

# Kakvoća sirove vode na crpilištima Nedelišće i Prelog u Međimurskoj županiji

---

Luburić, Franka

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:650651>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET**

Preddiplomski studij geološkog inženjerstva

**KAKVOĆA SIROVE VODE NA CRPILIŠTIMA**  
**NEDELIŠĆE I PRELOG U MEĐIMURSKOJ ŽUPANIJI**

Završni rad

Franka Luburić

G 2156

Zagreb 2020.

## KAKVOĆA SIROVE VODE NA CRPILIŠTIMA NEDELIŠĆE I PRELOG U MEĐIMURSKOJ ŽUPANIJI

Franka Luburić

Završni rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

### Sažetak

Osnovni cilj završnoga rada jest ocjena kakvoće sirove vode na vodocrpilištima Nedelišće i Prelog u Međimurskoj županiji, u odnosu na maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) pojedinih parametara u pitkoj vodi utvrđenih *Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe* (NN 125/2017). Ocjena kakvoće sirove vode provedena je temeljem kemijskih, indikatorskih i mikrobioloških parametara. Procijenjeno je buduće stanje kakvoće sirove vode analizom trendova parametara kakvoće sirove, a to su redom: nitrati, kloridi, sulfati, željezo, mangan te utrošak  $\text{KMnO}_4$ . Kakvoća vode na vodocrpilištima ocijenjena je kao razmjerno dobra te takva može i ostati u budućem razdoblju uz većinom povoljne parametre kakvoće.

Ključne riječi: kakvoća sirove vode, MDK vrijednosti, vodocrpilišta Nedelišće i Prelog, Međimurska županija

Završni rad sadrži: 32 stranice, 2 tablice, 20 slika, 22 reference

Jezik izvornika: hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Prof. dr. sc. Zoran Nakić

Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Zoran Nakić  
Prof. dr. sc. Marta Mileusnić  
Doc. dr. sc. Zoran Kovač

Datum obrane: 22. rujna, 2020.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	3
2. GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE PRILJEVNIH PODRUČJA VODOCRPILIŠTA NEDELIŠĆE I PRELOG.....	2
3. TEHNIČKE ZNAČAJKE VODOCRPILIŠTA.....	6
3.1. Vodocrpilište Nedelišće.....	7
3.2. Vodocrpilište Prelog.....	8
4. PODACI O KAKVOĆI VODE NA VODOCRPILIŠTIMA NEDELIŠĆE I PRELOG.....	11
4.1. Rezultati dosadašnjih istraživanja.....	12
4.2. Pokazatelji kakvoće vode na vodocrpilištu Nedelišće.....	14
4.2.1. Osnovni statistički pokazatelji kakvoće sirove vode.....	14
4.2.2. Analiza trendova kemijskih i indikatorskih parametara.....	15
4.3. Pokazatelji kakvoće vode na vodocrpilištu Prelog.....	21
4.3.1. Osnovni statistički pokazatelji kakvoće sirove vode.....	21
4.3.2. Analiza trendova kemijskih i indikatorskih parametara.....	22
5. ZAKLJUČAK.....	29
6. LITERATURA.....	30

## POPIS TABLICA

**tablica 4-1.** Osnovni statistički pokazatelji kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Nedelišće 14

**tablica 4-2.** Osnovni statistički pokazatelji kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Prelog .....22

## POPIS SLIKA

**slika 2-1.** Trodimenzionalni model međimurskog vodonosnog sustava (presjek zapad-istok)  
(Posavec & Bačani, 2014) ..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 2-2.** Prostiranje glavnih hidrogeoloških značajki osnovnih vodonosnika u grupiranom vodnom tijelu Međimurje (Nakić i sur., 2016)..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 2-3.** Uzdužni shematski hidrogeološki profil u grupiranom vodnom tijelu Međimurje (Nakić i sur., 2016)..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 2-4.** Poprečni shematski hidrogeološki profil u grupiranom vodnom tijelu Međimurje (Nakić i sur., 2016)..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 3-1.** Vodocrpilište Nedelišće (Fučko, 2016)..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 3-2.** Zaštitne zone vodocrpilišta Nedelišće prema Odluci o zaštiti vodocrpilišta Nedelišće (Službeni vjesnik broj 13/91) ..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 3-3.** Vodocrpilište Prelog (Fučko, 2016).... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 3-4.** Prijedlog zaštitnih zona vodocrpilišta Prelog (Službeni vjesnik broj 1/88) **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-1.** Analiza trenda nitrata na vodocrpilištu Nedelišće.... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-2.** Analiza trenda klorida na vodocrpilištu Nedelišće .. **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-3.** Analiza trenda sulfata na vodocrpilištu Nedelišće ... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-4.** Analiza trenda željeza na vodocrpilištu Nedelišće... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-5.** Analiza trenda mangana na vodocrpilištu Nedelišće **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-6.** Analiza trenda utroška  $\text{KMnO}_4$  na vodocrpilištu Nedelišće ..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-7.** Analiza trenda nitrata na vodocrpilištu Prelog ..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-8.** Analiza trenda klorida na vodocrpilištu Prelog..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-9.** Analiza trenda sulfata na vodocrpilištu Prelog ..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-10.** Analiza trenda željeza na vodocrpilištu Prelog ..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-11.** Analiza trenda mangana na vodocrpilištu Prelog... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

**slika 4-12.** Analiza trenda utroška  $KMnO_4$  na vodocrpilištu Prelog **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**

## 1. UVOD

Područje istraživanja ovog rada jest Međimurska županija, koja se prostire na sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske. Međimurje je područje smješteno u međurječju rijeka Drave i Mure, neposredno uz granicu Hrvatske s Mađarskom na sjeveroistoku te Slovenijom na sjeveru i zapadu. Obuhvaća površinu od približno 735 km<sup>2</sup> i nalazi se na doticaju dviju geomorfoloških cjelina. Prva cjelina jesu Istočne Alpe, u tzv. zoni gornjeg Međimurja, brežuljkastom dijelu, a druga cjelina jest Panonska nizina u zoni donjeg Međimurja, nizinskom dijelu. (Posavec & Bačani, 2014).

U donjem Međimurju smještena su bogata nalazišta podzemnih voda. Značajan podzemni spremnik pitke vode na prostoru Međimurja sastoji se od aluvijalnih nanosa u međurječju Mure i Drave. Podzemna voda donjeg Međimurja teče paralelno s rijekom Dravom, pa je Drava glavni izvor prihranjivanja vodonosnika sva tri vodocrpilišta u Međimurju, od kojih su dva tema ovoga rada. Riječ je vodocrpilištima Nedelišće i Prelog.

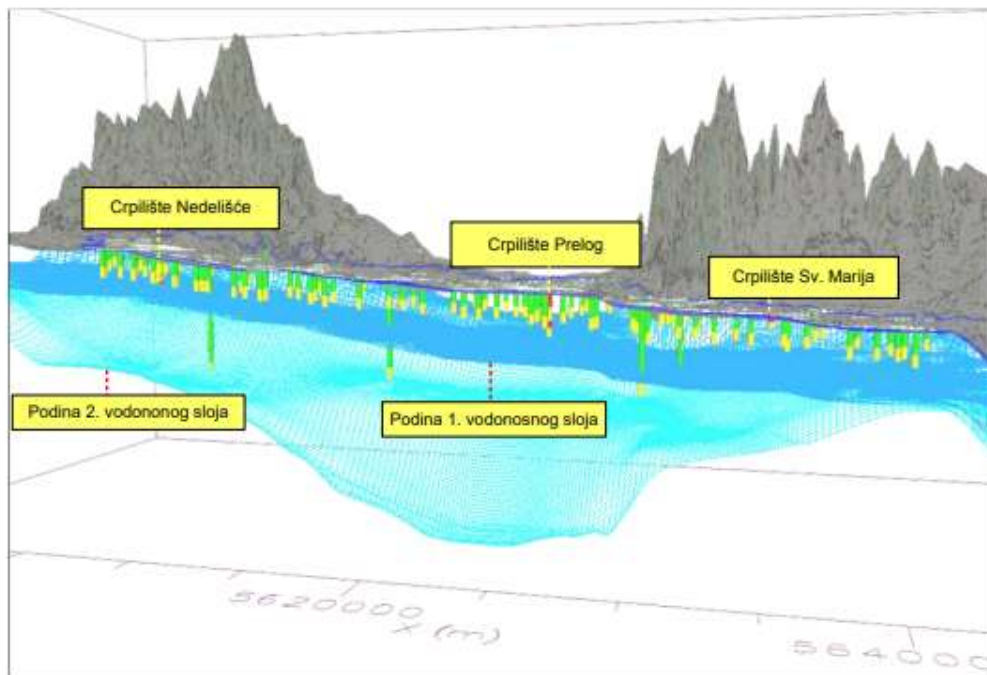
Prvi cilj završnoga rada je ocijeniti kakvoću sirove, dakle neprerađene, vode na vodocrpilištima Nedelišće i Prelog u Međimurskoj županiji. U ostvarenju toga cilja služi studija

„Ocjena stanja sirove vode na vodocrpilištima koja se koriste za javnu vodoopskrbu u Republici Hrvatskoj“ (Nakić & Dadić, 2015), provedena za potrebe Hrvatskih voda od strane Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Ocjenjivanje kakvoće provodi se usporedbom s maksimalno dozvoljenim koncentracijama (MDK) pojedinih parametara u pitkoj vodi određenih *Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe*. Drugi cilj završnoga rada je procijeniti buduće stanje kakvoće vode temeljem vremenske analize trendova odabranih parametara kakvoće sirove vode na razmatranim vodocrpilištima. Statistička analiza koja je pritom korištena jest metoda linearne regresije kao općenito najčešće upotrebljavana statistička metoda koja proučava ovisnost između varijabli, u ovom slučaju su to vrijednosti koncentracija odabranih parametara te vrijeme.

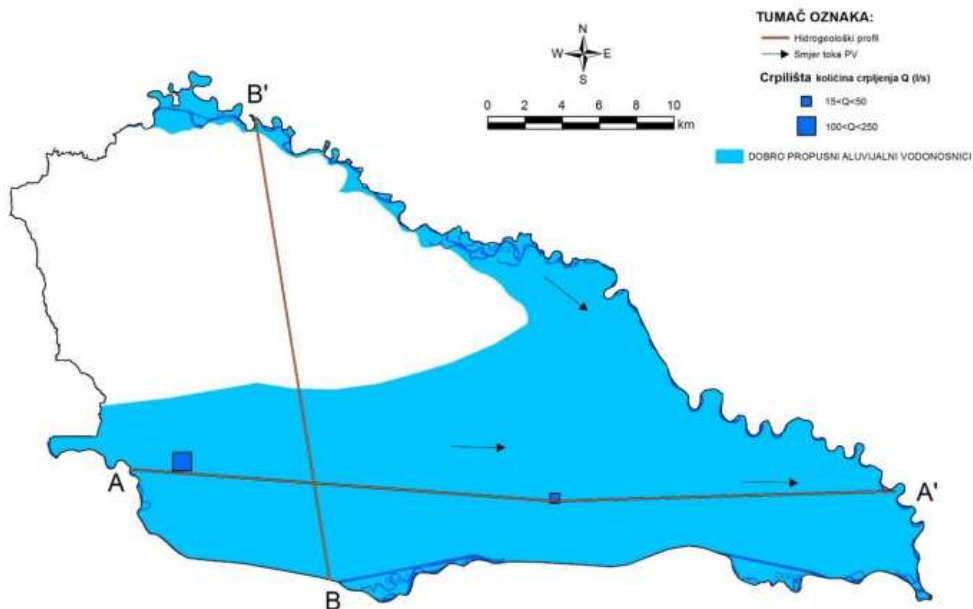
## 2. GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE PRILJEVNIH PODRUČJA VODOCRPILIŠTA NEDELIŠĆE I PRELOG

Gotovo cjelokupno područje Međimurja prirodno je omeđeno te sačinjava jedinstvenu hidrografsku cjelinu. Već spomenuti smještaj na dodirnoj liniji dviju velikih geomorfoloških cjelina, a to su Panonska nizina i Istočne Alpe, objašnjava zašto se u Međimurju u morfološkom smislu razlikuju dva osnovna tipa reljefa: nizinski reljef donjeg Međimurja i brežuljkasti reljef gornjeg Međimurja. U hidrogeološkom je smislu značajno donje Međimurje. Ono je blago nagnto u smjeru istoka i predstavlja prostor aluvijalnih dolina, a to je upravo smjer otjecanja glavnih vodotoka rijeke Mure i Drave. (Posavec & Mustač, 2009).

Sustav podzemnih voda iz kojeg se zahvaća voda na vodocrpilištima Nedelišće, Prelog te trećem vodocrpilištu Sveta Marija načinjen je od kvartarnih šljunkovito-pjeskovitih naslaga, koje pripadaju Varaždinskoj depresiji govoreći u geotektonskom kontekstu. Najveća debljina ovih naslaga je jugozapadno od vodocrpilišta Prelog i tamo premašuje 100 m. Hidrogeološki sustav načinjen je od dva vodonosna sloja odijeljena slabopropusnim međuslojem (slike 2-1. do 2-4.).

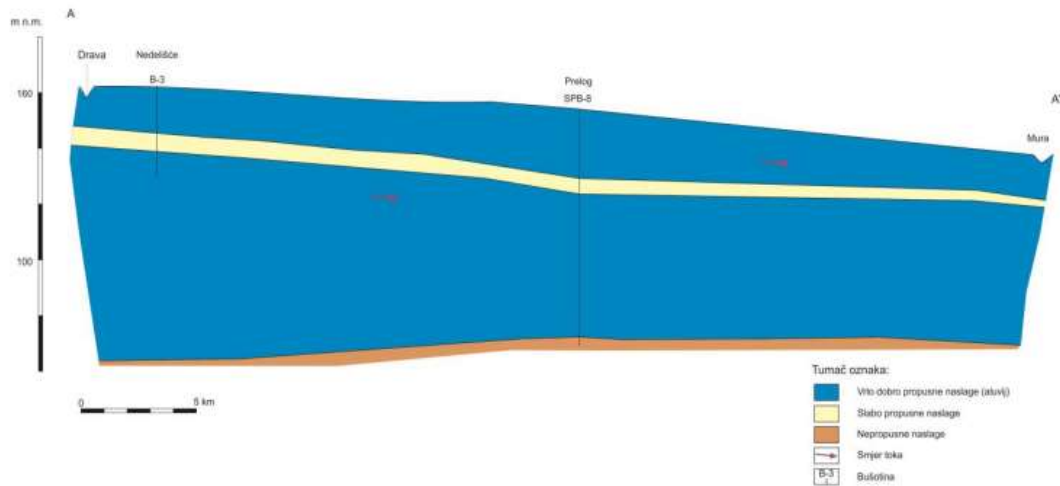


slika 2-1. Trodimenzionalni model međimurskog vodonosnog sustava (presjek zapad-istok)  
(Posavec & Bačani, 2014)

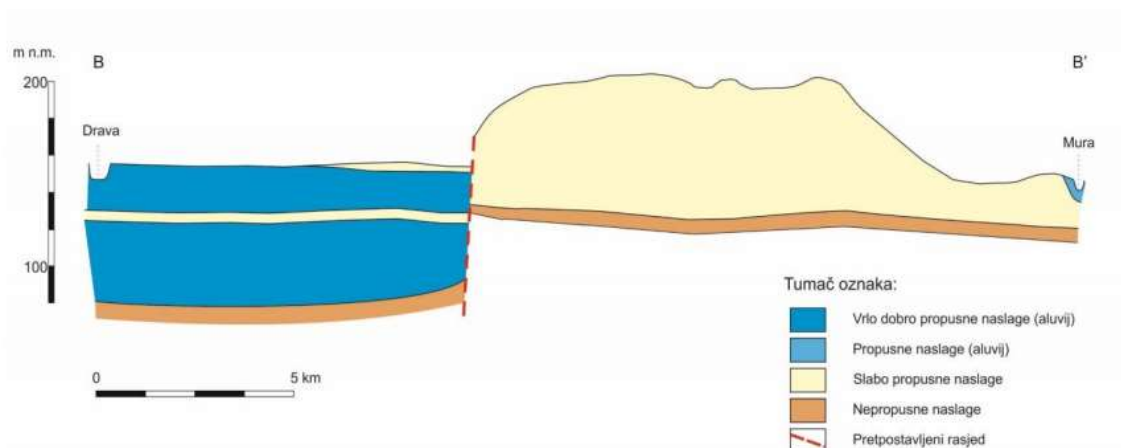




**slika 2-2.** Prostiranje glavnih hidrogeoloških značajki osnovnih vodonosnika u grupiranom vodnom tijelu Međimurje (Nakić i sur., 2016)



**slika 2-3.** Uzdužni shematski hidrogeološki profil u grupiranom vodnom tijelu Međimurje (Nakić i sur., 2016)



**slika 2-4.** Poprečni shematski hidrogeološki profil u grupiranom vodnom tijelu Međimurje (Nakić i sur., 2016)

Prvi vodonosni sloj sastavljen je od šljunkovito-pjeskovitih naslaga, one na području Nedelišća zaliježu do u prosjeku 20 m dubine, kada je riječ o području Preloga 36 m dubine, (i na području Sv. Marije 32 m dubine). Vrijednosti hidrauličke vodljivosti koje su određene temeljem pokusnog crpljenja na području vodocrpilišta Nedelišće iznose 180 m/dan, a na području vodocrpilišta Prelog od 590 do 690 m/dan. Vrijednosti hidrauličke vodljivosti vodonosnog sustava na tom području variraju od oko 300 m/dan (zapadni dio) do 100 m/dan (istočni dio), dok se u rubnim dijelovima vrijednosti smanjuju zbog veće prisutnosti sitnijih frakcija (Urumović et al, 1990).

Međusloj između vodonosnih slojeva, koji je slabopropusan, sastavljen je od praha i gline, prisutnih u različitim omjerima, i debljine je do 5 m. Hidraulička vodljivost, koja je određivana u edometru na uzorcima koji su uzeti iz bušotina za potrebe hidroelektrane Dubrava i hidroelektrane Čakovec, iznosi od  $10^{-4}$  do  $10^{-6}$  m/dan. Na području Pribislavca međusloj isklinjava (Nakić i sur., 2016).

Drugi je vodonosni sloj sačinjen od šljunka i pijeska, s više sitnozrnastijeg materijala, a njegova dubina zalijeganja je 35 m na području Nedelišća, 90 m kod Preloga i približno 60 m kod Sv. Marije. Hidraulička vodljivost, koja je određena temeljem pokusnog crpljenja na vodocrpilištu Nedelišće, kreće se od 9 do 12 m/dan, dok je koeficijent uskladištenja od  $5 \times 10^{-4}$  do  $5 \times 10^{-5}$ . Za područje vodocrpilišta Prelog, hidraulička vodljivost, određena temeljem pokusnog crpljenja, iznosi od 0,095 do 0,285 m/dan. Na području hidroelektrane Dubrava hidraulička vodljivost je 173 m/dan, dok uskladištenje iznosi  $3 \times 10^{-4}$  (Nakić i sur., 2016).

Krovina vodonosnog sustava je izgrađena od humusa i prašinasto-glinovito-pjeskovitih naslaga, a njena debljina na području Međimurja varira od 0,5 do 4 m, no najčešće se kreće od 1 do 2 m. Na području između Šenkovca i Belice te uz Dravu krovina nedostaje ili je vrlo mala (tanja od 0,5 m), dok je na određenim područjima i deblja od 2 m, primjerice kod Sv. Marije (od 3 do 4 m). Hidraulička vodljivost krovine kreće se od 10 m/dan do  $10^{-4}$  m/dan. Podina vodonosnog sustava sastavljena je od lapora, gline i praha. Hidraulička vodljivost određivana na uzorcima u edometru na lokaciji hidroelektrane Dubrava iznosi od  $10^{-6}$  do  $10^{-7}$  m/dan (Posavec & Mustač, 2009).

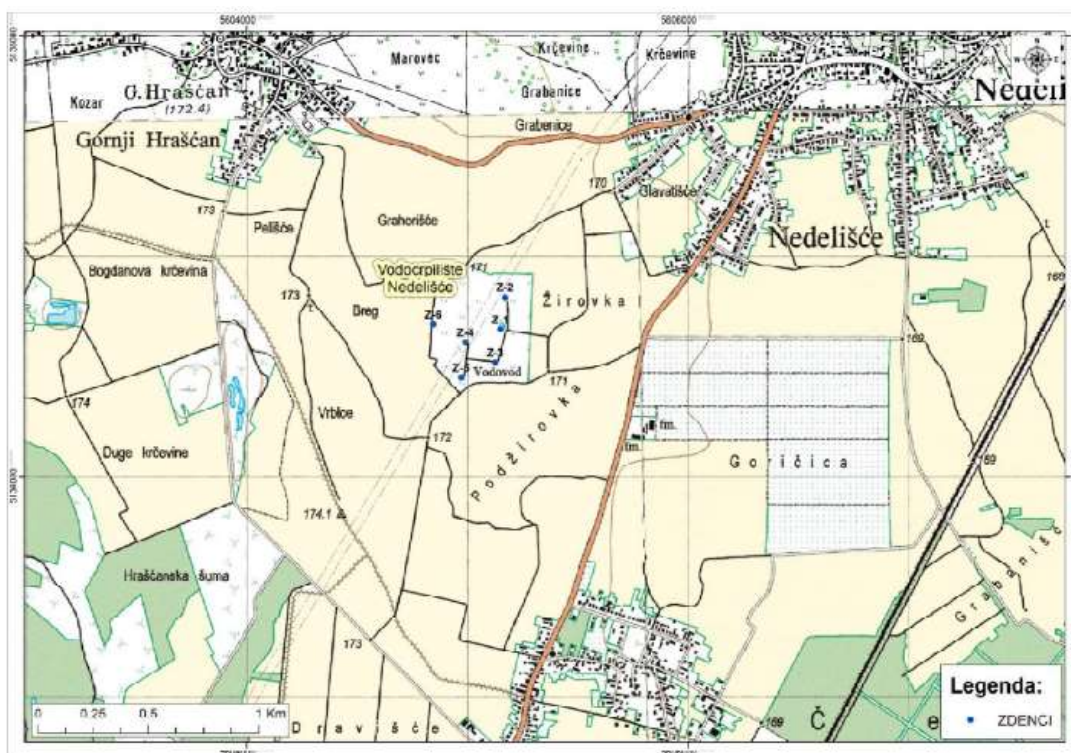
### 3. TEHNIČKE ZNAČAJKE VODOCRPILIŠTA

Za zahvaćanje vode u Međimurskoj županiji koriste se dva vodocrpilišta Nedelišće i Prelog, a rezervno vodocrpilište smješteno je u Svetoj Mariji. Ova tri vodocrpilišta čine zatvoreni vodoopskrbni sustav čitave Međimurske županije. Vodoopskrba Međimurja temeljena je na principu crpljenja podzemne vode i podijeljena je na četiri vodoopskrbne zone u kojima se crpi podzemna voda. Tri vodoopskrbne zone opskrbljuju se iz šest zdenaca vodocrpilišta Nedelišće (Z-1 - Z-6), dok se četvrta zona opskrbljuje iz dva zdenca vodocrpilišta Prelog (Z-1 i Z-2). Zdenci su radnog kapaciteta od 100 l/s. Postoji i treće vodocrpilište Sveta Marija, kao dio sustava četvrte vodoopskrbne zone, koje se ne koristi, ali je u stanju pripravnosti kao zamjensko vodocrpilište za vodocrpilište Prelog. Izvorišta su međusobno spojena magistralnim vodovodima te stoga i vodocrpilište Nedelišće može poslužiti za vodoopskrbu četvrte zone dok vodocrpilište Prelog služi i za potrebe vodoopskrbnog sustava Koprivničko-križevačke županije (Topolnjak i sur., 2016).

### 3.1. Vodocrpilište Nedelišće

Najveće vodocrpilište Međimurske županije nalazi se u općini Nedelišće, prema kojoj je samo vodocrpilište dobilo ime (slika 3-1). Ono se nalazi jugozapadno od Čakovca, između triju naselja, a to su redom: Nedelišće, Gornji Hrašćan i Pušćine. Vodocrpilište Nedelišće smješteno je na tek 2,5 km udaljenosti od rijeke Drave, glavnoga izvora napajanja vodonosnog sustava.

Zahvaćanje vode na vodocrpilištu Nedelišće izvodi se pomoću šest aktivnih zdenaca označenih oznakama Z-1, Z-2, Z-3, Z-4, Z-5 i Z-6 te priključenih na vodoopskrbni sustav. Eksploatacijski kapacitet svakog pojedinog zdenaca iznosi 100 l/s.

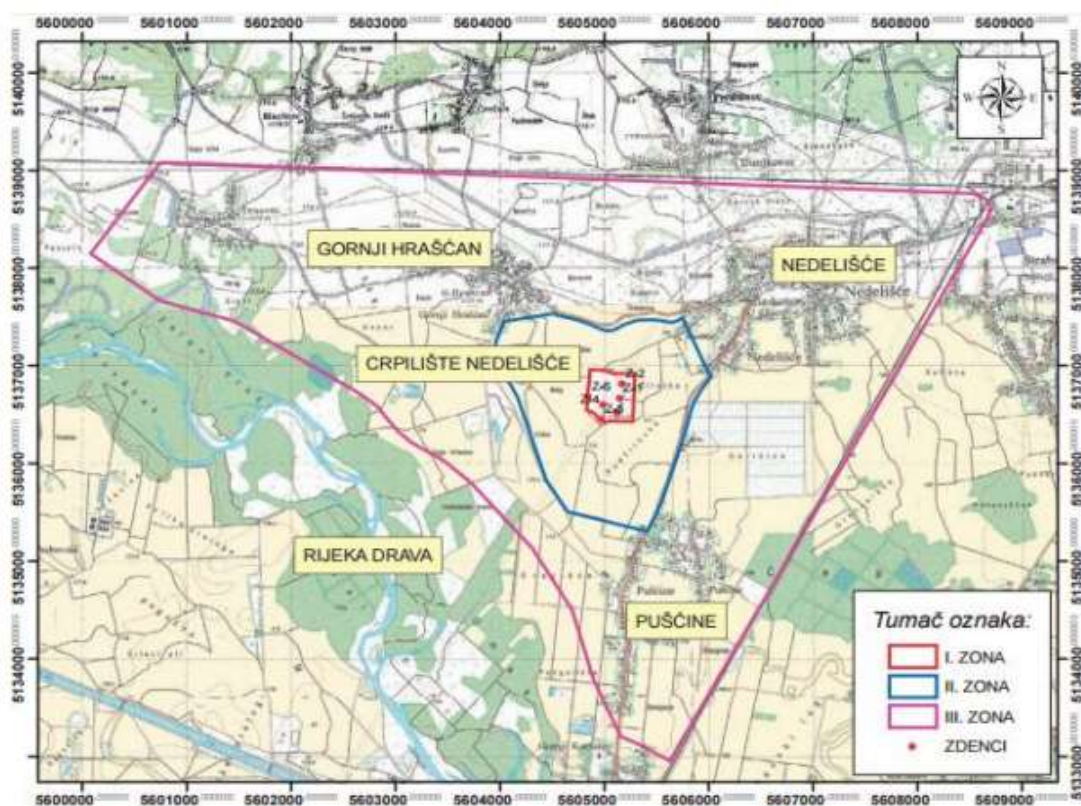


slika 3-1. Vodocrpilište Nedelišće (Fučko, 2016)

Dva vodonosna sloja čine vodonosni sustav na području vodocrpilišta Nedelišće, gornji, koji se pretežito sastoji od šljunka i donji, koji sadržava više pijeska. Zdenac Z-1 zahvaća isključivo gornji vodonosni sloj, dok svi ostali zdenaci zahvaćaju oba vodonosna sloja. Između

dva vodonosna sloja nalazi se proslojak gline i praša, na dubini od približno 20 m. Veliko značenje ovog vodocrpilišta nosi činjenica da približno 80% stanovništva Međimurske županije za zahvat vode koristi upravo ovo vodocrpilište. Ostale potrebe za javnu vodoopskrbu podmiruje vodocrpilište Prelog (Fučko, 2016; Posavec & Bačani, 2014).

Za vodocrpilište Nedelišće usvojene su zone sanitarne zaštite prema tada vrijedećem Pravilniku o zaštitnim mjerama i uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite izvorišta za piće (NN 22/86) (slika 3-2): šire vodozaštitno područje (III. zona), uže vodozaštitno područje (II. zona) i područje izvorišta (I. zona) (Posavec & Mustać, 2009).



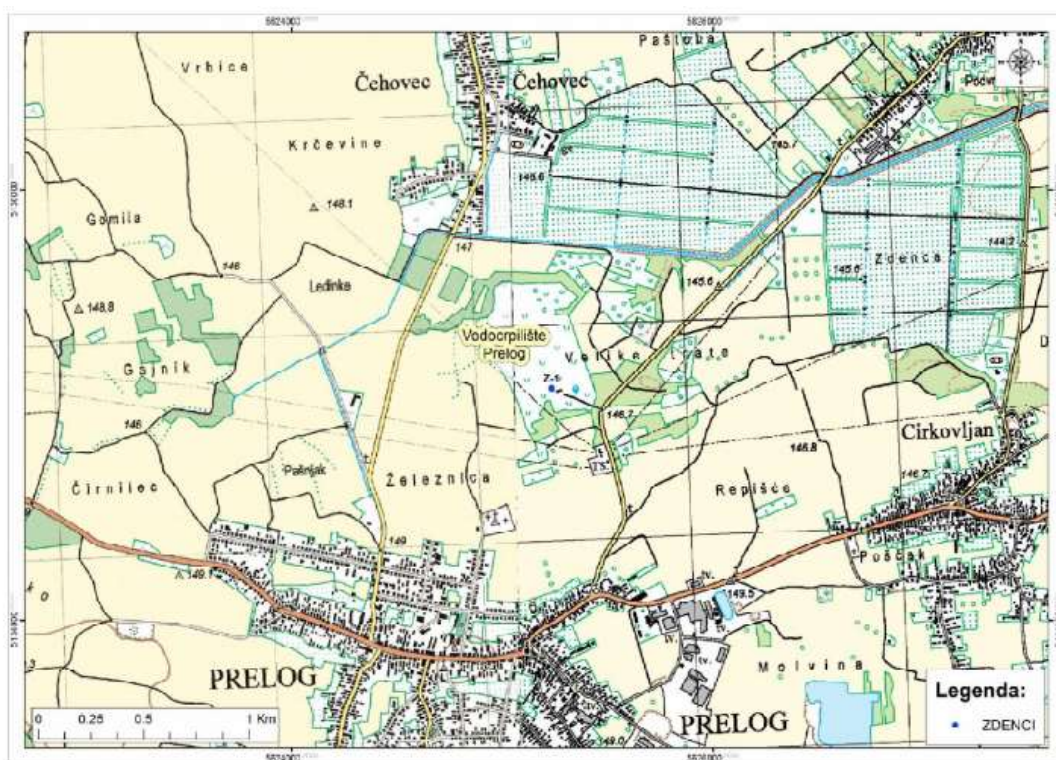
**slika 3-2.** Zaštitne zone vodocrpilišta Nedelišće prema Odluci o zaštiti vodocrpilišta Nedelišće (Službeni vjesnik broj 13/91)

### 3.2. Vodocrpilište Prelog

Uz vodocrpilište Nedelišće, za vodoopskrbu stanovništva županije koristi se i vodocrpilište Prelog, smješteno između grada Preloga te naselja Cirkovljan i Čehovec (slika 3-

3). Kao i kod vodocrpilišta Nedelišće, vodonosni sustav ovog vodocrpilišta čine dva vodonosna sloja. U gornjem vodonosnom sloju dominira rastresiti sitnozrnasti i krupnozrnasti šljunak. Donji vodonosni sloj dominantno sadržava pijesak. Granicu ova dva vodonosna sloja čini proslojak, izgrađen od praha i pijeska, na dubini od približno 35 do 39 m.

Vodorpilište Prelog sastoji se od dva zdenca (Z-1 i Z-2), pri čemu je zdenac Z-1 aktivan. Ovaj zdenac zahvaća gornji šljunčani vodonosni sloj. Eksploatacijski kapacitet ovog zdenca iznosi 130 l/s (Fučko, 2016.; Posavec & Bačani, 2014).

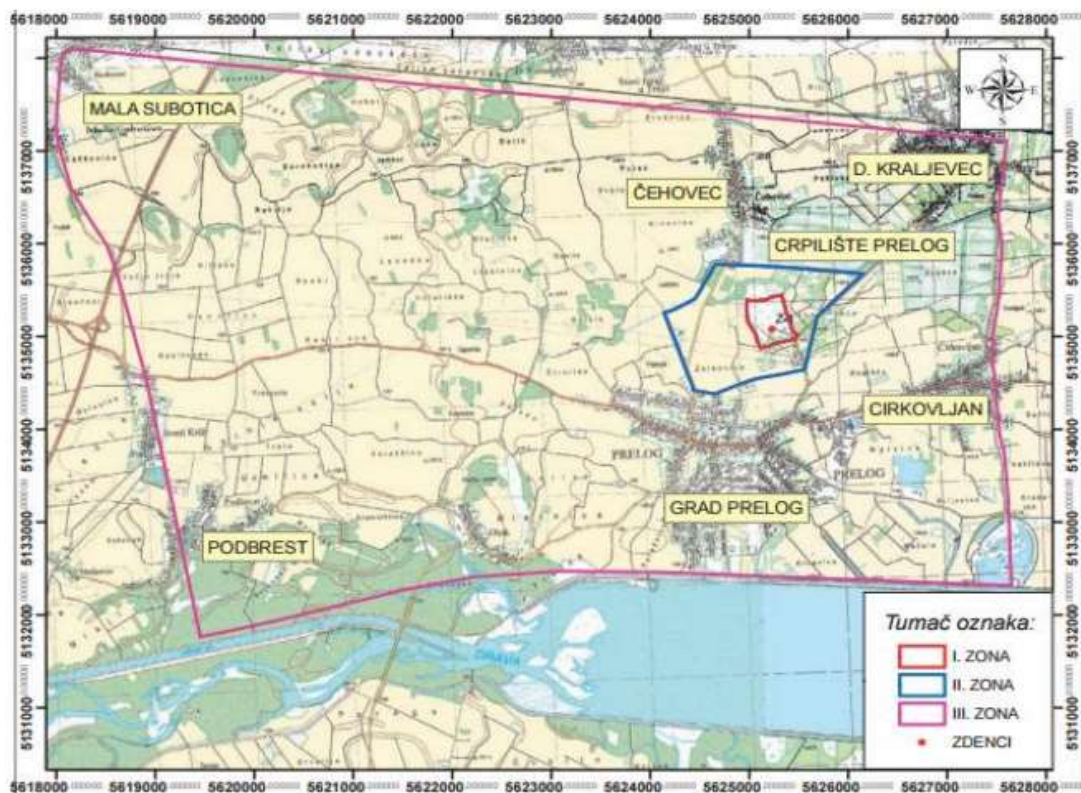


**slika 3-3.** Vodocrpilište Prelog (Fučko, 2016)

U blizini vodocrpilišta Prelog utvrđena je intenzivna poljoprivredna proizvodnja, a u blizini vodocrpilišta nalazi se urbana zona grada Preloga. Kanalizacijski sustav na području grada Preloga je dijelom propusan (Korbar & Terzić, 2007).

Zone sanitarne zaštite međimurskih vodocrpilišta novelirane su sukladno Pravilniku o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta iz 2011. i Pravilniku o izmjenama pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta iz 2013. godine (NN 66/11,

47/13). Ovaj je Pravilnik u nekim dijelovima bio fleksibilniji od Pravilnika iz 1986. godine (NN 22/86), no zone zaštite nisu smanjene, već su, naprotiv, na nekim vodocrpilištima i povećane. Pravilnik o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta iz 2002. Godine (NN 55/02) dao je dodatnu mogućnost izostavljanja II. zaštitne zone ako je vertikalni tok vode kroz krovinske naslage veći od 50 dana. U usporedbi sa zonama određenim Pravilnikom iz 1986. godine, na području Preloga II. zona je neznatno smanjena, dok je u Nedelišću proširena. Pravilnik iz 2002. godine definira III. zonu zaštite kao izračunato priljevno područje. III. zona je definirana kao jedinstvena zona za sva tri međimurska vodocrpilišta te je znatno povećana u usporedbi s III. zonom izrađenom po Pravilniku iz 1986. godine (Posavec & Mustač, 2009).



slika 3-4. Prijedlog zaštitnih zona vodocrpilišta Prelog (Službeni vjesnik broj 1/88)

#### 4. PODACI O KAKVOĆI VODE NA VODOCRPILIŠTIMA NEDELIŠĆE I PRELOG

Kakvoća vode ispituje se prema smjernicama, preporukama i pravilnicima mjerodavnih ustanova te zavoda na državnoj i međudržavnoj razini. U Hrvatskoj je kakvoća vode za piće propisana *Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe* (NN 125/17).

U *Izveštaju o kakvoći vode za ljudsku potrošnju za 2019. godinu*, koji svake godine izrađuju Međimurske vode (Glumac, 2019), u zaključku stoji da je voda za javnu vodoopskrbu ocjenjena kao voda odlične kakvoće te je pod stalnim nadzorom.

U ovom radu razmatrani su podaci o kakvoći sirove vode vodocrpilišta Nedelišće i Prelog, za razdoblje od travnja 2009. godine do prosinca 2017. Podaci su prikupljeni sa šest zdenaca vodocrpilišta Nedelišće te dva zdenca vodocrpilišta Prelog. Podaci se odnose na rezultate kemijskih i bakterioloških analiza sirove vode, koje su rađene od 4 do 6 puta na godinu za pojedine zdence.

U ovom će poglavlju biti prikazani odabrani pokazatelji, odnosno parametri kakvoće sirove vode vodocrpilišta Nedelišće i Prelog, u obliku osnovnih statističkih obrada. Za analizu mogućih trendova i predviđanje budućega stanja kakvoće sirove vode na ovim vodocrpilištima, izrađeni su grafovi vremenskih trendova, odnosno grafovi koji prikazuju odnos vremena i koncentracije pojedine tvari prisutne u vodi, odabranih parametara kakvoće, a to su redom: nitrati, kloridi, sulfati, željezo, mangan te utrošak  $\text{KMnO}_4$ . Hidrokemijski pokazatelji kakvoće vode osobito su važni jer se kemijskim analizama vode mogu odrediti parametri koji ukazuju na antropogeni utjecaj. Česti pokazatelji ljudskoga djelovanja su npr. nitrati, koji su u



nepovoljnim koncentracijama kancerogeni, utrošak  $\text{KMnO}_4$  koji je koristan pokazatelj količine organske tvari u vodi te kloridi koji mogu ukazivati na soljenje prometnica zimi ili prisutnost otpadnih voda u podzemlju zbog propusne kanalizacijske mreže.

#### 4.1. Rezultati dosadašnjih istraživanja

Studija: „Ocjena stanja sirove vode na vodocrpilištima koja se koriste za javnu vodoopskrbu u Republici Hrvatskoj“ (Nakić & Dadić, 2015) rađena je s podacima ispitivanja neprerađene, odnosno sirove vode, za ispitno razdoblje 2009. - 2013. godine. Svi su podatci prikupljeni temeljem odredbi *Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće* (NN 47/2008). Od 2009. do 2013. godine analizirano je 27 uzoraka vode s dva međimurska vodocrpilišta Prelog i Nedelišće. Svi su uzorci zadovoljavali odredbe propisane u Pravilniku. Voda na oba izvorišta je  $\text{Ca-HCO}_3$  hidrogeokemijskog tipa (Nakić & Dadić, 2015).

Nadalje, prema *Izveštaju o kvaliteti vode za ljudsku potrošnju* za 2015. godinu (Glumac, 2015), voda uzeta iz zdenaca na vodocrpilištima visoke je kvalitete. To potvrđuje također i činjenica da se voda koristi bez značajnije prerade, osim što se dezinficira klorom. Dezinfekcija se provodi plinovitim klorom, u koncentraciji od 0,2 do 0,35 mg/l klora. Voda za ljudsku potrošnju kontrolirana je od nadležnog *Zavoda za javno zdravstvo Međimurske županije*, na temelju *Zakona o vodi za ljudsku potrošnju* (NN 56/13 i 64/15) i temeljem *Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju* (NN 125/13, 141/13, 128/15), a interna kontrola provedena je od strane Laboratorija Međimurskih voda. Prema Godišnjem planu uzorkovanja vode za ljudsku potrošnju, u redovitoj vodoopskrbi u 2015. godini ispitano je i uzorkovano 715 uzoraka vode. Pri tome se analiziraju uzorci iz vodospremnika (262), mreže (309) i zdenaca (144). Od ukupnog broja uzoraka zdenca, samo njih 6 nije odgovaralo *Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju* (NN 125/13, 141/13 i 128/15), što iznosi 4,17%, a riječ je o uzorcima sa zdenca Z-1 u Prelogu. Svi uzorci iz vodospremnika bili su u skladu s Pravilnikom. Dva uzorka (0,65%) iz mreže, prema godišnjem planu i programu, nisu bila u skladu s Pravilnikom, a razlog je mikrobiološka neispravnost. Prema ukupnoj ocjeni gore navedenog izvješća, voda namijenjena za javnu vodoopskrbu odlične je kvalitete.

Monitoring vodocrpilišta „Nedelišće“ i „Prelog“ u 2018. godine proveo je Hrvatski zavod za javno zdravstvo, prema *Zakonu o vodi za ljudsku potrošnju* (NN 56/13 i 64/15) te *Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analiza vode za ljudsku potrošnju* (NN 125/20, 141/13 i 128/15). Uzorkovano je 8 uzoraka vode s dva navedena vodocrpilišta te je izvršena njihova potpuna analiza, a ona obuhvaća približno 130 parametara. Takva analiza uključivala je teške metale, pesticide, mineralna ulja, policikličke aromatske ugljikovodike, trihalometane, uz osnovne pokazatelje kvalitete vode, a svi su uzorci bili zdravstveno ispravni.

U okviru *Izveštaja o kvaliteti vode za ljudsku potrošnju za 2017. godinu*, provedenog od strane Međimurskih voda (Glumac, 2017) nalaze se informacije o Godišnjem planu uzorkovanja vode za ljudsku potrošnju, u redovitoj vodoopskrbi, prema kojem je tijekom 2017. uzorkovano te ispitano 711 uzoraka vode. Ova brojka predstavlja sumu uzoraka zdenaca, vodospremnika i mreže. Od 130 uzoraka sirove vode iz zdenaca, samo jedan uzorak vode iz zdenca Z-3 vodocrpilišta Nedelišće nije odgovarao odredbama *Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju* (0,77%). Iz vodospremnika analizirano je 270 uzoraka vode te su svi uzorci bili sukladni Pravilniku. Od 311 uzoraka na mreži, zbog mikrobiološke neispravnosti nije odgovaralo 5 uzoraka (1,6%). Laboratorij Međimurskih voda ukupno je analizirao 753 uzorka vode iz javne vodoopskrbe. Uzorkovano je 9 uzoraka vode s vodocrpilišta Nedelišće i Prelog te je izvršena potpuna analiza istih koja obuhvaća približno 130 parametara. Svi uzorci bili su zdravstveno ispravni.

Naredne 2018. godine, laboratorij Međimurskih voda analizirao je ukupno 742 uzorka vode iz javne vodoopskrbe, a na vodocrpilištima su ponovno svi uzorci, od 9 analiziranih, bili ispravni.

Iz *Analitičkog izvješća laboratorijskih analiza vode za ljudsku potrošnju* (Glumac, 2019) za područje vodocrpilišta Nedelišće dostupna su dva nalaza s određenim kemijskim, mikrobiološkim i indikatorskim pokazateljima kakvoće. Obrađeni su sljedeći parametri: temperatura, boja, mutnoća, miris, okus, koncentracija vodikovih iona, vodljivost, uzročak  $\text{KMnO}_4$ , kloridi, amonij, nitrit te nitrat. *Escherichia coli* i enterokoki mikrobiološki su parametri, nitriti i nitrati parametri su zdravstvene ispravnosti, odnosno kemijski pokazatelji, dok su ostali indikatorski parametri. Iz *Analitičkog izvješća za područje vodocrpilišta Prelog* dostupna su dva nalaza s određenim pokazateljima kakvoće vode. U okviru izvješća dostupni

su podaci za indikatorske (temperatura, boja, mutnoća, miris, okus, koncentracija vodikovih iona, vodljivost, utrošak KMnO<sub>4</sub>, kloridi, amonij), mikrobiološke (Escherichia coli i enterokoki) i kemijske (nitrit i nitrat) parametre. Laboratorij Međimurskih voda 2019. godine analizirao je ukupno 771 uzorak vode iz javne vodoopskrbe. Uzorkovano je također 9 uzoraka vode s vodocrpilišta Prelog i Nedelišće. Svi su uzorci ponovno bili zdravstveno ispravni (Glumac, 2019).

#### 4.2. Pokazatelji kakvoće vode na vodocrpilištu Nedelišće

U narednim poglavljima obuhvaćene su analiza osnovnih statističkih pokazatelja sirove vode te analiza trendova kemijskih i indikatorskih parametara na području vodocrpilišta Nedelišće.

##### 4.2.1. Osnovni statistički pokazatelji kakvoće sirove vode

U okviru ovoga rada analizirani su pojedini parametri kao odabrani pokazatelji kakvoće vode na vodocrpilištu Nedelišće. Provedena je osnovna statistička analiza, na način da su prikazani minimumi, maksimumi, srednje vrijednosti te standardne devijacije podataka u vremenskom periodu, od travnja 2009. godine do prosinca 2017. godine.

U tablici 4-1. prikazane su osnovne statističke značajke uz mjerne jedinice te maksimalne dopuštene koncentracije (MDK), definirane *Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe* (NN 125/17).

**Tablica 4-1.** Osnovni statistički pokazatelji kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Nedelišće

parametri	mjerna jedinica	Sr. vrijednost (x)	Uk.br. uzoraka	minimum (min)	maksimum (max)	Std. devijacija (σ)	MDK
Nitrati	mgNO <sub>3</sub> /l	11.51	45	5.2	27.9	5.14	50
Kloridi	mg/l	9.32	45	6.70	15.60	2.12	250
Sulfati	mg/l	23.62	45	14.2	33.2	2.99	250

<b>Željezo</b>	µg/l	10.48	45	0.5	63.1	14.43	200
<b>Mangan</b>	µg/l	0.21	45	0.05	1.50	0.29	50
<b>Utrošak KMnO<sub>4</sub></b>	O <sub>2</sub> mg/l	0.77	45	0.05	2.30	0.55	5

Iz tablice 4-1. vidljivo je da je kakvoća sirove vode iz zdenaca vodocrpilišta Nedelišće za sve odabrane parametre u skladu s odredbama iz *Pravilnika*, odnosno da su mjerene koncentracije pojedinih parametara niže od MDK vrijednosti za pitku vodu.

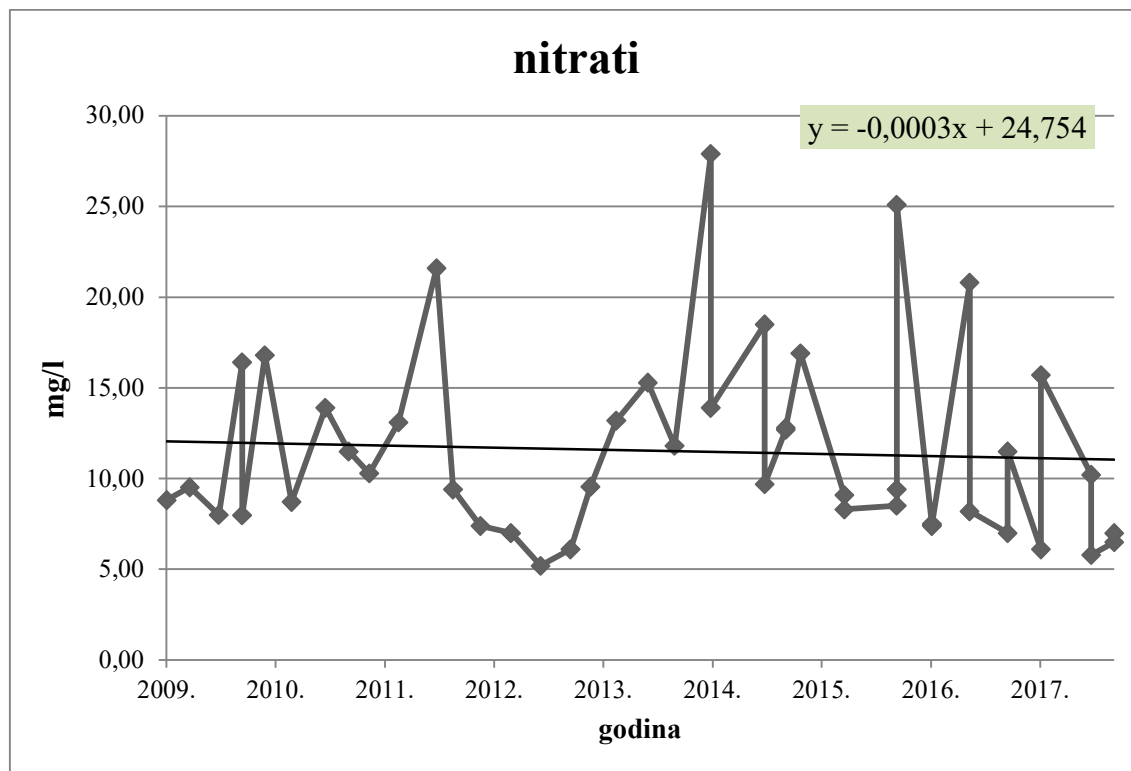
#### 4.2.2. Analiza trendova kemijskih i indikatorskih parametara

Uz osnovne statističke pokazatelje, za vodocrpilište Nedelišće je napravljena i analiza trendova odabranih reprezentativnih parametara kroz vrijeme, kako bi se dobili realni podaci o kretanju parametara u vremenu. Analiza trendova provedena je za parametre: nitrate, kloride, sulfate, željezo, mangan te utrošak KMnO<sub>4</sub>, za koje postoji kontinuirani niz podataka u navedenom vremenskom razdoblju od travnja 2009. do prosinca 2017. godine. Analiza je provedena na način da je vremenski trend za svaki pojedini parametar određen na razini vodocrpilišta, dakle analizirani su svi podaci sa svih zdenaca vodocrpilišta Nedelišće.

Rezultati analize trendova prikazani su na slikama 4-1. do 4-6., na kojima su prikazani grafovi koji pokazuju promjene koncentracija analiziranoga parametra u vremenu, liniju trenda, odnosno regresijski linearni pravac analiziranoga parametra te jednadžbu trenda, odnosno jednadžbu linearne regresije.

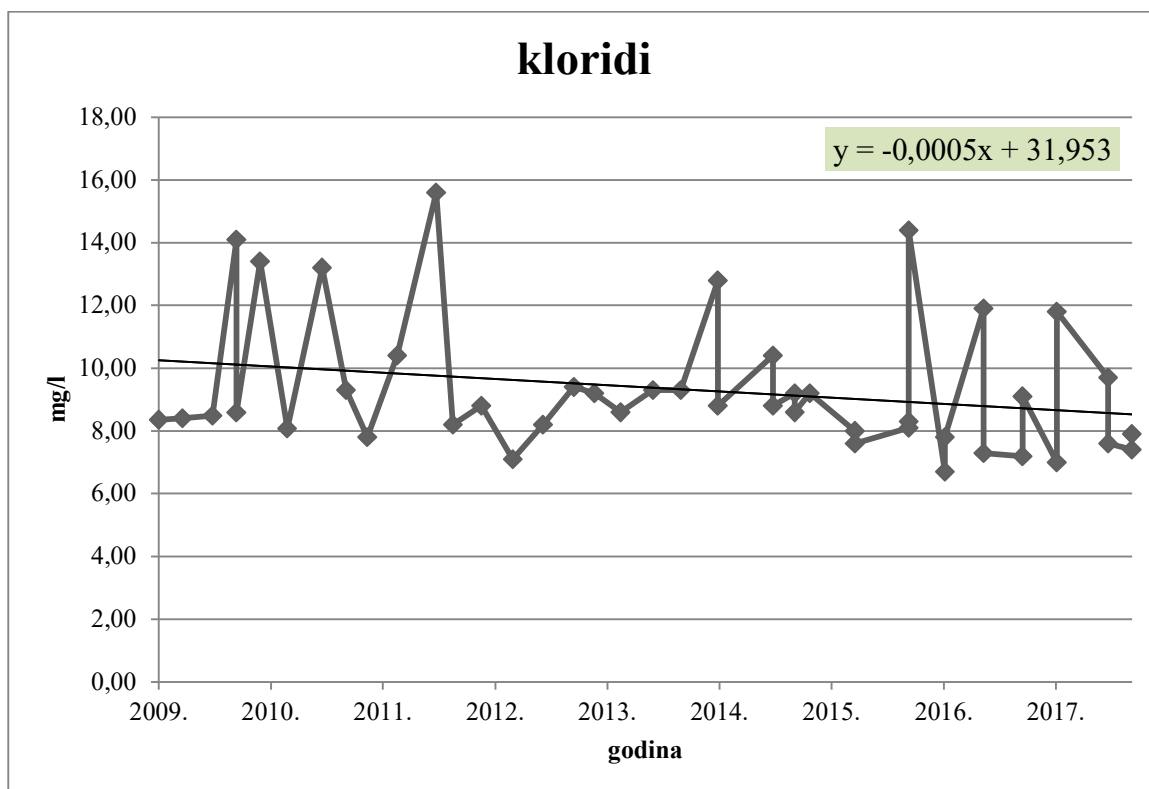
Vrijednosti nitrata na području vodocrpilišta Nedelišće u razmatranom vremenskom periodu ne prelaze 27,9 mgNO<sub>3</sub>/l, što je približno upola manje u odnosu na propisanu MDK vrijednosti (50 mgNO<sub>3</sub>/l) (slika 4-1.). Linija trenda blago je padajuća, što ukazuje na prosječno sniženje koncentracije nitrata tijekom ovog razdoblja, usprkos tome što je primjetno povišenje

koncentracije nitrata u razdoblju od 2012. do 2014., što je vjerojatno uzrokovano poplavom u Pušćinama u studenome 2012.godine (Glumac, 2016).



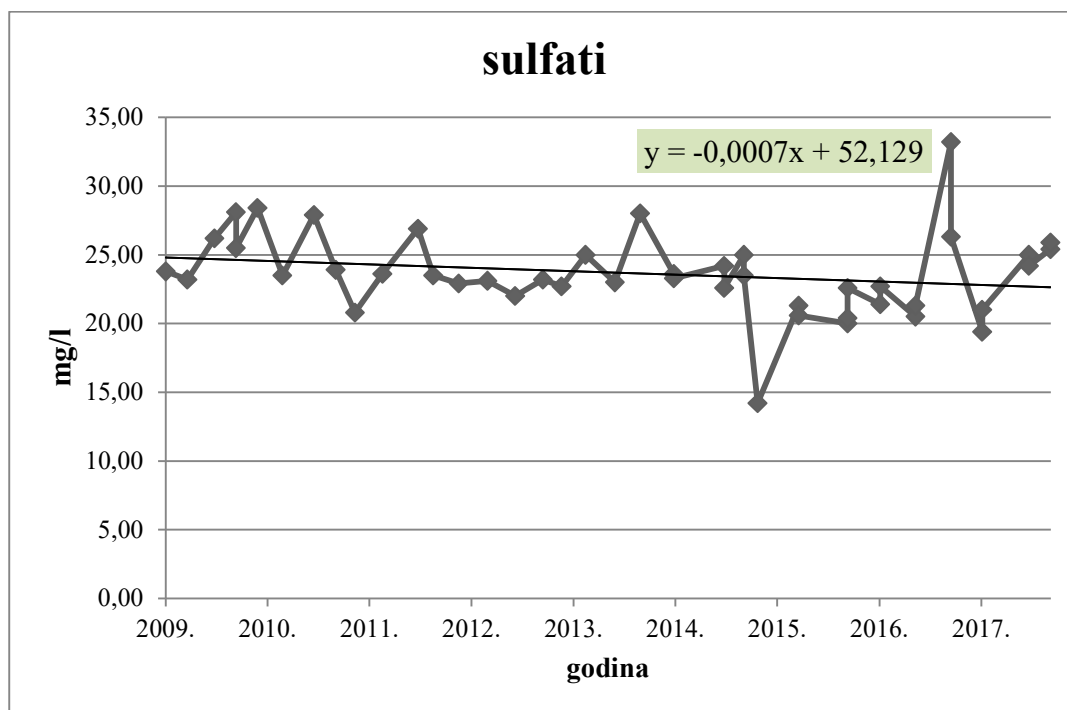
slika 4-1. Analiza trenda nitrata na vodocrpilištu Nedelišće

Koncentracija klorida kroz cijeli promatrani vremenski period ne prelazi vrijednost od 15,60 mg/l, što je značajno niže u odnosu na propisanu MDK vrijednosti (250 mgCl/l). Linija trenda je blago padajuća (slika 4-2.), iako u pojedinim periodima dolazi do vrlo blagog povišenja koncentracije klorida, što može biti posljedica trošenja minerala koji izgrađuju sediment ili posipanja prometnica solju u zimskim djelovima godine (Kobar & Terzić, 2007).



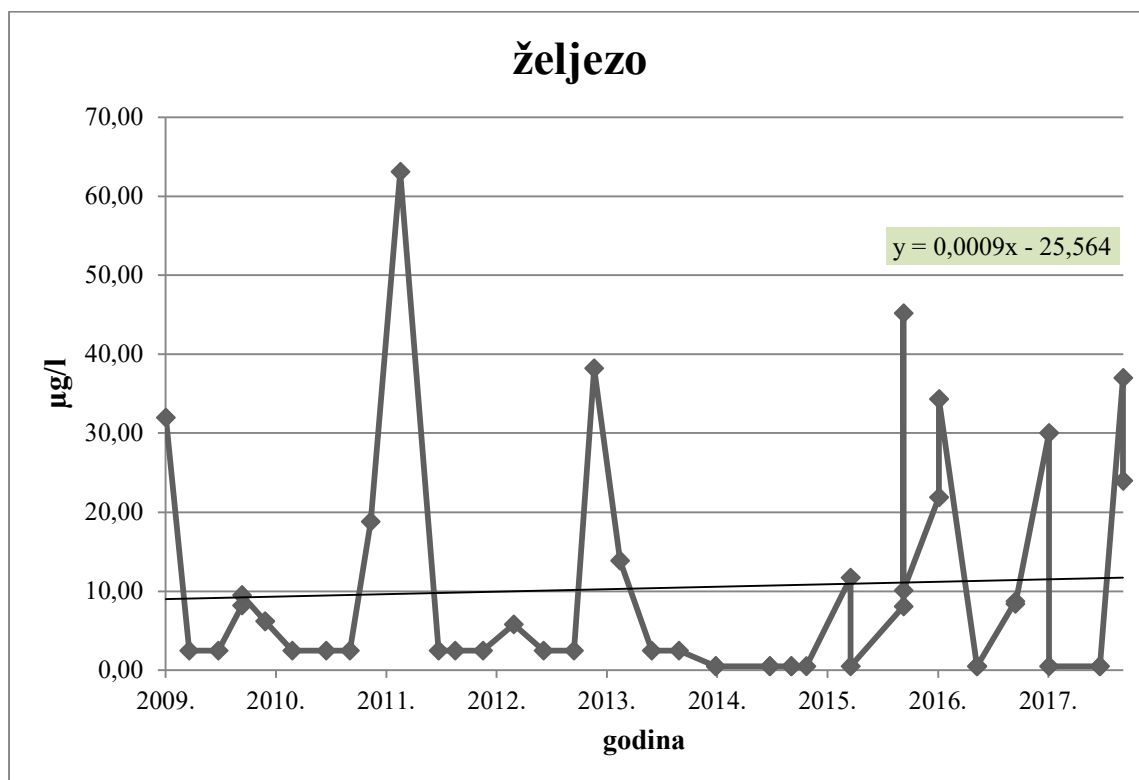
**slika 4-2.** Analiza trenda klorida na vodocrpilištu Nedelišće

Koncentracije sulfata u cijelom razdoblju promatranja značajno su niže od MDK vrijednosti (250 mgSO<sub>4</sub>/l). Linija trenda pokazuje da je trend padajući, a na grafu su vidljivi tek povremeni porasti koncentracija sulfata, koji su i dalje značajno niži od spomenute dopuštene koncentracije (slika 4-3.).



**slika 4-3.** Analiza trenda sulfata na vodocrpilištu Nedelišće

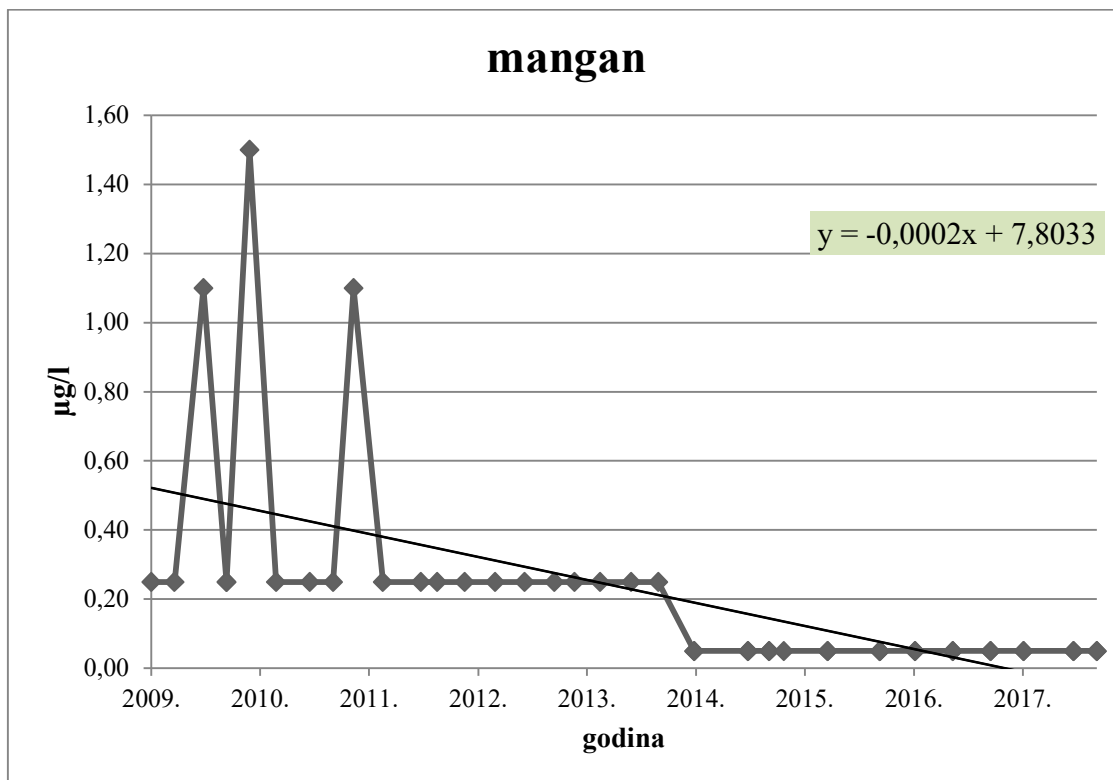
Koncentracije željeza u cijelom razdoblju promatranja značajno su niže od MDK vrijednosti (200  $\mu\text{gFe/l}$ ). Iz grafa na slici 4-4. vidljive su značajne promjene koncentracija željeza u vremenu, od minimalnih 0,5  $\mu\text{g/l}$  do maksimalnih 63,1  $\mu\text{g/l}$ , što se može objasniti s velikom osjetljivošću željeza na promjene oksidacijsko-redukcijskih uvjeta u podzemlju. Linija trenda pokazuje blagi porast koncentracija željeza u vremenu, ali daleko ispod MDK vrijednosti.



**slika 4-4.** Analiza trenda željeza na vodocrpilištu Nedelišće

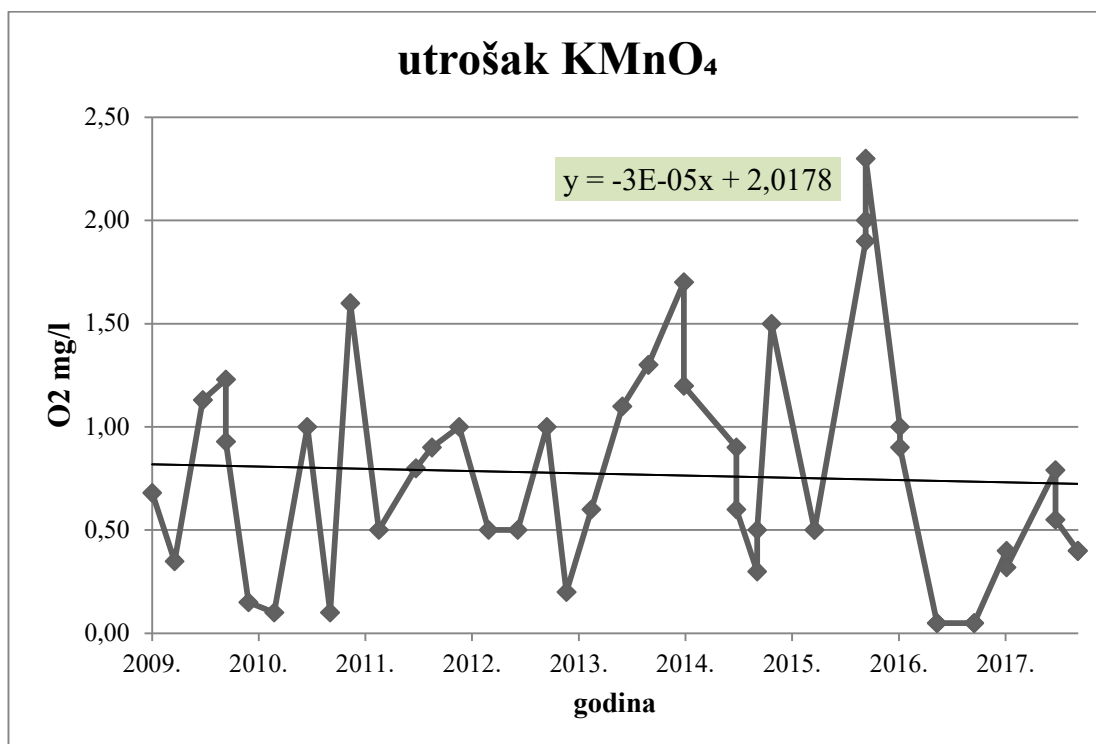
Na slici 4-5. prikazane su vrijednosti mangana u promatranom razdoblju. Iz grafa je evidentno da se ni u jednom trenutku mjerenja vrijednosti nisu približile MDK vrijednosti (50  $\mu\text{gMn/l}$ ). Od početka 2010. godine trend koncentracija mangana je u opadanju, a od 2011. godine vrijednosti mangana su i ispod granice detekcije.





slika 4-5. Analiza trenda mangana na vodocrpilištu Nedelišće

Iz grafa na slici 4-6. vidljivo je da su koncentracije utroška kalijeva permanganata,  $\text{KMnO}_4$ , značajno niže od MDK (5 mg/l) u cijelom razdoblju promatranja. Primjećuje se blagi padajući trend koncentracija kroz promatrani vremenski period. Ovako niske vrijednosti  $\text{KMnO}_4$  ukazuju da je u sirovoj vodi vodocrpilišta Nedelišće prisutna mala količina nerazgradive organske tvari.



slika 4-6. Analiza trenda utroška KMnO<sub>4</sub> na vodocrpilištu Nedelišće

#### 4.3. Pokazatelji kakvoće vode na vodocrpilištu Prelog

Poglavlja koja slijede prikazuju analizu osnovnih statističkih pokazatelja kakvoće sirove vode i analizu trendova kemijskih i indikatorskih parametara vodocrpilišta Prelog.

##### 4.3.1. Osnovni statistički pokazatelji kakvoće sirove vode

U okviru ovoga rada analizirani su pojedini parametri kao odabrani pokazatelji kakvoće vode na vodocrpilištu Prelog. Provedena je osnovna statistička analiza, na način da su prikazani minimumi, maksimumi, srednje vrijednosti te standardne devijacije podataka u vremenskom periodu, od travnja 2009. godine do prosinca 2017. godine.

Tablica 4-2. prikazuje osnovne statističke značajke zajedno s mjernim jedinicama te MDK vrijednostima koje su definirane *Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama*

analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17).

**Tablica 4-2.** Osnovni statistički pokazatelji kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Prelog

parametri	mjerna jedinica	Sr. vrijednost (x)	Uk.br. uzoraka	minimum (min)	maximum (max)	Std. devijacija ( $\sigma$ )	MDK
<b>Nitrati</b>	mgNO <sub>3</sub> /l	26.96	36	7.8	39.2	9.02	50
<b>Kloridi</b>	mg/l	13.13	35	2.60	21.90	6.23	250
<b>Sulfati</b>	mg/l	46.26	35	18.5	63.8	13.36	250
<b>Željezo</b>	μg/l	12.09	36	0.5	50.8	13.6	200
<b>Mangan</b>	μg/l	0.86	35	0.05	15.90	2.64	50
<b>Utrošak KMnO<sub>4</sub></b>	O <sub>2</sub> mg/l	0.74	35	0.05	1.59	0.35	5

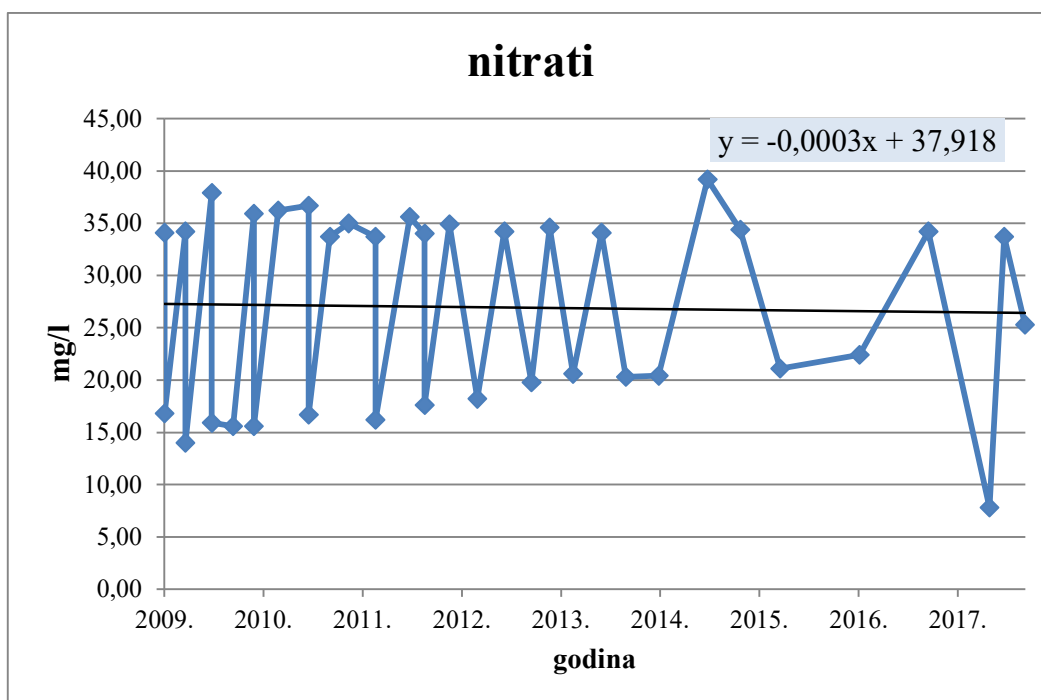
Svi odabrani parametri u skladu su s odredbama iz *Pravilnika*, odnosno mjerene koncentracije pojedinih parametara u sirovoj vodi vodocrpilišta Prelog niže su od MDK vrijednosti za pitku vodu.

#### 4.3.2. Analiza trendova kemijskih i indikatorskih parametara

Uz osnovne statističke pokazatelje, za vodocrpilište Prelog je napravljena i analiza trendova odabranih reprezentativnih parametara kroz vrijeme u svrhu dobivanja realnih podataka o kretanju parametara u vremenu. Analiza trendova provedena je za istih šest parametara: nitrate, kloride, sulfate, željezo, mangan te utrošak KMnO<sub>4</sub>, za koje postoji kontinuirani niz podataka u navedenom vremenskom razdoblju od travnja 2009. do prosinca 2017. godine. Analiza je i u slučaju Preloga provedena na način da je vremenski trend za svaki pojedini parametar određen na razini vodocrpilišta, dakle analizirani su svi podaci prikupljeni sa svih zdenaca vodocrpilišta Prelog.

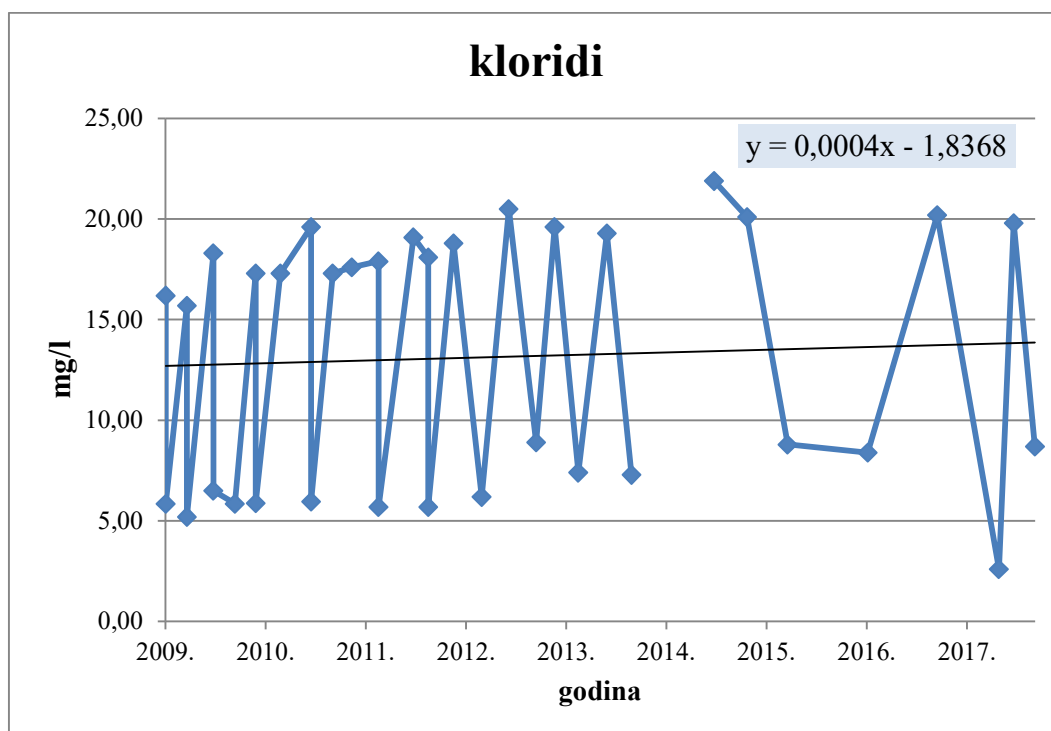
Rezultati analize trendova prikazani su na slikama 4-7. do 4-12., na kojima su prikazani grafovi koji prikazuju promjene koncentracija analiziranoga parametra u vremenu, linija trenda analiziranoga parametra (regresijski pravac) te jednačba trenda, odnosno regresijskog pravca.

Na slici 4-7. prikazan je trend nitrata, koji je u blagom opadanju u razmatranom vremenskom razdoblju. Primjetno je da koncentracija ne prelazi 39,2 mgNO<sub>3</sub>/l, što je, iako blizu MDK vrijednosti (50 mgNO<sub>3</sub>/l), i dalje u okviru dozvoljene koncentracije. U usporedbi s prethodno analiziranim vodocrpilištem Nedelišće, prosječna koncentracija nitrata Preloga je nešto viša i iznosi 26,96 mgNO<sub>3</sub>/l. Također se mogu vidjeti i sezonske promjene koncentracija nitrata u vodi, što je vjerojatno povezano s promjenjivim hidrodinamičkim uvjetima u podzemlju te primjeni gnojiva u određenim razdobljima tijekom godine. Nešto više vrijednosti nitrata u vodi, u odnosu na vodocrpilište Nedelišće, vjerojatno je posljedica intenzivnije primjene agrotehničkih sredstava na poljoprivrednim površinama u blizini vodocrpilišta Prelog.



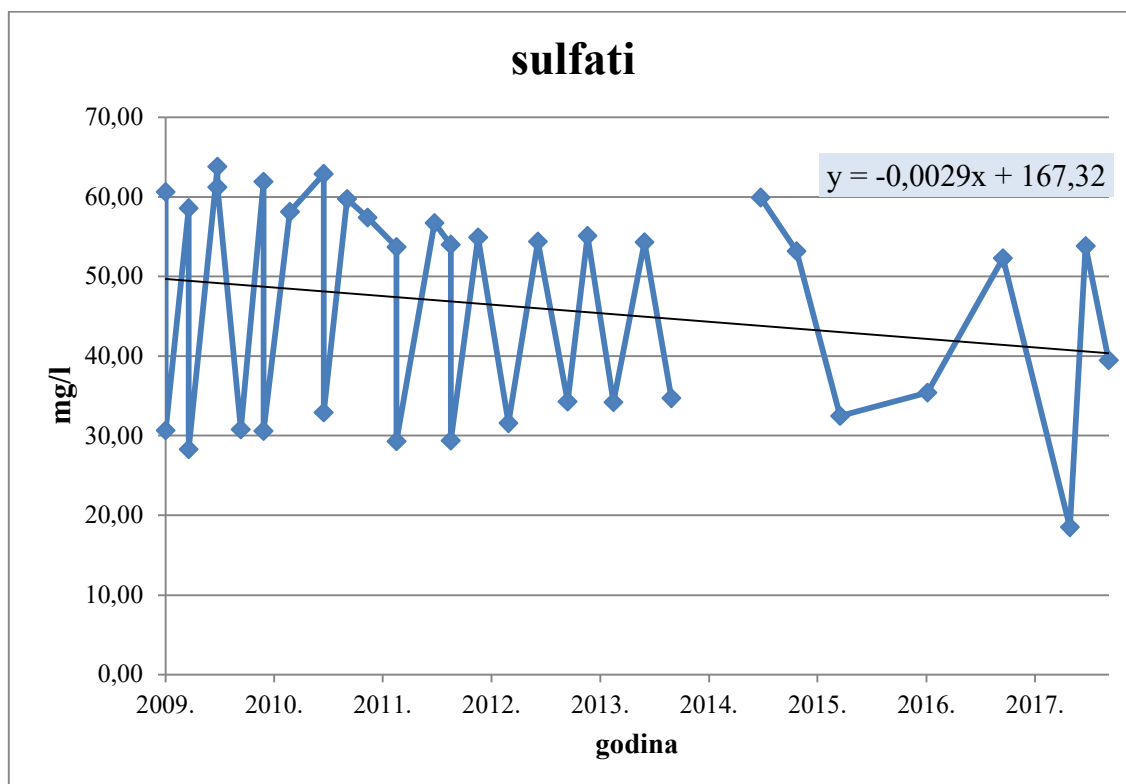
slika 4-7. Analiza trenda nitrata na vodocrpilištu Prelog

Na slici 4-8. vidljivo je da su koncentracije klorida u vodi vodocrpilišta Prelog u promatranom vremenu niže u odnosu na maksimalnu dopuštenu koncentraciju od 250 mgCl/l. Sezonske promjene koncentracija klorida u vodi vjerojatno su posljedica primjene soli na prometnicama zimi, ali vjerojatno i utjecaja otpadnih voda, jer su ove promjene vidljive i na primjeru sulfata, što zajedno ukazuje na mogući utjecaj propusne kanalizacijske mreže na kakvoću vode. Trend klorida je tek u blagom porastu, ali značajno niži u odnosu na MDK vrijednost.



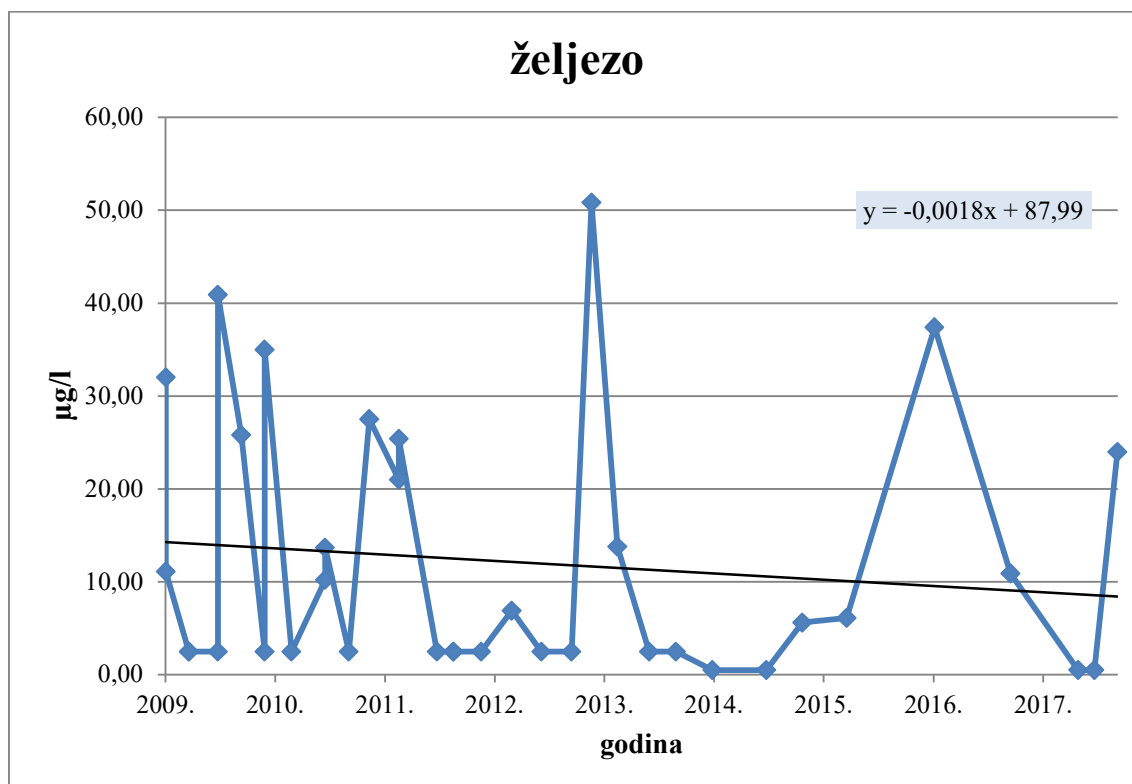
slika 4-8. Analiza trenda klorida na vodocrpilištu Prelog

Na slici 4-9. vidljivo je da su koncentracije sulfata u vodi vodocrpilišta Prelog u promatranom vremenu značajno niže u odnosu na maksimalnu dopuštenu koncentraciju (250 mgSO<sub>4</sub>/l). Sezonske promjene koncentracija sulfata u vodi vjerojatno su posljedica utjecaja otpadnih voda, jer su ove promjene vidljive i na primjeru klorida, što zajedno ukazuje na mogući utjecaj propusne kanalizacijske mreže na kakvoću vode.



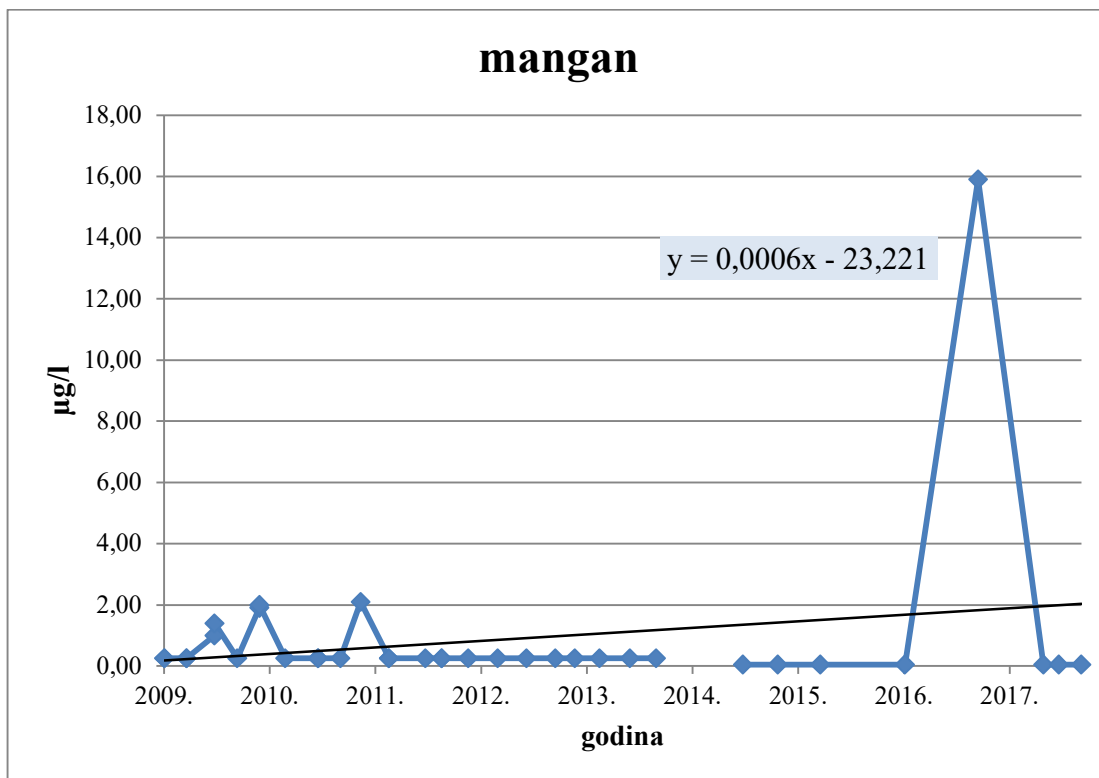
**slika 4-9.** Analiza trenda sulfata na vodocrpilištu Prelog

Koncentracije željeza u vodi vodocrpilišta Prelog u cijelom razdoblju promatranja značajno su niže od MDK vrijednosti (200  $\mu\text{gFe/l}$ ). Iz grafa na slici 4-10. vidljive su značajne promjene koncentracija željeza u vremenu, što se može objasniti s velikom osjetljivošću željeza na promjene oksidacijsko-redukcijskih uvjeta u podzemlju. Linija trenda pokazuje blagi pad koncentracija željeza u vremenu.



**slika 4-10.** Analiza trenda željeza na vodocrpilištu Prelog

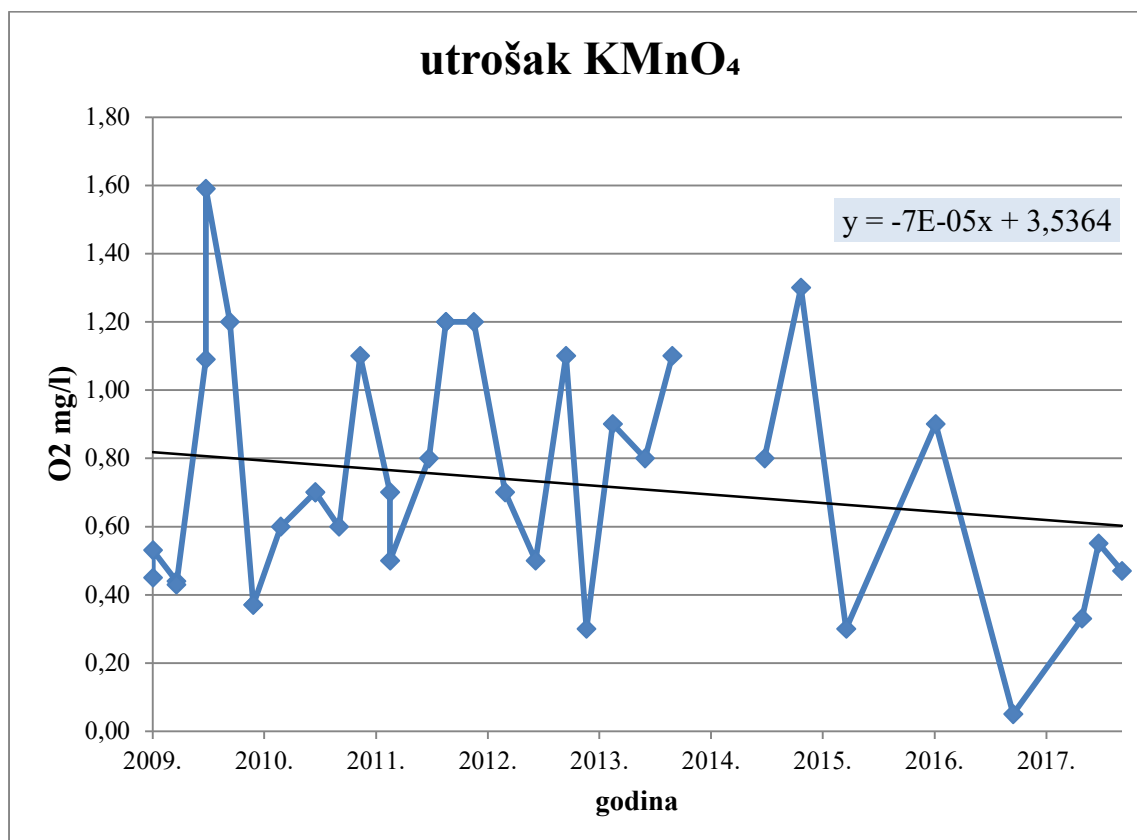
Na slici 4-11. prikazane su vrijednosti mangana u sirovoj vodi vodocrpilišta Prelog u promatranom razdoblju. Iz grafa je evidentno da se ni u jednom trenutku mjerenja vrijednosti nisu približile MDK vrijednosti (50 μgMn/l). Iako je naznačena linija trenda, ne može se govoriti o postojanju niti uzlaznoga niti silaznoga trenda mangana. Od 2011. godine većina vrijednosti mangana je ispod granice detekcije, a povremene promjene vjerojatno su rezultat promjenjivih oksidacijsko-redukcijskih uvjeta u podzemlju.



**slika 4-11.** Analiza trenda mangana na vodocrpilištu Prelog

Iz grafa na slici 4-12. vidljivo je da su koncentracije utroška kalijeva permanganata,  $\text{KMnO}_4$ , značajno niže od MDK (5 mg/l) u cijelom razdoblju promatranja. Primjećuje se blagi padajući trend koncentracija kroz promatrani vremenski period. Ovako niske vrijednosti  $\text{KMnO}_4$  ukazuju da je u sirovoj vodi vodocrpilišta Prelog prisutna mala količina nerazgradive organske tvari.





slika 4-12. Analiza trenda utroška KMnO<sub>4</sub> na vodocrpilištu Prelog

## 5. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj ovoga završnog rada bio je ocjenjivanje kakvoće sirove vode na odabranim vodocrpilištima Nedelišće i Prelog u Međimurskoj županiji, u odnosu na maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) pojedinih parametara u pitkoj vodi. Osnovni statistički pokazatelji kemijskih i indikatorskih parametara kakvoće sirove vode su pokazali da niti jedna MDK vrijednost svih razmatranih parametara na vodocrpilištima Nedelišće i Prelog nije prekoračena.

Osim toga, temeljem spomenutih odabranih šest parametara kakvoće sirove vode procijenjeno je i buduće stanje kakvoće vode analizom trenda. Redom su odabrani parametri bili nitrati, kloridi, sulfati, željezo, mangan te utrošak  $\text{KMnO}_4$ , na oba odabrana vodocrpilišta u Međimurju. Na osnovi analize trendova zaključeno je da je na području vodocrpilišta Nedelišće jedino željezo parametar s rastućim trendom, a svi ostali imaju tendenciju pada. S druge strane, na području vodocrpilišta Prelog, rastuću liniju trenda pokazuju samo kloridi. Ostali parametri pokazuju padajući trend uz iznimku mangana čiji se trend ne može odrediti zbog relativne vrijednosti podataka izvornih tablica, odnosno zbog zaokruživanja tekstualnih pokazatelja vrijednosti na njihovu 50%-tnu numeričku vrijednost. Na temelju provedene analize može se zaključiti da područje Međimurja, odnosno priljevna područja vodocrpilišta Nedelišće i Prelog u Međimurju obiluju sirovom vodom razmjerno dobre kakvoće, koja uz uglavnom povoljne trendove parametara kakvoće, može takva i ubuduće ostati.

## 6. LITERATURA

### 6.1. Objavljeni radovi

Fučko, A. (2016): Vodozaštitne zone vodocrpilišta Prelog. Završni rad. Stručni studij Održivi razvoj, Međimursko veleučilište u Čakovcu. 42 str.

Glumac, N., Zorčec J.(1998): Kvaliteta podzemne vode na granici druge i treće vodozaštitne zone vodocrpilišta Nedelišće, II stručni skup Voda i javna vodoopskrba, Zbornik radova, str. 113-115.

Posavec K. & Mustač I. (2009): Zone sanitarne zaštite međimurskih vodocrpilišta. Stručni članak. Hrvatske vode 17, 68, str. 113-124.

Seleš Muić, D. (2017): Kakvoća podzemne vode na području Međimurja. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu. 64 str.

Službeni vjesnik br. 1 (1988.): Odluka o zaštiti vodocrpilišta Prelog

Službeni vjesnik br. 13 (1991): Odluka o zaštiti vodocrpilišta Nedelišće

Urumović, K., Hlevnjak, B., Prelogović, E. & Mayer, D. (1990): Hidrogeološki uvjeti varaždinskog vodonosnika, Geol. Vjesnik, vol. 43, 149-158, Zagreb.

### 6.2. Studije, elaborati i izvješća

Glumac, N.(2016): „Izvješće o kvaliteti vode za ljudsku potrošnju za 2015. godinu.“ Međimurske vode, Čakovec (<http://medjimurske-vode.hr/analiza-vode/>, preuzeto 14.05.2020.).

Korbar, T., Terzić, J., Dolić, M. (2007): Resursna osnova za pitku i geotermalnu vodu u Međimurskoj županiji, Godišnje izvješće, Hrvatski geološki institut, Zavod za hidrogeologija i inženjersku geologiju, Zagreb.

Koren, Ž., Borić, B., Šorgić, B., Satinović, V., Bićanić Marković, E., Gudić, M., Subanović, N., Kušan, V., Mesić, Z., Jantol, N., Korman, D., Ostojić, A., Devčić, B., Birov, T., Selak, A., Čučković, Ž., Gudić, J., Hatić, D., (2017): Razvojna strategija Međimurske županije do 2020., Strateška studija utjecaja na okoliš, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb.

Nakić, Z., Bačani, A., Parlov, J., Duić, T., Perković, D., Kovač, Z., Tumara, D., Mijatović, I., Špoljarić, D., Ugrina, I., Stanek, D. & Slavinić, P. (2016): Definiranje trendova i ocjena stanja podzemnih voda na području panonskog dijela Hrvatske, Studija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Nakić, Z. & Dadić Ž, (2015): Ocjena stanja sirove vode na crpilištima koja se koriste za javnu vodoopskrbu u Republici Hrvatsko, Studija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Posavec K. & Bačani A. (2014): Elaborat o zonama zaštite izvorišta Nedelišće, Prelog i Sveta Marija (Pročišćeni tekst), Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

### 6.3. Zakonski propisi

Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe, (NN 125/2017)

Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analiza vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013, 141/2013, 128/2015)

Pravilnik o izmjenama pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 47/2013)

Pravilnik o uvjetima za utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/2011)

Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008)

Pravilnik o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 55/2002)

Pravilnik o zaštitnim mjerama i uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće (NN 22/1986)

Zakon o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/2013 i 64/2015)

#### 6.4. Mrežne stranice

Međimurske vode d.o.o., preuzeto 11.svibnja 2020. :

<https://medjimurske-vode.hr/>

Wikipedia, preuzeto 9.svibnja 2020. :

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Kakvo%C4%87a\\_vode#Analiza\\_vode\\_za\\_pi%C4%87e](https://hr.wikipedia.org/wiki/Kakvo%C4%87a_vode#Analiza_vode_za_pi%C4%87e)



KLASA: 602-04/20-01/123  
URBROJ: 251-70-03-20-2  
U Zagrebu, 10.09.2020.

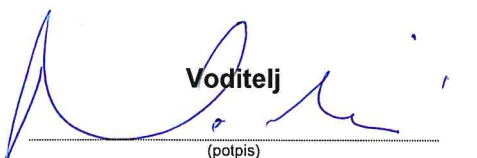
**Franka Luburić, studentica**

## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju Vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM: 602-04/20-01/123, UR. BROJ: 251-70-13-20-1 od 30.04.2020. godine priopćujemo temu završnog rada koja glasi:

### KAKVOĆA SIROVE VODE NA CRPILIŠTIMA NEDELIŠĆE I PRELOG U MEĐIMURSKOJ ŽUPANIJI

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o završnom ispitu dr. sc. Zoran Nakić, redoviti profesor Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

  
**Voditelj**  
(potpis)

Prof. dr. sc. Zoran Nakić

(titula, ime i prezime)

**Predsjednik povjerenstva za završne i diplomske ispite**

  
(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Stanko Ružičić

(titula, ime i prezime)

**Prodekan za nastavu i studente**

  
(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek

(titula, ime i prezime)