,
9. povišena temperatura vode.

**1. *Krupni otpaci:*** To su papir, krpe, kore od vaća i ostali krupniji organski i sintetski otpaci. Za razgradnju krupnih organskih otpadaka troši se kisik, pa se tako smanjuje količina otopljenog kisika u vodi.

**2. *Krutine*** su tvari organskog i anorganskog porijekla koje se u otpadnim vodama nalaze u :

- a) Otopljenom stanju,
- b) Koloidnom stanju,
- c) Lebdećem stanju

Otopljene tvari uglavnom uzrokuju promjenu boje, a kloidi i lebdeće tvari tvore mutnoću. Povećana mutnoća vode sprječava prodiranje svjetlosti, što usporava fotosintezu. Zbog toga se u većim dubinama smanjuje količina kisika, pa se povećava zona anaerobne razgradnje organske tvari, čim se stvaraju plinovi neugodnog mirisa. (Miris u vodi može potjecati i od unošenja nekih kemijskih spojeva, naročito kad se uvode industrijske otpadne vode).

3. **Mikroorganizmi** predstavljaju jednostanične i višestanične organizme koji se nalaze u svim otpadnim vodama. Za pročišćavanje otpadnih voda od naročito su značaja dvije skupine mikroorganizama i to:
- a. *Mikroorganizmi razlagači* - ovi mikroorganizmi biološki razgrađuju organsku tvar da anorganske, troše otopljeni kisik pa se može pojaviti neželjeni manjak kisika, odnosno anaerobno stanje.
  - b. *Mikroorganizmi iz probavnog traka ljudi i životinja* - ovi mikroorganizmi su temeljni pokazatelj kućanskih otpadnih voda, ali ih ima i u 7 industrijskim otpadnim vodama. Među ovom skupinom mikroorganizama su posebno značajni patogeni mikroorganizmi koji mogu uzrokovati razna oboljenja kao što su hepatitis, kolera, tuberkuloza... Bolesti se mogu prenjeti kupanjem u nečistoj vodi (dodir kože) ili konzumiranjem proizvoda iz vode (školjke koje se jedu sirove).
4. **Hranjive soli** nastaju procesom razgradnje organske tvari i iz otpadnih voda i voda ispuštenih u prirodne umjetne spremnike. Ovaj proces vezan je uz nastanak soli dušika i fosfora, koje sudjeluju u stvaranju bjelancevina koje potiču razvoj planktona i zelenih biljaka. U slučaju da se ispusti veća količina otpadnih voda bogatih organskim tvarima u vodene sustave sa slabijom izmjenom vode, povećava se količina hranjivih soli i ako su uvjeti za razvoj biomase povoljni dolazi do prekomjernog rasta planktona i cvatnje otrovnih algi.
5. **Postojane tvari** ovo se odnosi na organske i sintetske biološki nerazgradive ili teško razgradive tvari, a od posebnog značaja to su:
- a. *Mineralna ulja* dolaze iz kućanskih i industrijskih otpadnih voda. Na vodenoj površini stvaraju plavu tanku prevlaku i zbog toga ometa otapanje kisika u vodi.
  - b. *Pesticidi* dolaze ispiranjem poljoprivrednih zemljišta ali i iz industrijskih otpadnih voda.

Najopasniji pesticid je klorirani ugljikovodik (DDT, dieldrin, lindan, endrin) i danas je proizvodnja i primjena ovog pesticida u potpunosti zabranjena.

*c. Detergenti* dolaze iz kućanskih i industrijskih otpadnih voda. Unose se velike količine fosfata što uzrokuje eutrofikaciju. Prema molekularnoj strukturi razlikujemo tvrdi detergent i meki detergent

*d. Plastične tvari* dolaze iz kućanskih i industrijskih otpadnih voda u obliku konca, mrežica, vrećica...

6. **Otrovne tvari** predstavljaju tvari koje u svojim količinama i svojstvima uzrokuju bolesti živih organizama, nenormalno ponašanje, kancerogene i fizičke promjene, te na posljetku i smrt. Ovim tvarima smatraju se teški metali (živa, olovo, nikal, cink...) i otrovni spojevi (cijanidi, fluoridi...). Iako su ove tvari su u malim količinama potrebne za razvoj organizma u većim količinama su vrlo otrovne.
7. **Radioaktivne tvari** mogu biti prirodnog i umjetnog porijekla. Pod prirodne izvore zračenja spadaju elementi litosfere i svemirska zračenja, dok pod umjetne izvore zračenja spadaju radioaktivni elementi koji se nalaze u industrijskim otpadnim vodama prvenstveno nuklearnim elektranama.
8. **Otopljeni plinovi** u otpadnim vodama postoje u različitim koncentracijama. Najvažniji je kisik koji omogućuje život, a dobiva se obnavljanjem iz zraka te procesom fotosinteze. Pored kisika tu su još ugljični dioksid koji dolazi iz zraka ili razgradnjom organske tvari te sumorovodik koji nastaje razgradnjom organskih i nekih anorganskih spojeva.
9. **Povišena temperatura vode** posljedica ispuštanja rashladnih voda iz industrijskih postrojenja, posebno termoelektrana i nuklearnih elektrana. Toplija voda sadrži manje



otopljenog kisika, a ubrzava metaboliza, organizama te se na taj način kisik brže troši pa se pojavljuje manjak kisika što uzrokuje mijenjanje životnih uvjeta staništa.

Uz ove, u otpadnim vodama mogu biti prisutne i druge tvari koje mogu biti štetne i nepovoljno djelovati na procese pročišćavanja otpadnih voda. To su razne eksplozivne, zapaljive i korozne tvari, kiseline i lužine.

## 4. SUSTAV ZA ODVODNJU OTPADNIH VODA

Kanalizacijski sustav odvodi otpadne tvari, ali i energiju (toplinu). Njima se odvođe kućanske (sanitarne) vode, industrijske otpadne vode i poljoprivredne vode.



Slika5. Slika kanalizacijskog sustava

Ako se kućanske i industrijske vode usmjeravaju i odvođe jednim sustavom, taj se sustav tada naziva-komunalni sustav ili gradska kanalizacija. Brojne su izvedbe, odnosno tipovi kanalizacijskih sustava s obzirom na prihvati i odvođenje oborinskih i otpadnih voda. S obzirom na hidrauličke uvjete u cvjevovodu razlikuju se kanalizacijski sustavi s tlakom i bez tlaka. ukoliko je riječ o tlačnim sustavima, oni se mogu, ovisno o potrebama i mogućnostima izvesti kao sustavi s predtlakom ili s podtlakom. Gravitacijski sustavi su opterećeniji na koroziju s unutrašnje strane cijevi zbog prisustva zraka i neujednačenog nastujavanja vode na stjenke cijevi. Kanalizacijski sustavi su pretežno zatvorenog tipa. Ponekad, pretežno izvan naseljenih područja, otpadne vode se odvođe otorenim kanalima.

## 4.1. Kanalizacija

Pod pojmom kanalizacija podrazumjeva se skup inženjerskih građevina i mjera koje služe za:

- ✚ sakupljanje otpadnih voda u urbanism i industrijskim sredinama;
- ✚ transport do mjesta pročišćavanja i ispozicije;
- ✚ čišćenja do stupnja uvjetovanog lokalnim prilikama i zakonskim uredbama;
- ✚ dispozicija pročišćenja vode u odgovarajući prijemnik.

Važno je da se pri tranportu i dispoziciji otpadne vode ne ugrozi ekološka stabilnost područja sa kojeg se sakuplja otpadna voda i kojima se ona transportira te prijemnika u kojeg se disponira. Put transporta otpadne vode treba biti što kraći i što brži (u prostornom smislu-ekonomski aspect, vremenski-minimalno vrijeme zadržavanja otpadne vode u kolektorima).

## 4.2. Elementi kanalizacijskog sustava

Odvođenje otpadnih voda kanalizacijskim sustavom funkcionalno je povezano s vodoopskrbom, odnosno vodoopskrbnim sustavom.

Kanalizacijski sustav čine:

- ✚ kanalizacijska mreža:
  - sekundarna (sporedna) kanalizacijska mreža (kolektor);
  - glavna (primarna) kanalizacijska mreža (kolektor);
- ✚ objekti (građevine):
  - crpne stanice, ulazna okna, prekidna okna, revizionna okna, preljevne građevine...
- ✚ uređaji za pročišćavanje otpadnih voda;
- ✚ ispusti.

### 4.3. Kanalska mreža

Kanalska mreža se sastoji iz glavnog priključnog kanala, sekundarnog kanala, glavnih sakupljača i kanala koji otpadnu vodu dovodi do uređaja za čišćenje ili direktno do prijavnika otpadne vode. Kanalizacijski sustavi mogu biti mješoviti ili razdjelni, polurazdjelni, nepotpuni razdjelni ili kombinirani. Kanalizacijske sheme su nastale zbog želje da se sa što veće površine otpadne vode prikupe gravitacijom i dovedu do najnižeg područja u naselju. Ovisno o reljefu terena i o veličini područja koje kanaliziramo poprimaju različite oblike. Prema načinu polaganja glavnih sakupljača otpadnih voda razlikujemo sljedeće sheme kanalizacije:

- ✚ paralelna;
- ✚ obuhvatna;
- ✚ radijalna;
- ✚ prstenasta;
- ✚ granasta;
- ✚ zonirana.

Odabir sheme polaganja glavnih kanala zavisi o konfiguraciji terena, području odvodnje, veličini površine, značajkama prijavnika, geološkim uvjetima tla i sl.

### 4.4. Oblici kanala i materijali

U kanalizaciji koristimo razne oblike kanala. Upravilu ih dijelimo na zatvorene i otvorene presjeke. među zatvorenim presjecima je najrašireniji kružni oblik, te kružni s kinetom, jajoliki ili izduženi, potkovičasti ili stlačeni, te pravokutni presjeci s različitom obradom dna .Otvoreni presjeci imaju oblik žlijeba ili kanala, odnosno trapeze, polukruga ili trokuta. Izbor oblika kanala ovisi o promjenjivosti protoke otpadne vode, nagiba terena, dubini kanala i od hidrauličkih uvjeta. Materijal za izvedbu mora se odlikovati dugim vijekom trajanja, vodonepropusnosti, otpornosti na mehanička, biološka i druga moguća oštećenja.

## 4.5. Objekti na kanalskoj mreži

Svi kanalizacijski sustavi osim cijevi u svom sastavu ima i građevine, koje omogućavaju dobre pogonske uvjete, upravljanje sustavom i održavanje kanalske mreže. Objekti koji su obavezno u sastavu kanalske mreže jesu:

- ✚ slivnici, objekti za prihvata oborinske vode;
- ✚ okna(revizijska), za pristup u kanal ili za prekid pada;
- ✚ okna za ubacivanje snijega ili za pražnjenje cistern komunalnog poduzeća;
- ✚ ulazne građevine;
- ✚ priključne(spojne) građevine-za kanale presjeka većeg od 600mm;
- ✚ ispusti.

Često se u kanalskoj mreži još nalaze:

- ✚ kišni preljevi ili kišna rasterećenja;
- ✚ spremnici za oborinske vode (retencijski bazeni);
- ✚ sifoni za prijelaz ispod drugih sadržaja;
- ✚ crpne stanice.

## 4.6. Vrste kanalizacijskih sustava

Vrste kanalizacijskih sustava prema načinu prihvaćanja odvodnje otpadne vode:

- ✚ **Mješoviti ili skupni** – skuplja sve kategorije urbanih voda i odvodi ih zajedničkim kanalima i kolektorima uz uvjet da se industrijske otpadne vode pročiste na kvalitetu sanitarne otpadne vode.
- ✚ **Razdjelni ili odvojeni** – sastoji se od dvije kanalizacijske mreže - jedna odvodi oborinske vode dok druga odvodi sanitarne i industrijske otpadne vode ( pod uvjetom da budu svedene na kakvoću sanitarnih otpadnih voda prije nego se upuste u kolektore).
- ✚ **Polurazdjelni ili djelomično razdjelni** – mreža je isto kao kod razdjelnog sustava kanalizacije uz specijalne dopunske građevine na mreži za oborinsku vodu.

Razdjelna okna prvi dotok oborinske vode odvede u sanitarnu mrežu dok veći nailazak vode u kasnijem vremenu odvede direktno u prijamnik. Sa sanitarnog i ekološkog aspekta ovakav sustav je povoljniji od razdjelnog jer se prvo otjecanjem od kiše odvodi na uređaj za pročišćavanje zajedno sa sanitarnom otpadnom vodom. Dobra strana mu je i povremeno ispiranje sanitarne mreže oborinskom vodom. Najveća mana djelomično razdjelnog sustava kanalizacije je ekonomski trošak istovremene gradnjedvije mreže, većih iskopa te razdjelnih okana.

- ✚ **Kombinirani** – sadrži nekoliko zasebnih sustava. Kombinirani kanalizacijski sustav nastaje kao rezultat širenja naselja. U sušnom razdoblju kolektori kanalizacije su djelomično iskorišteni stoga se na njihne može upustiti sanitarna kanalizacija novonastalih naselja pod uvjetom da se na ta naselja izgradi odvojena oborinska kanalizacija.

Razlog promjene sustava kanalizacije mogu biti i ekološki uvjeti vezani na visoki stupanj pročišćavanja. Vrste kanalizacijskih sustava prema pogonskim osobinama sustava :

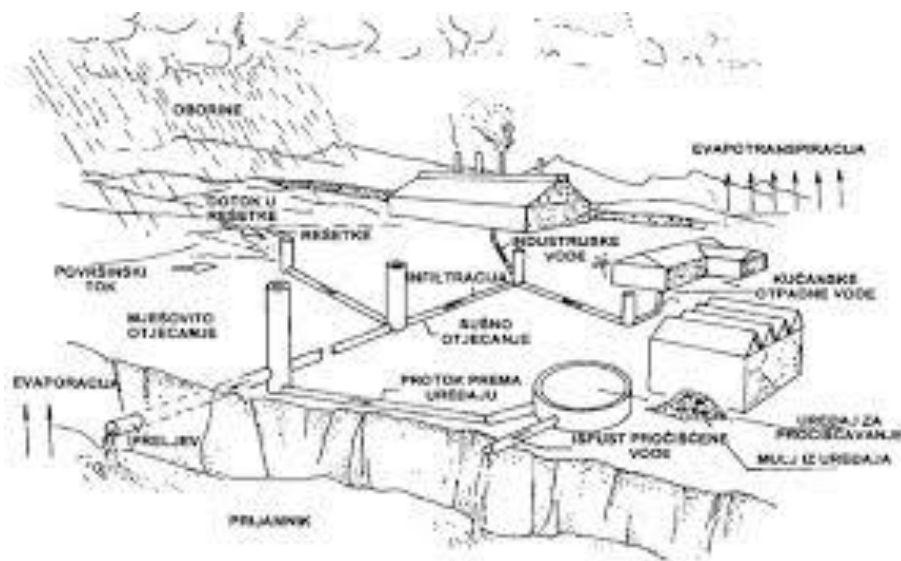
- ✚ **gravitacijski** (tečenje sa slobodnim vodnim licem);
- ✚ **potisni ili tlačni** (rijetko, ako nije moguće ostvariti tečenje sa slobodnim vodnim licem);
- ✚ **kombinirani** (gravitacijsko-potisni);
- ✚ **vakumski** (u specijalnim uvjetima kao što su sušna područja i brodovi, radi na principu podtlaka).

#### 4.7. Osnovne sheme kanalizacije

Pod shemom kanalizacije podrazumjeva se tlocrtni oblik kanalske mreže. Shema kanalizacije ovisi o:

- ✚ reljefu terena;
- ✚ postojećoj i planiranoj urbanoj izgradnji;
- ✚ rješenju prometnica;
- ✚ položaju recipijentata u odnosu na područje koje se kanalizira.

Ona treba biti rezultat optimalnog rješenja odvodnje određenog područja (prema duljini i dimenzijama kanala, tehničkim zahtjevima...



Slika6. Shema gradskog kanalizacijskog sustava

#### 4.8. Hidraulički proračun kanalizacijske mreže

Kanalizacijska mreža mora biti dimenzionirana tako da u svakom trenutku omogućava nesmetanu odvodnju otpadnih voda. Hidrauličko dimenzioniranje kanalizacijske mreže provodi se na maksimalnu satnu količinu otpadnih voda po pripadajućim dionicama mreže. režim tečenja u kanalizacijskoj mreži može biti:

- ✚ ograničenje brzine;
- ✚ ograničenje udruženih padova;
- ✚ ograničenje minimalnih profila;
- ✚ ograničenje visine punjenja kanala;
- ✚ ograničenje dubine ugradnje kanala.

## 4.9. Položaj kanala u prometnici i kućni priključci

Smještaj kanalizacije u prometnici treba se sagledati u sklopu razmještaja svih instalacija u prometnici. Kada se promatra samo smještaj kanalizacije treba se:

- ✚ osigurati lak i jednostavan priključak svih potrošača;
- ✚ osigurati jednostavnu i jeftinu ugradnju;
- ✚ omogućiti lake, jednostavne i jeftine popravke;
- ✚ biti uvijek ispod razine vodovoda;
- ✚ biti siguran od mogućih oštećenja.

Kanalizacija je najkruća i po veličini najveća infrastruktura pa treba imati prednost nad ostalim instalacijama. Danas većina kanalizacionih mreža u svijetu je tzv. mješanog tipa gdje se kišnica odvodi u postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda zajedno sa prljavom vodom. Kod jakih kiša, sva ova voda nema dovoljno mjesta u pročišćivaču, tako da velika količina nepročišćene otpadne vode završi direktno u vodotocima. Osim toga otpadne vode bivaju jako razrijeđene tako da se procesi pročišćavanja usporavaju. U budućnosti je neophodno „stranu“ vodu odvoditi u tlo ili ako to nije moguće, direktno u vodotoke posebnim sistemima.



## 5.OSNOVNI POSTUPCI OBRADNE OTPADNIH VODA

Ne postoje jedinstveni sustavi obrade otpadnih voda. Svaka otpadna voda ima svoje posebne karakteristike, što se osobito odnosi na industrijske otpadne vode.

koriste se sljedeći osnovni postupci:

- ✚ mehanička predobrada;
- ✚ fizikalno-kemijska obrada;
- ✚ biološka obrada.

### 5.1. Mehanička predobrada

- **Rešetka**

Može biti statička i pokretna, gruba i fina. Služi za odstanjivanje grubih plivajućih tvari (lišće, tkanine, iverje, granje), dlake (mesna industrija) i slično.



Slika7. Mehaničko-biološki uređaj



Slika8. Mehaničko-kemijsko-biološki urežaj

Podjela prema veličini mreže:

- ✚ fina rešetka 3-10mm;
- ✚ srednje fina 10-25mm;
- ✚ gruba rešetka 50-100mm.

- **Pjeskolovi**

Odvajanje šljunka, pijeska i mineralnih čestica iz vode. Odvajanje čestica srednjeg promjera. Primjena slobodnog taloženja-sedimentacija. Bazeni dubine ca 1 m, opterećenje 15-30  $m^3/m^2h$ .

- **Mastolovi**

Služe za uklanjanje ulja i masti, uljni separatori. Ulja i masti su specifično lakši od vode. U takvim je bazenima vrijeme retencije vode ca 3-5min, brzine strujanja  $c_p$ =ca 15 m/h. Na taj način zadržava se oko 80% masnih tvari.

- **Fina sita**

- makrosita “mesh” >0,3mm (0,3 do nekoliko mm), izrađuje se od perforiranog nehrđajućeg čelika;

- mikrosita “mesh” < 100 m, koristi se za pitku vodu (planktoni) ili iz predtretirane otpadne

Postoje posebne vrste rotacionih sita s automatskim čišćenjem.

## **5.2. Fizikalno-kemijska obrada**

Specifična obrada, vezana uz vrstu otpadnih voda.

- **Neutralizacija**

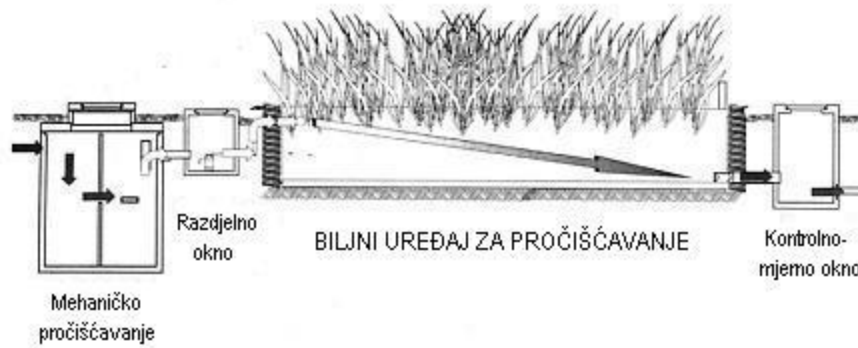
Kod procesa demineralizacije npr. voda koja ima suvišak  $H_2SO_4$  dodaje se vapno  $Ca(OH)_2$  pa je uz vodu product gips –  $CaSO_4$ .

- **Taloženje**

Odvajanje suspendiranih tvari iz vode koja se obrađuje gravitacijskim taloženjem. Vrlo često je potrebno utjecati na elektrokinetička svojstva koloidno suspendiranih tvari (koagulacija) radi ubrzanja taloženja. Taložiti se mogu samo one suspendirane tvari koje su specifično teže (od vode) te imaju dovoljnu veliku dimenziju da bi utjecaj gravitacijskog polja nadvladao difuzijsko polje.

- **Flotacija**

Odvajanje suspendiranih tvari (krutih i kapljivih) podizanjem (uz pomoć finih mjehurića) na površinu. Ovaj postupak separacije suspendiranih tvari je pogodan za specifično lakše tvari, ali je moguće flotirati i tvari spec. teže od vode. I ovdje je poželjno intervenirati u slučaju velike dispergirivosti koloidnih sustava.



Slika9. Prikaz biljni uređaj za pročišćavanje

- **Filtracija**

Nakon taloženja – primarnog bistrenja slijedi filtracija preko različitih filtracijskih materijala: kvarcni pijesak, antracit, lava, aktivni ugljen, koks, id r.

- **Kemijska oksidacija**

Primjena jakih oksidacijskih sredstava kao što su  $O_3$ ,  $H_2O_2$ ,  $O_3/H_2O_2$ , klorni spojevi i dr.

- **Dezinfekcija**

### 5.3. Otpadne vode iz termoelektrane

Obično se u sklopu termoelektrana ne nalaze kompleksni sustavi za tretman otpadnih voda, no, neki od njih su priključeni na javnu kanalizacijsku mrežu, gdje se obavlja dodatna obrada, ako je potrebno. Proces za tretman otpadnih voda su:

- ✚ predtretman;
- ✚ mehanička separacija;
- ✚ separacija ulja (kagulacija ulja);
- ✚ biološka obrada;

- ✚ neutralizacija i sedimentacija;
- ✚ taloženje na lamelnom taložniku;
- ✚ filtracija na granuliranom aktivnom ugljenu.

Budući da je kakvoća otpadnih voda različita od elektrane do elektrane te čak od jednog sektora do drugog sektora unutar jedne termoelektrane, ipak se te vode, prema najbitnijim karakteristikama i mjestu nastanka mogu podijeliti na sljedeće skupine:

- ✚ ispusti vode iz rashladnih tornjeva;
- ✚ ispusti vode iz kotla;
- ✚ voda iz sustava regeneracija ionskih izmjenjivača za demineralizaciju/umekšavanje vode;
- ✚ voda od pranja filtara;
- ✚ otopine za čišćenja;
- ✚ proizvedena voda za primjenu u pogonu;
- ✚ voda opterećena korozivnim inhibitorima i biocidima.

Sva izvorišta otpadnih voda vode se obično u zajednički bazen prije obrade ili slanja direktno u javnu kanalizacijsku mrežu. Jedna od bitnih karakteristika otpadnih voda je ciklička priroda njihovoga nastajanja (ispuštanje rashladne vode, bojlerske vode, otpadne vode od regeneracije ionskih masa..).

Stoga kakvoća i sastav prikupljene vode u zajedničkom bazenu može varirati ovisno o vremenu kada se bazen puni kojim tipom otpadne vode.

Ponekad je potrebno razdvojiti tokove otpadnih voda u 2 ili više bazena i svaku od pojedinih vrsta otpadnih voda zasebno obrađivati. Značaj obrade otpadnih voda iz termoelektrane najbolje potvrđuje činjenica da je gotovo polovica ukupno nastalih otpadnih voda( podaci za SAD) pripada otpadnim vodama iz elektrana.

## 5.4. Javni kanalizacijski sustav



Slika10. Prikaz kanalizacijskog sustava

Javni kanalizacijski sustav sakuplja i provodi otpadnu vodu kućanstava, oborinsku vodu (koja ispire i nosi onečišćenja sa prometnih i okolnih poljoprivrednih površina) kao i obrađenu i neobrađenu industrijsku otpadnu vodu. Sakupljena otpadna voda se nakon pročišćavanja ili nepročišćena, ispušta u rijeku ili more uz obalu.

Pročišćavanja otpadnih voda smanjuje rizik onečišćenja okoliša i umanjuje prijetnju biljnom i životinjskom svijetu, kao i javnom zdravstvu. Izgradnja kanalizacijske mreže u Republici Hrvatskoj je u porastu, kao i povezivanje na javnu kanalizacijsku mrežu. 2004. godine, ukupna dužina kanalizacijske mreže gradova bila je 5.996 km, dok je dužina glavnih kanalizacija iznosila 1.314 km.

Prosijek priključenosti na kanalizacijsku mrežu u Hrvatskoj je 43% (približno 70% u velikim gradovima i ispod 40% u mjestima sa manje od 10.000 stanovnika). Stanovništvo priključeno na objekte za pročišćavanje otpadnih voda je u porastu (ukupno 83 uređaja).

## **5.5. Pročišćavanje otpadnih voda iz sustava javne odvodnje**

U Hrvatskoj je, u zadnjih nekoliko godina, primjetan napredak u pročišćavanju otpadnih voda. Osim komunalnih otpadnih voda, sustavima javne odvodnje prikuopljaju se i odvode pročišćene i nepročišćene industrijske otpadne vode, kao i oborinske vode koje ispiru onečišćenja s prometnica, poljoprivrednog i drugog zemljišta.

## **5.6. Rezultati i ocjena stanja**

Prikupljene otpadne vode odvođe se do uređaja za pročišćavanje ili se ispuštaju direktno u vodotoke i more, bez pročišćavanja. Pročišćavanjem otpadnih voda smanjuje se opasnost po zdravlje ljudi, onečišćavanje okoliša i ugrožavanje živoga svijeta.

U Hrvatskoj se samo 14% komunalnih otpadnih voda pročišćava. Uglavnom se provodi prvi, mehanički, stupanj pročišćavanja komunalnih otpadnih voda kojima se uklanja najmanji postotak onečišćenih tvari.

Udio mehaničkog pročišćavanja otpadnih voda znatno je povećan puštanjem u pogon uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Grada Zagreba. Izgrađena su 34 uređaja s drugim stupnjem pročišćavanja. Pročišćavanje otpadnih voda trećeg stupnja nažalost se još uvijek ne provodi. Nema napretka u razvoju i primjeni prirodnih postupaka, npr. "biljnih uređaja" za pročišćavanje otpadnih voda koji su jeftinija i ekološki prihvatljivija metoda pročišćavanja otpadnih voda, pogodna naročito za manja naselja.



Slika 11. Prikaz pročišćavanja otpadnih voda



## 6. ZAŠTITA VODA

Zaštita voda uključuje načelo održivog razvitka i jedinstvo vodnog sustava radi osiguranja odgovarajućeg vodnog režima (količina i kakvoća voda), koji se temelji na odredbama *Zakona o vodama*, *Državnog plana za zaštitu voda*, propia iz područja zaštite voda od onečišćenja, te uvažavanju i drugih dokumenata, kao što su : *Zakon o zaštiti prirode*, *Zakon o zaštiti okoliša*, *Nacionalna strategija zaštite okoliša* i *Nacionalni plan djelovanja na okoliš*, *Zakon o komunalnom gospodarstvu*. U zaštiti voda važno je respektirati i međunarodne uvjete koje je Republika Hrvatska potpisala i potvrdila u postupcima ratifikacije, a odnose se na provedbu mjera i izgradnju vodnih građevina za zaštitu voda.



Slika12. Zastita voda uključuje načelo održivog razvitka i jedinstvo vodnog sustava

Poslovi zaštite voda se namjenski financiraju iz naknade za zaštitu voda, koja se plaća prema količini ispuštene otpadne vode i stupnju utjecaja na pogoršanje kakvoće i uporabivosti vode, a u skladu s mjerilima i uvjetima utvrđenim podzakonskim aktima. zakon predviđa da naknada za zaštitu voda ne smije biti manji od cijene čišćenja otpadnih voda što danas nije slučaj. Jedna od najdjelotvornijih mjera nzaštite voda je ekonomska mjera, odnosno primjena načela „onečišćivač plaća“.

Zaštita voda se provodi temeljem *Državnog plana zaštite voda*, koji uključuje aktivne i pasivne mjere u zaštiti voda i mora od onečišćenja s kopna kao što su: opće administrativne mjere, mjere za očuvanje kakvoće voda, mjere za spriječavanje i smanjenje onečišćenja voda, provedbene mjere, mjere za slučajeve izvanrednih i iznenadnih onečišćenja, plan građenja objekata za zaštitu voda, te izvore i načine financiranja. Vodne građevine za zaštitu voda, uređaji za prethodno čišćenje (industrija), i uređaji za čišćenje otpadnih voda stanovništva i industrije, odnosno sustav za prikupljanje, čišćenje i dispoziciju otpadnih i oborinskih voda, čine *pasivne mjere zaštite voda*. *Aktivnim mjerama za zaštitu voda* realizira se smanjivanje točkastih i raspršenih izvora onečišćenja, koje uključuju planiranje korištenja voda i prostora, te kontroliranu uporabu cijelog niza tvari u različitim granama društva, a posebno u poljoprivredi.

## **6.1. Sustavi zaštite voda iz točkastih izvora onečišćenja voda**

Uspješnost zaštite voda iz točkastih izvora onečišćenja izravno ovisi o izgrađenosti sustava javne odvodnje koji je definiran kao sustavno i organizirano sakupljanje otpadnih voda, čišćenje i ispuštanje u prijamnik, te obrada mulja koji nastaje u procesu čišćenja. S druge strane uspješnost zaštite voda od raspršenih izvora onečišćenja ovisi o učinkovitosti mjera kontrole kretanja i korištenja otpadnih tvari i hranjiva koja se provode na drugim izvorima onečišćenja (kruti otpad, onečišćenje zraka, oborinske vode itd.).

## **6.2. Priključenost stanovništva na kanalizacijski sustav**

Izgradnja, razvoj i pogon sustava javne odvodnje u nadležnosti su lokalne samouprave. Najčešće su lokalnog značaja, a samo u pojedinim slučajevima povezuju više naselja u jedinstveni kanalizacijski sustav sa središnjim uređajem za pročišćavanje otpadnih voda. Priključenost stanovništva na javne sustave odvodnje donekle zadovoljava u naseljima većima od 10.000

stanovnika, gdje se razina priključenosti kreće oko 70-75%. Najveći su problemi s odvodnjom otpadnih voda u malim naseljima do 2.000 stanovnika, u kojima živi oko 40% populacije. Treba istaknuti da je u Hrvatskoj izrazito velik broj naselja s manje od 500 stanovnika (5.387 naselja) u kojima živi oko 800.000 stanovnika. U takvim naseljima zbog tehničko-tehnoloških i financijskih ograničenja, izgradnja i pogon centraliziranih sustava javne odvodnje teško su provedivi, pa su onečišćenja iz tih naselja tretirana kao raspršena.

U sklopu upravljanja točkastim izvorima onečišćenja, sustavno se radi na unapređenju higijensko sanitarnih uvjeta života stanovništva, što se postiže izgradnjom sustava javne odvodnje, odnosno povećanjem njegove učinkovitosti, te unapređenjem upravljanja izvorima onečišćenja gospodarstva, posebice industrije.

Najčešće se primjenjuje mješoviti tip kanalizacijskog sustava (otpadne i oborinske vode), a rjeđe razdjelni sustav (uglavnom samo otpadne vode). Mješoviti je kanalizacijski sustav dominantan u kontinentalnom dijelu Hrvatske, odnosno u crnomorskome slivu, dok je u jadranskome slivu prisutniji razdjelni sustav. Ukupan broj kanalizacijskih priključaka u 2005. iznosio je 381.007 i u odnosu na prethodnu godinu povećan je za 6% kada je iznosio 358.719. Provedba mjera zaštite voda na mješovitim je sustavima složeniji, skuplja i manje učinkovita, za razliku od razdjelnog sustava. S obzirom na starost kanalizacijskog u gradovima, može se pretpostaviti da je većina kanalizacijskih sustava u znatnoj mjeri vodopropusna. Uspoređivajući po regijama, stanje priključenosti stanovništva na kanalizacijski sustav najbolje je na području primorsko-istarskih slivova i iznosi 58%, dok je na dalmatinskim slivovima na kanalizacijski sustav priključeno samo 31% stanovništva.

### **6.3. Priključenost stanovništva na uređaje za pročišćavanje otpadnih voda**

U Hrvatskoj je u zadnjih nekoliko godina, primjetan napredak u pročišćavanju otpadnih voda. Od ukupno 290 naselja s izgrađenim kanalizacijskim sustavom 107 naselja posjeduje i uređaj za pročišćavanje otpadnih voda. Ukupno je izgrađeno 99 uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, različitih prema stupnju izgrađenosti i kapacitetu (2005). Od toga broja 72 uređaja su s prvim

(mehaničkim) stupnjem pročišćavanja otpadnih voda, 20 uređaja sa drugim (biološkim) stupnjem pročišćavanja otpadnih voda, te 7 uređaja sa trećim (kombiniranim) stupnjem pročišćavanja otpadnih voda.

U skladu sa *Zakonom o vodama*, fizičke i pravne osobe koje, zbog svoje djelatnosti ili drugih aktivnosti za koje je potrebna vodopravna dozvola, ispuštaju u vode opasne tvari, dužne su o tome voditi očevidnik, a podatke dostavljati Hrvatskim vodama. Osobama koje otpadne vode ispuštaju u sustav javne odvodnje ili prirodni prijamnik, program ispitivanja se utvrđuje u vodopravnoj dozvoli za ispuštanje otpadnih voda.

Promjenjeni uvjeti gospodarstva zasnovano na tržišnim osnovana, uvjetovali su i promjene u koncepciji pročišćavanja industrijskih otpadnih voda (uređaji za prethodno pročišćavanje), pa je veliki dio industrije izgradio samostalne uređaje za pročišćavanje otpadnih voda. Istovremeno, razina priključivanja stanovništva na kanalizacijski sustav sa središnjim komunalnim uređajem se nije realizirala planiranom dinamikom radi nepovoljnih gospodarskih uvjeta, visokih troškova izgradnje sekundarne mreže i plaćanja priključka, pa veliki dijelovi naselja nisu još uvijek priključeni na središnji uređaj za pročišćavanje otpadnih voda.

#### **6.4. Uređaji za prethodno pročišćavanje i pročišćavanje industrijskih/tehnoloških otpadnih voda**

Za potrebe proizvodnje industrija koristi vodu iz više različitih izvora vodotoci, podzemne vode i izvori, jezera, akumulacije i mora. Uz elektroprivredu, kao nesumnjivo najvećeg potrošača vode izdvajaju se kemijska, prehrambena i naftna industrija. Samo patina otpadnih voda industrije podvrgnuta je postupcima pročišćavanja (21,85%), dok se preostala nepročišćena voda ispušta u recipijente vodotoke i mora. Industrijski pogoni koji su priključeni na sustave javne odvodnje, u pravilu, imaju izgrađene uređaje za prethodno pročišćavanje otpadnih voda. Time se kakvoća industrijskih otpadnih voda svodi na razinu kakvoće komunalnih otpadnih voda. prikupljene komunalne otpadne vode i dijelom pročišćene industrijske otpadne vode zatim se zajednički čiste na središnjim komunalnim uređajima.

## 6.5. Mjere zaštite voda raspršenih izvora onečišćenja

U prijedlogu zakona o izmjenama i dopunama Zakona o vodama ističe se da se najveći nedostaci u *Zakonu o vodama* odnose na područje zaštite voda, koje će u najvećoj mjeri trebati biti podvrgnuto usklađivanju s Direktivom EU. Sve do donošenja Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o vodama i Zakona o izmjenama i dopunama *Zakona o financiranju vodnog gospodarstva* (prosinac 2005.godine) zakonska regulative vezana za zaštitu od raspršenih izvora onečišćenja nije bila uspostavljena na sličan način i u mjeri kako je to napravljeno za točkaste izvore, jer mehanizmi financiranja odgovarajućih zaštitnih mjera nisu bili predviđeni. Najvažnija mjera za kontrolu raspršenih izvora onečišćenja jest vodopravna dozvola za proizvodnju, odnosno stavljanje u promet kemijskih tvari i njihovih pripravaka koje služe za zaštitu bilja, u tu skupinu proizvoda se svrstavaju sve one kemijske tvari i pripravci koji služe u obavljanju gospodarske djelatnosti u svrhu zaštite, dezinfekcije, pranja i čišćenja, odmašćivanje, odleđivanja cesta, te niz drugih pripravaka za različite namjene, a koji nakon uporabe izravno ili posredno dospjevaju u vode. Izdavanje vodopravnih dozvola, za tu vrstu proizvoda, započelo je još davne 1991.godine da bi se od 1995.godine, stupanjem na snagu novog *Zakona o vodama*, izdavanje vodopravnih dozvola naročito intenziviralo. Od godine 1996.-2000. godine izdano je ukupno 1.354 dozvole, a 2003. i 2004. godine broj izdanih vodopravnih dozvola se popeo na oko 1.000 dozvola na godinu. Vodopravnim dozvolama se nalaže provedba i drugih mjera zaštite voda shodno značajkama pojedinog izvora onečišćenja.

Osim izdavanja vodopravnih dozvola kojima se kontrolira unos opasnih tvari u okoliš, mjera kontrole raspršenih izvora je i izgradnja modernih prometnica (kada prolaze kroz vodozaštitna područja) koja uključuje čišćenje otpadnih voda prije ispusta u neposredni okoliš. Pojačani nadzor i uređenje divljih odlagališta otpada, te uklanjanje onečišćenja nastalih za vrijeme ratnih razaranja na područjima koja su bila u neposrednoj blizini djelovanja ratnih operacija.

## **7.ZAKONSKA REGULATIVA**

### *Zaštita voda* **Članak 23**

- (1) Zaštita voda obuhvaća mjere zaštite voda te poboljšanje kakvoće voda u svrhu izbjegavanja ili smanjivanja štetnih posljedica za ljudsko zdravlje, slatkovodne ekosustave, kakvoću življenja i okoliš ucjelini.
- (2) Zaštita voda od onečišćavanja provodi se radi očuvanja života i zdravlja ljudi i zaštite okoliša, te omogućavanja održivog, neškodljivog i neometanog korištenja voda za različite namjene.

### **7.1. Zakonski propisi o ispuštanju otpadnih voda**

U pogledu provedbe zaštite voda u Hrvatskoj, temeljni dokumenti su Zakon o vodama NN 107/95[6] i NN 150/05[7], Strategija upravljanja vodama NN 91/08[8], Državni plan za zaštitu voda NN 8/99[9] i Pravilnik o graničnim vrijednostima pokazatelja opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama NN 94/08[10], koji na nacionalnoj razini uključuju aktivne i pasivne mjere u zaštiti voda od onečišćenja. Prema odredbama iz Državnog plana za zaštitu voda NN 8/99[9] dozvoljava se ispuštanje pročišćenih otpadnih voda u površinske vodotoke (rijeke, potoci, melioracijski kanali) i mora. Potrebni stupanj pročišćavanja ovisi prvenstveno o propisanoj kategoriji prijemnika (vodotoka) u koji se ispuštaju pročišćene otpadne vode te o veličini uređaja za pročišćavanje. Kategorizacija vodotoka u Hrvatskoj definirana je Uredbom o klasifikaciji voda NN 77/98[11]. Klasifikacija voda određuje se na temelju graničnih vrijednosti pojedinih tvari i drugih svojstava (pokazatelja) dopuštenih za određenu vrstu vode. Ukupno se razlikuje pet kategorija voda[12]. Potrebno je voditi računa o tehnološkim otpadnim vodama, ukoliko se na obuhvatnom području promatranog sustava nalaze i privredni subjekti (industrija). Tehnološke otpadne vode također su obuhvaćene Pravilnikom o graničnim vrijednostima pokazatelja opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama NN 94/08[10].

Prema tome, za sve koji iz proizvodnih procesa ispuštaju tehnološke otpadne vode postoji zakonska obveza za njihovim adekvatnim zbrinjavanjem, odnosno potrebnim stupnjem pročišćavanja prije konačnog ispuštanja u sustav javne odvodnje ili drugi prijemnik. Prema odredbama iz Pravilnika, u Tablici 1 su za pojedine pokazatelje kakvoće voda prikazane njihove granične vrijednosti, odnosno dozvoljene koncentracije opasnih i drugih tvari u tehnološkim otpadnim vodama, koje se ispuštaju u površinske vode ili u sustav javne odvodnje.

Tablica 1. Granične vrijednosti glavnih pokazatelja i dopuštene koncentracije tvari u tehnološkim otpadnim vodama[12].

Pokazatelji i tvari	za ispuštanje u površinske vode	za ispuštanje u sustav javne odvodnje
pH-vrijednost	6,5 -9,0	6,5 – 9,5
BPK <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> / L	25	-
KPK mg O <sub>2</sub> / L	125	-
Ukupni fosfor mg P / L	2 ( 1 za jezera )	-
Ukupni dušik mg N / L	10	-
Ukupna suspendirana tvar mg/L	35	-
Ukupna ulja i masnoće mg / L	20	100

## 7.2. Zakonski stupnjevi pročišćavanja

»Prethodno pročišćavanje« je obrada otpadnih voda u skladu sa zahtjevima za ispuštanje tehnoloških otpadnih voda u sustav javne odvodnje[6].

»Prvi stupanj (I) pročišćavanja« je obrada komunalnih otpadnih voda fizikalnim i/ili kemijskim postupkom koji obuhvaća taloženje suspendiranih tvari ili druge postupke u kojima se BPK<sub>5</sub> ulaznih otpadnih voda smanjuje za najmanje 20% prije ispuštanja, a ukupne suspendirane tvari ulaznih otpadnih voda za najmanje 50%[6].

»Drugi stupanj (II) pročišćavanja« je obrada komunalnih otpadnih voda postupkom koji općenito obuhvaća biološku obradu sa sekundarnim taloženjem kojim se uklanja 70 – 90% BPK5 ulaznih otpadnih voda i 75% KPK ulaznih otpadnih voda[6].

»Treći stupanj (III) pročišćavanja« je obrada komunalnih otpadnih voda postupkom kojim se uz drugi stupanj pročišćavanja još dodatno uklanja fosfor za 80% i/ili dušik za 70 – 80% [6].



## 8. ZAKLJUČAK

U današnje se vrijeme teži uspostavljanju čistih tehnologija – to znači da se nastoje usvojiti takve tehnologije koje ne daju ili daju u vrlo malim količinama industrijski otpad, bilo u obliku otpadne vode ili krutih otpadnih tvari. Takvo djelovanje je od primarne važnosti, jer su poznate posljedice koje nastaju ispuštanjem neobrađenih otpadnih voda u prirodne prijemnike.

Voda je od osnovnog značenja za život na Zemlji. Neophodna je i nenadomjestiva kao hrana za ljude i životinje, kao predmet i sredstvo rada u mnogim industrijama, kao proizvodno sredstvo u poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu, u transport i za održavanje prirodnog okoliša. Prirodni izvori vode su ograničeni.

Danas je zbog tehničkih i tehnoloških mjera, kod približno iste količine vode, potrebno osigurati povećanu količinu vode industriji, poljoprivredi i stanovništvu. Zbog svega toga se kod iskorištavanja prirodnih resursa mora voditi računa o: optimalnim kružnim tokovima, korištenju pročišćene otpadne vode za nova područja primjene, uvođenju tehnologija koje štede ili koje uopće ne troše vodu, pojačanom pročišćavanju otpadnih voda kako bi se osiguralo učinkovito i višestruko iskorištavanje tekućih voda.

## 9.LITERATURA

- (1) Zlatko Jurac, OTPADNE VODE
- (2) Tušar B.: Pročišćavanje otpadnih voda, “Kigen” Zagreb, 2009
- (3) Zakon o vodama NN 107/95
- (4) Zakon o vodama NN 150/05
  
- (5) [https://sh.wikipedia.org/wiki/Otpadne\\_vode](https://sh.wikipedia.org/wiki/Otpadne_vode)
- (6) [http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/kel/attachments/article/65/12%20Zastita%20vo  
da.pdf](http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/kel/attachments/article/65/12%20Zastita%20vo<br/>da.pdf)
- (7) <http://aquapur.rs/tehnoloskeotpadne.html>
  
- (8) [http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/odvodnja/vjezbe/Projektiranje%20  
Osustava%20odvodnje%20-%20za%20web2.pdf](http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/odvodnja/vjezbe/Projektiranje%20<br/>Osustava%20odvodnje%20-%20za%20web2.pdf)