

# SUSTAVI ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA ZEMLJIŠTA

---

**Novotni, Matej**

**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:128:016470>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-30**



**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 REPOZITORIJ

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

Matej Novotni

# **Sustavi za pročišćavanje otpadnih voda zemljišta**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Matej Novotni

**PRIVATE LAND WASTE WATER  
TREATMENT SYSTEMS**

FINAL PAPER

Karlovac, 2019

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

Matej Novotni

# **Sustavi za pročišćavanje otpadnih voda zemljišta**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
Igor Peternel, dr.sc.

Karlovac, 2019.

# ZAVRŠNI ZADATAK



**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. \_\_\_\_\_

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: \_\_\_\_\_ Matej Novotni \_\_\_\_\_ Matični broj: 0415613071 \_\_\_\_\_

Naslov: \_\_\_\_\_ Sustavi za pročišćavanje otpadnih voda zemljišta \_\_\_\_\_

Opis zadatka:

Navesti i opisati načine privremenog skladištenja i narednog tretmana otpadnih voda za siguran povratak u cirkulaciju.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum  
obrane:

\_\_\_\_\_ 03/2019 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 09/2019 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 08/2019 \_\_\_\_\_

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Igor Peternel, pred.

## PREDGOVOR

Želio bih se zahvaliti mentoru doktoru Igoru Peternelu za mentorstvo i pomoć pri izradi završnog rada, te svim ostalim profesorima na Veleučilištu u Karlovcu na prenesenom znanju i pripremi za budućnost.

Tijekom studiranja velika podrška mi je bila moja obitelj i njima se od srca zahvaljujem na toj podršci i strpljenju.

## **SAŽETAK**

Voda je najvažniji resurs u smislu života i predstavlja osnovni izazov čovječanstvu u očuvanju njezine kvalitete i uporabne vrijednosti.

Otpadne vode su sve potencijalno onečišćene tehnološke i kućanske, oborinske i druge vode. One također sudjeluju u hidrološkom ciklusu, odnosno, voda se nakon upotrebe kanalizacijskim sistemom odvodi na tretman, to jest pročišćavanje i vraća u prirodni okoliš.

U ovom će se radu istražiti i opisati sustav otpadnih voda kod domaćinstva i privatnih zemljišta.

**Ključne riječi:** voda, otpadne vode, kanalizacija, septička jama

## **ABSTRACT**

Water is the most important resource in the sense of life and represents a fundamental challenge to humanity in preserving its quality and useful value.

Wastewaters are potentially contaminated technological and domestic, stormwater and other waters. They also participate in the hydrological cycle, that is, water is taken to treatment after treatment with the sewage system, that is, treatment and returned to the natural environment.

This paper will explore and describe the domestic and private wastewater system.

**Keywords:** water, wastewater, sewage, septic tank

<b>1.UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2.VODA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Vrste vode.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 Oborinska voda .....	3
2.1.2.1. Nadzorni monitorinig .....	3
2.1.2.2. Operativni monitoring .....	3
2.1.2. Podzemne vode .....	4
<b>3. ONEČIŠTENJE VODE .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 VRSTE OTPADNIH VODA .....</b>	<b>6</b>
3.1.1. Industrijske otpadne vode.....	6
3.1.2. Oborinske otpadne vode.....	6
3.1.3. Poljoprivredne otpadne vode.....	6
3.1.4. Kućanske otpadne vode.....	7
<b>4. VRSTE KANALIZACIJSKIH SUSTAVA.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1. Vrste sustava prema načinju odvodnje i prihvaćanja otpadnih voda.....</b>	<b>9</b>
4.1.1. Mješoviti sustav.....	9
4.1.2. Razdjeljni (separacijski) sustav .....	10
4.1.3. Polurazdjeljni sustav odvodnje.....	10
4.1.4. Kombinirani sustav odvodnje.....	11
<b>5. KANALIZACIJSKI SUSTAVI.....</b>	<b>12</b>
<b>5.1. Javni kanalizacijski sustav .....</b>	<b>12</b>
<b>5.2. Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda u Zagrebu .....</b>	<b>13</b>
<b>5.3. Kućni kanalizacijski sustav .....</b>	<b>14</b>
<b>5.4. Elementi kanalizacijskog sustava .....</b>	<b>15</b>
<b>5.5. Septička jama.....</b>	<b>15</b>
5.5.1. Septonski spremnik i skladištenje .....	16
<b>5.6. Postojeći načini postupanja s kanalizacijom .....</b>	<b>18</b>



5.6.1. Mehaničko čišćenje .....	18
5.6.2. Biološko čišćenje.....	19
<b>5.6.3. Biljni uređaji.....</b>	<b>21</b>
5.6.3.1. Biljni uređaji sa potpovršinskim tokom .....	23
5.6.3.1.1. Vertikalni filtar .....	24
5.6.3.1.2. Horizontalni filtar .....	24
5.6.3.2. Biljni uređaji sa slobodnim vodenim licem.....	24
<b>5.7. PRIJAMNIK PROČIŠĆENE VODE .....</b>	<b>25</b>
5.7.1. Anaerobni septički spremnici .....	26
5.7.2. Koraci pročišćavanja u anaerobnom septičkom spremniku .....	26
5.7.3. Aerobna septička jama .....	27
<b>5.8. Jednostavna septična ili VOC? .....</b>	<b>28</b>
5.8.1. Dizajn .....	28
5.8.2. Kut nagiba .....	29
5.8.3. Elementi sustava.....	29
5.8.5. Anaerobne i aerobne bakterije: razlike.....	30
5.8.6. Bioaktivatori za septičke jame: ključne prednosti.....	31
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>32</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>33</b>
<b>8. PRILOZI.....</b>	<b>34</b>
<b>8.1 Popis slika.....</b>	<b>34</b>

## 1.UVOD

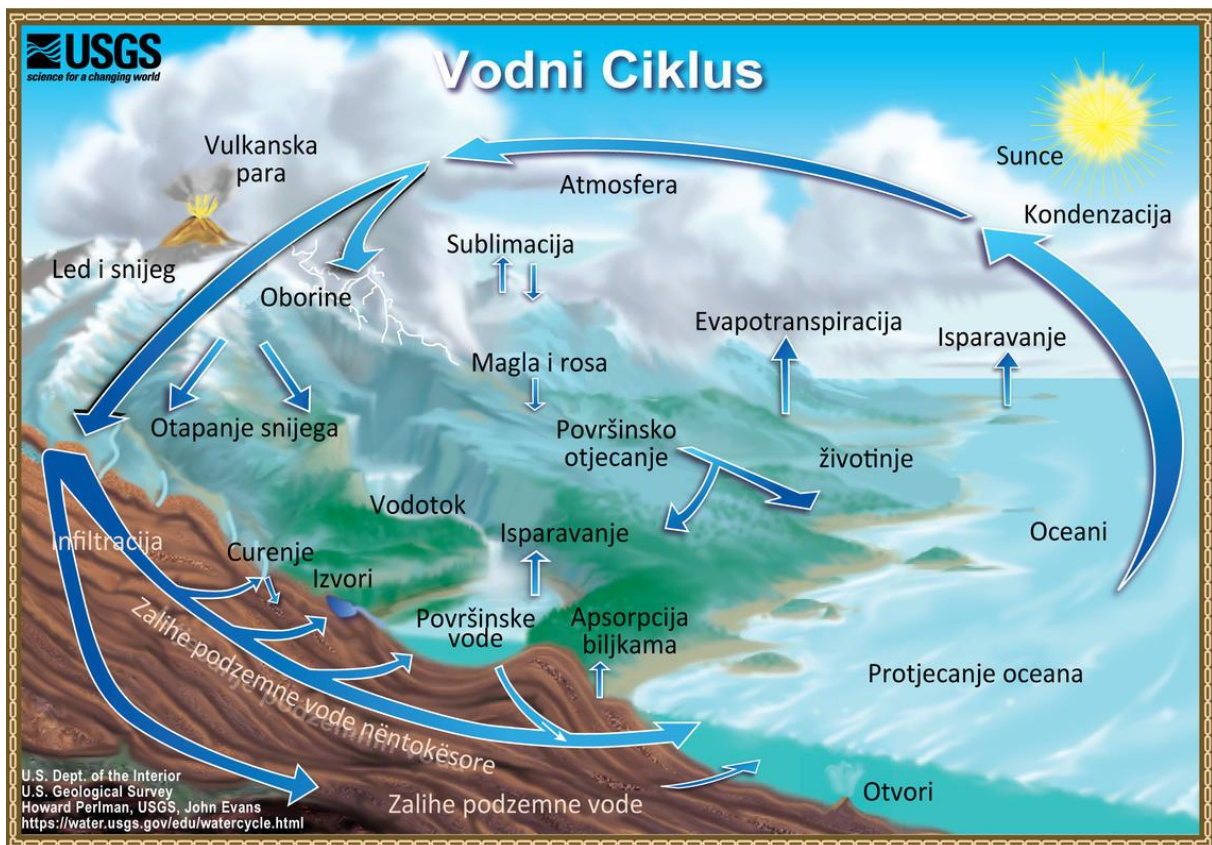
U ovome radu ćemo sagledati načine procesiranja otpadnih voda kućanstva i neindustrijskih tvorevina. Cilj je pokazati na koji način se otpadne vode mogu tretirati da bi se vratile na neki način u opticaj da bi se smanjila potrošnja pitke vode i smanjilo onečišćenje okoliša.

Otpadne vode su tekućine koje se sastoje od tekućeg otpada otopljenog ili emulgiranog u vodi, odnosno disperzije krutog otpada u vodi. Otpadne vode potječu iz kućanstava naselja i gradova (uključuju i organski, fekalni otpad), tvornica i industrijskih pogona ili poljoprivrednih djelatnosti. Njihovim ispuštanjem, bilo putem → kanalizacije (točkasti ispusti) bilo izravnim ispiranjem tla (oborinske otpadne vode), u površinske kopnene vode (rijeke, jezera) ili more, može se zagađiti, odnosno smanjiti uporabna vrijednost vodenoga sustava (akvatorija) u koji dospijevaju. Opasnost od zagađivanja sprječava se tehnološkim postupcima pročišćivanja otpadnih voda načinom prilagođenim njihovu sastavu. Prvi sustav pročišćivanja odvaja raspršene krute čestice otpada iz otpadne vode taloženjem. Drugi sustav izlaže otpadne vode prozračivanju, čime se oksidiraju otopljene tvari, ili se na njih djeluje kemikalijama (npr. neutralizacija kiselina ili lužina, kloriranje, obradba solima željeza). Treći je sustav biološko pročišćivanje, kojim se uz pomoć odabranih bakterija razgrađuju organske tvari iz otpadnih voda. Otpadne vode iz kućanstava vrlo su raznolika sastava i sadrže velik udio organskoga (razgradljivog) otpada, za razgradnju kojega je potrebna velika količina kisika. Industrijske otpadne vode, koje su sporedni proizvod osnovnog industrijskog procesa, često sadrže kemikalije otrovne za bakterije, što onemogućuje biološku razgradnju. Otpadne vode s poljoprivrednih površina nastaju ispiranjem tla oborinama, a sadrže znatnije količine neutrošenih fosfornih i dušičnih gnojiva, te nerazgrađenih herbicida i pesticida kojih je odvajanje zahtjevan postupak. Prodiranje nepročišćenih otpadnih voda u podzemlje onečišćuje podzemne vode, koje su osnovna zaliha pitke vode naselja i gradova. Ispuštanje otpadnih voda uređeno je nizom sanitarnih i sigurnosnih propisa i zakonskih normi, i podložno stalnomu nadzoru ovlaštenih državnih organa.

Otpadne vode iz kućanstava i industrije ne smiju se nepročišćene ispuštati u prirodne prijemnike (slatke stajačice i tekućice, te priobalno more). Zakonski su određeni minimalni uvjeti kakvoće otpadne vode koja se smije ispuštati u prijamnik. Postizanje određene kakvoće otpadne vode postiže se mehaničkim, fizikalno-kemijskim i biološkim postupcima. U praksi je najčešće korišten postupak biološka obrada otpadnih voda pomoću tehnologije aktivnog mulja. Jednom postavljen sustav biološke obrade, tijekom rada nužno je stalno pratiti, održavati i otklanjati probleme koji su sastavni dio sustava biološke obrade otpadnih voda. Problemi koji mogu nastati mogu se svrstati u nekoliko skupina kao što su: inženjerski, hidraulički i biološki. U ovom radu se daje prikaz najznačajnijih problema u radu uređaja s aktivnim muljem, kontrolnim čimbenicima u vođenju bioloških procesa obrade i preporuke za uspješno vođenje sustava.

## 2.VODA

Prvo, što je voda? Voda je najrasprostranjenija kapljevinna i najvažnije polarno otapalo koje otapa kapljevine, plinove i mnogobrojne krutine. Zbog polarnosti posjeduje izvrstan kapacitet za otapanje različitih vrsta tvari. Molekula vode ( $H_2O$ ) sastoji se od dva atoma vodika i jednog atoma kisika. Bitan je sastojak živih organizama (maseni udio vode do 90%) i nužna je za život svih živih organizama. Znanstvenici tvrde da se živa bića najvećim dijelom sastoje od vode i da ona čini tri četvrtine (više od dvije trećine) ukupne površine Zemlje. [1] Slatka voda sigurna za piće čini samo 2.5% vode na našem planetu. Uzmemo li u obzir da je veliki dio te vode nedostupan, tj. preduboko u podzemlju ili zarobljen u polarnim ledenjacima, unatoč novim metodama potrage i dobavljanja, ostaje nam samo oko 1% vode dostupne za korištenje.[2] Brojna istraživanja upućuju da će se potražnja za vodom globalno povećati za 55% do 2050. godine. [3]



Slika 1. Vodeni ciklus u prirodi

## **2.1 Vrste vode**

Prema nastanku odnosno pojavi voda se obično djeli na oborinsku, površinsku i podzemnu. Voda se dijeli i prema kakvoći, koja je kriterij za njezinu upotrebljivost, pa se tako razlikuju voda za piće, tehnološka voda, rashladna voda i na kraju otpadna voda kao rezultat njezina korištenja. Kakvoća vode ustanovljuje se analizom iste. Podjela vode na takav način ima i svoje praktično značenje jer svaka vrsta vode ima svoje specifičnosti.

### **2.1.1 Oborinska voda**

Oborinska voda dio je oborina, koje se ispirući površine izravno ili neizravno slijevaju u vodne sustave. Zbog sve većega onečišćenja atmosfere i zemljišta znatno onečišćuje prirodne vode. Na izgrađenim površinama prikuplja se i ispušta s otpadnim vodama ili odvojeno od njih. Takva voda sadrži prašinu i nešto otopljenih plinova iz atmosfere, a nema otopljenih soli, pa je bljutava okusa, no ipak se ponegdje rabi za piće.

### **2.1.2 Površinska voda**

Površinske vode: -obuhvaća: rijeke, potoci, jezera i močvare u kojima:

-jedan dio potječe u oborinske vode koja padne direktno na njenu površinu

-drugi dio potječe u oborinske vode koja se ulije u nju kroz podzemne vode

karakteristike: -tvrđa od oborinske vode

-sadrži suspendirane tvari

-ima razvijen život

#### ***2.1.2.1. Nadzorni monitoring***

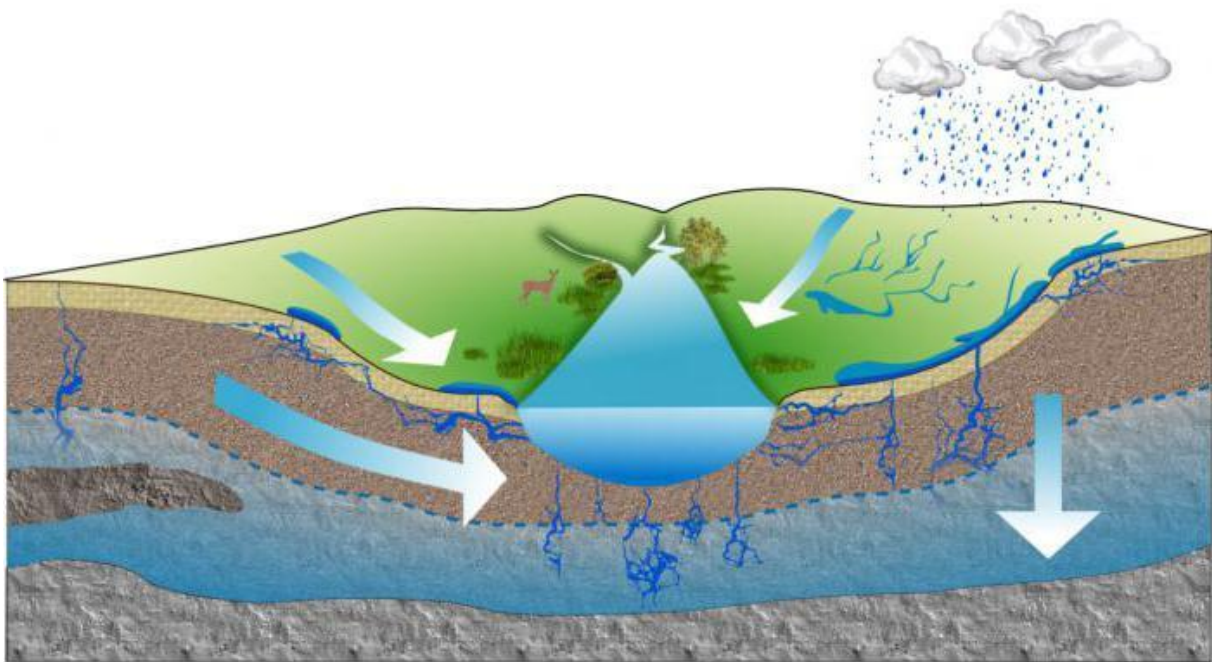
Prema vrsti, monitoring se dijeli na nadzorni, operativni i istraživački. Svrha nadzornog monitoringa je utvrđivanje dugoročnih promjena stanja voda u svakom slivu ili podslivu vodnog područja što uključuje dopune i vrednovanje postupka ocjene utjecaja, učinkovito oblikovanje budućih planova monitoringa, ocjenjivanje dugoročnih promjena prirodnih uvjeta i ocjenjivanje dugoročnih promjena uzrokovanih intenzivnim ljudskim djelatnostima. Plan monitoring kemijskog i ekološkog stanja prijelaznih i priobalnih voda usklađen s Okvirnom direktivom o vodama i Zakonom o vodama.

#### ***2.1.2.2. Operativni monitoring***

Cilj operativnog monitoringa je praćenje stanja voda, za koje je utvrđeno da postoji rizik da neće moći zadovoljiti ekološke ciljeve te ocjenjivanje promjene stanja takvih voda uslijed provedbe programa mjera.

### 2.1.2. Podzemne vode

Podzemna voda je sva voda koja teče kroz podzemlje ili se nalazi u podzemlju, u stijenama i tlima; nastala pomoću infiltracije, a gubi se istjecanjem na površinu kroz izvore i procjeđivanje na dnu mora. Podzemne vode nastaju prodiranjem površinske vode kroz šupljine tla ili pukotine u stijenama. U podzemne vode se također ubraja i vodena para koja se kondenzira u porama tla. Na krškom području podzemne vode su pukotinske, to znači da ne postoji zemljani sloj kroz koji bi se podzemna voda pročistila na prirodan način. Na krškom području podzemne vode su pukotinske, to znači da ne postoji zemljani sloj kroz koji bi se podzemna voda pročistila na prirodan način. Sastav i kakvoća ovih voda općenito se smatraju dobrima i ona se najčešće iskorištavaju u vodoopskrbi ali prije upotrebe treba dobro analizirati kemijski sastav.



Slika 2. Nadopunjavanje podzemnih voda

### 3. ONEČIŠTENJE VODE

Voda se smatra onečišćenom kada zbog fizikalne, kemijske ili biološke promjene njezina kvakoća se mijenja do granice da štetno djeluje na žive organizme ili je neupotrebljiva za određene namjere. To su tekućine koje se sastoje od tekućeg otpada otopljenog ili emulgiranog u vodi, odnosno disperzije krutog otpada u vodi. [4]

Voda može biti onečišćena na puno različitih načina. Prirodni uzroci su odroni tla, potresi, kisele kiše su neki od njih. Ljudski faktor u onečišćenju voda je dalekosežan, od upotrebe pesticida u poljoprivredi, asfaltiranje cesta, industrijski procesi, itd.

Izvori onečišćenja mogu biti: organske tvari, otrovi, toplinsko onečišćenje, neotopive tvari, topive tvari, radioaktivne tvari te mikroorganizmi.

Prikupljene otpadne vode odvođaju 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 kojim 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 3. Otpadne vode

### 3.1 VRSTE OTPADNIH VODA

#### 3.1.1. Industrijske otpadne vode

Industrijske otpadne vode nastaju tijekom različitih industrijskih procesa, pri čemu se voda zagađuje kiselinama, lužinama, teškim metaima, sintetskim kemijskim spojevima, radioaktivnim izotopima, itd. Industrijske otpadne vode se mogu podijeliti na biološki razgradive i biološki nerazgradive. Ovisno o kojemu tipu se radi potrebno je pročišćavanje otpadne vode da bi se ukonili krozivni, zapaljivi ili eksplozivni elementi zagađenja otpadne vode.



Slika 4. Industrijske otpadne vode

#### 3.1.2. Oborinske otpadne vode

Smatraju se 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. Primjer za to su kisele kiše, koje ugrožavaju šume, građevine i slično, te crvene ili žute kiše koje nastaju kao posljedica ispiranja pustinjske prašine koja dopire iz Afrike. U skupinu oborinskih otpadnih voda možemo svrstati i vode koje nastaju topljenjem snijega. Posebno su onečišćeni oni dotoci koji se javljaju pri naglu zatopljenju, i to u fazama završnog topljenja snijega, kad sva nečistoća prikupljena tijekom razdoblja niskih temperatura dospijeva u kanalizaciju

### 3.1.3. Poljoprivredne otpadne vode

Otpadne vode s poljoprivrednih površina nastaju ispiranjem tla oborinama, a sadrže znatnije količine neutrošenih fosfornih i dušičnih gnojiva, te nerazgrađenih herbicida i pesticida kojih je odvajanje zahtjevan postupak. Prodiranje nepročišćenih otpadnih voda u podzemlje onečišćuje podzemne vode, koje su osnovna zaliha pitke vode naselja i gradova.



Slika 5. Poljoprivredne otpadne vode

### 3.1.4. Kućanske otpadne vode

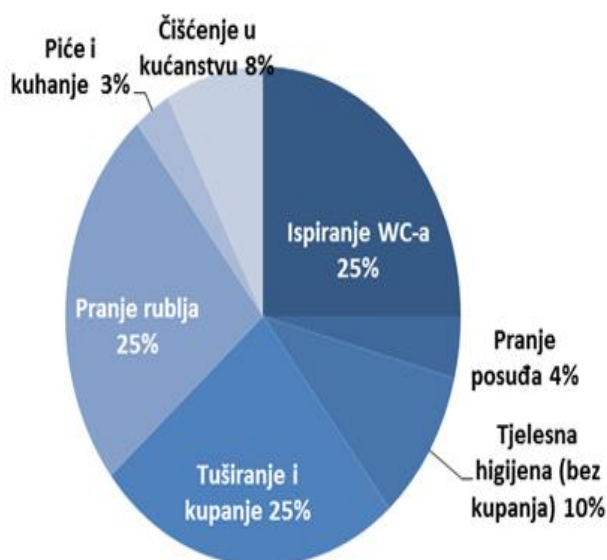
Podrazumijevaju se sve otpadne vode koje nastaju zbog kućanskih aktivnosti, za zadovoljavanje životnih funkcija, sanitarnih potreba te čišćenja prometnica. Kada govorimo o podjeli kućanskih otpadnih voda, razlikujemo.

**Sive vode**- predstavljaju otpadne vode iz kupaonica, tuševa, praonica i bazena; Ne sadržavaju mnogo krutih tvari i postoji mogućnost prenamjene. 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 tijekom 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.

Prema stupnju biološke razgradivosti otpadne sanitarne vode moguće je razvrstati u tri skupine: svježa, odstajala i trula voda. Svježa voda je otpadna voda u kojoj biorazgradnja još nije napredovala. U ovoj vodi je koncentracija otopljenog kisika gotovo jednaka onoj u vodovodnoj vodi. Odstajala voda ne sadrži kisik jer je potrošen tijekom biorazgradnje. Trula voda je otpadna voda u kojoj je biorazgradnja napredovala i odvija se bez prisustva kisika (anaerobno). Trula voda se nastoji izbjeći budući da dovodi do korozije. Uslijed procesa biorazgradnje te upotrebe vode u kupaonicama i kuhinjama temperatura otpadne vode je viša



od temperature vodovodne vode. Prosječna temperatura otpadne vode iznosi od 11,6 do 20,5 °C. Upravo zbog porasta temperature ubrzavaju se i biološki procesi, kisik se više troši i povećava se opasnost od truljenja. 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.



Slika 6. Potrošnja vode u kućanstvu

## 4. VRSTE KANALIZACIJSKIH SUSTAVA

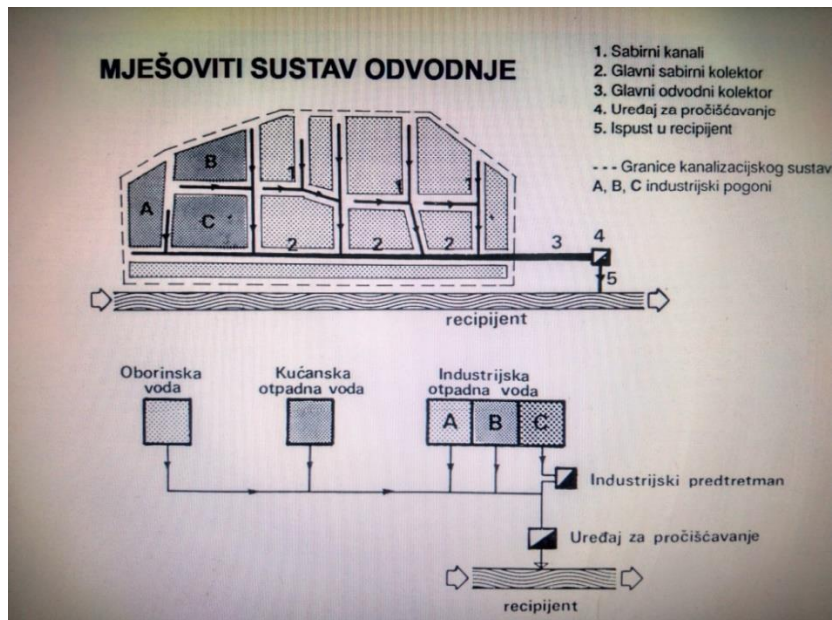
### 4.1. Vrste sustava prema načinju odvodnje i prihvaćanja otpadnih voda

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

#### 4.1.1. Mješoviti sustav

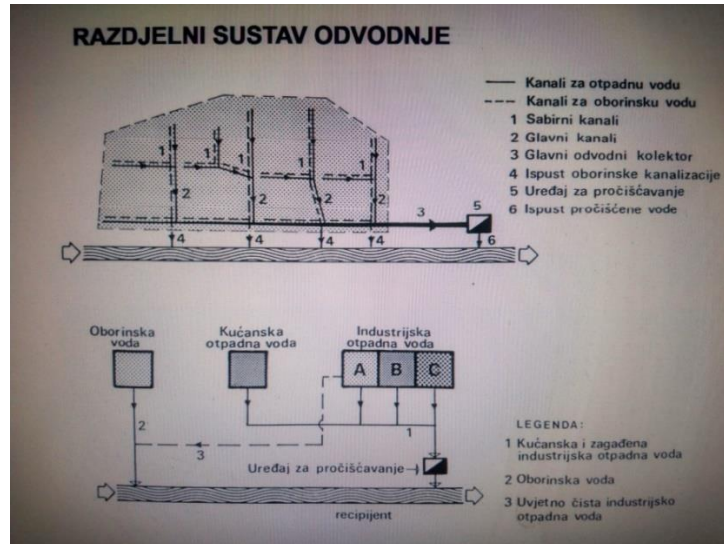
Skuplja sve kategorije urbanih voda i odvodi ih zajedničkim kanalima i kolektorima uz uvjet da se industrijske otpadne vode pročiste na kvalitetu sanitarne otpadne vode.



Slika 7. Mješoviti sustav odvodnje

#### 4.1.2. Razdjeljni (separacijski) sustav

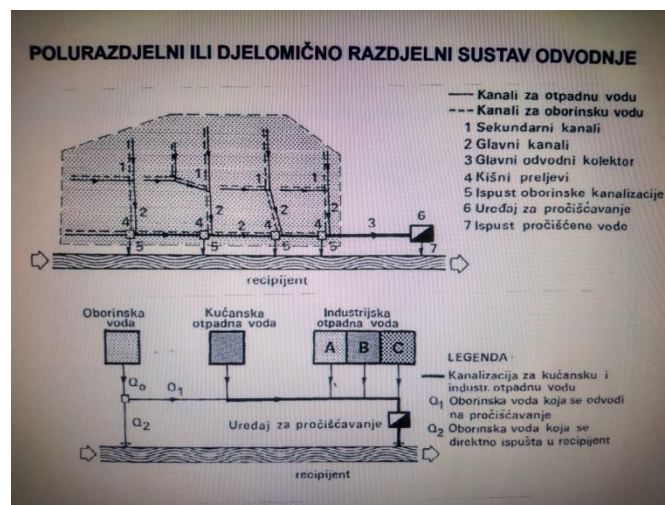
Sastoji se od dvije kanalizacijske mreže - jedna odvodi oborinske vode dok druga odvodi sanitarne i industrijske otpadne vode ( pod uvjetom da budu svedene na kakvoću sanitarnih otpadnih voda prije nego se upuste u kolektore).



Slika 8. Razdjeljni sustav odvodnje

#### 4.1.3. Polurazdjeljni sustav odvodnje

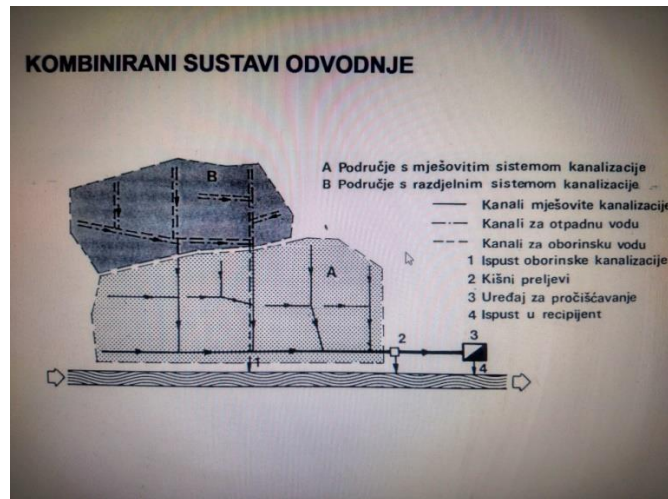
Mreža je isto kao kod razdjelnog sustava kanalizacije uz specijalne dopunske građevine na mreži za oborinsku vodu. Razdjelna okna prvi dotok oborinske vode odvede u sanitarnu mrežu dok veći nailazak vode u kasnijem vremenu odvede direktno u prijamnik. Sa sanitarnog i ekološkog aspekta ovakav sustav je 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.



Slika 9. Polurazdjeljni sustav odvodnje

#### 4.1.4. Kombinirani sustav odvodnje

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.



Slika 10. Kombinirani sustav odvodnje

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).

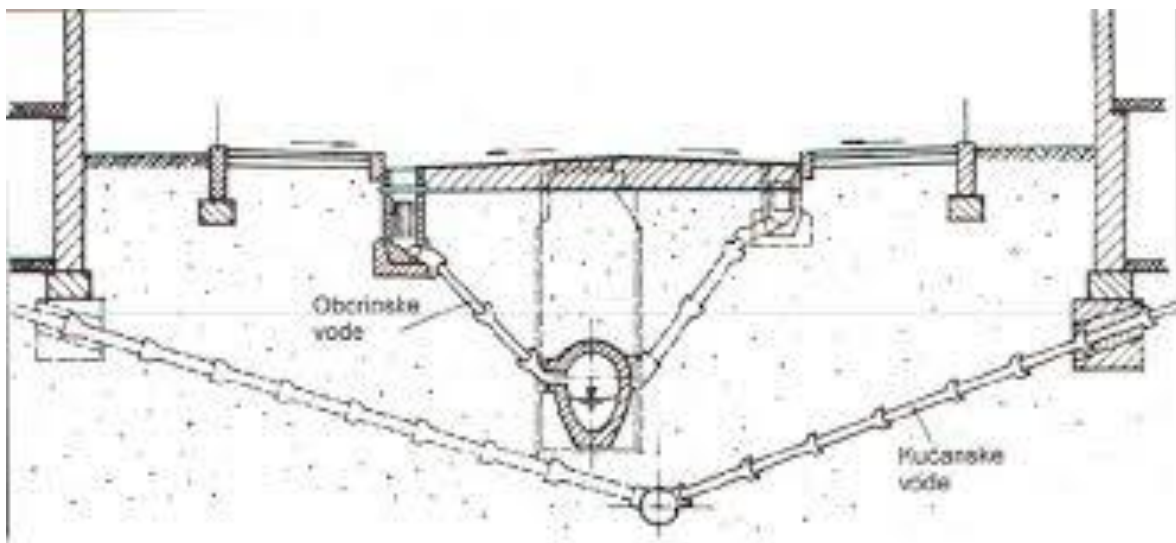
## 5. KANALIZACIJSKI SUSTAVI

### 5.1. Javni kanalizacijski sustav

Javna kanalizacija počinje na priključku sustava kuća, zgrade ili industrijskog pogona i završava kod postrojenja za pročišćavanje ili u prirodi

Javni kanalizacijski sustav se sastoji od:

- Glavnog podzemnog kanalizacijskog voda
- Priključaka na izvore otpadne vode (sanitarne, industrijske)
- Ulična okna za prikupljanje oborinske i revizijska okna



Slika 11. Javni kanalizacijski sustav

Vanjska kanalizacijska mreža najčešće se polaže podzemno (zatvoreni kanali), a samo se iznimno njezini dijelovi izvan naseljenih mjesta grade kao otvoreni kanali. Sastavljena je od cijevi izrađenih od betona, armiranoga betona, kamenštine, čelika, lijevanoga željeza, plastike i dr. Brzina kojom otječu otpadne vode mora osigurati odnošenje mulja i krutih nečistoća, a postiže se određenim nagibom cijevi (minimalna dopuštena brzina toka za sanitarnu kanalizaciju iznosi oko 0,65 m/s, a za oborinsku oko 0,80 m/s). Osim o njihovu nagibu, dubina na koju se cijevi polažu, ovisi i o dubini najniže točke koja se odvodnjava i o dubini smrzavanja tla. Kanalizacijska mreža treba također biti postavljena tako da se, npr. u ušćima dvaju kanala, brzina toka ne mijenja prenglo, kako bi se spriječio hidraulični ili vodni udar koji bi mogao oštetiti cijev.

## 5.2. Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda u Zagrebu

Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda grada Zagreba (CUPOVZ) izgrađen je za kapacitet 1,2 milijuna ekvivalent stanovnika te drugi stupanj pročišćavanja. Pri projektiranju uređaja predviđena je mogućnost proširenja njegovog kapaciteta do 1,5 milijuna ekvivalent stanovnika te treći stupanj pročišćavanja. Uređaj radi s vrlo dobrim učinkom čišćenja te bi mogao biti primjer uspješno realiziranog uređaja na našem području. Međutim, još uvijek nije riješeno pitanje konačne obrade mulja, pa to postaje sve veći problem u radu i održavanju uređaja. Činjenica je da do danas u Hrvatskoj nije cjelovito riješen problem konačne obrade mulja, niti je to uređeno propisima, uputama ili smjernicama. Kako gradnja uređaja za pročišćavanje u Hrvatskoj postaje sve intenzivnija, obrada mulja opterećivat će rad komunalnih organizacija koje se bave odvodnjom i pročišćavanjem otpadnih voda. Na kanalizaciju je priključeno približno 750.000 stanovnika podijeljenih u 16 gradskih četvrti. Gdje nema izgrađene kanalizacije otpadne se vode obrađuju u septičkim i sabirnim jamama. Otpadne vode industrije i drugih proizvodnih pogona priključene su na javnu kanalizaciju. Na području uže gradske jezgre izgrađen je mješoviti sustav odvodnje (Tedeschi, 2001.), a razdjelni na području perifernih dijelova grada. [5]



Slika 12. Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Zagreb

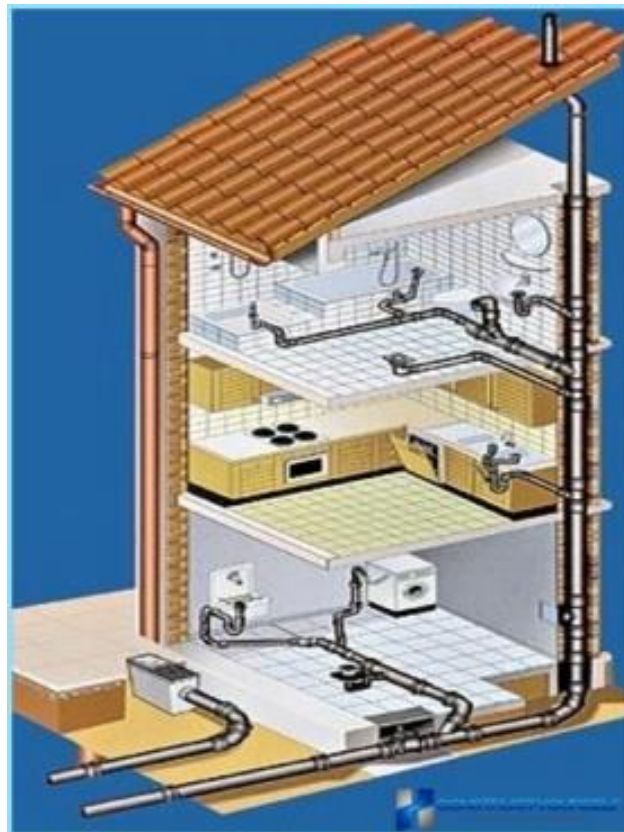
### 5.3. Kućni kanalizacijski sustav

Kućna kanalizacija služi za prikupljanje sanitarne otpadne vode kuća i stambenih zgrada. Započinje na izljevu sanitarnog elementa, kupaonskog ili kućnog uređaja te završava na spoju sa javnom kanalizacijom ili kućnom sustavu za zbrinjavanje orpadnih voda (septičkoj jami).

Kućni kanalizacijski sustav sastoji se od horizontalnih vodova koji uključuju sabirni i priključni vod te od vertikalnih vodova; kanalizacijske vertikale, odzračnih vodova i oborinske vertikale (žlijebova).

Kućni kanalizacijski sustav se priključuje na slijedeći način:

1. Priključni vod na izljevu sanitarnog elementa ili uređaja
2. Vodoravni priključni sabirni vod
3. Okomiti vod
4. Glavni vodoravni sabirni vod (u najnižem dijelu kuće)
5. Odzračni vod
6. Sustav odvodnje oborinske vode
7. Kućni priključak na javnu kanalizaciju ili septičku jamu
8. Revizijski otvor



Slika 13. Kućni kanalizacijski sustav

## 5.4. Elementi kanalizacijskog sustava

Kanalizacijski sistem čine:

Kanalizacijska mreža; glavna kanalizacijska mreža

sekundarna kanalizacijska mreža

Građevine/sanitarni objekti: preljevne građevine, crpne stanice, ulazna okna, prekidna okna

## 5.5. Septička jama

Jednostavan, jeftin, a istodobno prilično arhaično rješenje problema izdvajanja otpadnih voda je plitica. Zapravo, ovo je bunar koji je izrađen od betonskih prstenova i poklopca koji ima otvor. Jedini plus ove metode, iako za nekoga i odlučujuću - jednostavnost i relativnu jeftinost.

Nedostaci ove metode, nažalost, mnogo su više od plusa, - kanalizacija, koja ulazi u zemlju, zagađuje okoliš i podzemne vode. Ako se pitka voda izvuče iz bušotine, vrlo je važno zapamtiti da prljava voda može ući u vodonosnike, a potom u vodu za piće prilikom stvaranja takve vrste otpadnih voda.

Prilikom servisiranja cepline, uzrokuju kanalizaciju, tj. Potrebno je osigurati mogućnost pristupa kanalizacijskom sustavu. Još jedan nedostatak snijega je neugodan miris. Prema SNIP-u 2.04.03-85, ne možete koristiti plinovode uz potrošnju više od jednog kubičnog metala kućne otpadne vode dnevno. Obično se radi o dnevnoj potrošnji obitelji od 5 osoba.

Iz kuće kroz sprovodne cijevi, kanalizacija pada u prašume, spremnike, septičke jame ili u biološku stanicu za obradu.

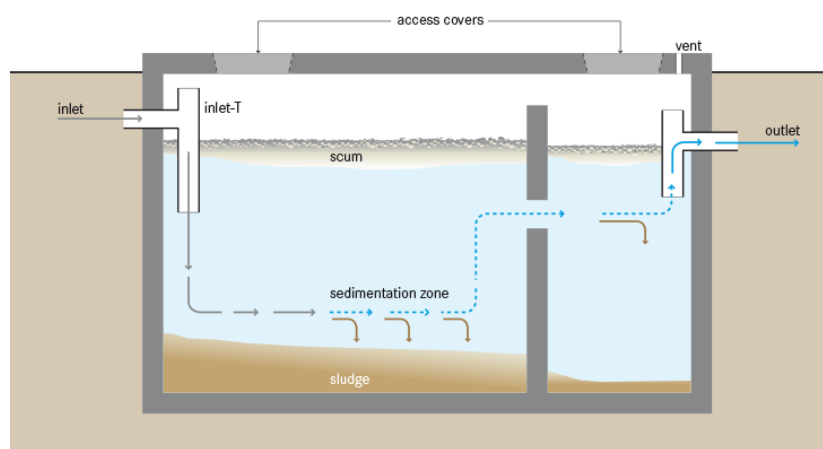
Septička jama najčešći je oblik zbrinjavanja sanitarnih otpadnih voda. Pročišćavanje se obavlja tako da se u prvom koraku obavlja taloženje pri čemu se izdvajaju suspendirane tvari, a istaloženi mulj truli postupcima anaerobne razgradnje.

Obično se septičke jame sastoje od dviju ili triju komora. Prva komora je veća i u njoj se provodi taloženje. Druga (i treća) komora su komore u kojima se provodi preljevanje prema zakonu spojenih posuda. Naime, otpadna voda dolazi u prvu komoru, provodi se taloženje, a uslijed povećanja volumena u prvoj komori, dolazi do preljevanja u sljedeće komore. Dotok otpadne vode treba biti tako proveden da osigurava dovoljno dugo zadržavanje vode u pojedinim komorama kako bi se proces razgradnje organskih tvari mogao uspješno obaviti. Organska tvar koja taloženjem pada na dno truli djelovanjem anaerobnih bakterija.

U septičkoj jami se voda zadržava obično 24 sata. Vrijeme zadržavanja otpadne vode ujedno je i osnovna razlika između septičke jame i dvokatnog taložnika. U dvokatnom taložniku otpadna voda ostaje svega jedan sat. Pri tome se suspendirane tvari istalože te voda odlazi na biološko pročišćavanje. Istaložene suspendirane tvari prolaze proces anaerobne razgradnje.



Populacija aerobnih bakterija je najveća. One uz organske tvari i kisik koje koriste za rast i razmnožavanje proizvode tzv. mulj i CO<sub>2</sub>. Aerobni procesi se primjenjuju za razgradnju komunalnih otpadnih voda. Biološka razgradnja organske tvari ovisi o koncentraciji organskih tvari, količini kisika, količini mikroorganizama, ali i vremenu kontakta mikroorganizama s organskim tvarima. U povoljnim uvjetima mikroorganizmi rastu i razmnožavaju se na način da se jedna stanica dijeli na dvije. U idealnim uvjetima rast i razvoj se odvijaju eksponencijalno, međutim u stvarnim uvjetima to nije tako. Naime, rast mikroorganizama se obično smanjuje zbog smanjenja količine organske tvari, nastanka otrovnih proizvoda ili nekih drugih čimbenika. [6]



Slika 14. Shema septičke jame

### 5.5.1. Septonski spremnik i skladištenje

Ugradnja pogona iz različitih materijala - armiranog stakloplastike, polietilena, metala, armiranog betona. Obično, zbog relativno male mase kontejnera, isporuka i montaža su mnogo lakše. Moguće je upotrijebiti ploču od armiranog betona, koja će biti sidro i sprječiti će ekstruziju kontejnera na visokoj razini podzemnih voda. Postavljanje pogona na ploču tehnički nije nimalo komplicirano i može se provesti pomoću pojaseva i sidara, - sama ploča je sidro.

Nedostaci takvog sustava su: Kod instalacije potrebno je uzeti u obzir značajke tla. S visokom razinom uređaja za pohranu podzemnih voda može i dalje "istisnuti" tlo. Instalacija s visokom razinom podzemnih voda je vrlo skupo, jer je tijekom instalacije pogon usidren, kao što je već spomenuto. Za servisiranje pogona poziva se kanalizacijski uređaj. Ako kuća ima umivaonik

ili tuš kabinu osim WC-a - poziv posebnog vozila postaje vrlo čest (jednom tjedno ili češće). I to nije samo dodatni trošak, već i neugodan miris tijekom rada.

Septski spremnik - spremnik različitih materijala (može biti plastična, stakloplastika, ojačani betonski prstenovi). Obično, ako nije prsten, već samo jedan spremnik, onda unutar nje ima odjeljke od 2-3 sekcije. U septičkom spremniku otpadne vode se talože i razgrađuju mikroorganizmi. Ne postoji pristup zraka u septičku jami, pa pročišćavanje prolazi kroz tzv. Anaerobnu fazu. Prolazeći kroz 2-3 komore, efluent se postupno razbistri, nalazi se sediment u komorama, a na izlazu septičkog spremnika dobivaju se djelomično pojašnjene, ali još nepročišćene vode. Po cijeni - cijena septičkog spremnika gotovo je jednaka onoj u vožnji - od 20 tisuća rubalja. Nakon septičkog spremnika, otpadne vode moraju se unositi na post tretman za polja za filtriranje ili filtarske jažice. Troškovi polja za filtriranje i filtarske bušotine jako ovise o njihovoj duljini i materijalima iz kojih se izvode. [7]



Slika 15. Septonski spremnik za visoke razine podzemnih voda

## 5.6. Postojeći načini postupanja s kanalizacijom

Trenutačno se kućna obrada otpadnih voda provodi na sljedeće načine:

- mehanički. Ova metoda sastoji se u čišćenju odvoda od velikih čestica: pijeska, masti i tako dalje. Za mehaničko čišćenje koriste se konstrukcije poput konvencionalne rešetke ili zaslona, pijeska, zamke za podmazivanje, spremnika za taloženje;

Uređaj za čišćenje odvoda od masnih naslaga

- biološki. Ova metoda temelji se na radu mikroorganizama (od kojih je dobio ime), koji se hrane raznim vrstama onečišćenja. Kao rezultat biološke obrade, nečistoće sadržane u otpadnim vodama raspadaju se u vodu i plin koji se ispušta kroz posebnu cijev.

Biološko čišćenje može se obaviti uz pomoć:

- biofilter, koji je ugrađen u septičku jami, sakuplja ili filtrira dobro. Čišćenje se provodi anaerobnim bakterijama; [8]

Uređaj za čišćenje s anaerobnim bakterijama

- Aero. U ovom čišćenju, čišćenje se provodi pomoću aerobnih bakterija, koje zahtijevaju pristup zraku za rad.

Postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda mogu se kupiti u specijaliziranim prodavaonicama ili proizvesti neovisno. Svaki sustav mora imati:

- grubo mehanički filter za čišćenje, koji se instalira prije septičkog spremnika ili naseljenika;
- postrojenje za pročišćavanje otpadnih voda;
- primatelj pročišćene vode.

### 5.6.1. Mehaničko čišćenje

Instalacije mehaničkog čišćenja mogu ukloniti velike čestice iz odvoda: pijesak, mast, uljni filmovi i tako dalje. Za pravilnu gradnju mehaničkog sustava čišćenja trebate:

1. Na izlazu iz kanalizacijskog sustava kuće za ugradnju mrežaste rešetke. To će ukloniti najveće čestice iz ulazne vode;

Rotirajuća rešetka za mehaničko čišćenje

- dalje pročišćena od velikih nečistoća, voda mora ući u pijesak zamku za mehaničko čišćenje od manjih nečistoća.

### 5.6.1.1. Rešetka

U kanalizaciji se uglavnom koriste:

a) grube rešetke, sa slobodnim otvorom 50 do 100 [mm], b) srednje rešetke, sa slobodnim otvorom 10 do 25 [mm], c) fine rešetke, sa slobodnim otvorom 3 do 10 [mm].

Najveći učinak imaju fine rešetke na kojima se zaustavlja i dio lebdećih tvari.

Učinak pročišćavanja na finim rešetkama iznosi:

smanjenje BPK5 za 3 do 10 [%], smanjenje lebdećih tvari za 2 do 20 [%], smanjenje bakterija za 10 do 20 [%], smanjenje KPK za 5 do 10 [%].

Rešetke mogu biti ravne i lučne.

Čiste se ručno ili mehanički. Ručno se čiste rešetke na manjim uređajima i na grube uređajima postavljaju kao zaštita srednjih i finih rešetki. Širina rešetke,  $br$  [m], definirana je izrazom:

$$br = Q(s + e) h v f$$

gdje su:

$Q$  – protok, [ $m^3 s^{-1}$ ],  $s$  – debljina šipke rešetke, [mm],  $e$  – slobodni otvor među šipkama, [mm],  $h$  – dubina (vode) u kanalu, [m],  $v$  – brzina vode, [ $m s^{-1}$ ],  $f$  – stupanj zapunjenja rešetke, [1], (0.8 do 0.9)

U tehnologiji pročišćavanja otpadnih voda ponekad se umjesto finih rešet suspenzija, koriste makro(sita). Izvode se od nehrđajuće žice ili prorupčanog lim [mm]. Zavisno od konstrukcije, na sitima se zadržava i do 35 [%] lebdećih tvari. (četkama, zrakom ili vodom). [9]

### 5.6.2. Biološko čišćenje

Nakon grubog čišćenja odvoda, moguće je nastaviti s biološkim pročišćavanjem. U tu svrhu, u sustavu lokalnog postrojenja za pročišćavanje instalirane su sljedeće vrste uređaja:

- septička jama s biofilterom. Unutar septičkog spremnika, ovisno o veličini i cijeni uređaja, postoji nekoliko komora. Prve i druge komore koriste se kao spremnici za odlaganje, u kojima se čestice ne ulijevaju tijekom mehaničkog čišćenja. Treća komora opremljena je biofilterom. Biofilter se može sastojati od troske, šljunka, drobljenog kamena i drugih sličnih materijala. Kada voda prolazi kroz biofilter, kanalizaciju se tretira približno 90%; [9]

Septonski spremnik opremljen biofilterom

- aerotank ili metatenk. U potpuno hermetičkim uređajima obavlja se konačna obrada otpadnih voda. Aerotank se također može sastojati od nekoliko odjeljaka, na primjer primarnog čišćenja i sekundarnog čišćenja. Postoji naseljenik između odjeljaka za čišćenje.

Za brže filtriranje obrađenih otpadnih voda može se izraditi polje za filtriranje. Značajan nedostatak takve strukture je njegova velika veličina, koja omogućuje da se koristi u područjima s dovoljno slobodnog prostora.

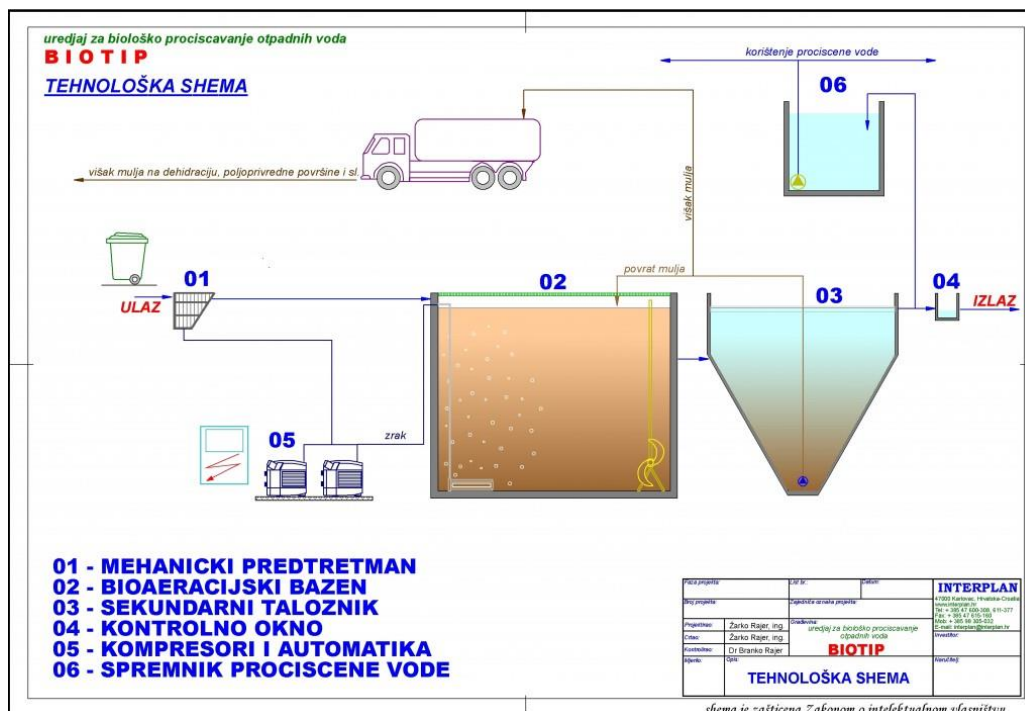
Za izradu polja za filtriranje trebat će vam:

Pijesak ili šljunak, koji se koriste kao dodatni element sustava za čišćenje;

cijevi s rupama, postavljene na cijelo područje mjesta i čine drenažnu mrežu;

pokrovni materijal, na primjer, geotekstili.

Stoga je lokalni sustav čišćenja razvijen od strane korisnika samostalno ili uz pomoć stručnjaka. Svaki sustav bi trebao imati mehaničko i biološko čišćenje koje je odabrao korisnik. Prilikom odabira uređaja za čišćenje, neophodno je voditi ne samo vrsti opreme i izvedenih funkcija, već i dimenzija dnevne konzumacije goveda kod svih onih koji žive u kući.



Slika 16. Shema biološkog pročišćavanja otpadnih voda

### 5.6.3. Biljni uređaji

Biljni uređaji za pročišćavanje veoma su kompleksni biološki sistemi koji oponašaju procese u prirodi. Biljni uređaji umjetno su oblikovane močvare s ciljem stvaranja uvjeta kojima se pospešuje pročišćavanje otpadnih voda koje kroz njih protječu.

Odražavajući procese koji se odvijaju u prirodnim vodnim sustavima, biljni uređaji predstavljaju složen integriran sustav u kojemu uz interakciju vode, biljaka, životinja, mikroorganizama i okolišnih faktora dolazi do poboljšanja kvalitete vode. Kombinacijom fizikalnih, bioloških i kemijskih procesa unutar biljnog uređaja odvija se uklanjanje otpadne tvari iz sirove otpadne vode.

Biljni uređaji se koriste za pročišćavanje svih vrsta otpadnih voda, ali najviše za:

pročišćavanje komunalnih otpadnih voda skupina kuća, farmi, naselja, kampova, otpadnih voda s autocesta, procjednih voda iz uređenih odlagališta otpada te voda koje sadrže otrovne tvari (teške metale, pesticide, fenole), pročišćavanje obojenih voda iz tekstilne industrije i organski onečišćenih otpadnih voda iz prehrambene industrije, sušenje mulja, zagađene oborinske vode s poljoprivrednih površina (netočkasto zagađenje), kondicioniranje pitke vode te zaštite izvora pitke vode, podzemnih voda i jezera, kućanstava kojima je udaljen priključak na javnu kanalizacijsku mrežu.

Podjela biljnih uređaja:

-prirodni biljni uređaji – obrada otpadnih voda na lokacijama gdje su prirodno nastali za što se koriste močvarni sustavi;

-umjetno izvedeni biljni uređaji – podrazumijevaju mjesto gdje ti uređaji nisu nastali prirodnim putem.

Umjetni biljni uređaji se dijele na:

-biljne uređaje s potpovršinskim tokom

-biljne uređaje sa slobodnim vodnim licem

Biljni uređaji sa potpovršinskim tokom se dijele s obzirom na smjer toka vode:

-vertikalni tok otpadne vode

-horizontalni tok otpadne vode [10]

Biljni uređaji sa slobodnim vodenim licem se dijele na:

biljni uređaji kojima dijelovi zasađenih biljaka izlaze iznad površine vode, biljni uređaji u kojima dijelovi biljaka plutaju po površini vode, biljni uređaji u kojima su biljke potopljene ispod razine vode

Prije obrade vode biljnim tretmanom potrebno je obaviti predtretman te vode da bi se uklonile razne suspendirane tvari, masti i ulja u što većem postotku.

Za dodatnu zaštitu je potrebno dna biljnih uređaja izraditi od nepropusnog ili slabo propusnog materijala, jer može doći do procjeđivanja vode u tlo te samim time može doći do zagađenja podzemnih voda. Danas se velikom veličinom koriste sintetski materijali za izradu obloge dna.

Biljni uređaji mogu se klasificirati prema različitim uvjetima na koje se gleda:

-vrsti biljaka

- režimu tečenja (slobodno vodno lice, potpovršinski tok – horizontalan i vertikaln)

- tipovima konfiguracije biljnih uređaja (hibridni, jednostupanjski ili višestupanjski sustavi)

- vrsti obrađivane otpadne vode

- razini obrade otpadne vode (I. stupanj, II. stupanj, III. stupanj, dezinfekcija)

- tipu prethodnog pročišćavanja

- vrsti supstrata (šljunak, pijesak i sl.)

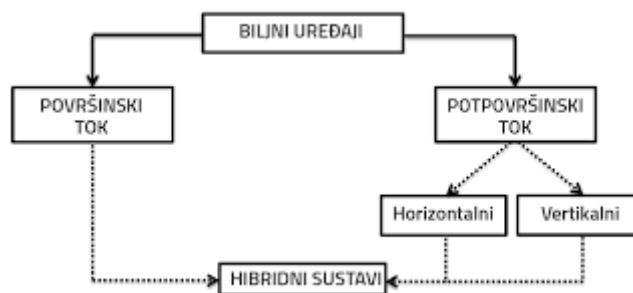
- načinu distribucije otpadne vode (kontinuirana ili šaržna/ isprekidana distribucija otpadne vode).

### 5.6.3.1. Biljni uređaji sa potpovršinskim tokom

Biljni uređaji s potpovršinskim tokom su plitki bazeni ili kanali koji su obloženi vodonepropusnim materijalom te su ispunjeni poroznim materijalom. Taj materijal se naziva supstrat a čine ga šljunak, pijesak ili neki kamen koji ima odgovarajuću granulaciju potrebnu prema projektu. Kada voda prolazi kroz taj supstrat on ju pročišćuje procesima taloženja, filtriranjem, apsorpcijom i razgradnjom organskih tvari na biološkoj razini.

Na biljnim uređajima s potpovršinskim tokom uklanjaju se sljedeća onečišćenja: - organska materija izražena kao biološka potreba kisika (BPK) ili kemijska potreba kisika (KPK), suspendirane tvari, hranjive tvari(dušik i fosfor), patogeni mikroorganizmi, teški metali i organska onečišćenja. [10]

Biljni se uređaji često svrstavaju u grupu "jednostavnih" sustava ili sustava "niske tehnologije", no biološki, fizikalni i kemijski procesi pročišćavanja koji se u njima odvijaju nisu nimalo jednostavni. Ti se procesi odvijaju u različitim zonama glavnoga filtarskog sloja kojima pripadaju: supstrat, zona korijena i vode u porama, otpaci (neživi organski materijal, npr. otpalo lišće i sl.), voda, zrak, biljke i korijenje biljaka, zone biomase, npr. bakterije pričvršćene za supstrat i korijenje. Pročišćavanje otpadnih voda u filtarskom tijelu biljnog uređaja rezultat je složenih interakcija između svih tih zona. U biljnom uređaju prisutan je mozaik područja s različitim razinama kisika, što pobuđuje različite procese degradacije i uklanjanja onečišćavajuće tvari. Filtarsko tijelo biljnog uređaja djeluje kao mehanički i biološki filter. Suspendirane tvari u ulaznoj otpadnoj vodi kao i generirane mikrobiološke krutine uglavnom se zadržavaju mehanički, dok se otopljena organska tvar fiksira i apsorbira takozvanim biofilmom. Sva organska materija razgrađuje se i stabilizira biološkim procesima tijekom duljega razdoblja. Biološko pročišćavanje u filtarskom tijelu zasniva se na aktivnosti mikroorganizama, poglavito aerobnih i fakultativnih bakterija. Ti mikroorganizmi rastu na površini čestica supstrata i korijenja, gdje stvaraju aktivni biofilm. [10]



Slika 17. Podjela potppovršinskih biljnih uređaja



#### **5.6.3.1.1. Vertikalni filter**

U vertikalnim filtrima otpadna se voda preko distribucijskoga cijevnog sustava raspodjeljuje po cjelokupnoj površini gredice. Distribucija se na te filtre obavezno provodi u intervalima (šaržama), odnosno isprekidano. Tada, između pojedinih intervala distribucije, u vertikalni filter može ulaziti i zrak. Količina otpadne vode koja se distribuira u jednom intervalu mora biti dovoljno velika kako bi se postigla jednolika raspodjela po cjelokupnoj površini gredice. Kod premalih količina, odnosno prečestim intervalima distribucije, može se dogoditi da otpadna voda ponire izravno ispod otvora na distribucijskim cijevima. Kako bi pogon sa šaržnom distribucijom dugoročno bio što učinkovitiji, najčešće se za dovod otpadne vode do vertikalnog filtra ugrađuju i koriste crpke. Drugim riječima, dotok otpadne vode do vertikalnog filtra najčešće je pod tlakom, čime se dodatno osigurava ravnomjernija raspodjela otpadne vode po površini filtra, kao posljedica ujednačenije raspodjele tlaka duž čitave mreže distribucijskih cjevovoda. Pri odabiru promjera cjevovoda distribucijskog sustava treba voditi računa o volumenu cijevnog sustava i gubicima uslijed trenja. Također je potrebno osigurati dovoljan broj otvora za istjecanje, jednoliko raspodijeljenih po površini. Preporučuje se minimalni promjer otvora od 8 mm. Za distribucijski cijevni sustav pretežito se koriste plastične cijevi, rjeđe metalne. U izboru je materijala potrebno voditi računa o postojanosti prema ultraljubičastim zrakama i temperaturnim deformacijama. Radi zaštite od smrzavanja, distribucijski sustav treba oblikovati tako da po prestanku distribucije dolazi do samostalnog istjecanja otpadne vode. Svi vodovi u kojima može doći do zadržavanja otpadne vode moraju biti položeni ispod dubine smrzavanja. [10]

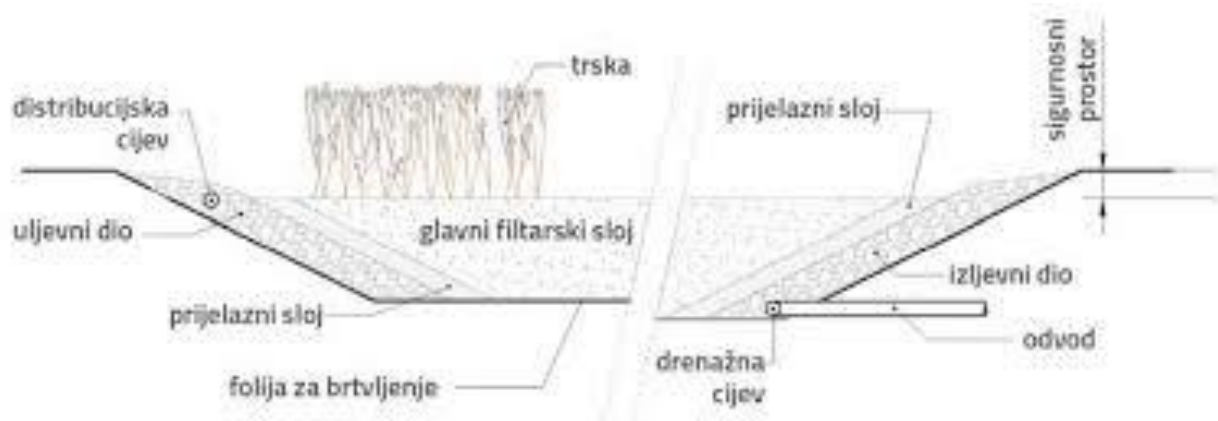
#### **5.6.3.1.2. Horizontalni filter**

Kod horizontalnih filtera otpadna se voda bočno uvodi u glavni filtarski sloj (preko uljevnog dijela uz pomoć drenažne cijevi). Za razliku od vertikalnih filtera, distribucija otpadne vode se najčešće provodi kontinuirano, a tečenje je sa slobodnim vodnim licem. Veličina bočnog infiltracijskoga poprečnog presjeka ovisi o količini otpadne vode, propusnosti filtarskog materijala i hidrauličkog gradijenta u filtarskom tijelu. Distribucija se ostvaruje preko uljevnog dijela od šljunka ili drobljenca. Prema glavnom filtarskom sloju obično se ugrađuje prijelazni sloj s postupno manjom granulacijom, da bi se izbjegla opasnost od začepjenja infiltracijske površine glavnoga filtarskog sloja. [10]

#### **5.6.3.2. Biljni uređaji sa slobodnim vodenim licem**

Sastoje se od relativno plitkih močvarnih bazena ili kanala kroz koje otpadna voda slobodnim tokom teče prema ispustu, dok je površina vode direktno izložena utjecaju atmosfere. Određeni je dio površine uređaja prekriven močvarnom vegetacijom. Blizu površinskog sloja vode odvijaju se aerobni procesi, dok se u dubljoj vodi i podlozi uglavnom odvijaju anaerobni procesi, dno i pokosi bazena ili kanala obavezno se oblažu vodonepropusnim materijalom

kako bi se spriječilo procjeđivanje nepročišćene vode u podzemlje, ali se mora i nasipati dodatni sloj zemlje na nepropusnu površinu da se omogući zakorjenjivanje močvarne vegetacije. Potrebno je osigurati ravnomjerno dotjecanje otpadne vode po čitavom presjeku kako bi se izbjeglo stvaranje tzv. mrtvih zona, koje ne sudjeluju u pročišćavanju ili sudjeluju sa smanjenim djelovanjem, što u konačnici rezultira smanjenom učinkovitošću pročišćavanja cjelokupnog uređaja.



Slika 18. Biljni uređaj sa slobodnim vodenim licem

## 5.7. PRIJAMNIK PROČIŠĆENE VODE

Gdje organizirati ispuštanje kućnih otpadnih voda nakon tretmana? Pročišćena voda može biti:

- ponovno, ali isključivo za potrebe kućanstva: pranje staza, automobila, prozora, poda i tako dalje, kao i za zalijevanje biljaka. U tu svrhu, voda iz postrojenja za preradu mora pasti u poseban prijemnik (prefabricirani, bačve i tako dalje);
- odlagati u kanalizaciju i prirodna vodna tijela koja se nalaze u blizini prigradskog područja;
- pustiti u zemlju.

Mogući načini zbrinjavanja otpadnih voda

Ako se ne očekuje sekundarna upotreba vode, a u blizini nema ribnjaka, moguće je graditi:

Uređaj za filtriranje je mali spremnik bez dna. Za njegovo uređenje trebate:

- betonskih prstenova, plastičnog okvira ili opeke. Od tih materijala sama bušotina konstruirana je kao prijemni kapacitet;

- šljunak, slomljeni kamen, pijesak. Materijali su potrebni da se voda pročišćava, da ne ošteti biljke prisutne na mjestu;
- cijevi za spajanje uređaja s postrojenjima za obradu;
- Poklopac za davanje estetike, ali i sigurnog razloga.

### **5.7.1. Anaerobni septički spremnici**

Septički spremnik je postrojenje u kojem se odvodni prolazi kroz nekoliko faza pročišćavanja. Načelo rada septičke jame je održavanje otpadnih voda i obrada organskih inkluzija anaerobnim bakterijama. Da bi se postigla najbolja kvaliteta čišćenja, septičke jame se proizvode u više komora. Glavni dio krutog otpada deponiran je u prvu komoru, u naknadnim pretkazanim tokovima vode.

Organske inkluzije, koje čine većinu onečišćenja domaće kanalizacije, razgrađuju se djelovanjem anaerobnih bakterija. Organska tvar se raspada u jednostavne sastojke - metan i vodu, a netopljivi ostaci se smiru do dna komora.

Obrada otpadnih voda s aerobnim bakterijama počinje nakon što napusti septičku jamu i ulazi u polja za aeraciju - uređaji potrebni za dodatno liječenje otpadnih voda. Na područjima aeracije, otpadne vode dodatno se filtriraju prolazeći kroz filter pijeska i ruševina. Dakle, nakon prolaska kroz sve faze, voda se očisti do gotovo 100% i ne šteti okolišu

### **5.7.2. Koraci pročišćavanja u anaerobnom septičkom spremniku**

- Prva faza. Provodi se u primarnom razrjeđivaču. Postoji proces koji se naziva razjašnjavanje otpada. Prva komora odvaja zagađenu vodu prema specifičnoj težini. Čestice s teškom težinom, naslanjaju se na dno, inkluzije koje su lakše od vode, idu gore. U središtu primarnog sedimentacijskog spremnika, gdje se prelijevna cijev nalazi u drugoj komori, skupljaju se pročišćeni odvodni. Naseljavanje se nastavlja u drugoj komori, samo ovdje dolazi do taloženja manjih inkluzija, koji su suspendirani u tekućini.

Savjet! Septski spremnici konstruirani su na takav način da se odvodni iz komore u komoru polako struju. Samo pri maloj brzini kretanja moguće je osigurati dobru sedimentaciju sedimenta.

- Druga faza je biološka. Organske tvari pohranjene na dnu su podvrgnute biološkoj obradi anaerobnim bakterijama. U procesu fermentacije sedimentne toplote se oslobađa, stoga je u septičkom spremniku uvijek visoka temperatura. Ta okolnost dopušta korištenje septičkih jama, ne samo ljeti, već zimi.
- Posljednja faza pročišćavanja odvija se u području filtracije. To se pojašnjava u septičkom spremniku koji struji kroz cijevi. U cijevi su rupe kroz koje se voda ispušta,

ulazeći u filter tla. Prolazeći kroz sloj pijeska i ruševina, voda se filtrira. Osim toga, dodatno se čisti pomoću aerobesa koji nastanjuju tlo.

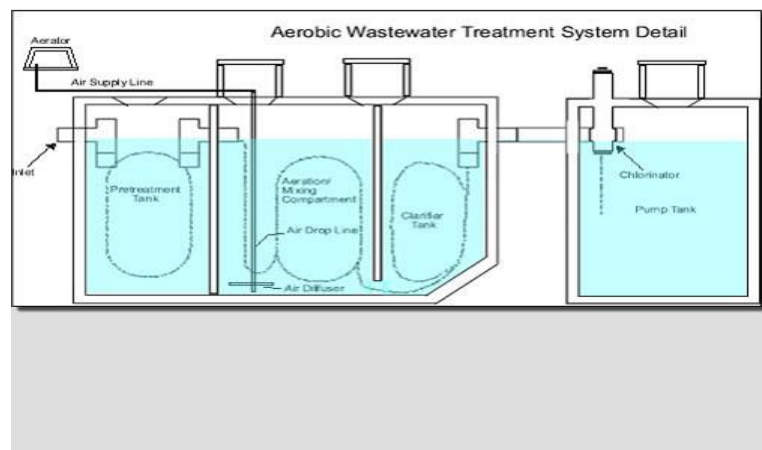
### 5.7.3. Aerobna septička jama

Osim tradicionalnih septičkih jama, danas su naširoko koristi suvremeni sustavi biološke obrade otpadnih voda - LOS, dodatno opremljeni aeratorima. Na takvim postajama otpadne vode se naizmjenično obrađuju anaerobnim i aerobnim bakterijama, što znači da je voda na izlazu postrojenja za pročišćavanje 98% pročišćena, tako da nema potrebe za gradnjom polja za filtriranje.

Voda obrađena u VOC-u može, bez štete okolišu, biti odbačena na tlu ili u najbližoj vodenoj vodi. Ako je potrebno, voda se može poslati u spremnik za gospodarenje, na primjer, za zalijevanje travnjaka ili vrtova.

#### 5.7.3.1. Faze obrade otpadnih voda u aerobnim septičkim jama

- Prva faza održavanja. Kao i kod konvencionalnih septičkih jama, VOC koristi takvu jednostavnu, ali pouzdanu metodu mehaničkog čišćenja.
- Faza 2 - obrada mulja anaerobnim bakterijama. Precipitirana organska tvar obrađena je anaerobnim bakterijama. Naime, sve do ove točke nema nikakve razlike u radu jednostavnog septičkog spremnika i VOC.
- Faza tri - obrada pomoću aerobnih bakterija. Kada se aerator uključi u komori, počinje aerobna faza čišćenja. U okolišu zasićenim kisikom, bakterije učinkovito i brzo obrađuju većinu organskih inkluzija.
- Četvrti se stupanj - ponovno podupire. Nakon aerobnog pročišćavanja otpadnih voda, voda ulazi u sekundarnu posudu za taloženje, gdje se taloži netopljivi sedimentni mulj. Pročišćena voda ulazi u izlaz, a aktivni mulj ponovno se koristi u postupku čišćenja. S akumulacijom viška mulja, morat će se ukloniti iz sumpora.



Slika 19. Aerobni sistem

## 5.8. Jednostavna septična ili VOC?

Koju vrstu sustava za pročišćavanje otpadnih voda bi trebao biti poželjan kod izgradnje lokalnog sustava odvodnje? Nema nedvosmislenog odgovora na ovo pitanje. Prilikom odabira instalacije potrebno je uzeti u obzir lokalne uvjete. Provest ćemo malu komparativnu analizu septičkih jama i HOS-a:

- Prostor potreban za instalaciju. Da biste instalirali moderan VOC, u pravilu je dovoljno jedan ili dva kvadratna metra. Ako trebate instalirati septičku jamu, trebat će vam veliko područje. Sam septički spremnik nešto je veći od VOC, ali glavni će teritorij biti potreban za izgradnju polja filtracije potrebne za pročišćavanje otpadnih voda.
- Geološka obilježja mjesta. Ako se odlučuje za instalaciju VOC, onda geološke značajke web mjesta mogu utjecati samo na izbor VOC modifikacije. No, polja filtracije uređaja na glinenim tlima - ovo je težak zadatak.

### 5.8.1. Dizajn

Nakon što odlučite o vrsti postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda, možete početi s projektiranjem odvodnih sustava za kuću. Najčešće, projekt je istodobno s projektom kuće. No, ako se građevina uređuje, a već je puštena u rad, projekt odvodnje za privatnu kuću pripremljen je zasebno.

Kod izrade sustava odvodnje potrebno je uzeti u obzir lokalne uvjete. Stoga, prije početka projektiranja preporučuje se geološko istraživanje, tijekom kojeg će se razjasniti sljedeće točke:

- značajke terena;
- karakteristike tla, odabir metode iscrpljivanja vode, potrebno je ocijeniti apsorpciju tla;
- razinu lokacije i sezonski porast podzemnih voda.

Prije nego što započnemo s projektom drenažnog sustava za kuću, treba objasniti sljedeće točke:

- prosječna dnevna potrošnja vode u kući;
- učestalost korištenja - tijekom cijele godine ili povremeno.

Nakon prikupljanja podataka možete započeti s izradom projekta.

### **5.8.2. Kut nagiba**

Važna točka je kut plinovoda. Ovaj trenutak je važan u izgradnji gravitacijskih sustava. Kada je nemoguće udovoljiti traženom kutu nagiba, potrebno je planirati izgradnju tlačnog sustava u kojem se kanalizacija pumpa kroz fekalnu pumpu.

Mnogi domaći majstori, koji preuzmu nezavisnu instalaciju, podcjenjuju ovaj trenutak, au međuvremenu pogreške u tom i u drugom smjeru smanjuju učinkovitost sustava.

Ako kut nije dovoljno velik, protok će kretati kroz cjevovod pri maloj brzini. Istodobno, neke od velikih inkluzija imat će vremena za precipitiranje u cijevima, a to je ispunjeno formiranjem blokada. Preveliki kut također će poremetiti normalno kretanje medija koji se prevozi. Voda će se prebrzo isušiti, bez da uzme teške dodatke koji će ostati u cijevima, stvarajući blokade.

Optimalni kut nagiba ovisi o promjeru cijevi koja se koristi za stvaranje cjevovoda. Što je manji promjer, veći je pad mora biti. Dakle, ako su odabrane cijevi promjera 50 mm, treba naglasiti padine od 3 cm po metru. Pri korištenju cijevi od 100 mm, nagib mora biti 2 cm.

### **5.8.3. Elementi sustava**

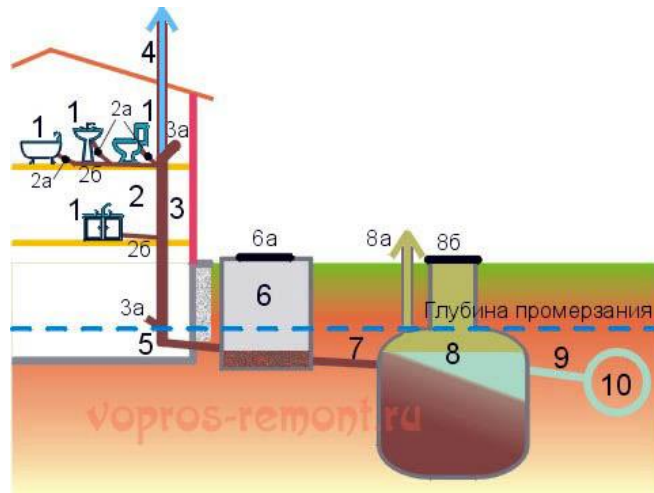
Kada stvorite projekt, stvara shemu unutarnjih i vanjskih mreža. Unutarnja mreža uključuje sve elemente koji se nalaze u kući, to je:

- podignuta spojnica na cijev lijevka koja se nalazi na krovu;
- vodoinstalacije (umivaonici, kade, WC školjke, itd.);
- cijevi koje povezuju vodovodne elemente s usponskom cijevi.

Granica koja odvaja unutarnje i vanjske mreže je izlaz cijevi kroz temelj. Vanjske mreže uključuju:

- cjevovod koji povezuje izlaz s postrojenjem za obradu otpadnih voda;
- revizijske bušotine za održavanje mreže;
- postrojenja za preradu.

Prilikom izgradnje lokalnog kanalizacijskog sustava ne smije se raditi bez lokalnog postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda. Ovisno o lokalnim uvjetima i mogućnostima vlasnika, ovo može biti jednostavna anaerobna septička jama ili moderna lokalna stanica za biološku čišćenje.



Slika 20. Sustav pročišćavanja

#### 5.8.4. Raznolikost bioloških proizvoda za septičke jame: što odabrati?

Moderna raznolikost priprema za septičke jame može se podijeliti u nekoliko glavnih skupina:

- Prašak, koji predstavlja prah ili granulirani oblik. Glavna komponenta bio-prašaka je anaerobni mikroorganizmi, za aktiviranje koji se prašak mora razrijediti u vodi;
- Tekuće oblike, s minimalnim brojem, vlasnik kuće dobiva priliku za čišćenje velikog septičkog spremnika;
- Tabletirane biopreparacije, koje su uglavnom namijenjene čvrstom otpadu, sposobne su preraditi čak i papir u vodu, ali unatoč vanjskoj čistoći pogodan je samo za gnojidbu povrtnjaka.

#### 5.8.5. Anaerobne i aerobne bakterije: razlike

Sastav prehrambenih dodataka može uključivati i anaerobne i aerobne mikroorganizme.

- Anaerobne bakterije za septičke jame smatraju se najčešćim dodatkom koji je dio biologije. Njihova aktivnost i fiziološki procesi provode se u potpunom odsutnosti kisika, što im omogućuje da se koriste za zatvorene septičke jame. Čišćenje septičkih jama zatvorenog tipa uz korištenje anaerobnih mikroorganizama provodi se u kraćem vremenu i najčešće se koristi za preradu velikih količina otpada.

- Aerobne bakterije za septičke jame koriste se za čišćenje pjegavaca, čiji je dizajn uključen slobodan pristup kisiku, nužan za život mikroorganizama. Oni obrađuju čvrsti organski otpad u vodu, koji kroz prirodni sustav odvodnje ulazi u zemlju, a proizvodi propadanja podmiruju se na dnu špila u obliku aktivnog mulja.

#### **5.8.6. Bioaktivatori za septičke jame: ključne prednosti**

Eksperimentalno je dokazano da uporaba bioaktivatora, koji uključuju bakterije za septičke spremnike, ne samo da može spasiti obiteljski proračun i odbiti usluge strojeva za sakupljanje otpada, već i potpuno eliminirati neugodan miris oko cepline.

Tako vlasnici seoskih kuća i objekata koji preferiraju bioaktivator za septičku jamu, koji se mogu kupiti u specijaliziranoj trgovini ili naručiti on-line, dobivaju sljedeće pogodnosti:

- Apsolutna neutralizacija krutog i tekućeg otpada;
- Uspješna kontrola patogena;
- Potpuno odsutnost neugodnog mirisa, čak i ako se septička jama nalazi u blizini stambene zgrade;
- Značajno smanjenje otpadnih voda;
- Sprečavanje muljanja dna i čišćenje drenažnog sustava kanalizacijskog sustava.



## **6. ZAKLJUČAK**

Slatka voda sigurna za piće čini samo 2.5% vode na našem planetu. Uzmemo li u obzir da je veliki dio te vode nedostupan, tj. preduboko u podzemlju ili zarobljen u polarnim ledenjacima, unatoč novim metodama potrage i dobavljanja, ostaje nam samo oko 1% vode dostupne za korištenje. Stoga sustavi kanalizacije koji su fokusirani na pročišćavanje otpadnih voda postali su sve vrijedniji u današnje doba. Iako većina otpadnih voda proizlazi iz industrije i poljoprivrede nesmiemo zanemariti kućanske otpadne vode. Zbog globalnog porasta stanovništva također će rasti i količina kućanskih otpadnih voda, imajući to na umu potrebno je osigurati adekvatno odlaganje i pročišćivanje istih jer koliko god mali učinak će to imati na količine čiste, koristine vode je značajan za budućnost.

## 7. LITERATURA

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Water> –pristupljeno 14. Ožujka 2019.
- [2] Pitka voda i zagađenje <https://www.ekologija.com.hr/pitka-voda-i-zagadenje/> -pristupljeno 17. Ožujka 2019.
- [3] Znete li koliko se izvora pitke vode nalazi u Hrvatskoj? <https://www.24sata.hr/native-sadržaj/alarmantni-podaci-u-svijetu-nestaje-pitke-vode-568423> - pristupljeno 01. Travnja 2019.
- [4] Otpadne vode <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=45899> - pristupljeno 14. Ožujka 2019.
- [5] CENTRALNI UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA U ZAGREBU (CUPOVZ) [https://www.voda.hr/sites/default/files/pdf\\_clanka/hv\\_69-70\\_2009\\_241-250\\_tusar-et-al.pdf](https://www.voda.hr/sites/default/files/pdf_clanka/hv_69-70_2009_241-250_tusar-et-al.pdf) -pristupljeno 23. Ožujka 2019.
- [6] Kanalizacija <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=68620> - pristupljeno 14. Ožujka 2019.
- [7] Septonski spremnik za visoke razine podzemnih voda <http://hr.ucebniksantehnika.ru/vanjska-kanalizacija/septonski-spremnik-za-visoke-razine-podzemnih-voda.html> -pristupljeno 20. Ožujka 2019.
- [8] Pročišćavanje otpadnih voda, Tušar B. , Kigen d.o.o.,Zagreb,2009.
- [9] Pročišćavanje otpadnih voda, Božena Tušar, Kigen d.o.o ., Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- [10] Davor Stankovic, Biljni uređaji pročišćavanje otpadnih voda, 21.8.2017., file:///C:/Users/Matej/Downloads/JCE\_69\_2017\_8\_3\_2062.pdf – pristupljeno 30. Lipnja 2019.

## **8. PRILOZI**

### **8.1 Popis slika**

Slika 1. Vodeni ciklus u prirodi

Slika 2. Nadopunjavanje podzemnih voda

Slika 3. Otpadne vode

Slika 4. Industrijske otpadne vode

Slika 5. Poljoprivredne otpadne vode

Slika 6. Potrošnja vode u kućanstvima

Slika 7. Mješoviti sustav odvodnje

Slika 8. Razdjelni sustav odvodnje

Slika 9. Polurazdjelni sustav odvodnje

Slika 10. Kombinirani sustav odvodnje

Slika 11. Javni kanalizacijski sustav

Slika 12. Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Zagreb

Slika 13. Kućni kanalizacijski sustav

Slika 14. Shema septičke jame

Slika 15. Septonski spremnik za visoke razine podzemnih voda

Slika 16. Shema biološkog pročišćavanja otpadnih voda

Slika 17. Podjela potppovršinskih biljnih uređaja

Slika 18. Biljni uređaj sa slobodnim vodenim licem

Slika 19. Aerobni sistem

Slika 20. Sustav pročišćavanja