

# ANALIZA INFORMIRANOSTI GRAĐANA GRADA DELNICA O PROBLEMATICI OTPADNIH VODA

---

**Mikloška, Ana Marija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*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:128:262962>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-08**



**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 PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE  
PRERADA MLIJEKA**

**ANA MARIJA MIKLOŠKA**

**ANALIZA INFORMIRANOSTI GRAĐANA GRADA DELNICA  
O PROBLEMATICI OTPADNIH VODA**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2020.**



**Veleučilište u Karlovcu**  
Odjel prehrambene tehnologije  
Prerada mlijeka

Ana Marija Mikloška

**ANALIZA INFORMIRANOSTI GRAĐANA GRADA DELNICA  
O PROBLEMATICI OTPADNIH VODA**

Završni rad

Mentor: dr. sc. Ines Cindrić, v. pred  
Broj indeksa studenta: 0314614040

Karlovac, srpanj 2020.

## ***Predgovor***

*Zahvaljujem mentorici dr. sc. Ines Cindrić, v. pred na pomoći koju mi je pružila tijekom izrade završnog rada, kao i pomoći i prenesenom znanju tijekom studija.*

*Zahvaljujem se svim profesorima Veleučilišta u Karlovcu koji su prenijeli svoje znanje i pomogli mi uspješno završiti školovanje.*

*Također, neizmjereno hvala mojim roditeljima i prijateljima na podršci, motivaciji i povjerenju tijekom školovanja.*

## **IZJAVA O AUTENTIČNOSTI ZAVRŠNOG RADA**

Ja, **Ana Marija Mikloška**, ovime izjavljujem da je moj završni rad pod naslovom **Analiza informiranosti građana grada Delnica o problematici otpadnih voda** rezultat vlastitog rada i istraživa te se oslanja se na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio ovoga rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši autorska prava.

Sadržaj ovoga rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Karlovac, 22.07.2020.

Ana Marija Mikloška

---



## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel prehrambene tehnologije  
Stručni studij prehrambena tehnologija

Završni rad

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

### ANALIZA INFORMIRANOSTI GRAĐANA GRADA DELNICA O PROBLEMATICI OTPADNIH VODA

*Ana Marija Mikloška*

**Rad je izrađen:** 22.srpnja 2020.

**Mentor:** dr. sc. Ines Cindrić, v. pred

#### **Sažetak**

Voda je izvor života na Zemlji i vrlo je bitno bogatstvo za ljudsko čovječanstvo. Korištenjem vode stvaraju se otpadne vode koje se prema zakonskim propisima trebaju odgovarajuće zbrinuti. Ovaj završni rad obuhvaća najbitnije činjenice o vrstama otpadnih voda, procesima pročišćavanja te uređajima I., II. i III. stupnja koji se koriste za pročišćavanje otpadnih voda u naseljima i gradovima sukladno zakonskim uvjetima. Tijekom pisanja ovoga rada provedeno je istraživanje o informiranosti građana otpadnim vodama na području općine Delnice. Istraživanje je provedeno anketnim upitnikom u kojemu je ispitan uzorak od 45 ispitanika. Rezultati istraživanja o informiranosti građana o otpadnim vodama na području općine Delnice ukazuju na činjenicu da su građani vrlo malo informirani o činjenicama o otpadnim vodama u njihovoj općini, uređajima koji se koriste za pročišćavanje te utjecaju otpadnih voda na kvalitetu života. Rezultati istraživanja prikazani su grafikonima i analizirani.

**Broj stranica:** 44

**Broj slika:** 29

**Broj tablica:** 1

**Broj literaturnih navoda:** 11

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** objekti I., II. i III. stupnja, općina Delnice, otpadne vode, procesi pročišćavanja, uređaji za pročišćavanje

**Datum obrane:**

#### **Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. dr. sc. *Jasna Halambek*, viši predavač
2. dr. sc. *Sandra Zavadlav*, profesor visoke škole
3. dr. sc. *Ines Cindrić*, profesor visoke škole

Rad je pohranjen u knjižnici Veleučilišta u Karlovcu, I. Meštrovića 10, 4700 Karlovac, Hrvatska.



## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

---

**Karlovac University of Applied Sciences**  
**Department of Food Technology**  
**Professional Study of Food Technology**

**Final paper**

**Scientific Area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific Field: Food Technology**

### **ANALYSIS OF DELNICE CITIZEN'S AWARENESS OF WASTEWATER ISSUES**

*Ana Marija Mikloška*

**Final paper performed at:**  
**Supervisor:** Ines Cindrić, dr. sc.

#### **Abstract**

Water is a source of life on Earth and it is a very important asset for humanity. The use of water generates waste water which, according to legal regulations, should be properly disposed of. This final paper covers the most important facts about wastewater types, treatment processes, and devices of first, second and tertiary degree used to treat wastewater in settlements and cities in accordance with legal conditions.

During the writing of this paper, a survey was conducted on awareness of citizens toward wastewater in the Delnice municipality. The survey was conducted with a questionnaire in which a sample of 45 respondents was surveyed. The results of the survey on awareness of citizens toward wastewater in the Delnice municipality indicate that citizens are very little informed about the facts on wastewater in their municipality, the devices used for treatment and the impact of wastewater on quality of life. The research results are presented in graphs and analyzed.

**Number of pages: 44**

**Number of figures: 29**

**Number of tables: 1**

**Number of references: 11**

**Original in:** Croatian

**Key words:** Delnice municipality , facilities of first, second and tertiary degree, treatment equipment  
treatment processes, wastewater,

**Date of the final paper defense:**

#### **Reviewers:**

1. Ph.D. *Jasna Halambek*, sen lecturer
2. Ph.D. *Sandra Zavadlav*, sen. lecturer
3. Ph.D. *Ines Cindrić*, sen lecturer

**Final paper deposited in:** Library of Karlovac University of Applied Sciences, I. Meštrovića 10,  
Karlovac, Croatia.

Sadržaj:

<b>1.UVOD .....</b>	<b>6</b>
<b>2.TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>7</b>
2.1.Otpadne vode .....	7
2.1.1.Podjela otpadnih voda prema porijeklu .....	7
2.1.1.1.Kućanske otpadne vode .....	8
2.1.1.2.Industrijske otpadne vode .....	8
2.1.1.3.Poljoprivredne otpadne vode .....	10
2.1.1.4.Oborinske otpadne vode .....	10
2.1.2.Nepovoljni utjecaji ispuštanja nepročišćenih otpadnih voda u prijemnike .....	11
2.2.Odvodnja otpadnih voda.....	11
2.2.1.Mješoviti sustav odvodnje .....	12
2.2.2.Razdjelni kanalizacijski sustav .....	13
2.2.3.Djelomično razdjelni (polurazdjelni) sustav.....	13
2.2.4.Kombinirani kanalizacijski sustav .....	13
2.3.Ispusti otpadne vode .....	14
2.4.Procesi pročišćavanja vode.....	16
2.4.1.Fizikalni procesi pročišćavanja .....	17
2.4.2.Fizikalno – kemijski procesi pročišćavanja.....	19
2.4.3.Biološki procesi pročišćavanja .....	20
2.5.Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda .....	22
2.5.1.Objekti prethodnog i I. stupnja .....	23
2.5.2.Objekti II. stupnja .....	24
2.5.3.Objekti III. stupnja.....	26
<b>3.EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>	<b>29</b>
3.1.Uzorak i metoda istraživanja .....	29
<b>4.REZULTATI.....</b>	<b>31</b>

<b>5.ZAVRŠNI IZVJEŠTAJ.....</b>	<b>39</b>
<b>6.ZAKLJUČCI.....</b>	<b>43</b>
<b>7.LITERATURA .....</b>	<b>44</b>

## 1. UVOD

Voda je sastavni dio planete Zemlje i nužna je za život svih živih organizama. Kruženje vode na Zemlji izuzetno je bitan proces koji omogućuje održavanje života u svojoj suštini. Ljudi vodu koriste za osnovne životne potrebe kao što su piće, priprema hrane i obavljanje higijene, ali i puno više od toga; u mnogobrojnim industrijskim postrojenjima. Korištenjem vode u bilo kojem obliku stvaraju se otpadne vode koje je potrebno adekvatno zbrinuti. Važnost pročišćavanja otpadnih voda je iznimno bitna jer se pročišćena otpadna voda nakon procesa pročišćavanja može koristiti u poljoprivredi, hortikulturi, zalijevanju parkova i rekreacijskih površina te u industrijskim postupcima (voda koja služi za proizvodnju, rashladna voda ili voda koja je namijenjena za ispiranje) i svakodnevnim potrebama održavanja čistoće grada i naselja.

U ovome završnom radu obrađena je tema otpadnih voda, dat je pregled njihovih najznačajnijih karakteristika te načini zbrinjavanja otpadnih voda. Opisani su procesi pročišćavanja otpadnih voda kao i objekti koji se koriste za navedene procese. Posebna pozornost usmjerena je na otpadne vode i uređaje za pročišćavanje na području grada Delnica. U sklopu završnoga rada provedeno je anketno istraživanje on-line anketnim upitnikom na području grada Delnica kojim se ispitala upućenost građana navedenog područja otpadnim vodama i projektima pročišćavanja u njihovom mjestu.

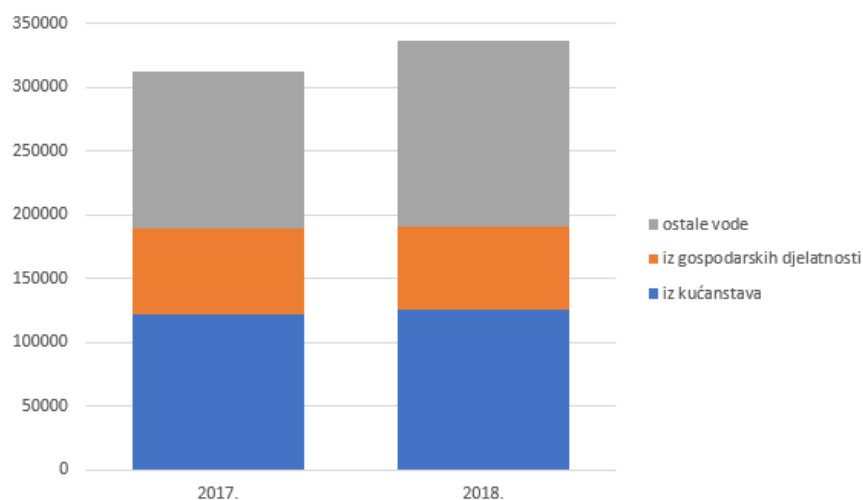
## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Otpadne vode

Korištenjem vodoopskrbnih sustava u kućanstvima, poljoprivredi i industriji mijenjaju se osnovne značajke vode: kemijske, mikrobiološke i fizikalne. Nakon promjene kemijskih, mikrobioloških i fizikalnih svojstava vode, otpadne vode potrebno je propisno zbrinuti i vratiti u okoliš za buduću upotrebu. U literaturi se pod pojmom otpadnih voda ističu sanitarne otpadne vode u kućanstvima, hotelima, uredima, kinima i slično. Osim sanitarnih voda u navedenim objektima, ove vode obuhvaćaju i otpadne vode industrijskih i drugih proizvodnih pogona. Nadalje, otpadne vode obuhvaćaju i tehnološke otpadne vode koje su nastale procesom rada i proizvodnje u proizvodnim i industrijskim pogonima. Naposljetku, otpadnim vodama pripadaju oborinske otpadne vode koje su nastale tijekom oborina, a u doticaju su s nižim atmosferskim slojevima, površinskim tlom i krovovima. Osim navedenih skupina, komunalnim otpadnim vodama pripadaju i otpadne vode nastale pranjem prometnih površina te procjedne vode (Tušar, 2001).

#### 2.1.1. Podjela otpadnih voda prema porijeklu

Prema podacima Državnoga zavoda za statistiku za 2017. i 2018. godinu, količina otpadnih voda iznosila je u 2018. godini 335 807 000 m<sup>3</sup>, što je povećanje za 7,6% u odnosu na 2017. Čak 190 000 m<sup>3</sup> otpadnih voda proizvelo je kućanstvo i gospodarske djelatnosti, a preostali udio su ostale vode. Slika 1. prikazuje količine otpadnih voda za 2017. i 2018. godinu prema njihovom porijeklu.



Slika 1. Otpadne vode prema porijeklu (Žugić i Lepčević, 2019.)

### **2.1.1.1. Kućanske otpadne vode**

Pojam kućanskih otpadnih voda i njene primjene je vrlo velika, a obuhvaća sve vode koje su iskorištene za vodoopskrbu stanovništva, odnosno one vode koje su potrebne za osnovno životno funkcioniranje i sanitarnu potrebu te za gradsku komunalnu potrošnju (Tušar, 2001). Glavna karakteristika otpadnih voda jest biorazgradivost. Razgradnja se odvija pomoću mikroorganizama razlagača koji se u procesu razgradnje hrane biološki razgradivim tvarima u otpadnim vodama uz potrošnju kisika. Biokemijska potrošnja kisika (BPK) pokazatelj je količine razgradive organske tvari u otpadnim vodama. Način života, životne prilike, klimatske prilike, raspoložive količine vode u vodoopskrbi stanovništva te izgrađenost vodoopskrbnog sustava utječu na sastav i koncentraciju otpadnih tvari u upotrijebljenim vodama iz kućanstava. Stupanj onečišćenja otpadnih voda može se provjeriti određenim pokazateljima kao što su na primjer: petodnevna biokemijska potrošnja kisika (BPK5), količina ukupno suspendiranih tvari (TSS), ukupan organski ugljik (TOC), kemijska potrošnja kisika (KPK), razina ukupnog fosfora (UP) i dušika (UN), sadržaj mikroorganizama fekalnog podrijetla, temperatura i pH vode te količina masnoća i ulja u otpadnim vodama (Tušar, 2001).

Kućanske vode najvećim su udjelom opterećene organskom tvari. Prema stupnju biološke razgradnje razlikuje se nekoliko stanja otpadnih voda. *Stupanj svježje vode* je stupanj koji ne karakterizira uznapredovala biološka razgradnja, a koncentracija otopljenog kisika nije bitno manja od koncentracije u vodovodnoj vodi. *Stupanj odstajale vode* karakterizira potrošenost kisika (jednak je nuli) prilikom biološke razgradnje. Na posljetku, *trula voda ili septička voda* jest voda u kojoj je proces biološke razgradnje napredovao i odvija se anaerobno tj. bez prisutnosti kisika (Tušar, 2001). Sastav i vrsta mikroorganizama ovisi o sanitarnim prilikama na područjima na kojima se odvodnja odvija. Ističe se da ova vrsta otpadnih voda sadrži veliki broj mikroorganizama od kojih su vrlo bitni bakterije i virusi koji su po svom sastavu patogeni. Tek nekolicina mikroorganizama u otpadnim vodama izaziva bolesti stoga je njihova funkcija više korisna nego štetna (Tušar, 2001).

### **2.1.1.2. Industrijske otpadne vode**

S obzirom na industrijske tehnološke procese i njihovu različitost, industrijske otpadne vode mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine: biološki razgradive ili kompatibilne vode te biološki nerazgradive ili inkompatibilne vode (Tušar, 2009). Biološki razgradive ili

kompatibilne otpadne vode su vode koje u svom sastavu sadrže organske tvari koje se djelovanjem mikroorganizama mogu razgraditi (Narodne novine, 26/2020). Takve vode rezultat su rada pojedinih prehrambenih industrija i mogu se miješati s gradskim otpadnim vodama. Te vode odvođe se zajedničkom gradskom kanalizacijom jer sadrže otpadni materijal prehrambenih artikala. Za razliku od biološki razgradivih otpadnih voda, biološki nerazgradive otpadne vode se razgrađuju vrlo sporo. Biološki nerazgradive ili inkompatibilne vode potječu iz npr. kemijskih ili metalnih industrija i one se prije miješanja s gradskom otpadnom vodom moraju prvo pročistiti. Postoji nekoliko razloga zašto je to potrebno učiniti, a oni su sljedeći:

- kontroliranje toksičnih i perzistentnih tvari koje se skupljaju u živim organizmima i onemogućuju biološku razgradnju,
- izdvajanje eksplozivnih, korozivnih i zapaljivih stvari koje mogu oštetiti kanalizacijske cijevi i objekte te
- uklanjanje inhibitora koji onemogućuju rad uređaja koji su namijenjeni pročišćavanju komunalnih otpadnih voda (Tušar, 2009).

Biorazgradivost vode uvjetovana je biološkom razgradnjom otpadnih tvari, otrovnim tvarima u vodi (ali ne u kritičnim količinama) i drugo. Ovisno o tehnološkom postrojenju određene su granične vrijednosti pokazatelja (dozvoljene koncentracije opasnih i drugih tvari) koje se ispuštaju u površinske vode ili u sustav javne odvodnje. Pokazatelji mogu biti fizikalni (pH vrijednost, bez boje, bez mirisa, taložive tvari, suspendirane tvari), biološki (test toksičnosti na organizam *Daphnia magna*), organski (BPK, KPK, TOC, detergentski, fenoli,...), anorganski (aluminij, arsen, bakar, bor, cink, kadmij, kobalt, olovo, srebro, željezo,...) i radioaktivni (Narodne novine, 26/2020).

Osim gore navedene podjele postoji i podjela na onečišćene vode i uvjetno čiste vode. Termin *uvjetno čistih voda* podrazumijeva one otpadne vode kojima upotrebom nisu znatno promijenjena fizikalna ili kemijska svojstva. Takve vode se mogu bez prethodnih procesa sa obrade priključiti kanalizacijskim gradskim sustavima (Tušar, 2009).

U praksi je primjenjiv način odvodnje industrijskih otpadnih voda istim kanalskim sustavom kojim se odvođe i kućanske otpadne vode. U takvim kanalskim sustavima odnos između kemijske potrošnje kisika i biokemijske potrošnje kisika ukazuje na prevladavanje industrijskih otpadnih voda. U navedenom primjeru utjecaj industrijskih otpadnih voda dolazi do izražaja u većoj količini dušika, pH veći od 7,5 ili manji od 7 upućuje na znatan

utjecaj industrijskih voda, pojavi teških metala, izostanku fosfora u otpadnim vodama, visokom salinitetu i drugo (Tušar, 2001).

Visok salinitet osobito je izražen u industrijskim vodama u procesima obrade riba. Npr. ukoliko se količina soli u otpadnim vodama poveća s  $5 \text{ g dm}^{-3}$  na  $30 \text{ g dm}^{-3}$ , tada se iznos uklonjenog KPK smanji s 90% na 71%. Porast soli utječe na osjetljivost mikroorganizama u procesu obrade otpadnih voda koji su vrlo osjetljivi na porast koncentracije. Porast količine soli u otpadnim vodama utječe i na procese uklanjanja dušika tijekom bioloških procesa pročišćavanja otpadnih voda. Brzina uklanjanja dušika smanjuje se s 85% na 70% kada količina soli u otpadnim vodama poraste s  $20 \text{ g dm}^{-3}$  na  $30 \text{ g dm}^{-3}$  (Zrnčević, 2019).

### **2.1.1.3. Poljoprivredne otpadne vode**

Težnja za ostvarenjem što većih prinosa različitih poljoprivrednih kultura ima za posljedicu korištenje velikih količina različitih vrsta gnojiva kao i sredstava za zaštitu biljaka. Uslijed njihovog prekomjernog korištenja, dio navedenih sredstava ne samo da predstavlja opasnost od eutrofikacije površinskih voda već se ispire i u podzemne vode. Onečišćenje voda putem poljoprivrede očituje se prije svega u povišenim koncentracijama ukupnog dušika i fosfora, dok ispiranje stajskog gnojiva povećava koncentraciju nitrata. Stoga je poljoprivredne otpadne vode nužno prikupljati i podvrgnuti adekvatnom pročišćavanju (Antinec, 2009).

### **2.1.1.4. Oborinske otpadne vode**

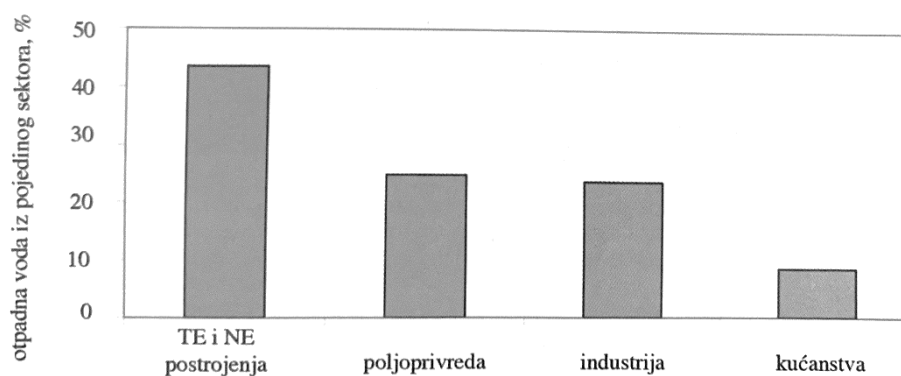
Oborinske otpadne vode su uvjetno čiste vode koje dospijevaju u gradsku kanalizaciju. Tijekom svoga putovanja one ispiru atmosferske nečistoće nastale na određenom području ili nečistoće koje pod utjecajem raznih vjetrova dolaze iz udaljenijih krajeva. Kao primjer ističu se kisele kiše, žute ili crvene kiše. Onečišćenje oborinskih voda koje s gradskih područja dotječu u gradsku kanalizaciju rezultat je nekoliko čimbenika kao što su vrsta površinskog pokrova, vrsta prometa, stupanj intenzivnosti prometa, učestalost i trajanje kiša određenih jačina, razina onečišćenosti zračnog bazena, utjecaj industrije, sušnim razdobljima koja su prethodila kišama i mnoga druga. Tijekom procesa formiranja otjecanja razina koncentracije onečišćenja oborinskih voda je promjenjiva. Oborinskim vodama pripadaju i vode koje su nastale topljenjem snijega. Karakteriziraju se kao veoma onečišćene vode. Osobito su onečišćeni oni dotoci koji su nastali pri naglim zatopljenjima, posebno u završnim fazama topljenja snijega (Tušar, 2009).



### 2.1.2. Nepovoljni utjecaji ispuštanja nepročišćenih otpadnih voda u prijemnike

Ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda bez prethodnog pročišćavanja uzrokuje štetne posljedice koje su vidljive na vodenim biljnim i životinjskim vrstama, ljudskom zdravlju. Kruti materijali (papir, tkanina, plastične vrećice i sl.) koje nosi otpadna voda, vrlo često podložni su nagomilavanju na obalama rijeka, jezera uzrokujući time ne samo devastaciju estetike krajolika i aktivnosti koje bi se na njima odvijale, već i dodatani pritisak na okoliša. Takav otpad uzrokuje razne opasnosti po zdravlje ljudi i životinja kao što su npr. kolera, tifus, salmonela, pomori riba, cvjetanje algi i morskih trava i mnoge druge opasnosti. (Tušar, 2009).

Količine otpadnih voda ovise o djelatnostima ljudske proizvodnje. Prema literaturnim podacima (Tušar, 2009), najveći udio u količinama otpadnih voda zauzimaju termoelektrane (TE) i nuklearna (NE) postrojenja, zatim poljoprivreda, industrija i naposljetku kućanstva (Slika 2.).



**Slika 2.** Udio pojedinih sadržaja u stvaranju otpadnih voda (Tušar, 2009.)

### 2.2. Odvodnja otpadnih voda

Odvodnja otpadnih voda odvija se kanalizacijskim sustavima. Riječ je o sustavu koji obuhvaća građevinske i tehnološke objekte čija je svrha prihvaćanje otpadnih voda te odvodnja izvan čovjekove neposredne okoline do uređaja za pročišćavanje ili direktnog ispusta u odgovarajući prijemnik. Razlikujemo kućne kanalizacije i gradske (javne) kanalizacije. Kućne ili privatne kanalizacije su u vlasništvu jednog vlasnika i predviđena je za jedan ili više objekata. Obuhvaća sanitarne predmete, cijevnu mrežu unutar određenog objekta i priključak na kanalsku mrežu. Može biti priključena na vlastiti uređaj za pročišćavanje otpadnih voda i lokalni ispust ili na priključak gradske kanalizacije (glavna uloga mu je spajanje glavnog sabirnog voda kućne kanalizacije s gradskom kanalizacijom).

Gradska ili javna mreža sadrži mrežu pomoćnih i glavnih kanala u naseljima zajedno s pripadajućim objektima, uređaj koji se koristi za pročišćavanje otpadnih voda i ispust u odgovarajući prijemnik (Tušar, 2001).

Područje kanalizacije obuhvaća procese predlaganja, projektiranja, izgradnje i uporabu kanalske mreže te proces pročišćavanja otpadnih voda i ispusta u prirodni okoliš. Nekoliko je zadaća kanalskih mreža, a one su sljedeće:

- prikupljanje otpadne vode iz urbanih i industrijskih sredina,
- odvodnja te vode do mjesta gdje će se pročistiti,
- pročišćavanje vode do stupnja koji je uvjetovan mjesnim prilikama i propisanim odredbama koje nalaže zakon te
- ispuštanje pročišćene vode u za to predloženi prijemnik (Tušar, 2009).

Postoji nekoliko vrsta gradskih kanalizacijskih sustava odvodnje otpadnih voda, a oni su sljedeći:

- mješoviti sustav odvodnje (odvodnja svih vrsta otpadnih voda istim kanalima – kućanske, industrijske i oborinske otpadne vode),
- razdjelni kanalizacijski sustav (odvodnja oborinskih otpadnih voda odijeljeno od kućanskih i industrijskih voda),
- djelomično razdjelni (polurazdjelni) sustav i
- kombinirani kanalizacijski sustav (Tušar, 2009).

### **2.2.1. Mješoviti sustav odvodnje**

Mješovitim sustavom odvodnje se sve vrste otpadnih voda istim kanalima odvede do uređaja za pročišćavanje i ispuštaju se u isti prijemnik. Prilikom odabira ovoga sustava bitno je upoznati se s topografskim prilikama naselja, utvrditi vrstu i sastav vode kako bi se smanjili štetni utjecaji na kanalizacijsku mrežu te ukoliko je potrebno industrijske vode podvrgnuti prethodnom pročišćavanju. Kao jedan od velik problema mješovitog kanalizacijskog sustava ističe se pojava trule vode odnosno septičkog stanja vode u kanalu. Ova pojava karakteristična je za sušna razdoblja kada se vrlo male količine kućanskih otpadnih voda kreću manjom brzinom pa se zbog toga odvija intenzivno taloženje organskih tvari. Također je uočeno da je i nedostatak mješovitih sustava glomaznost te opterećenost velikim brojem problema (Tušar, 2001). Kod mješovitog sustava odvodnje najveće je hidrauličko opterećenje koje stvaraju oborinske vode u kanalima. Stoga se

dimenzioniranje ovakvih sustava gradi prema mjerodavnim oborinama. Pri ovakvom načinu dimenzioniranja dvostruki sušni protok jednak je jednom protoku (Tušar, 2009).

### **2.2.2. Razdjelni kanalizacijski sustav**

U razdjelnom kanalizacijskom sustavu najčešće su dvije ili više odvojenih kanalizacijskih mreža. Uloga jedne mreže je odvodnja otpadnih voda (kućanskih i industrijskih), a uloga druge mreže je odvodnja oborinskih voda. U prošlosti se smatralo da su oborinske vode bilo neznatno onečišćene, ali danas one zahtijevaju potreba za sanacijom kakvoće (Tušar, 2001). Razdjelni kanalizacijski sustav može biti potpuni i nepotpuni. Potpuni kanalizacijski sustav karakteriziraju dvije ili više kanalizacijskih mreža koje odvođe sve vrste otpadnih voda koje su dostupne na području tog kanalizacijskog sliva. Nepotpuni kanalizacijski sustav karakterizira prikupljanje otpadne vode sustavom kanala. Oborinske vode odvođe se otvorenim jarcima, rigolama i drugo (Tušar, 2001).

### **2.2.3. Djelomično razdjelni (polurazdjelni) sustav**

Djelomično razdjelni sustav ima istu kanalizacijsku mrežu kao i razdjelni sustav, ali sadrži dodatne komponentne koje su potrebne za oborinsku vodu. Razdjelnim oknima se prvi dotok oborinske vode odvodi u sanitarnu mrežu. Promatrajući sa sanitarnog i ekološkog značaja, ovaj način odvodnje pogodniji je od razdjelnog jer je prvo otjecanje od kiše odmah sprovedeno na uređaj za pročišćavanje. Također je dobro što se sanitarna mreža povremeno može i isprati oborinskom vodom, ali uz uvjet da je brzina oborinske vode prilagođena. Kao ogromni nedostatak ističe se gradnja dvije mreže istovremeno koje zahtijevaju i veće iskope te razdjelna okna (Jurac, 2009).

### **2.2.4. Kombinirani kanalizacijski sustav**

Kombinirani kanalizacijski sustav kombinacija je nekoliko zasebnih sustava kao što su mješoviti, razdjelni sustav. Ovaj sustav pojavljuje se kao posljedica širenja mnogobrojnih naselja (Jurac, 2009). Kombiniranim kanalizacijskim sustavom omogućava se zadržavanje mješovitog tip kanalizacije u starim naseljima, a za novi dio predviđa se razdjelni sustav kanalizacije. Ovim načinom organiziranja odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda se kućanske vode iz razdjelnog kanalizacijskog sustava priključuju na mješoviti kanalizacijski sustav. Oborinske vode odvođe se posebnim kanalima s ispustom u prijamnik. Za velike gradove karakteristično je nekoliko ovakvih područja s kombiniranim kanalizacijskim sustavima (Tušar, 2001).

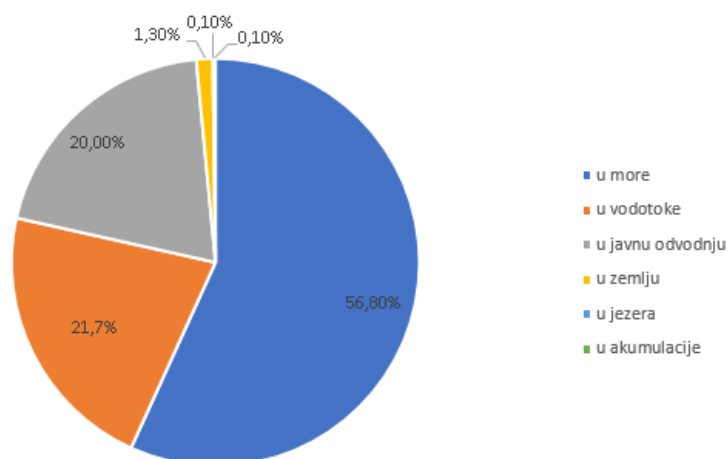
### 2.3. Ispusti otpadne vode

Prema Zakonu o vodama (Narodne novine 66/19, 2019 ) članak 71., 72. i 73. nalaže da ispuštanje industrijskih, komunalnih i oborinskih voda prije njihova izravnoga ili neizravnoga ispuštanja moraju imati odgovarajuću vodopravnu dozvolu koja dozvoljava ispuštanje otpadnih voda. Ispust mora biti u skladu s određenim vodoprivrednim, sanitarnim, ekološkim, estetskim i drugim uvjetima. Sukladno zakonskim propisima svaki kanalizacijski sustav na kraju treba sadržavati uređaj čija je zadaća pročišćavanje otpadnih voda i odgovarajući ispušt. S obzirom na to da se otpadne vode ispuštaju u prirodne sustave i time se utječe na kakvoću vode potrebno je svaki ispušt detaljno analizirati i obratiti pozornost na ispuštene količine i protok u prirodnom prijemniku te uzeti u obzir uvjete ispuštanja (Tušar, 2009). Pod pojmom ispusta podrazumijevaju se objekti pomoću kojih se otpadne vode (pročišćene i nepročišćene) ispuštaju u prirodne vodne sustave. Dvije su vrste ispusta: obalni i potopljeni (podvodni). Tijekom ovoga ispusta otpadne vode se intenzivnije miješaju s vodom prijemnika stoga se potopljeni ispušt preporuča prvenstveno zbog zdravstvenih razloga. Dugački podvodni ispusti predlažu se prilikom ispuštanja u more, rijeke, jezera i akumulacije (Slika 3.) (Tušar, 2009).



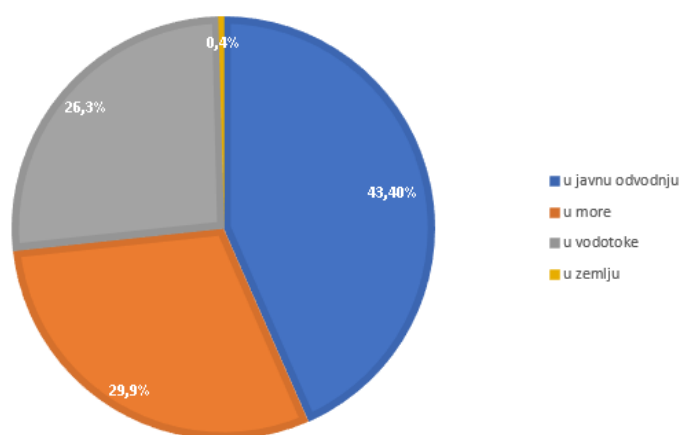
**Slika 3.** Podvodni ispušt (Tušar, 2009.)

Prema posljednjim podacima Državnoga zavoda za statistiku (Jukić i sur., 2019) za 2018. godinu, ispuštanje upotrijebljenih otpadnih voda ispuštalo se u zemlju, jezera, akumulacije, more i javnu odvodnju u sljedećim postotcima (Slika 4.):



**Slika 4.** Ispusti upotrijebljenih otpadnih voda u 2018. godini (Jukić i sur., 2019.)

Prema podacima, najviše se upotrijebljena otpadna voda ispuštala u more (čak 56,8%), dok se najmanje ispuštalo u jezera i akumulacije s postotkom od 0,1%. Otpadna voda koja je bila u procesu pročišćavanja, ukoliko u blizini ne postoji adekvatni prijemnik, može se ispustiti na filtarsko polje za podzemno natapanje. Najčešće se ispušta u pjeskovito zemljište s dubljom razinom podzemne vode. Sustav podzemnog natapanja u tlo omogućava da se iskoriste ostatci otpadnih hranjivih tvari kao što su dušik i fosfor (Tušar, 2001). Također, Državni zavod za statistiku (Jukić i sur, 2019) za 2018. godinu, navodi podatke da se ispuštanje pročišćenih otpadnih voda u zemlju, jezera, akumulacije, more i javnu odvodnju odvijalo u sljedećim postotcima (Slika 5.):



**Slika 5.** Ispusti pročišćenih otpadnih voda u 2018. godini (Jukić i sur., 2019)

Prema podacima Državnoga zavoda za statistiku (Jukić i sur., 2019), najčešće se pročišćena otpadna voda ispuštala u javnu odvodnju te podjednako more i vodotoke. U 2018. godini najmanje je bila zastupljena odvodnja u zemlju (samo 0,4%) (Slika 5.).

## 2.4. Procesi pročišćavanja vode

Procesi upravljanja otpadnim vodama odnosno kakvoćom otpadne vode ovise o tvarima koje se nalaze u otpadnim vodama. Te tvari odnosno nečistoće najčešće mogu biti krupno plivajuće i lebdeće tvari, suspendirane tvari, koloidne tvari, otopljene anorganske tvari u obliku iona, molekula ili molekulskih skupina te otopljene organske tvari. Za svaku skupinu nečistoća određeni su procesi kojima se one odvajaju. Prilikom poboljšanja kakvoće otpadne vode razlikuju se fizikalni procesi pročišćavanja, fizikalno – kemijski procesi pročišćavanja i biološki procesi pročišćavanja. S obzirom na složenost sastava otpadnih voda i moguće posljedice nedovoljno pročišćenih otpadnih voda ponekad je potrebno upotrijebiti kombinaciju fizikalnih i kemijskih procesa kako bi učinak obrade otpadnih voda i kakvoća voda koje se ispuštaju iz uređaja bio što efikasniji. Procesi koji mogu biti upotrijebljeni su: neutralizacija, koagulacija, flokulacija, oksidacija, redukcija, dezinfekcija, ionska izmjena te membranski procesi (Tušar, 2009). Za kakvoću prirodnih vodnih sustava presudno je pročišćavanje koje ne bi bilo moguće bez uređaja za pročišćavanje. U Pravilnik o граниčnim vrijednostima emisija (Narodne novine, 26/ 2020). Navode se sljedeći pojmovi koji su bitni za procese pročišćavanja: uređaji za pročišćavanje, prethodni, 1., 2. i 3. stupanj pročišćavanja, odgovarajući stupanj pročišćavanja, obalni podmorski ispust, vrlo osjetljiva, osjetljiva i manje osjetljiva područja te posebno štićena područja. Odgovarajući stupanj pročišćavanja odnosi se na primjenu bilo kojeg postupka pročišćavanja kojima se u ispuštenim vodama i prirodnim prijemnicima postižu određene, propisane vrijednosti za utvrđene pokazatelje (Tušar, 2009).

Podmorski ispust jest vodna građevina koja se koristi za ispuštanje pročišćene vode u more uz uvjet da se nalazi na 500m metara udaljenosti od obale i dubini ne manjoj od 20 metara od površine u prijemniku (Tušar, 2009).

U vrlo osjetljivim područjima je zabranjeno ispuštanje otpadnih voda bez obzira kojem stupnju pročišćavanja je otpadna voda podvrgnuta neovisno o izgrađenosti odvodnje javne mreže. To su vode prve kategorije, podzemne vode i drugo. Osjetljiva područja zahtijevaju treći stupanj pročišćavanja, a podrazumijevaju vode II. i III. kategorije. Manje osjetljiva područja dozvoljavaju ispuštanje otpadnih voda uz odgovarajući stupanj čišćenja. To su vode III., IV. i V. kategorije. Posebno štićena područja su pod nadzorom i nad njima se provode posebne zaštitne mjere. To su vode za piće ili posebno vrijedna vodna područja. Uređaji za pročišćavanje i stupnjevi odnosno objekti pročišćavanja objašnjeni su u tekstu

koji slijedi (Tušar, 2009). Prilikom pročišćavanja otpadnih voda nastaju glavni produkti, a to su: voda, krutine, mulj i plin. Učinkovitost uklanjanja onečišćenih tvari pojedinim postupcima izražava se u postocima te ovisi o stupnju obrade (Tušar, 2009).

#### **2.4.1. Fizikalni procesi pročišćavanja**

Fizikalnim procesima pročišćavanja otpadnih voda uklanjaju se grube i plivajuće tvari u otpadnim vodama. Prilikom ovoga pročišćavanja koriste se (grube i fine) rešetke i sita različitih dimenzija. Važnost postupka ujednačavanja je vrlo bitna jer se njime nastoji poboljšati učinkovitost rada uređaja za pročišćavanje. (Višić i sur., 2015). Postoji nekoliko fizikalnih procesa pročišćavanja, a oni su: rešetanje, egalizacija, miješanje, taloženje, flotacija, cijedenje – filtriranje i adsorpcija (Tušar, 2009). Tušar (2009) opisuje rešetanje kao najjednostavniji fizikalni proces kojim se plutajuće tvari poput papira, lišća ili plastike izdvajaju iz vode kako bi se zaštitili uređaji (crpke i drugi dijelovi) za pročišćavanje otpadnih voda. Rešetanje se izvodi na grubim ili finim rešetkama. Osim rešetkama moguće ga je izvesti i sitima (Slika 6.)



**Slika 6.** Rešetka uređaja za pročišćavanje u Zagrebu (Tušar, 2009.)

Obzirom da se tijekom dana razine otpadnih voda znatno mijenjaju i postižu se velike oscilacije, procesom egalizacije ili izravnavanja/ujednačavanja poboljšava se učinkovitost uređaja. Učinkovitošću se ostvaruje da postojeći objekti rade sukladno svojoj namjeni te ne postoji potreba za izgradnjom dodatnih jedinica za obradu otpadnih voda (Tušar, 2009). Kako bi proces egalizacije bio što bolji potrebno je predvidjeti miješanje otpadnih voda koje se odvija pomoću crpki, mehaničkih miješala, upuhivanjem zraka i drugo. Ovisno o potrebi, miješanje može biti sporo i brzo. Brzim miješanjem u određenom obujmu nastoji se proizvesti međusobna reakcija, najčešće prilikom odavanja sredstava za koagulaciju i

flokulaciju. Suprotno tome, cilj sporog miješanja jest stvorene kemijske reakcije održati što duže u suspenziji kako bi se stvorio što veći broj flokula.

Sedimentacija odnosno taloženje je proces kojim se taložive krutine uklanjaju iz tekućina. Ovo je jedan od najraširenijih procesa pročišćavanja otpadnih voda. Odvija se pod utjecajem gravitacije. Tijekom procesa razlikuju se dvije vrste suspenzija zrnaste i pahuljičaste. Zrnaste suspenzije karakterizira sastav čestica čija je brzina taloženja konstantna (Tušar, 2009). Odvija se prema Stokesov-om zakonu. Stokesov zakon definira gibanje sfernog tijela u viskoznoj tekućini koje svladava silu otpora  $F=6\pi\eta vr$  pri čemu je  $\eta$  oznaka za dinamičku viskoznost,  $v$  - brzina tijela, a  $r$  - polumjer (Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020.).

Pahuljičaste suspenzije potpadaju pod koagulacijski proces. Brzina taloženja ovih čestica je mala i neujednačena, a tijekom procesa čestice mijenjaju oblik i masu (Tušar, 2009).

Proces flotacije ili isplivavanja služi za odvajanje tvari iz tekućine na način da se tvari odvoje od tekućine i izdignu na površinu te se potom uklone. Razlikuju se dvije vrste isplivavanja: prirodno i prisilno. Prirodno isplivavanje podrazumijeva da je gustoća tvari manja od gustoće vode, a prirodno isplivavanje se odvija pomoću plina na koji se vežu čestice različitih veličina, manje ili veće gustoće od vode. Osim prirodnog i prisilnog, razlikuje se još biološko i kemijsko isplivavanje, elektroflotacija i ionska flotacija. Biološko isplivavanje odvija se pod aktivnošću mikroorganizama, a kemijsko pod fizikalno – kemijskim procesa odvajanja tvari prilikom kojega nastaju mjehurići uzrokovani reakcijom kemikalija ili nekih drugih tvari. Elektroflotacija je vrlo sličan proces kemijskoj flotaciji s razlikom da je izvor plina elektroliza vode. I naposljetku, ionska flotacija nastaje dodavanjem iona čiji je naboj obrnut u odnosu na čestice od kojih se odvaja (Tušar, 2009).

Cijeđenje – filtriranje ističe se kao najjednostavniji proces kojim se krutina odvaja od tekućine na cjedilkama odnosno filtrima. Procjedina ili filtrat je proizvod koji nastaje ovim procesom. Prilikom cijeđenja mogu se koristiti površinske i dubinske cjediljke, ovisno o potrebi. Ciklus se sastoji od dva dijela: cijeđenje i ispiranje cjediljke. U prvom dijelu procesa se krutine zadržavaju u cjediljki do trenutka kada protjecanje vode prestane i tada nastupi drugo razdoblje. U razdoblju ispiranja cjediljke ispiru se cjediljka obrnutim tokom vode i zrakom, a voda koja se koristila za pranje cjediljke se odvodi na proces čišćenja (Tušar, 2009).



Adsorpcija je proces pri kojemu se tijekom filtracije otopljene i koloidne tvari aktivnim ugljenom vežu na površinu krute tvari. Krutina na kojoj se odvija proces vezanja naziva se adsorbent, a tvar koja se vezala na krutinu naziva se adsorbat. Najčešći adsorbent koji se koristi tijekom ovoga procesa je aktivni ugljen. Aktivni ugljen jest tvar koja se dobiva suhom destilacijom. Može se primijeniti u obliku praška ili u obliku granulata. Koristi se na kraju procesa pročišćavanja, a tijekom proces adsorpcije mogu se otkloniti okus, miris, boja, fenoli, deterdženti, fosfati i nitrati iz vode. Učinkovitost aktivnog ugljena je i do 90% (Tušar, 2009).

#### **2.4.2. Fizikalno – kemijski procesi pročišćavanja**

Fizikalno – kemijski procesi pročišćavanja otpadnih voda koriste se kao dodatna obrada u procesima pročišćavanja otpadnih voda. Ovi procesi upotrebljavaju se kada je potrebno ukloniti određenu tvar u otpadnim vodama. Kao jedan od primjera u kojima se upotrebljavaju ovi procesi je primjer farmaceutske industrije i uklanjanje farmaceutika iz otpadnih voda. S obzirom na složenost strukture organskih molekula sintetskog podrijetla proces pročišćavanja farmaceutskih otpadnih voda potrebno je podvrgnuti ovim procesima pročišćavanja i metodama kao što je membranski procesi. Membranski procesi su prikladni za uklanjanje velikih brojeva organskih i anorganskih tvari koje su prisutne u otpadnim vodama farmaceutske industrije. Učinkovitost membranskog procesa ovisi o značajkama membrana, uvjetima provedbe procesa, značajkama mikrozagađivala i prljanju membrane (Zrnčević, 2016). Ostali fizikalno – kemijski procesi su: neutralizacija, flokulacija, koagulacija. Kao jedan od fizikalno – kemijskih procesa ističe se proces neutralizacije kojim se doziraju različite kemikalije i njima se ubrzava taloženje ili se razgrađuju nepoželjne tvari iz otpadnih voda. To je proces kojim se dodavanjem lužina ili kiselina mijenja pH vrijednost. Primjena ovoga postupka ovisi o nekoliko čimbenika, a oni su: sastav i količina otpadnih voda, prijemnik otpadnih voda, način ispuštanja otpadnih voda te cijena sredstava za neutralizaciju. Proces neutralizacije moguće je izvesti na nekoliko načina:

- miješanjem kiselih i lužnatih voda na istom mjestu (ukoliko su u industriji prisutne obje vrste otpadnih voda),
- filtracijom kiselih otpadnih voda te
- dodavanjem raznolikih sredstava u krutom (vapno u prahu), tekućem (kiseline, vapneno mlijeko, muljevi) ili plinovitom stanju (ugljičkov oksid) (Tušar, 2009).

Tijekom ovoga procesa, kao i kod svakoga nastaju određeni produkti koje je potrebno pravilno zbrinuti. Kao jedan od produkata ističe se povećan sadržaj soli u vodama ili pak nastajanje većih količina teško topljivih taloga. Navedeni talog potrebno je na kraju procesa i propisno zbrinuti (Višić i sur., 2015).

Koagulacija ili zgrušavanje je proces kojim se prati ravnoteža koloidnih otopina nastalih ionizacijom. Ioni kemijskih reagensa reagiraju s električni nabijenim koloidima te se tim procesom poništava električni naboj koloida i omogućeno je stvaranje velikih pahuljica koje je kasnije lakše izdvojiti procesima taloženja, cijedenja ili isplivavanja. Tijekom procesa koagulacije najčešće korištena sredstva su aluminijev sulfat, aluminijev klorid, željezov klorid i drugo. Navedena sredstva i njihova količina određuju se empirijski na način da se odredi količina sredstva koje je potrebno za proces koagulacije. Količina sredstva koje se koristi za koagulaciju se određuje prema točno određenoj količini vode kako bi postupak bio učinkovit. Ukoliko je poznat maseni udio vode i maseni udio sredstva za koagulaciju pomoću relativne molekulske mase vode i sredstva za koagulaciju može se odrediti potreban omjer. Proces koagulacije se odvija u taložnicima. Također su obvezni i uređaji kojima se dodaju određene količine kemikalija kao i naprave koje služe za miješanje (Tušar, 2009).

Flokulacija ili pahuljičenje jest proces kojim se čestice koje su raspršene u otpadnim vodama sporo miješaju i spajaju u veće pahuljice koje se zbog veće gustoće talože dalje. Odvajanje suspendiranih tvari podizanjem na površinu uz pomoć mjehurića naziva se flotacija ili metoda otplinjavanja. Ovaj postupak odvajanja suspendiranih tvari povoljan je za one tvari čija je gustoća manja od gustoće vode. Dakle, nakon faze taloženja slijedi proces filtracije koji se odvija uz pomoć filtracijskih materijala kao što su kvarcni pijesak, aktivni ugljen, antracit, bentonit, koks, lava i drugo. Objekti u kojima se odvija proces dimenzioniraju se prema već postojećim laboratorijskim ispitivanjima. Za proces pahuljičenja potrebno je oko 20 do 30 minuta. Ovaj proces obično slijedi nakon zgrušavanja. Osnovna primjena ovoga procesa jest s ciljem bistrenja otpadnih voda, ali i biološka obrada otpadnih voda (Višić i sur., 2015).

### **2.4.3. Biološki procesi pročišćavanja**

Fizikalnim pročišćavanjem otpadnih voda uklanja se dio onečišćenja otpadnih voda koji sadrži krupni otpad, ulja, masti dok se biološkim procesima pročišćavanja rješava veći dio onečišćenja u otpadnim vodama kao što su npr. organske i anorganske krutine u

otopljenom stanju, pesticidi, različiti deterdženti, hranjive soli te razne otrovne i radioaktivne tvari. To je sekundarna obrada kojoj prethodi ili mehanička ili kemijska obrada. Ovim procesom razgrađuju se otpadne tvari i prevode i biomasu ili plinove. Kao jedna od negativnih značajki ističe se zahtjev za velikim postrojenjima jer mala nisu mobilna i teško je u njima rukovati. Razlikuje se nekoliko vrsta bioloških procesa pročišćavanja otpadnih voda, a oni s sljedeći: aerobni i anaerobni procesi, nitrifikacija i denitrifikacija, uklanjanje fosfora te kombinirano uklanjanje dušika i fosfora (Višić i sur., 2015).

Aerobna razgradnja je proces pročišćavanja pri kojemu se molekularni kisik iskorištava kao oksidans u redoks reakcijama te se i u reduciranom obliku pojavljuje u molekuli vode koja je jedan od krajnjih produkata metabolizma. Tijekom aerobnih procesa organske tvari se razgrađuju pomoću aktivnog mulja uz prisustvo kisika. Razgrađeni organski spojevi odvođe se u taložnik u kojemu se istaložena čvrsta faza uklanja. Dio istaloženog mulja se vraća u proces zbog održavanja koncentracija aerobnih organizama, a dio se baca kao otpad. Aerobnim procesima pripada proces nitrifikacije (Višić i sur., 2015).

Nitrifikacija i denitrifikacija su procesi koji teku jedan iza drugoga i zadatak im je ukloniti iz vode dušikove spojeve. Tijekom procesa nitrifikacije sudjeluju mikroorganizmi, a oni su strogo aerobne bakterije (u prvom stupnju *Nitrosomonas*, *Nitrosospira* i *Nitrosocystis*; u drugom stupnju *Nitrobacter*). S ovim procesom započinje se tek kada su otpadne vode u sustavu zadržane tri dana ili više. Proces denitrifikacije omogućavaju anaerobne bakterije kao što su *Pseudomonas*, *Achromobacter* i *Bacillus*. Ova dva procesa mogu se odvijati samostalno ili u kombinaciji (Ružinski, Anić Vučinić, 2010).

Anaerobna razgradnja jest biološki proces pročišćavanja koji se odvija u tri stupnja: hidroliza, kiselinska fermentacija i metanska fermentacija. Tijekom hidrolize razgrađuju se nerazgrađeni organski spojevi pomoću hidrolitičkih bakterija. Te razgrađene spojeve acetogene i acidogene bakteriju pretvaraju u alkohole, aldehide, ugljični dioksid, vodu i slično. Uloga metanogenih bakterija jest korištenje produkata kiselinskog vrenja i prevođenje u bioplin metan koji se kasnije može iskoristiti kao energent (Višić i sur., 2015).

Najvažniji produkt biološkog pročišćivača ističe se mulj koji je ujedno i glavni problem na uređajima za pročišćavanje. Veći stupanj onečišćenja otpadnih voda stvara i veće količine izdvojenoga mulja. Količine izdvojenoga mulja kreću se od 40 do 60 grama suhe tvari/ES/dan. Sastav mulja ovisi o vrsti otpadnih voda, ali i postupku pročišćavanja. Pročišćavanjem gradskih otpadnih voda nastaju primarni, biološki ili terciarni mulj.

Primarni mulj izdvojen je nakon I. stupnja pročišćavanja otpadnih voda iz primarnog ili prethodnog taložnika. Sadržava anorganske i organske tvari, žive organizme. Biološki mulj izdvaja se iz biološkog sektora procesima aerobne i anaerobne razgradnje otopljenih organskih tvari. Tercijarni mulj se izdvaja nakon III. stupnja pročišćavanja otpadnih voda i to kada je u procesima obrade otpadnih voda tercijarna faza odvojena. On sadržava ostatke reakcija dodatnih kemikalija s otpadnom vodom i sadržajem koji se nalazi u otpadnoj vodi (Tušar, 2009).

Zbog sadržaja hranjivih sastojaka u sirovom mulju on se najčešće iskorištava u poljodjelstvu. Voda koju sadrži mulj može se iskoristiti prilikom natapanja polja. Osim u poljodjelstvu, sirovi mulj se koristi i za proizvodnju plina, kompostiranje ili odlaganje na odlagališta (Tušar, 2009).

Procesi obrade mulja su različiti i ovise o veličini uređaja te načinu na koji će se mulj iskoristiti. Prvenstveno je bitno smanjiti volumen mulja što se postiže procesima odvajanjem vode, zgrušavanja ili sušenja (Tušar, 2009).

## 2.5. Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda

Uređaji za pročišćavanje su vodne građevine s postrojenjima koji služe za pročišćavanje otpadnih voda iz sustava javne odvodnje prije nego se takva voda ispusti u prirodni prijemnik. Izbor uređaja za pročišćavanje otpadnih voda ovisi o nekoliko čimbenika kao što su mogućnost iskorištavanja i ispuštanja otpadnih voda, mogućnost obrade muljeva s uređaja za pročišćenje, veličini uređaja te kategoriji prijemnika. Učinkovitost uređaja ovisi o stupnju obrade stoga se razlikuju uređaji za prethodno, prvostupanjsko, drugostupanjsko i trećestupanjsko pročišćavanje. Ovisno o vrsti pročišćavanja predviđaju se pojedini uređaji i oprema (Tušar, 2009).

Prema podacima Državnoga zavoda za statistiku (srpnja, 2019), tijekom 2017. i 2018. godine bilo je 150 uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Omjer se tijekom ove dvije godine promijenio što je prikazano tablicom (Tablica 1.):

**Tablica 1.** Uređaji za pročišćavanje otpadnih voda (Žugić i Lepčević, 2019.)

Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda	2017. godina	2018. godina
Ukupno	150	150
Broj uređaja za prvostupanjsko pročišćavanje	78	53

Broj uređaja za drugostupanjsko pročišćavanje	61	79
Broj uređaja za trećestupanjsko pročišćavanje	11	18

Prema podacima, tijekom ove dvije godine u funkciji je bio jednak broj uređaja. 2017. godine koristilo se najviše uređaja za prvostupanjsko pročišćavanje, a zatim za drugostupanjsko te trećestupanjsko pročišćavanje. U 2018. godini situacija se promijenila. Više je uređaja za drugostupanjsko pročišćavanje, a manje uređaja za prvostupanjsko. Kao i u 2017. godini, najmanje se koristilo uređaja za trećestupanjsko očišćavanje.

Prema veličini, uređaji se dijele na određene skupine. Prvu skupinu obuhvaćaju strojevi veličine do 10 000 ES-a, drugoj skupini od 10 000 do 50 000 te trećoj skupini većoj od 50 000 ES-a. ES označava ekvivalent stanovnika (Tušer, 2009).

### **2.5.1. Objekti prethodnog i I. stupnja**

Pomoću crpne stanice otpadne vode dovode se iz kanalizacijskog sustava do uređaja za pročišćavanje. Prednost ovih crpki je dizanje veće količine vode, neosjetljivost oštećivanja predmetima te omogućuju unos kisika u sirove otpadne vode smještene u betonske kanale. Pužne crpke su optimalan izbor jer su samoprilagodljive na promjenjive količine čime je isključena potreba za dodatnom regulacijom obzirom da je stupanj punjenja ovisan o razini vode na ulazu. Kao nedostaci ističu se geodetska ograničenost visinom na 6,0 do 8,0 metara te velika površina crpki koju je potrebno zaštititi od korozije (Tušer, 2009).

Za ujednačavanje dotoka otpadnih voda koristi se egalizacijski bazen koji se vrlo često primjenjuje u mješovitom kanalizacijskom sustavu. Ovaj objekt opremljen mješačem koristi se za upuhivanje zraka u otpadne vode. Ovim činom nastoji se spriječiti pojava trule vode (Tušer, 2009).

Kao dodatna oprema koriste se sita i rešetke kojima se nastoji spriječiti nagomilavanje raznih predmeta i otpadaka koji su došli kanalizacijom. Izbor rešetke ovisi o veličini uređaja za pročišćavanje te kanalizacijskom sustavu. Prema širini razmaka šipaka na rešetki razlikuju se fine ili uske rešetke, srednje fine rešetke i grube ili široke rešetke. Sito se koristi kako bi se uklonile plutajuće tvari otpadnih voda. Ponekad se u sustavima pročišćavanja upotrebljavaju kao zamjena za pjeskolov i primarni taložnik. Ovisno o veličini otvora, razlikuju se makrosita i mikrosita.

Osim zasebno, rešetke i sita se mogu koristiti u kombinaciji kada se provodi predtretman otpadnih voda iz klaonica, pivovara, praonica, mljekara, tekstilnih pogona, industrije za preradu voća i povrća, kožara i drugo (Tušar, 2009).

Pjeskolovi se koriste za uklanjanje pijeska, šljunka i drugih krutina koje nisu biorazgradive i koje imaju veću brzinu taloženja. Autorica (Tušar, 2009) ističe da ih je potrebno staviti na početak postupka pročišćavanja, odmah iza rešetki. Ukoliko je posrijedi mješoviti kanalizacijski sustav obavezno je staviti pjeskolove. Pjeskolov funkcionira na principu centrifugalne sile kojom se izdvajaju teže, krute tvari koje su dio otpadne vode. Postoji nekoliko vrsta pjeskolova, a oni su:

- pjeskolov s horizontalnim tokom ili uzdužni pjeskolov,
- pjeskolov s kružnim tokom ili radijalni pjeskolov te
- prozirni ili aerirani pjeskolov.

Flotatori (mastolovi) su uređaji kojima se postupkom prirodnog isplivavanja iz otpadnih voda uklanjaju plivajuće nečistoće uglavnom organskog podrijetla kao što su masnoće koje potječu od naftnih derivata (Tušar, 2009).

### **2.5.2. Objekti II. stupnja**

Objekti za natapanje u prirodnim uvjetima su polja za natapanje, podzemna filtracija, lagune, oksidacijski kanali i građene močvare. Polja za natapanje imaju dvije namjene. Prva je biološko pročišćavanje otpadnih voda, a druga su agrikulturne svrhe (navodnjavanje poljoprivrednih površina). Proces navodnjavanja moguće je sprovesti samo ako postoje bazeni za prihvatanje vode, crpne postaje, cijevna mreža, hidranti, ispusni ventili i ustave. Zbog prethodno navedenih dijelova, ovaj način je vrlo skup (Tušar, 2009).

Sljedeći proces koji se upotrebljava prilikom pročišćavanja otpadnih voda jest proces podzemne filtracije. Ovaj proces upotrebljava se kada se otpadne vode ne koriste u poljodjelstvu. Najčešća je upotreba nakon prolaska otpadnih voda kroz septičku jamu. Ovaj način pročišćavanja pogodan je za pojedinačni objekt ili manju skupinu objekata koji se nalaze izvan urbanih područja. Bitno je istaknuti da je ovim načinom pročišćavanja kontakt onečišćene vode s ljudima i životinjama onemogućen (Tušar, 2009).

Stabilizacijska bara ističe se kao jedan od najstarijih tehnologija pročišćavanja otpadnih voda kojom su se u prošlosti koristili i stari Grci. Bare su svjesno uređeni prostori koji su

namijenjeni za ispuštanje otpadnih voda radi samopročišćavanja. Voda se zadržava nekoliko dana, ovisno o tome koliko je voda opterećena organskim tvarima. Biološko pročišćavanje se odvija u potpunosti budući da je i mala koncentracija organizama, a razina mulja koja ostane je vrlo mala. Osim za stabilizacijske bare, navedeni proces karakterističan je i za lagune. Lagune se ističu kao vrlo profitabilna rješenja jer su troškovi izrade niski jer je riječ o vodonepropusnim zemljinim bazenima. Obzirom da lagune zahtijevaju velike površine pogodno ih je graditi na jeftinijim zemljištima. Najveći sustavi ove vrste pročišćavanja otpadnih voda sagrađeni su u sjevernoj Kaliforniji u gradovima Sunnyvale, Modesto, Napa i Stockton. U našoj bližoj okolini nalazi se biolaguna Tolmin u Sloveniji (Slika 9.) (Tušar, 2009).



**Slika 7.** Biolaguna Tolmin u Sloveniji (Tušar, 2009.)

Oksidacijski kanali su jedan od jednostavnijih objekata koji se koriste za biološko pročišćavanje otpadnih voda. Oksidacijska vrsta „karusel“ uspješno se primjenjuje i kod opterećenja 500 000 ES. Njime se postižu izvrsni rezultati. Bitno je spomenuti i da se odlični rezultati postižu prilikom pročišćavanja industrijskih voda koje su po svom sastavu organski vrlo opterećene (Tušar, 2009).

Iako se pojavila još prije pedesetak godina, tehnologija pročišćavanja u građenim močvarama počela se intenzivno upotrebljavati posljednjih desetak godina. Vrlo je pogodna za gradnju takvih kanalizacijskih sustava jer je prilagodljiva situacijama. Zadatak građenih močvara jest ukloniti organske tvari i hranjive soli te ukloniti patogene i nepoželjne mikroorganizme s ciljem postizanja zdravstvene sigurnosti. Za gradnju močvara nema univerzalnog rješenja jer ono ovisi o značajkama okoliša u kojemu se planira graditi. Slika 10. prikazuje močvara stambene zgrade u Volovskom. Ovo je primjer građene močvare prilagođene geomorfološkim, hidrološkim, klimatskim i biološkim

značajkama određenoga mjesta. U odnosu na druge uređaje, organizmi u građenim močvarama nalaze se na korijenima biljaka te na supstratu između korijena. Biljke služe kao stanište, ali i kao izvor kisika. S tim ciljem, sadi se autohtono močvarno i vodno bilje karakteristično za određeno područje (Tušar, 2009).



**Slika 8.** Močvara stambene zgrade u Volovskom (Tušar, 2009.)

### **2.5.3. Objekti III. stupnja**

Prema Državnom planu za zaštitu vodu (Narodne novine, 1999) pojam trećeg stupnja pročišćavanja otpadnih voda definiran je na sljedeći način: „*treći stupanj pročišćavanja je primjena fizikalno – kemijskih, bioloških i drugih postupaka kojima se u otpadnim vodama naseља smanjuje koncentracija hranjivih tvari influenata za najmanje 80%, u granicama vrijednosti koje nije moguće postići primjenom drugog stupnja čišćenja*“. Dodatno pročišćavanje vode uvjetovano je ispuštanjem hranjivih soli (dušik i fosfor) u prirodne vodotoke čime se izaziva pojava eutrofikacije vode. Proces dodatnog pročišćavanja odvija se kada otpadne vode koje su ispuštene nakon II. stupnja pročišćavanja svojom kakvoćom ne odgovaraju zadanim uvjetima. Dodatni proces pročišćavanja se provodi ako je prijemnik osjetljiv na sadržaj organskih tvari i hranjivih soli koje se ispuštaju iz uređaja, a njihov povećani sadržaj bi izazvao eutrofikacijski proces. Posljednji uvjet za dodatno pročišćavanje vode jest ako se pročišćene otpadne vode planiraju iskoristiti kao tehnološka voda ili u poljodjelske svrhe. Proces dodatnog pročišćavanja otpadnih voda izaziva promjene kategorije vode te omogućuje njezino korištenje. Uklanjanje hranjivih soli omogućuju biološki procesi te kemijski ili fizikalno – kemijski procesi. Postoji niz uređaja kojima se mogu provesti procesi uklanjanja hranjivih soli, a jedan od uređaja koji se koristio u procesu pročišćavanja otpadnih voda jest uređaj tehnologije Hyper classic prikazan na Slici 11. (Tušar, 2009).





**Slika 9.** Uređaj tehnologije Hyper classic (Tušar, 2009.)

Pješčani filtri koriste se za propuštanje vode kao završna jedinica uređaja za pročišćavanje. Oni su kombinacija biološkog i filtracijskog procesa. Ovaj proces temelji se na filtriranju vode kroz cjediljku koja je ispunjena pijeskom točno određene granulacije. Ovaj način pročišćavanja ima svoje prednosti i nedostatke. Kao prednosti ističu se:

- otpadanje troškova energije obzirom da voda uz pomoć gravitacije prolazi kroz filtriranu masu,
- primjena na svim područjima na kojima su potrebni te
- vrlo visok učinak pročišćavanja otpadnih voda te zahtijevaju vrlo malo prostora prilikom smještanja.

Osim prednosti postoje i mnogi nedostaci kao što su:

- veći trošak održavanja,
- obvezan stalan nadzor stručnjaka,
- zadržavanje vode na površini zbog začepljenja pora na pješčanom filteru,
- potrebno je dulje vremensko razdoblje za obnavljanje mikrobiologije i drugo (Tušar, 2009).

Osim pješčanih filtera, membranski biološki uređaji sve više se koriste za zamjenu konvencionalnih uređaja s aktivnim muljem ili ih nadopunjuju. To je novija tehnologija koja je sve češće u upotrebi. Sintetičke membrane oponašaju prirodni sustav (biljno korijenje i stabljike te tanka životinjska crijeva) i propuštaju vodu i otopljene tvari, ali i uklanjaju nepropusne tvari iz otpadnih voda. Ovaj način pročišćavanja pogodan je za obradu gradskih otpadnih voda te za obradu industrijskih otpadnih voda, ponovnu upotrebu vode te kondicioniranje vode za piće. Upotreba membranskih tehnologije u današnje vrijeme namijenjena je proširivanju ili rekonstrukciji postojećih konvencionalnih uređaja koji služe za pročišćavanje otpadnih voda. Membranski biološki uređaji sastoje se od

uređaja s grubom i finom rešetkom, egalizacijskog bazena, membranskih bioreaktora te ulazno – izlaznih bazena (Tušar, 2009).

Objektima III. stupnja pripada i sustav za dezinfekciju otpadnih voda. Najlakše nadziranje odvija se procesom dezinfekcije na ispustu pomoću klora ili klornih spojeva, ozona ili ultraljubičastih zraka. Doziranje klora mora se točno odrediti obzirom da on nije poželjan u prirodnim vodnim sustavima radi zaštite vodne flore i faune (Tušar, 2009).

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Uzorak i metoda istraživanja

U predmetnom istraživanju primijenjeno je empirijsko kvantitativno istraživanje metodom on-line anketnog upitnika, u kojem su pitanja strukturirana višestrukim izborom. Određena pitanja zahtijevala su od ispitanika da odaberu jedan od ponuđenih odgovora s kojim se najviše slažu. Anketa se sastojala od ukupno 20 pitanja koja su svrstana u sljedeće kategorije:

- prva kategorija pitanja (od 1. do 5.) obuhvatila je općenite informacije o ispitanicima.
- Poznavanje i svijest o otpadnim vodama iz vlastitoga kućanstva obuhvaćeno je 6. i 7. pitanjem. Ova pitanja pripadaju drugoj kategoriji pitanja.
- Treća kategorija pitanja obuhvatila je podatke koji upućuju na razinu svjesnosti o korisnosti uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (od 8. do 10. pitanja).
- Pitanjima od 11. do 14. obuhvaćena je informiranost stanovnika grada Delnice o otpadnim vodama.
- Posljednjoj kategoriji pitanja pripadaju od 15. do 20. pitanja koje se odnosilo na svjesnost o razmjeru onečišćenja te volji za vlastitim doprinosom boljitku stanja okoliša.

Istraživanje je provedeno u periodu od 11. do 15. siječnja 2019. godine, kako bi se prikupile informacije o svjesnosti stanovništva grada Delnice o problematici otpadnih voda. Anketno istraživanje provedeno je putem online obrasca na 45 ispitanika. Odaziv ankete bio je 40%. Ciljani ispitanici bili su građani grada Delnice u dobi od 18 do 50+ godina kako bi se obuhvatila sva dobna struktura na području grada i prikupilo mišljenje svih ljudi koji su obuhvaćeni promjenama u zajednici. Prilikom odabira uzorka nije bilo kontroliranog izbora. Uzorak ispitanika dobiven je namjernim širenjem ankete elektroničkim putem korištenjem alata „Google obrasci“. Online anketa je ispitanicima bila dostupna tjedan dana. Anketi su ispitanici pristupali dobrovoljno te su ostali anonimni i njihova privatnost nije kompromitirana.

U kontekstu ove problematike definiran je i problem istraživanja koji se bavi razinom informiranosti građana grada Delnice o problematici pročišćavanja otpadnih

voda. Sukladno određenom problemu, postavljeno je nekoliko hipoteza prije provedenog online anketnog upitnika.

H1: Stanovnici grada Delnica nisu upoznati s činjenicom da se na području grada Delnica provodi istraživanje o kvaliteti onečišćenosti vodotoka.

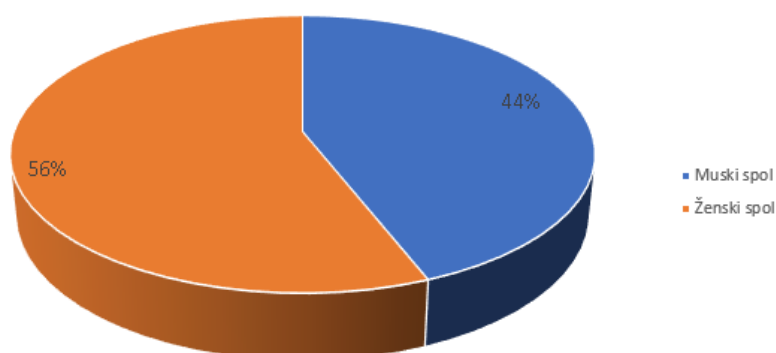
H2: Kod stanovnika grada Delnica nije prisutna svijest o dostupnosti uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u općini Delnice i njegovom pozitivnom utjecaju na proces pročišćavanja otpadnih voda.

H3: Otpadne vode ne utječu na kvalitetu ljudskog i životinjskog zdravlja, kvalitetu hrane za ljudsku potrošnju, kvalitetu pitke vode, kvalitetu poljoprivrednih zemljišta i cijenu nekretnina na području grada Delnica.

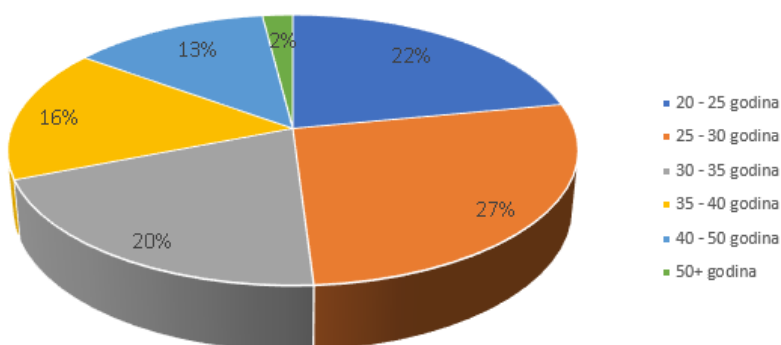
Sukladno postavljenom problemu i predmetu istraživanja, te postavljenim hipotezama određeni su svrha i cilj istraživanja. Svrha istraživanja jest ukazati na važnost uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na području grada Delnica. Cilj istraživanja je istražiti spremnost građana na području navedenog područja na edukacije o procesima pročišćavanja otpadnih voda i korisnosti uređaja za pročišćavanje voda. Tijekom analiziranja provedenog anketnog istraživanja, rezultati su ukazali na činjenicu da su postavljene hipoteze H1 i H3 potvrđene, a hipoteza H2 nije potvrđena. Dakle, građani su upoznati s činjenicom da se na području grada Delnica postoji uređaj za pročišćavanje otpadnih voda i da je on koristan zajednici. Rezultati ovoga istraživanja bit će od pomoći zaposlenicima u službi grada i drugim ljudima kako bi se ostvarili neki drugi, bolji, kvalitetniji ciljevi. Ciljevi koji će osmisliti i pružiti edukacije građanima o korisnosti i potrebi uređaja za pročišćavanje na području grada Delnica.

## 4. REZULTATI

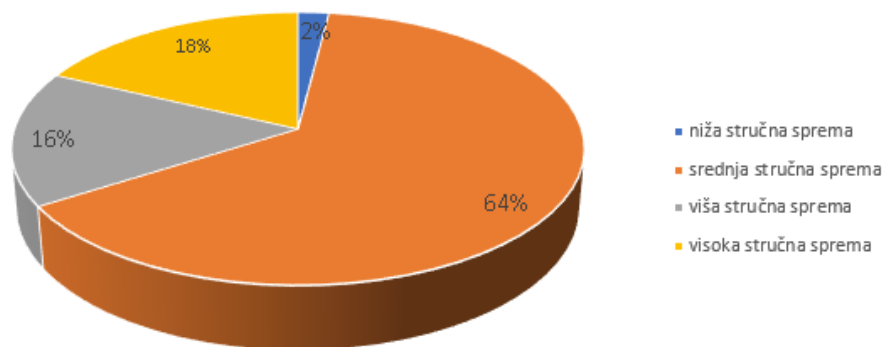
Anketnim upitnikom provedeno je istraživanje o informiranosti građana o otpadnim vodama na području grada Delnica. U istraživanju je ispitano 45 osoba, uzorak je bio slučajan. Anketa se sastojala od 20 pitanja podijeljenih po kategorijama. Ispitanici su uglavnom ženskog spola u dobi do 25 do 30 godina sa završenom srednjom stručnom spremom. Većina ispitanika živi u gradu i koristi javnu, odnosno gradsku kanalizaciju.



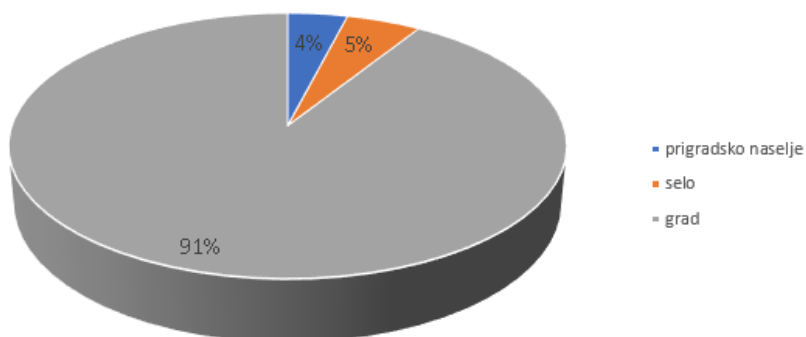
**Slika 10.** Spol ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju



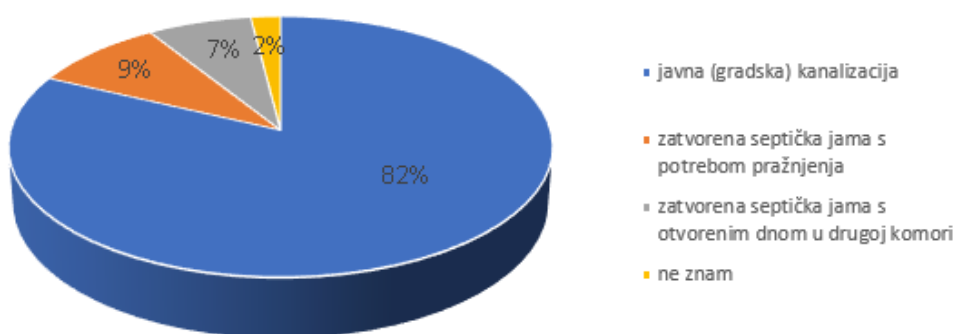
**Slika 11.** Dob ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju



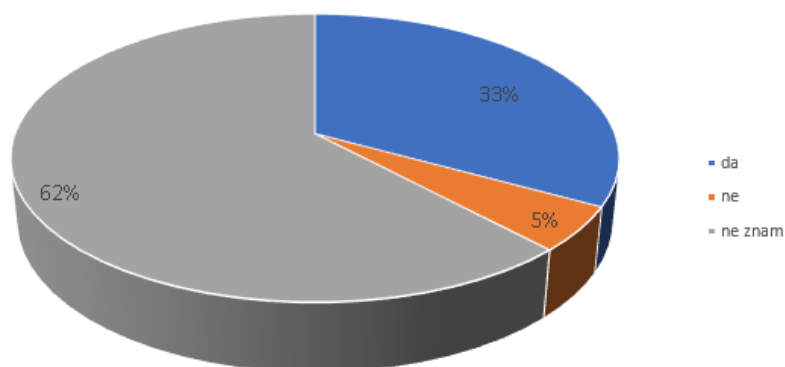
**Slika 12.** Završeni stupanj obrazovanja ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju



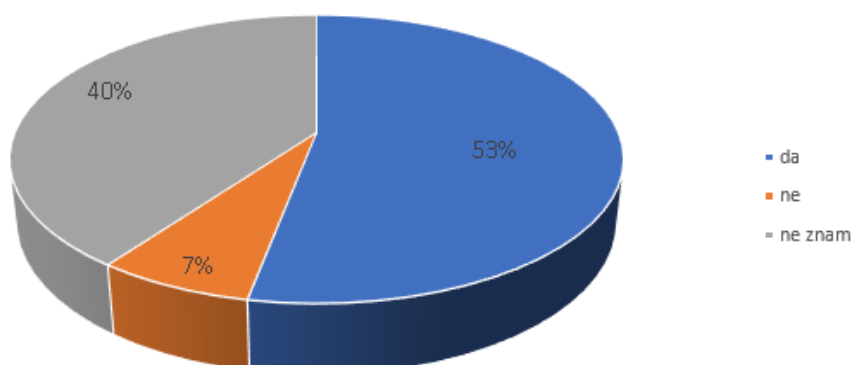
**Slika 13.** Mjesto stanovanja ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju



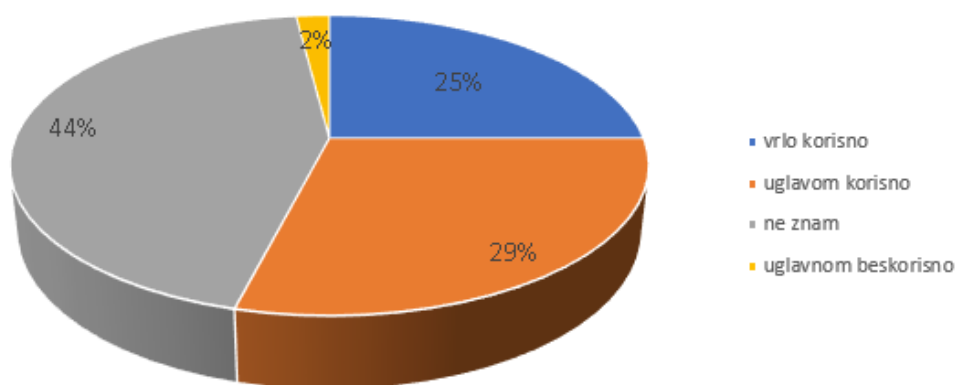
**Slika 14.** Način odvodnje otpadnih voda iz kućanstava ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju



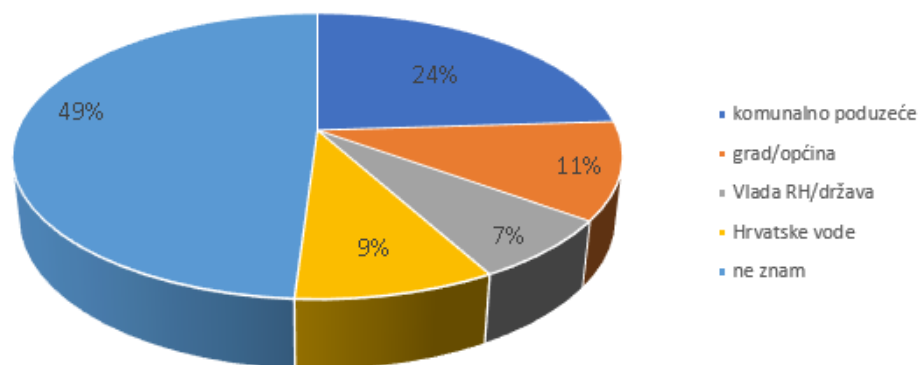
**Slika 15.** Poznavanje građana o provođenju istraživanja o kvaliteti onečišćenosti vodotoka



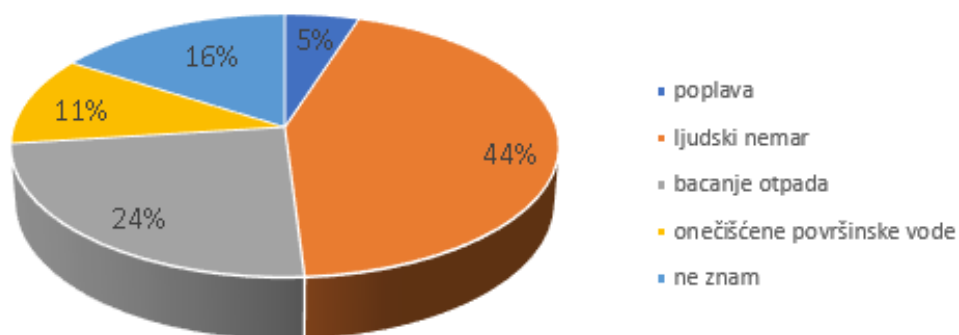
**Slika 16.** Znanje građana o dostupnosti uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u općini Delnice



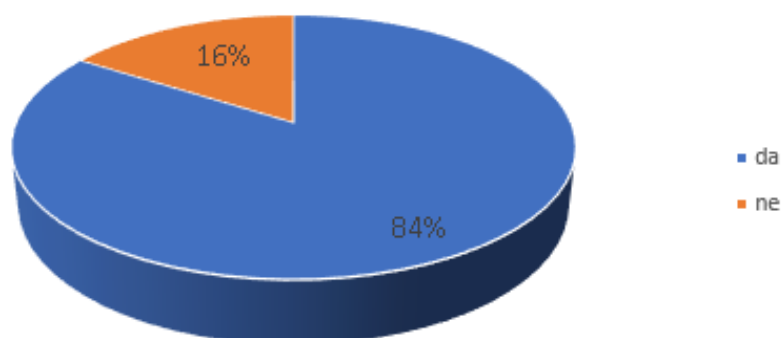
**Slika 17.** Ocjena korisnosti uređaja za pročišćavanje otpadnih voda



**Slika 18.** Izvori financiranja izgradnje i održavanja pročišćivača otpadnih voda na području grada Delnica

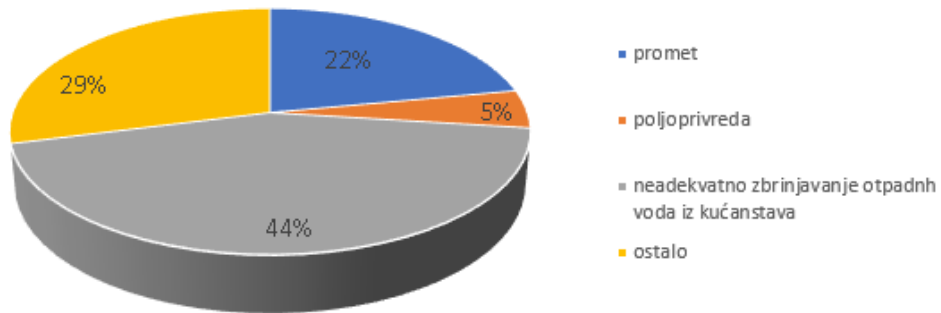


**Slika 19.** Najveća prijetnja koja može ugroziti pročišćavanje otpadnih voda

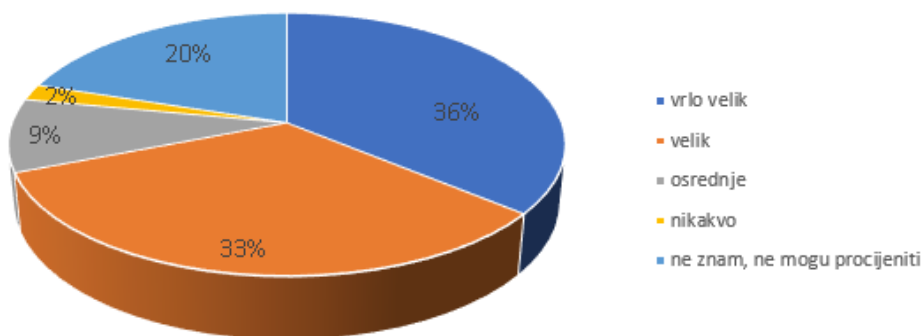


**Slika 20.** Stav ispitanika o tome postoji li razlika između kućanskih i industrijskih otpadnih voda



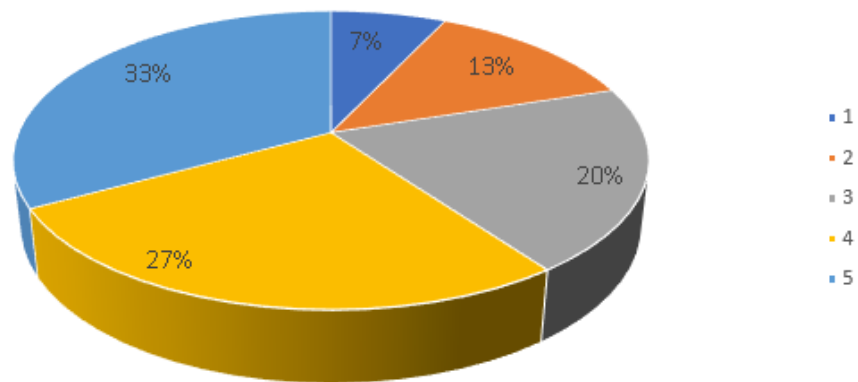


**Slika 21.** Onečišivači okoliša prema mišljenjima ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju

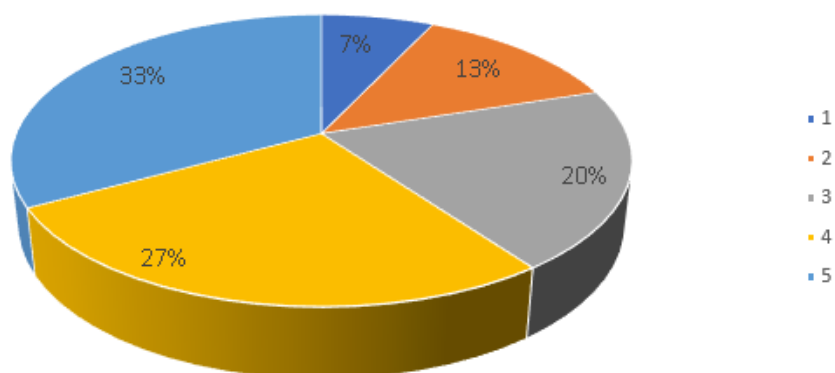


**Slika 22.** Mišljenje ispitanika o onečišćenju otpadnim vodama na mjesto gdje se kanalizacija izljeva

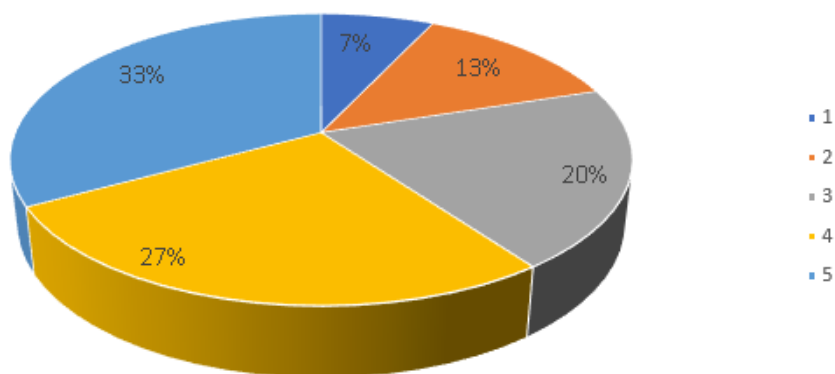
U slijedećih šest pitanja ispitanici su ocjenjivali određene tvrdnje ocjenama od 1 do 5. Ocjena 1 označava loše, dok ocjena 5 nikakve posljedice.



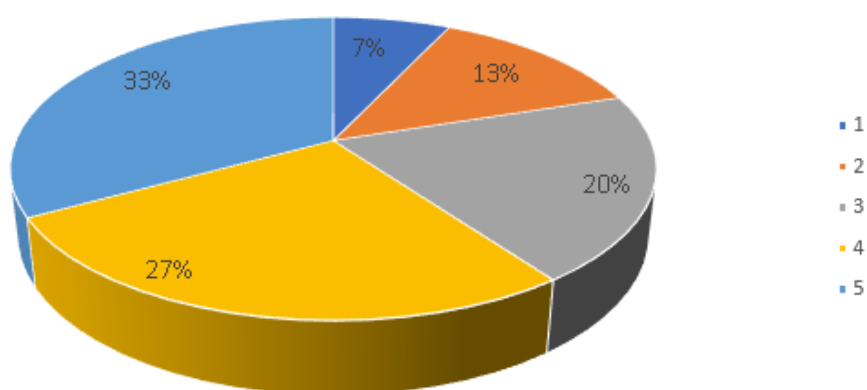
**Slika 23.** Posljedice otpadnih voda na zarazne bolesti kod ljudi



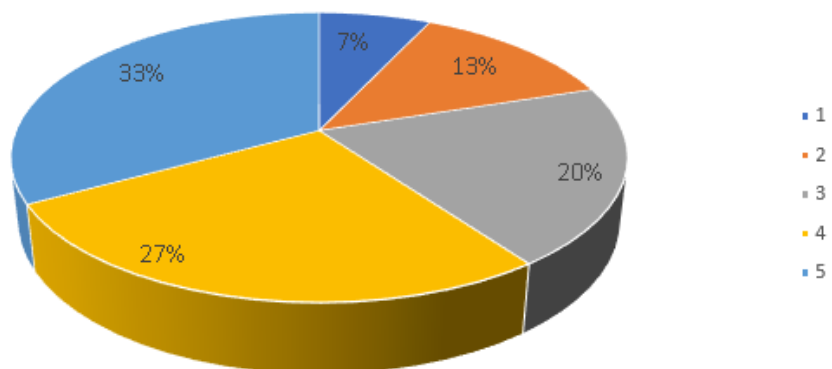
**Slika 24.** Posljedice otpadnih voda na zarazne bolesti kod životinja



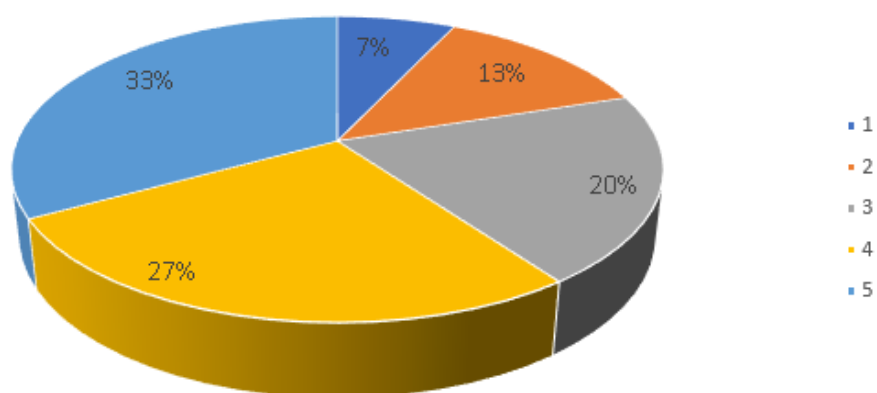
**Slika 25.** Utjecaj otpadnih voda na kvalitetu poljoprivrednih zemljišta



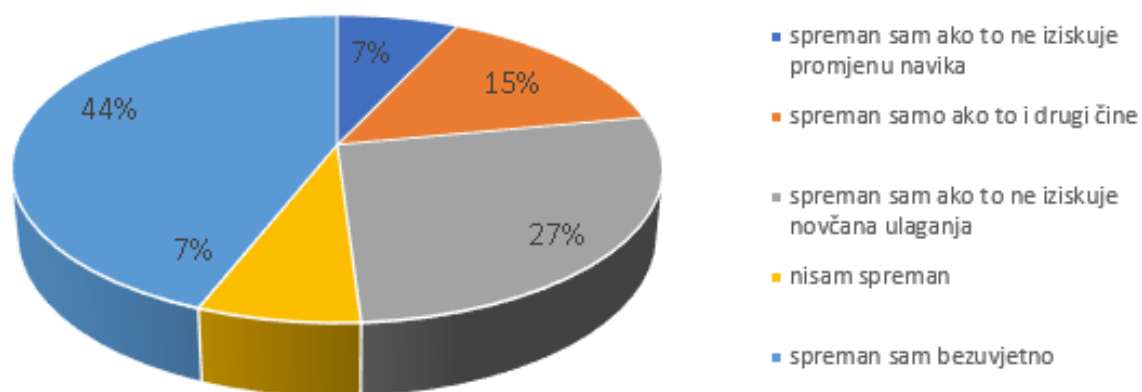
**Slika 26.** Utjecaj otpadnih voda na cijenu nekretnina u općini Delnice



**Slika 27.** Utjecaj otpadnih voda na kvalitetu hrane za ljudsku potrošnju



**Slika 28.** Utjecaj otpadnih voda na kvalitetu pitke vode



**Slika 29.** Stav ispitanika o osobnom doprinosu zajednici s ciljem unapređenja sustava otpadnih voda

## 5. ZAVRŠNI IZVJEŠTAJ

Online anketom provedeno je istraživanje o informiranosti građana o otpadnim vodama na području grada Delnica. U istraživanju je ispitano 45 osoba, uzorak je bio slučajan. Anketa se sastojala od 20 pitanja podijeljenih po kategorijama. Ispitanici su uglavnom ženskog spola u dobi do 25 do 30 godina sa završenom srednjom stručnom spremom. Većina ispitanika živi u gradu i koristi javnu, odnosno gradsku kanalizaciju. Rezultati istraživanja upućuju na činjenicu da se na području grada Delnice otpadne vode zbrinjavaju korištenjem javne odnosno gradske kanalizacije u značajnom postotku od 82%. Osim gradske kanalizacije koriste se i zatvorene septičke jame s potrebom pražnjenja (9%) i septičke jame s otvorenim dnom (7%). Dio ispitanika koji su sudjelovali u online anketi ne zna na koji način se otpadne vode odvođe iz kućanstava. Postotak ovih ispitanika je vrlo nizak, samo 2% (Slika 14.). Na sličnost zbrinjavanja otpadnih voda upućuje i provedeno istraživanje na području sustava odvodnje Iloka, južne i sjeverne Baranje. Rezultati istraživanja upućuju na činjenicu da većinski dio ispitanih kućanstava (75%) također koristi kanalizacijsku mrežu. Preostali dio kućanstava, u manjim postotcima, osim javne kanalizacije koristi ili zatvorene septičke jame s potrebom pražnjenja ili septičke jame s otvorenim dnom (Rimac, Wertag, 2011). Na području južne i sjeverne Baranje zbrinjavanje otpadnih voda odvija se septičkim jamama. Pri tome se koriste zatvorenim septičkim jamama s potrebom pražnjenja (85%) i zatvorenim septičkim jamama s otvorenim dnom u drugoj komori (15%) (Rimac, Wertag, 2011a).

Informiranje stanovnika o sustavima odvodnje otpadnih voda koje se koriste u njihovim selima/gradovima te o planovima i poboljšanjima postojećih sustava važan je element aktivne provedbe te uspješne realizacije projekata (Rimac, Wertag, 2011). Rezultati provedenog online istraživanja upućuju na činjenicu da čak 62% ispitanika ne zna da se na području grada Delnica provode istraživanja o kvaliteti onečišćenosti vodotoka. 33% ispitanika je upoznato s provedenim istraživanjima, a najmanje ispitanika (5%) smatra da općina ne provodi navedena istraživanja (Slika 15.). Zanimljiva je činjenica da neupućenost građana o postojećim projektima u gradu nije samo problem grada Delnica nego i na području Iloka te južne i sjeverne Baranje. Čak 71% ispitanika ne zna da se na vodoopskrbnom području Iloka provodi projekt kojim bi se poboljšao kanalizacijski sustav (Rimac, Wertag, 2011).

Obzirom da većina ispitanika koji su sudjelovali u online upitniku ne zna da se na području Delnica provodi istraživanje o kvaliteti onečišćenosti vodotoka sukladno tome čak 40%

ispitanika nije upoznato s činjenicom da na području Delnica postoji uređaj za pročišćavanje otpadnih voda. Dio ispitanika (7%) sa sigurnošću tvrdi kako navedeni uređaj ne postoji na području grada Delnica dok više od polovice (53%) ispitanika zna da na području grada Delnica postoji uređaj za pročišćavanje (Slika 16.). Bez obzira što značajan postotak ispitanika provedenog istraživanja ne zna da postoji uređaj za pročišćavanje otpadnih voda u općini Delnice većina ispitanika koji su sudjelovali u anketi smatra da je uređaj vrlo koristan (25%) ili uglavnom koristan (29%). 44% ispitanika nije sigurno kako uređaj za pročišćavanje utječe na procese pročišćavanja otpadnih voda (Slika 17.). Korisnost uređaja za pročišćavanje otpadnih voda potvrđuje i anketa koja je provedena na području sustava odvodnje Iloka. Prema istraživačkom izvještaju, ispitanici su mišljenja da je uređaj za pročišćavanje koristan (82% korisnika koji se koriste javnom kanalizacijom) te uglavnom ili vrlo koristan (79% korisnika koji se koriste septičkim jamama). U istraživanju koje je provedeno na području grada Delnica i istraživanju koje je provedeno na području sustava odvodnje Iloka tek 2% ispitanika smatra da upotreba uređaja za pročišćavanje okoliša je beskorisna (Rimac, Wertag, 2011). Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda ispitanici južne Baranje smatraju uglavnom korisnim (48%) i korisnim (47,5%) (Rimac, Wertag, 2011a).

Izvori financiranja izgradnje i održavanja pročišćivača otpadnih voda na području Delnica javno su dostupne, ali čak 49% ispitanika ne zna tko financira izgradnju i održavanje pročišćivača otpadnih voda. Ostali ispitanici misle da to čini komunalno poduzeće, općina ili grad, Vlada Republike Hrvatske ili Hrvatske vode (Slika 18.). Stanovnici sustava odvodnje Iloka smatraju da bi Hrvatske vode (50% ispitanika) trebale najviše financirati izgradnju i održavanje sustava odvodnje otpadnih voda. Prema mišljenju 39% ispitanika u financiranju bi trebao sudjelovati i gradski odnosno općinski proračun, zatim Vlada Republike Hrvatske (32%) i komunalno poduzeće (28,5%). Ispitanici smatraju da u najmanjoj mjeri izvore financiranja moraju snositi stanovnici određenoga područja ili pak velika poduzeća u regiji (3,5%), svjetska banka (3%), vlasnici vikendica (3%) i ostali (1%) (Rimac, Wertag, 2011). Na području Sjeverne Baranje ispitanici smatraju da izgradnju treba financirati država odnosno Vlada Republike Hrvatske s vrlo značajnim postotkom od 49,5%, a zatim grad ili općina (42%) (Rimac, Wertag, 2011b). Ispitanici koji su sudjelovali u istraživanju na području južne Baranje također smatraju da bi financiranje ovakvog projekta trebala financirati Vlada Republike Hrvatske, grad ili općina te Hrvatske vode (Rimac, Wertag, 2011a).

Najveća prijetnja koja može ugroziti pročišćavanje otpadnih voda jest ljudski nemar (44%) i otpad (34%) koji proizvode stanovnici Delnica. Prema mišljenju ispitanika, najveći onečišćivač voda na području Delnica je proces neadekvatnog zbrinjavanja otpadnih voda iz kućanstava (44%). Kao najmanjeg onečišćivača voda ispitanici ističu poljoprivredu (5%) (Slika 19.).

Onečišćenje otpadnim vodama na mjestima gdje se kanalizacija izljuje je vrlo veliko (36%) ili veliko (33%). Nije niti zanemariv postotak ispitanika (20%) koji ne može procijeniti koliko je onečišćenje otpadnim vodama na određeni područjima. Vrlo mali broj ispitanika (2%) smatra da je onečišćenje na mjestima gdje se izljuje kanalizacija nikakvo (Slika 22.). Prema rezultatima istraživanja koja su provedena na području sustava odvodnje otpadnih voda Ilok mišljenja su podijeljena. Najveći postotak ispitanika nije siguran niti može procijeniti koliko izlivanje otpadnih voda utječe na okoliš. Postotak korisnika koji nisu sigurni kakve su posljedice onečišćenja otpadnim vodama je 34,7% korisnika javne odnosno gradske kanalizacije te 35,8% korisnika septičkih jama. Otprilike trećina ispitanika (32% korisnici gradske kanalizacije, 34% korisnici septičkih jama) smatra da su takva onečišćenja velika (Rimac, Wertag, 2011). Na ispitanom području južne Baranje većina ispitanika smatra da je velik utjecaj otpadnih voda na onečišćenje na mjestima gdje se izljuje kanalizacija (Rimac, Wertag, 2011a).

U slijedećih šest pitanja ispitanici su ocjenjivali određene tvrdnje ocjenama od 1 do 5. Ocjena 1 označava loše, dok ocjena 5 nikakve posljedice. Ispitanici su iznosili svoje mišljenje o posljedicama otpadnih voda: na pojavljivanje zaraznih bolesti kod ljudi i kod životinja, na kvalitetu poljoprivrednih zemljišta, na cijene nekretnina u mjestu, na kvalitetu hrane za ljudsku potrošnju te kvalitetu pitke vode. Na ovaj blok pitanja ispitanici su odgovorili da otpadne vode nemaju nikakvog utjecaja na navedene pojave (33%) (Slika 23. – 28.). Ispitanici koji su sudjelovali u istraživanjima provedenim na području vodoopskrbnog sustava Iloka iskazali su suprotna mišljenja. Oni smatraju da otpadne vode kod ljudi imaju veliki (21,5%) ili osrednji (13,5%) utjecaj na pojavljivanje zaraznih bolesti. Velik postotak ispitanika (35%) nema saznanja o tome kakav je utjecaj otpadnih voda na pojavljivanje zaraznih bolesti. Postotni udjeli kod pojavljivanja zaraznih bolesti stoke ili peradi u navedenim kategorijama su jednaki osim osrednjeg utjecaja koji iznosi 15,5%. Nadalje, rezultati ankete pokazali su da kvaliteta poljoprivrednog zemljišta uvelike ovisi o ispuštanju otpadnih voda u okoliš. 21% ispitanika smatra da su posljedice velike, a 35,5% ispitanika ne zna utječu li otpadne vode na kvalitetu poljoprivrednog zemljišta. Cijena nekretnina u mjestu uvelike (19% ispitanika) ovisi o ispuštanju otpadnih voda u okoliš.

Također je i u ovome pitanju istaknut velik broj ispitanika (36%) koji nisu sigurni kakve su posljedice ispuštanja otpadnih voda. Istraživački izvještaj za sustav odvodnje Iloka sadrži podatke o posljedicama ispuštanja otpadnih voda na pitku vodu. Rezultati upućuju na činjenicu da korisnici smatraju da su posljedice velike (33%) te osrednje (12,5%). Zanimljiv je podatak da čak 29% ispitanika nema saznanja o činjenici utječu li otpadne vode na kvalitetu pitke vode. 13% ispitanika smatra da ne postoje posljedice ispuštanja otpadnih voda na pitku vodu. (Rimac, Wertag, 2011). Kao i ispitanici na području Iloka, ispitanici sjeverne Baranje također smatraju da je utjecaj na kvalitetu pitke vode vrlo velik (23,5%) i velik (28,5%) (Rimac, Wertag, 2011b). Istomišljenici su i ispitanici južne Baranje koji smatraju da otpadne vode utječu na kvalitetu pitke vode u velikoj mjeri (59%) (Rimac, Wertag, 2011a).

Vrlo bitna stavka za ljudsko zdravlje je i činjenica kakav je utjecaj otpadnih voda na kvalitetu hrane koju konzumiraju ljudi. Prema mišljenjima ispitanika, utjecaj na kvalitetu hrane je vrlo velik (10,5%), velik (27,5%) i osrednji (13,5%). Postoji postotak (10,5%) ispitanika koji smatra da ne postoje posljedice ispuštanja otpadnih voda na hranu koju konzumiraju ljudi (Rimac, Wertag, 2011).

Posljednjim pitanjem u online anketi ispitanici su izrazili svoje mišljenje o osobnom doprinosu za unapređenje sustava otpadnih voda na području grada Delnica. Većina ispitanika ima želju bezuvjetno doprinijeti poboljšanju zajednice u unapređenju sustava otpadnih voda (44%), ali većini je i vrlo bitno da to ne iziskuje dodatna novčana ulaganja (27%). Ispitanicima je vrlo bitno i da to drugi čine te da to ne iziskuje promjenu navika (Slika 29.). Izgradnja ili nadogradnja kanalizacijskih sustava zahtijeva povećanje cijene usluge vodoopskrbe i cijene odvodnje za krajnje korisnike. Većini korisnika (38,8% korisnika javne kanalizacije te 43,4% korisnika septičkih jama) dodatna novčana ulaganja predstavljaju financijske probleme te ne znaju ili ne mogu jasno procijeniti bi li investirali u izgradnju sustava odvodnje. Vrlo nizak postotak ispitanika je sigurno da bi pristalo na dodatna novčana ulaganja (1,9% korisnika javne kanalizacije te 2,7% korisnika septičkih jama). Značajan broj ispitanika (28,3% korisnika javne kanalizacije i 27,9% korisnika septičkih jama) misli da su spremni snositi povećane troškove izgradnje sustava odvodnje na području sustava odvodnje Iloka (Rimac, Wertag, 2011).



## 6. ZAKLJUČCI

Na osnovu provedenog istraživanja (online anketom) ispitanici su iznijeli svoje mišljenje o informiranosti građana o otpadnim vodama na području grada Delnice. Rezultati su pokazali detaljan uvid u informiranost građana o otpadnim vodama u Gradu Delnice te je utvrđeno da:

- na području grada Delnica građani nisu upoznati provodili li općina u kojoj prebivaju ispitivanja o kvaliteti vodotoka,
- ispitanici su djelomično upoznati da na području grada Delnica postoji uređaj za pročišćavanje otpadnih voda,
- ispitanici nisu upoznati s činjenicom koliko je uređaj za pročišćavanje koristan za lokalnu zajednicu i zajednice općenito,
- ispitanici nisu upoznati s činjenicom tko financira ovakve projekte,
- je najveći onečišćivač voda neadekvatno zbrinjavanje otpada,
- ispitanici smatraju da otpadne vode ne uzrokuju kod ljudi i životinja zarazne bolesti,
- ispitanici smatraju da otpadne vode nemaju nikakvog utjecaja na kvalitetu poljoprivrednog zemljišta i cijenu nekretnina u mjestu stanovanja i
- ispitanici smatraju da otpadne vode nemaju nikakvog utjecaja na kvalitetu hrane za ljudsku potrošnju i kvalitetu pitke vode.

## 7. LITERATURA

- 1) Antinac, D. (2009): Onečišćenje vode iz poljoprivredne proizvodnje <https://www.savjetodavna.hr/2009/11/25/oneciscenje-vode-iz-poljoprivredne-proizvodnje/>, (14.03.2020.)
- 2) Jukić, D. i sur. (2019): Korištenje voda i zaštita voda od zagađivanja u industriji u 2018. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2019/06-01-01\\_01\\_2019.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2019/06-01-01_01_2019.htm), (14.03.2020.)
- 3) Jurac, Z. (2009): Otpadne vode, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac
- 4) Narodne novine (1999): Državni plan za zaštitu voda <http://zakon.poslovna.hr/public/drzavni-plan-za-zastitu-voda/17192/zakoni.aspx>, (14.03.2020)
- 5) Narodne novine (2020): Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda NN 26/2020, [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020\\_03\\_26\\_622.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_26_622.html), (14.03.2020.)
- 6) Narodne novine (2019): Zakon o vodama NN 66/19, <https://www.zakon.hr/z/124/Zakon-o-vodama>, (12.03.2020.)
- 1) Rimac, I., Wertag, A. (2011): Anketiranje korisnika u okviru provedbe Projekta Unutarnje vode – Istraživački izvještaj za sustav vodoopskrbe Ilok, Target d.o.o. za istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja, Zagreb
- 2) Rimac, I., Wertag, A. (2011a): Anketiranje korisnika u okviru provedbe Projekta Unutarnje vode – Istraživački izvještaj za sustav vodoopskrbe Južna Baranja, Target d.o.o. za istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja, Zagreb
- 3) Rimac, I., Wertag, A. (2011b): Anketiranje korisnika u okviru provedbe Projekta Unutarnje vode – Istraživački izvještaj za sustav vodoopskrbe Sjeverna Baranja, Target d.o.o. za istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja, Zagreb
- 4) Ružinski, N., Anić Vučinić, A. (2010): Obrada otpadnih voda biljnim uređajima, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb
- 5) Leksikografski zavod Miroslav Krleža (2020): Stokes, George Gabriel <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=58223>, (15.03.2020.)
- 6) Tušar, B. (2001): Kućna kanalizacija, Građevinski fakultet u Zagrebu, Zagreb
- 7) Tušar, B. (2009): Pročišćavanje otpadnih voda, Kigen d.o.o, Zagreb

- 8) Višić, K. i sur. (2015): Problematika zbrinjavanja i pročišćavanja otpadnih voda – zakonski propisi, Tekstil 64, str. 109. – 121.
- 9) Zrnčević, S. (2016): Farmaceutici i metode obrade otpadne vode iz farmaceutske industrije, Hrvatske vode, 24, 119 – 136.
- 10) Zrnčević, S. (2019): Pročišćavanje otpadnih voda industrije prerade riba, Hrvatske vode, 27, 99- 118.
- 11) Žugić, A., Lepčević, G. (2019): Javna odvodnja u 2018. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2019/06-01-03\\_01\\_2019.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2019/06-01-03_01_2019.htm), (14.03. 2020.)