

**»Mladi za napredek Maribora 2016«**

**33. srečanje**

**TE VODE (NE) PIJ!**

Raziskovalno področje: Varstvo okolja

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Avtor: MARUŠA TERZIČ, LAURA WEINGERL  
Mentor: SENKA HUSAR, ALENKA PRAPOTNIK ZALAR  
Šola: II. GIMNAZIJA MARIBOR

**februar 2016, Maribor**

**»Mladi za napredek Maribora 2016«**

**33. srečanje**

**TE VODE (NE) PIJ!**

Raziskovalno področje: Varstvo okolja

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO



**februar 2016, Maribor**

## KAZALO

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV .....	6
POVZETEK.....	7
ZAHVALA.....	8
1 UVOD.....	9
2 CILJI IN HIPOTEZE .....	10
2.1 Cilji.....	10
2.2 Hipoteze .....	10
3 TEORETIČNI DEL.....	11
3.1 Sladka voda .....	11
3.2 Pitna voda .....	11
3.3 Kemijski parametri .....	12
3.3.1 Pesticidi .....	12
3.3.2 Amonijak.....	12
3.3.4 Nitrati .....	12
3.3.5 Nitriti.....	13
3.3.6 Fosfor.....	13
3.3.7 KPK.....	13
3.3.8 Svinec.....	14
3.3.9 Sulfati.....	14
3.3.10 Železo.....	14
3.3.11 Aluminij.....	14
3.3.12 Baker .....	14
3.3.13 Kloridi.....	14
3.3.14 Cink.....	15
3.3.15 Kadmij .....	15
3.4 Mikrobiološki parametri .....	16
3.4.1 Koliformne bakterije.....	16
3.4.1.1 Escherichia Coli.....	16
3.4.3 Enterokoki .....	16
3.4.4 Število kolonij pri 22°C.....	16

3.4.5 Število kolonij pri 37°C .....	17
4 METODOLOGIJA DELA .....	18
4.1. Vzorčenje .....	18
4.2 Vzorec.....	19
4.2.1 Radizel (1).....	19
4.2.2 Hrastje (2) .....	20
4.2.3 Činžat (3).....	21
4.2.4 Bresternica (4).....	22
4.2.5 Studenci (5) .....	23
4.3 Kemijska analiza .....	24
4.3.1 Karbonatna trdota .....	25
4.3.2 Določanje amonija .....	25
4.3.3 Določanje nitrata NO <sub>3</sub> .....	25
4.3.4 Določanje nitrita NO <sub>2</sub> .....	26
4.3.5 Določanje ortofosfata .....	26
4.3.6 Določanje KPK.....	26
4.3.7 Določanje sulfatov .....	27
4.3.8 Določanje železa (Fe).....	27
4.3.9 Določanje aluminija (Al).....	27
4.3.10 Določanje bakra (Cu).....	27
4.3.11 Določanje svinca (Pb).....	27
4.3.12 Določanje kloridov (Cl <sup>-</sup> ) .....	27
4.3.13 Določanje cinka (Zn).....	27
4.3.14 Določanje kadmija (Cd) .....	28
4.4 Mikrobiološka analiza .....	28
4.4.1 Določanje skupnega števila bakterij pri 37°C in 22°C.....	29
4.3.2 Določanje prisotnosti koliformnih bakterij in enterokokov.....	30
4.3.3 Čebulni splošni toksični test.....	33
5 REZULTATI IN ANALIZA .....	35
5.1 Kemijska analiza .....	35
5.2 Določanje skupnega števila bakterij pri 37°C in 22°C .....	37
5.3 Določanje števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov.....	38
5.3 Čebulni test .....	41

5.4 Primerjava odvzemnih mest .....	43
6 INTERPRETACIJA.....	44
6.1 Kemijska analiza .....	44
6.2 Določanje skupnega števila bakterij pri 37°C in 22° .....	44
6.3 Določanje števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov.....	44
6.4 Čebulni test .....	45
6.5 Primerjava odvzemnih mest .....	45
7 SKLEPI.....	46
7.1 Zaključki.....	46
7.2 Kritika naloge .....	47
7.3 Uporabna vrednost naloge in nova vprašanja .....	47
8 DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	48
9 SEZNAM VIROV IN LITERATURE .....	50
9.1 Literatura .....	50
9.2 Viri .....	50
9.2.1 Viri slik .....	52
10 PRILOGE.....	53

## KAZALO SLIK

Slika 1: Odvzemno mesto 1 - Radizel .....	19
Slika 2: Odvzemno mesto 2 - Hrastje .....	20
Slika 3: Odvzemno mesto 3 - Činžat .....	21
Slika 4: Odvzemno mesto 4 - Bresternica .....	22
Slika 5: Odvzemno mesto 5 – Studenci .....	23
Slika 6: Vzorci vseh odvzemnih mest za kemijsko analizo .....	25
Slika 7: Termoreaktor.....	26
Slika 8: Priprava vzorcev za metodo prelitja .....	29
Slika 9: Naprava za membransko filtracijo .....	30
Slika 10: Značilne vijolične ter modre kolonije .....	31
Slika 11: Kolonije enterokokov.....	31
Slika 12: Oksidazni test Radizela ter Hrastja .....	32
Slika 13: Čebulni test na 2. vzorcu Radizela .....	34

## KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Standardi za kemijske parametre (vir: Merck priložena navodila).....	24
Tabela 2: Rezultati prve kemijske analize .....	35
Tabela 3: Rezultati druge kemijske analize .....	36
Tabela 4: Rezultati prve analize SŠMO pri 37°C in 22°C .....	37
Tabela 5: Rezultati druge analize SŠMO pri 37°C in 22°C .....	37
Tabela 6: Rezultati določanja števila tipičnih vijoličnih, modrih in rjavih bakterij (prve analize) .....	38
Tabela 7: Rezultati oksidaznega testa (prve analize) .....	38
Tabela 8: Rezultati določanja števila tipičnih vijoličnih, modrih in rjavih bakterij (druge analize analize).....	39
Tabela 9: Rezultati oksidaznega testa (druge analize).....	39
Tabela 10: Dolžina koreninic po osmih dneh (vzorci prvega odvzema).....	41
Tabela 11: Dolžina koreninic po osmih dneh (vzorci drugega odvzema) .....	41
Tabela 12: Povprečna sprememba dolžine koreninic v enem dnevu (vzorci prvega odvzema) .....	42
Tabela 13: Povprečna sprememba dolžine koreninic v enem dnevu (vzorci drugega odvzema) .....	42
Tabela 14: Povprečna sprememba dolžine koreninic v enem dnevu.....	42
Tabela 15: Dolžina koreninic po petih dneh (vzorec prvega odvzema) .....	56
Tabela 16: Dolžina koreninic po petih dneh (vzorec drugega odvzema).....	56
Tabela 17: Sprememba dolžine koreninic v treh dneh (vzorec prvega odvzema) .....	57
Tabela 18: Sprememba dolžine koreninic v treh dneh (vzorec drugega odvzema).....	57

## **SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV**

Zaradi lažjega razumevanja in preprostejšega opisa, bova v najini nalogi namesto navajanja odvzemnih mest vode oz. vodnih virov, uporabljali le njihovo lokacijo. Primer: Odvzemno mesto 1 v Radizelu, bova v nalogi zapisali, kot samo Radizel.

**CČN** – Centralna čistilna naprava Maribor

**Činžat** – odvzemno mesto 3

**E. Coli** – Escherichia coli

**Bresternica** – odvzemno mesto 4

**Hrastje** – odvzemno mesto 2

**KPK** – kemijska potreba po kisiku

**Pravilnik o pitni vodi** - [Pravilnik o pitni vodi](#) (Uradni list RS, št. 19/04, 35/054, 26,06, 92/07, 25/09 in 74/15)

**MO** - mikroorganizmi

**NLZOH** – nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

**Radizel** – odvzemno mesto 1

**SŠMO** – skupno število mikroorganizmov

**Studenci** – odvzemno mesto 5

**TSA** – triptični soja agar



## **POVZETEK**

Namen najine naloge je poiskati vire vode v Mariboru in okolici, ki niso priključeni na vodovod, ki jih ljudje uporabljajo, ter ugotoviti, ali je voda primerna za pitje. Izbrali sva pet v okolju znanih virov. Predvideli sva, da bo voda po parametrih za pitno vodo ustrezna in da bo na mestih z urejeno okolico bolj ustrezna.

Analizo in test vzorcev vode sva izvajali pozimi. Izvedena je bila kemijska in mikrobiološka analiza ter čebulni test. Rezultate sva primerjali z mejnimi predpisanimi vrednostmi parametrov za pitno vodo.

Studenci so primerni za pitje. V Hrastju je dokazana fekalna onesnaženost, v Činžatu in Bresternici prisotnost koliformnih bakterij. Radizel je sicer za pitje primerni, a je nepredvidljiv in precej odvisni od vremena in okolja. Ker vodni viri niso redno testirani in ker bi analize v drugem letnem času, ko je več gnojenj oziroma posredovanja v naravo kot pozimi, lahko pokazale večjo neprimernost, so tudi ugotovljeno primerni viri za pitje primerni le z zadržkom.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujema se vsem, ki so nama pomagali pri nastajanju te raziskovalne naloge.

Najprej gre zahvala najinima mentoricama, ki sta naju usmerjali pri delu, nama omogočili delo na Centralni čistilni napravi Maribor (CČN) in v Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano (NLZOH), nama pomagali pri strokovnih kemijskih raziskavah in naju spodbujali.

Zahvala gre tudi osebju NLZOH, ki nama je omogočilo mikrobiološke analize vode, naju naučilo različnih metod dela in nama pomagalo pri izdelavi raziskovalne naloge.

Zahvaljujema se tudi najinim staršem in drugim sorodnikom, ki so nama nudili prevoz do vseh virov vode, vsem prijateljem in znancem, ki so nama dajali predloge za izbiro vodnih virov in s svojo mrežo poznanstev potrdili, da se ti tudi redno uporabljajo.

## 1 UVOD

Voda je eden najpomembnejših virov. Zaradi vse večjega onesnaževanja, je vse manj kvalitetne sladke vode. Ljudje tudi v naravi iščejo pitno vodo. To so t.i. vodni viri brez upravljavca, ki jih posamezniki uporabljajo kot vir pitne vode. Takšni viri nimajo ustreznega nadzora kvalitete in predelave (npr. filtracija, kloriranje), kar je značilno za javne vodovode.

Namen najine raziskovalne naloge je poiskati vire vode v Mariboru in njegovi okolici, ki jih ljudje redno izrabljajo za lastno rabo. V nalogi bova ugotavljali kakovost 5 različnih virov. Osredotočili se bomo na iskanje morebitnega mikrobiološkega onesnaženja (E. coli, koliformne bakterije) ter prisotnost neustreznih kemijskih elementov in snovi.

Predvideli sva, da bo voda v vseh petih virih ustrezala vsem parametrom za pitno vodo in da imajo odzemna mesta, ki imajo lepše urejeno in organizirano okolico, vodo, ki po predpisanih parametrih bolj ustreza definiciji pitne vode.

Na vzorcih vode bova v laboratoriju Centralne čistilne naprave Maribor izvedli kemijsko analizo. V sodelovanju z NLZOH bomo opravili mikrobiološko analizo vode. Preverili bova morebitno vsebnost mikroorganizmov E. coli, koliformnih bakterij in enterokokov ter skupno število mikroorganizmov pri 37°C in 22°C. V šoli bova izvedli tudi čebulni test. Na koncu bova rezultate analiz primerjali s parametri in mejnimi vrednostmi parametrov za pitno vodo, zapisanimi v [Pravilniku o pitni vodi](#) (Uradni list RS, št. 19/04, 35/054, 26,06, 92/07, 25/09 in 74/15) – v nadaljevanju Pravilnik o pitni vodi.

## **2 CILJI IN HIPOTEZE**

### **2.1 Cilji**

Izbrati pet vodnih virov, ki jih ljudje pogosto uporabljajo za lastno rabo.

Narediti kemijsko in mikrobiološko analizo in čebulni test na vzorcih vode izbranih virov.

Rezultate analiz primerjati s parametri in mejnimi vrednostmi parametrov za pitno vodo, kot so določeni v Pravilniku o pitni vodi, ki na podlagi Zakona o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živilo (Uradni list, RS, št. 52/00) in v skladu z Direktivo Sveta 98/83/ES z dne 3. novembra 1998 o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi (UL L št. 330 z dne 5. 12. 1998, str. 32), določa zahteve, ki jih mora izpolnjevati pitna voda, z namenom varovanja zdravja ljudi pred škodljivimi učinki zaradi kakršnegakoli onesnaženja pitne vode.

Z zgoraj navedenimi načini ugotavljati (ne)primernost uživanja teh voda.

### **2.2 Hipoteze**

**H1:** Kemijska analiza vzorcev vode iz vseh petih virov bo pokazala, da noben vodni vir ne presega mejnih vrednosti parametrov po Pravilniku o pitni vodi.

**H2:** Določanje SŠMO bo pokazalo, da noben vodni vir ne presega mejnih vrednosti parametrov iz Pravilnika o pitni vodi.

**H3:** Pri nobenem izmed virov ne bomo ugotovili fekalne onesnaženosti (prisotnost E. coli in enterokokov).

**H4:** Čebulni testi na vzorcih vode iz vseh petih virov bodo pokazali, da nobena voda ne vsebuje snovi, ki bi onemogočale ali zavirale normalno rast čebulnih koreninic.

**H5:** Odzemna mesta, ki imajo lepše urejeno okolico, imajo vodo, ki po predpisanih parametrih bolj ustreza definiciji pitne vode.

### **3 TEORETIČNI DEL**

#### **3.1 Sladka voda**

»Sladkovodni ekosistemi so občutljiva povezava med kopnim in morjem. So najbolj kritična točka planetarnega sistema kroženja vode. Vsaka človekova dejavnost se hitro in pogosto prav dramatično odraža v sladkovodnih ekosistemih. Njihovo zdravje in pestrost sta izjemno povezani z zdravjem in razvojnimi možnostmi človeštva.« (Komat, 1997, str. 37)

Na Zemlji je sladka voda v manjšini, celotna pa ni niti dostopna. Njena poraba se neprestano večja, nemalokatera država (natančneje več kot 2,6 milijarde ljudi) pa se sooča s pomanjkanjem (predvsem čiste pitne) vode. Upoštevajoč rast števila ljudi ter slabšanje vodne kakovosti zaradi onesnaženja, predvsem s fekalijami, smo obsojeni na svetovno vodno krizo. Mikroorganizmi, prisotni v onesnaženi vodi, povzročajo nalezljive bolezni, ki predstavljajo najbolj pogosto zdravstveno tveganje, povezano z vodo. Dnevno jim podleže 3.900 otrok. [14]

Največ vode se porabi za industrijsko kmetijstvo, ki pa je hkrati njen največji onesnaževalec. Večina vode, ki jo uporabijo za namakanje, se ne vrne v vodotoke. V kolikor se, je bistveno manj čista in kvalitetna. Krivi smo za padeč naravne pestrosti in uničenje življenjskega okolja raznih vrst, zaradi česar izginjajo tudi še ne opisana okolja ter bitja. Naši posegi so hitrejši od evolucije. [2]

#### **3.2 Pitna voda**

»Pitna voda je po definiciji voda, ki se uporablja za pitje, kuhanje, pripravo hrane, umivanje, čiščenje in pripravo ter proizvodnjo živil. Zahteve, ki jih mora izpolnjevati pitna voda, določa Pravilnik o pitni vodi, kjer so zapisane mejne vrednosti kemičnih in bioloških parametrov. Z vidika mikrobiološke neoporečnosti pitna voda ne sme vsebovati bakterij, virusov, parazitov in njihovih razvojnih oblik v številu, ki lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi.« (Mehanski postopki čiščenja odpadnih vod, 2016)

### **3.3 Kemijski parametri**

#### **3.3.1 Pesticidi**

»Zamiselj s pesticidi obsega popolno uničenje ali vsaj nadzorovanje tako imenovanih škodljivcev, med katere spadajo predvsem pleveli, insekti in povzročitelji rastlinskih bolezni.« (Komat, 1997, str. 85)

»DDT in drugi pesticidi, PCB in tudi sestavine nekaterih detergentov delujejo kot endokrini strupi, vplivajo na hormonski sistem in poškodujejo imunski sistem organizmov in človeka. Že v zelo majhnih količinah povzročajo vrsto morfoloških, fizioloških in reproduktivnih motenj. Tumorji, deformacije in degeneracije, motnje reprodukcije in zmanjšana možnost preživetja, vse to so znaki, ki so opazni pri ribah, pticah, sesalcih in človeku.« (Komat, 1997, str. 38)

#### **3.3.2 Amonijak**

Amonijak, med drugim sestavina nekaterih gospodinjstvih čistil, se v glavnem uporablja v proizvodnji umetnih gnojil, barv, eksplozivov, dušikove kisline in polimerov.

Amonijak je toksičen, glavni prizadet organ pa so možgani – poveča namreč prevzem vode v celice, zaradi česar naraste znotrajlobanjski pritisk, kot posledica pa stanje nezavesti, iz katere bolnika ni mogoče prebuditi.

Najpogostejši način nastanka kemičnih opeklin kože, oči ter sluznice dihal je eksotermna reakcija raztapljanja amonijaka v vodi, pri čemer nastane amonijev hidroksid.

Prizadete pa so lahko tudi rastline, če gre za preveliko količino amonijevih ionov. [5]

#### **3.3.4 Nitrati**

Previsoka raven nitratov v vodi (nad 30 ppm), lahko pomeni pogin rib, oviranje rasti, oslabitev imunskega sistema in povzročanje stresa nekaterim vrstam drugih vodnih organizmov, ter povečano cvetenje alg.

Glavni vzrok za povečanje vsebnosti nitratov v vodnih sistemih je odtekanje vode s površin s preveliko količino dušikovih gnojil v podtalnico.

Nitrati se v vodi popolnoma raztopijo, zato so uporabni kot indikator vodne kvalitete.

Ljudje nitrata uživamo s hrano (sadje, zelenjava, ter nekatera konzervirana živila), nekaterimi zdravili in vodo. [18] Nedavna raziskava na Uppsalški univerzi pa je pokazala, da nitrati v zelenjavi ščitijo želodec pred poškodbami. [22]

Nitrati, ki se v naših telesih reducirajo v nitrite, lahko privedejo do methemoglobinemije, ko methemoglobin (oksidiran hemoglobin) po telesu ne more prenašati kisika. [18]

V zgoraj omenjenem pravilniku so nitrati in nitriti uvrščeni v Prilogo 1, del B med kemijske parametre. Mejna vrednost je 50 mg/l za nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) in 0,50 mg/l za nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ). [24]

Nitrati se s prekuhavanjem vode ne uničijo, kvečjemu se njihova koncentracija le še poviša. [18]

### **3.3.5 Nitriti**

Nitrite se lahko uporablja kot konzervanse v nekaterih živilih.

Znanstveni inštitut za prehrano Evropske komisije je presodil in sprejel dovoljeno dnevno dozo nitritov 0,006 mg/kg telesne teže in 3,7 mg/kg za nitrata.

Inštitut FAO-OMS je predpisal dnevno dozo nitritov od 0 do 0,1 mg/kg telesne teže. [19]

### **3.3.6 Fosfor**

Gnojila s koncentrirano fosforno kislino, so v poljedelstvu in živinoreji zelo pomembna. Uporabljajo pa se tudi pri izdelavi stekel za karbidne svetilke, porcelana, jekla, vžigalic; v čistilnih sredstvih za mehčanje vode, v pirotehniko ter v zobnih pastah. [13]

### **3.3.7 KPK**

KPK je kemijska potreba po kisiku oz. kemijska poraba kisika (angl. Chemical Oxygen demand). Je merilo za organsko onesnaženje v površinskih in odpadnih vodah. S KPK določimo tako biološko razgradljive organske snovi, kot nerazgradljive.

### **3.3.8 Svinec**

Posledice izpostavljenosti svincu so zmanjšana sposobnost učenja, vedenjske motnje pri otrocih, bolečine v sklepih in trebuhu, visok krvni pritisk pri odraslih, kronična utrujenost, vzdražljivost, poškodbe možganov in ledvic ter pospešen nastanek multiple skleroze. [2]

### **3.3.9 Sulfati**

Zaužitje velikih količin natrijevega in magnezijevega sulfata lahko ima odvajalne učinke, posledično pa lahko pride tudi do dehidracije. [27]

### **3.3.10 Železo**

Prevelika količina železa lahko negativno vpliva na živčni in reproduktivni sistem ter ledvice; pride lahko do povišanja krvnega tlaka ter anemije (slabokrvnosti). Še posebej nevarno je za fetuse, majhne otroke ter nosečnice. Otroci lahko imajo posledično motnje učenja, vedenjske težave ter mentalne retardacije.

Železo v ogromnih količinah lahko povzroči komo, ali pa celo smrt. [32]

### **3.3.11 Aluminij**

Prevelika količina aluminija v zaužiti vodi lahko povzroči slabost, diarejo, razjede ust in/ali kože, izpuščaje ter artritično bolečino. Vendar pa ni znanih dolgoročnih posledic izpostavljenosti aluminiju v vodi. [4]

### **3.3.12 Baker**

Čeprav je baker nujno potreben za zdravje, pa lahko prevelika količina le-tega v vodi povzroči slabost, trebušne krče, diarejo, v ogromnih količinah pa tudi odpoved ledvic in jeter, v skrajnem primeru pa smrt. [25]

### **3.3.13 Kloridi**

Kloridi sami po sebi nimajo škodljivih učinkov na naše zdravje. Kvečjemu so potencialno nevarni lahko natrijevi kloridi.



### **3.3.14 Cink**

Posledice prevelike količine cinka v zaužiti vodi so trebušni krči ter slabost. Uživanje takšne vode za daljše obdobje (nekaj mesecev) pa lahko povzroči slabokrvnost, poškoduje trebušno slinavko ter zniža vsebnost HDL holesterola. [26]

### **3.3.15 Kadmij**

Prevelika koncentracija kadmija v vodi lahko povzroči trebušne bolečine, slabost ter krvavitve v črevesju. Škodijo pa lahko že nekoliko nižje količine kadmija v vodi, a po daljšem času. Pride lahko do poškodbe ledvic, kosti, pljuč, jeter in živčnega sistema, povzroči lahko tudi raka. [8] [9]

### **3.4 Mikrobiološki parametri**

V pitni vodi se določajo fekalne bakterije (*Escherichia coli*, enterokoki), in indikatorske bakterije (koliformne bakterije, število kolonij pri 22 °C in pri 37 °C). Rezultati se ocenjujejo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov.

#### **3.4.1 Koliformne bakterije**

Koliformne bakterije so mikroorganizmi, ki so široko uporabljeni kot indikator kvalitete voda. Med koliformnimi bakterijami najdemo vrste, katere so lahko dalj časa prisotne v okolju, prsti, blatu. [10]

Mejna vrednost za število koliformnih bakterij je 0/100mL. [24]

##### **3.4.1.1 Escherichia Coli**

*E. coli* (*Escherichia coli*) je vrsta koliformnih bakterij, ki se navadno nahaja v želodcu in črevesju, posledično pa v blatu ter odplakah. Iz tega razloga jih lahko uporabimo kot dokaz za prisotnost fekalne onesnaženosti vode. [11]

Mejna vrednost za število *E. coli* v pitni vodi je 0/100 mL. [24]

#### **3.4.3 Enterokoki**

Enterokoki (rod *Enterococcus*) so po Gramu pozitivni koki, ki so prisotni v črevesju oz. blatu ljudi in živali, zato se upoštevajo kot zanesljivi fekalni indikatorji vode. [3] Če jih najdemo prisotne v vodi, kjer drugih bakterij ni, gre za starejše fekalno onesnaženje, saj se v vodi ohranijo dlje kot *E. coli*. [21] Mejna vrednost za število enterokokov je 0/100mL.

Mejna vrednost za enterokoke v pitni vodi je 0/100 mL. [24]

#### **3.4.4 Število kolonij pri 22°C**

S tem parametrom določamo število bakterij, ki so lahko v vodi prisotne kot del normalne flore, pri čemer pa nenadno povečanje v številu teh bakterij lahko pomeni motnjo v sistemu za oskrbo z vodo. [21]

Mejna vrednost za število kolonij pri 22°C je po Pravilniku o pitni vodi "brez neobičajnih sprememb". [24]

### **3.4.5 Število kolonij pri 37°C**

S tem parametrom določamo število bakterij, ki so indikator motenj v oskrbi z vodo. Podatek je izhodišče za oceno stanja celega sistema. [21]

Mejna vrednost za število kolonij pri 37°C je manj kot 100/mL. [24]

Mikrobiološko neskladnost vode ocenjujemo skupaj z vrednostmi ostalih parametrov. V kolikor ocenimo, da gre pri ugotovljeni bakteriološki neskladnosti za fekalno onesnaženje te vode, taka voda lahko ogroža zdravje ljudi. Brez ustrezne priprave (prekuhanja), voda ni primerna za uporabo kot pitna voda. [21]

## **4 METODOLOGIJA DELA**

S pomočjo preučevanja pisnih in internetnih virov sva zbrali informacije o dognanjih in teoriji vsebine najine raziskovane naloge. Pri izbiri vodnih virov so nama pomagali znanci, ki te vire sami redno uporabljajo in so potrdili, da jih tudi peščica drugih ljudi. S terenski delom in izvedbo kemijske analize, mikrobiološke analize, ter čebulnega testa, sva zbrali podatke, na podlagi katerih sva z metodo primerjave in statistične obdelave prišli do zaključkov najine raziskovane naloge. Vir informacij so prav tako bili: najini mentorici, ter osebje NLZOH.

### **4.1. Vzorčenje**

Vzorke vode za kemijsko analizo sva natočili v steklenico s prostornino 1000 mL, vzorce vode za mikrobiološko analizo pa v sterilne kontejnerje s prostornino 500 mL. V Studencih, kjer je za dotok vode potrebno odpreti pipico, sva vodo pred odvzemom pustili teči, da bi se izognili morebitni zastali vodi.

Za kemijsko analizo sva vodo odvzeli dvakrat, v časovnem razmiku enega meseca. Vodo za mikrobiološko analizo sva prav tako odvzeli dvakrat, v časovnem razmiku enega tedna. Med odvzemom in analizo sva vse vzorce hranili na primerni nizki temperaturi.

Med prvim odvzemom za mikrobiološko in hkrati drugim za kemijsko analizo je snežilo, v času drugega odvzema za mikrobiološko analizo, pa je bilo neurje.

## 4.2 Vzorec

### 4.2.1 Radizel (1)



Slika 1: Odvzemno mesto 1 - Radizel

Izvir Curlek se nahaja v Radizelu, na cesti R2-430, za avtobusno postajo Radizel 63. Vir je urejen, obdan s kamnitim zidom, voda iz kovinske cevi teče neprestano. Mesto je popolnoma dostopno z avtomobilom.

Koordinate odvzemnega mesta so  $46^{\circ}28'10.1''N$   $15^{\circ}39'25.4''E$  (Glej Prilogo 1).

#### 4.2.2 Hrastje (2)



Slika 2: Odvzemno mesto 2 - Hrastje

Odvzemno mesto 2 se nahaja v gozdu v Hrastju. Je edino odvzemno mesto brez kovinske cevi, skozi katero bi pritekala voda. Voda je iz potoka, ki skozi gozd priteče po hribu navzdol, po kovinskem žlebu speljana nekoliko više, tako da voda na koncu žleba curlja nazaj v potok. Žleb je podprt z lesenim podstavkom. Mesto je popolnoma dostopno z avtomobilom.

Koordinate odvzemnega mesta so 46°31'36.6"N 15°34'33.0"E (*Glej Prilogo 2*).

### 4.2.3 Činžat (3)



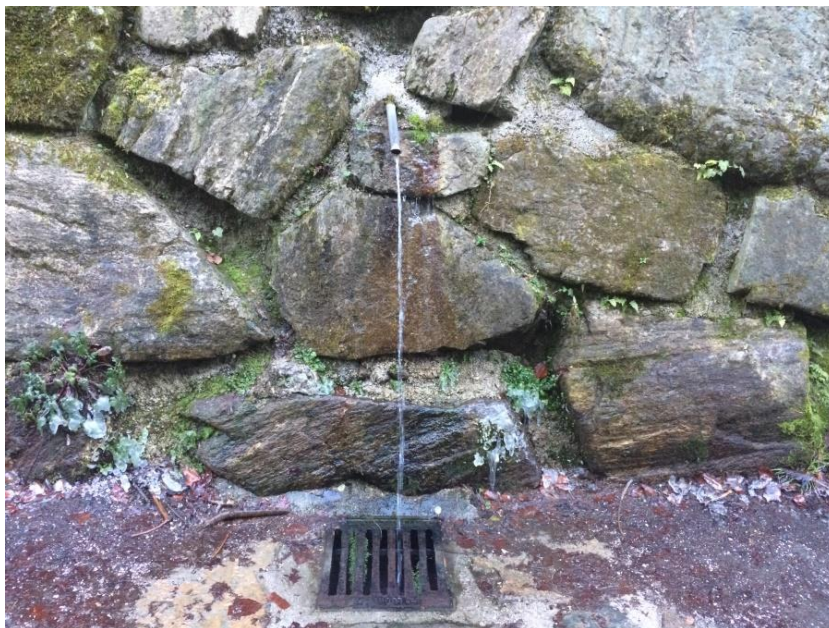
Slika 3: Odvzemno mesto 3 - Činžat

Odvzemno mesto 3 se nahaja v Činžatu (območje, ki meji na Puščavo), ob cesti R3-705, na stranski cesti ob mostu čez reko Radeljno. Mesto je dostopno z avtomobilom, vendar je ustavljanje v neposredni bližini nekoliko nerodno. Voda neprestano teče iz kovinske cevi.

Koordinate odzjemnega so  $46^{\circ}33'07.0''\text{N}$   $15^{\circ}25'22.4''\text{E}$  (Glej Prilogo 3).



#### 4.2.4 Bresternica (4)



Slika 4: Odvzemno mesto 4 - Bresternica

Odvzemno mesto 4 je popolnoma dostopno z avtomobilom. Vir se nahaja na cesti RT-937. V neposredni bližini je možno z avtomobilom tudi ustaviti. Voda neprestano teče iz kovinske cevi.

Koordinate odvzemnega mesta so  $46^{\circ}34'48.3''\text{N}$   $15^{\circ}33'56.7''\text{E}$  (Glej Prilogo 4).



#### 4.2.5 Studenci (5)



Slika 5: Odvzemno mesto 5 – Studenci

Odvzemno mesto 5 se nahaja ob župnijski cerkvi sv. Jožefa na Studencih, na ulici Ob izvirkih. Gre za Jožefov studenec, ki je bil zgrajen leta 1930, leta 2002 pa je bil obnovljen in priključen na Mariborski vodovod. Pred odvzemom vode je potrebno odpreti kovinsko pipico.

Koordinate odvzemnega mesta so  $46^{\circ}33'26.7''N$   $15^{\circ}37'52.2''E$  (Glej Prilogo 5).

### 4.3 Kemijska analiza

Analize sva opravili v laboratoriju na CČN. Namen je bil preveriti kvaliteto vode izbranih vodnih virov v skladu s fizikalnimi in kemijskimi parametri zapisanimi v pravilniku o pitni vodi.

#### Oprema in pribor:

- steklenice (1L) za zajemanje vzorcev
- fotometer (MERCK, NOVA 60)
- termoreaktor (MERCK, TR 420)
- multimeter (Hach, HQ40d multi)
- avtomatske pipete
- birete, čaše, erlenmajerice

Tabela 1: Standardi za kemijske parametre (vir: Merck priložena navodila)

PARAMETER	ENOTA	STANDARD
temperatura	°C	DIN 38404-C4
pH		SIST ISO 10523
električna prevodnost	µS/cm	
trdota	°N	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	ISO 7150/1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	ISO 7890/1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	SIST ISO 6978/1
KPK	mg/L	ISO 15705
Sulfat SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	
Železo Fe	mg/L	
Aluminij Al	mg/L	ISO 10566 E30
Baker Cu	mg/L	
Svinec Pb	mg/L	
Kloridi Cl <sup>-</sup>	mg/L	
Cink Zn	mg/L	
Kadmij Cd	mg/L	



Slika 6: Vzorci vseh odvzemnih mest za kemijsko analizo

#### 4.3.1 Karbonatna trdota

Z merilnim valjem odmerimo 100 mL vode, ki jo prelijemo v erlenmajerico in ji dodamo indikator metil oranž. Nato počasi titriramo z 0,1 N HCl do preskoka rumene barve v čebulno.

Preberemo količino titrirane NCl, ter trdoto preračunamo v nemške stopinje.

Račun:  $V_{\text{HCl}} \times n_{\text{HCl}} \times M(\text{CaO})/2 = V_{\text{HCl}} \times 0,1 \times 28 = \dots\dots \text{°N}$  (nemške stopinje)

#### 4.3.2 Določanje amonija

Amonijevi ioni reagirajo s hipokloritom in tvori monokloramin. S substitucijo fenola nastane indofenol, ki ga določimo fotometrično (s fotometerom MERCK Spectroquant NOVA 60).

#### 4.3.3 Določanje nitrata $\text{NO}_3$

Nitratni ioni tvorijo v raztopini žveplene in fosforjeve kisline z 2,6 dimetilfenolom oranžno obarvan 4-nitro-2,6 dimetilfenol, katerega koncentracijo lahko določimo s fotometrom MERCK Spectroquant NOVA 60. Metoda določanja nitrata temelji na ISO 7890/1 standardu.

#### 4.3.4 Določanje nitrita NO<sub>2</sub>

Nitritni ioni reagirajo s 4-aminobenzenžvepleno kislino, nastane diazonijeva sol, ki reagira z N-(1-haftil)etilendiamin dihidroklorid, ki se obarva rdeče-vijolično. Parameter določimo s fotometerom MERCK Spectroquant NOVA 60.

#### 4.3.5 Določanje ortofosfata

Ortofosfatni ioni tvorijo v raztopini žveplene kisline molibdenove ione, torej molibdenfosfatno kislino. Ta se z askorbinsko kislino reducira v modro obarvan fosformolibden, ki pa se lahko določi fotometrično. Metoda določanja fosforja je standardizirana na podlagi ISO 6878 standarda.

#### 4.3.6 Določanje KPK

Vzorec se oksidira z vročo žvepleno kislino raztopine kalijevega dikromata in srebrovega sulfata kot katalizatorja. Metoda določanja KPK (kemijska potreba po kisiku) temelji na ISO 6060 standardu.



Slika 7: Termoreaktor

#### **4.3.7 Določanje sulfatov**

Sulfatni ioni reagirajo z barijevimi ioni in tvorijo rahlo topen barijev sulfat. Motnost, ki je rezultat reakcije, merimo fotometrično.

#### **4.3.8 Določanje železa (Fe)**

Vsi Fe ioni se reducirajo v Fe(II) ione v askorbinski kislini. V tioglikolatnem pufri ti reagirajo s triazin derivatom in formirajo rdeče-violični kompleks, ki ga določimo fotometrično.

#### **4.3.9 Določanje aluminija (Al)**

Rahlo kislja acetatno puferska raztopina Al ionov reagira s kromazurol S in formira modro-violično komponento, ki jo določimo fotometrično.

#### **4.3.10 Določanje bakra (Cu)**

V amonijevem mediju Cu(II) ioni reagirajo z cuprizone in formirajo moder kompleks, ki ga določimo fotometrično.

#### **4.3.11 Določanje svinca (Pb)**

V alkalni raztopini Pb ioni reagirajo z 4-(2'-piridilazo)resorcinol (PAR) in formira rdeče obarvan kompleks, ki ga določimo fotometrično.

#### **4.3.12 Določanje kloridov (Cl<sup>-</sup>)**

Kloridni ioni reagirajo z živosrebrovim(II)tiocianatom in formirajo rahlo netopen živosrebrov(II)klorid. Izločen tiocianat reagira z železovimi(III)ioni in formira se rdeče obarvan železov(III)tiocianat, ki ga določimo fotometrično.

#### **4.3.13 Določanje cinka (Zn)**

V alkalni raztopini Zn ioni reagirajo s piridilazoresorcinolom, ki formira rdeče obarvan kompleks.

#### **4.3.14 Določanje kadmija (Cd)**

V alkalni raztopini Cd ioni reagirajo s cation derivatom (casion = trivialno ime za 1-(4-nitrofenil)-3-(4-fenilazofenil)triazin), ki formira rdeče obarvan kompleks. [15]

#### **4.4 Mikrobiološka analiza**

»Fekalno onesnaženje lahko dokazujemo s prisotnostjo bakterij indikatorjev fekalnega onesnaženja. Če v vodi ugotovimo prisotnost bakterij fekalnih indikatorjev, lahko pričakujemo tudi prisotnost oziroma tveganje za prisotnost patogenih mikroorganizmov. Najpomembnejši indikatorji fekalnega onesnaženja so bakterije E. coli in enterokoki.« (Uvedba colilert in entrolert metode, str. 1)

Mikrobiološke analize so bile opravljene na NLZOH. Uporabili smo naslednje mikrobiološke tehnike:

- določanje skupnega števila bakterij pri 37°C in 22°C (ISO 6222:1999 metoda prelitja)
- določanje prisotnosti koliformnih bakterij (ISO 9308-1:2014 membranska filtracija)
- določanje prisotnosti E. coli (ISO 9308-1:2014 membranska filtracija)
- določanje prisotnosti enterokokov (ISO 7899-2: 2000 membranska filtracija)

#### 4.4.1 Določanje skupnega števila bakterij pri 37°C in 22°C

Metoda prelitja je uporabna za določanje števila mikrobov v 1 mL tekočine.

Oprema in pribor:

- petrijevke,
- gorilnik,
- PCA agar ("plate count agar")

Postopek:

1 mL vzorca pipetiramo v prazno sterilno petrijevko, ter ga prelijemo s PCA agarjem, pri čemer je potrebno upoštevati aseptično okolje 20 cm okoli plamena. Nato petrijevke premikamo v obliki osmice, kar premeša vzorec. Počakamo da se strdi, sledi inkubiranje na 36°C za 48 ur in 22 °C za 72 ur. Po končani inkubaciji preštujemo število nastalih kolonij. Pri štetju je potrebno upoštevanje merilne negotovosti – število prešteti kolonij lahko variira, saj je upoštevanje nekaterih kolonij, predvsem manjših, relativno in odvisno od posameznika. Izkušeni laboranti pogosto naštejejo več kolonij, kot neizkušeni.



Slika 8: Priprava vzorcev za metodo prelitja



### 4.3.2 Določanje prisotnosti koliformnih bakterij in enterokokov

Za določanje števila koliformnih bakterij se uporablja t.i. metoda membranske filtracije (ISO metoda 6222:1999). Membranska filtracija je metoda, ki nam omogoča določanje števila v vzorcih z nizkim številom bakterij (koliformnih bakterij, E. coli, enterokokov) v določenem volumnu vode.

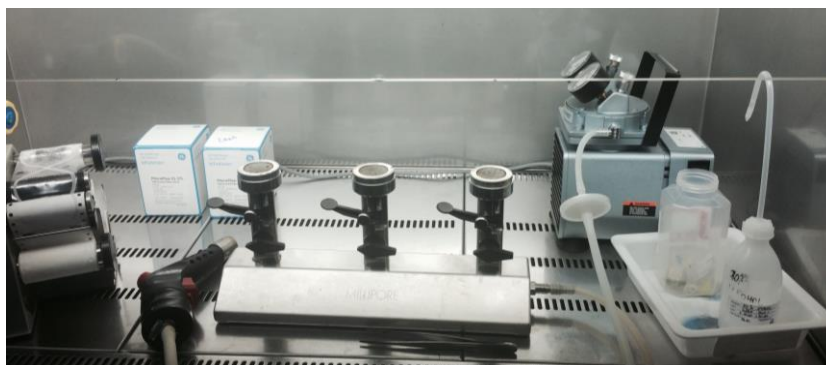
#### Oprema in pribor:

- pinceta za membransko filtracijo – nosilec membrane,
- petrijevke z gojišči,
- naprava za filtracijo
- vakuumsko črpalka,
- gorilnik, inkubator
- Inkubator kontroliran na  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$

Gojišča: koliformne bakterije in Escherichia coli : CCA (kromogeni agar za določanje koliformov); enterokoki: MEA (m Enterococcus agar po Slanetz and Bartley)

#### Postopek:

Pripravimo vzorce vode, odvzete v sterilne kontejnerje. Nato z etanolom razkužimo pinceto in jo ožgemo. Aseptično položimo sterilno membrano v nastavek za membrane v napravi za filtracijo. V čašo filtracijske naprave nalijemo volumen vode (100 mL) in ga filtriramo skozi membranski filter. To storimo tako, da vključimo vakuumsko črpalko in pustimo, da se vsa vsebina prefiltrira. Vsi preiskovani mikroorganizmi ostanejo na membrani.



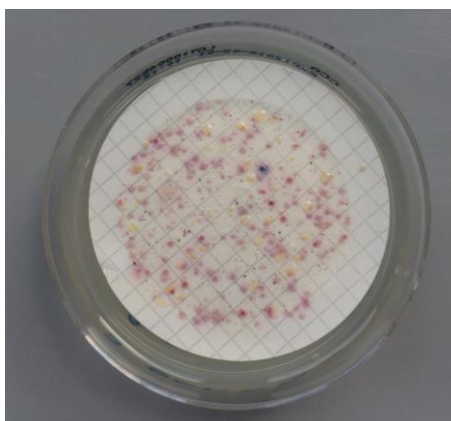
Slika 9: Naprava za membransko filtracijo



Membrano nato aseptično prenesemo v petrijevko s primernim gojiščem za izolacijo fekalnih koliformnih mikroorganizmov ali enterokokov. Poskušamo se izogniti nastajanju mehurčkov med površino membrane in gojiščem. Za vsako skupino mikroorganizmov izberemo novo membrano (za koliformne, za enterokoke) in ponovimo postopek vstavljanja membrane in filtracije določenega volumna vzorca vode.

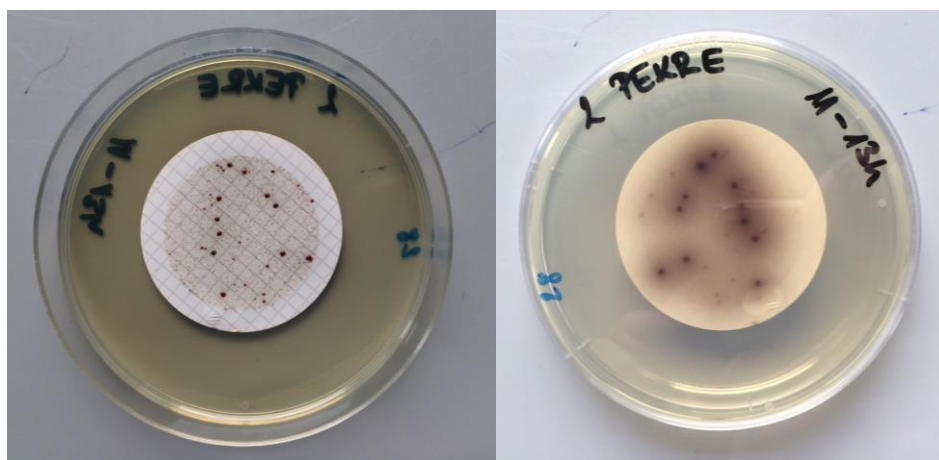
Pripravljene petrijevke z gojišči in membranami postavimo v inkubator na 36°C. Inkubiramo 24 ur za koliformne mikroorganizme in 48 ur za enterokoke. Med inkubacijo se na membrani pojavijo značilne kolonije;

- CCA gojišče: vijolične kolonije, modre kolonije



Slika 10: Značilne vijolične ter modre kolonije

- MEA gojišče: rjave drobne kolonije



Slika 11: Kolonije enterokokov

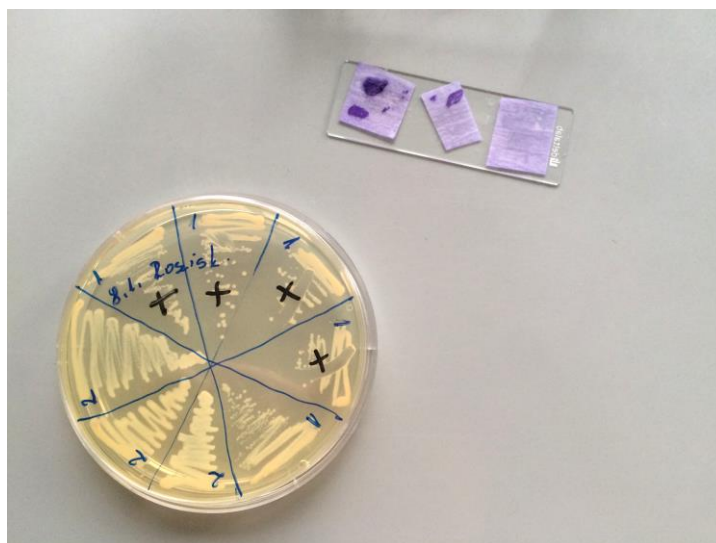
Kolonije preštajemo (če so prisotne). [16]

Za modre kolonije lahko vemo, da so kolonije E. coli. Na vijoličnih in rjavih kolonijah pa je potrebno izvesti **potrditveni test**, da lahko rečemo, da so koliformne bakterije oz. enterokoki.

Membrane, na katerih so se razvile rjave bakterijske kolonije, prenesemo na žolč eskulin agar. Ponovno inkubiramo, 4 ure na 44°C. Če kolonije počrniijo, smo potrdili prisotnost enterokokov.

Sum na koliformne bakterije vijoličnih kolonij potrdimo z oksidaznim testom, s katerim ugotavljamo prisotnost encima citokrom c, ki je del dihalne verige. [1]

Najprej določen delež vijoličnih bakterij prenesemo iz neselektivnega na selektivno gojišče s TSA agarjem, nato inkubiramo 24 ur.



Slika 12: Oksidazni test Radizela ter Hrastja

Košček filter papirja omočimo z oksidaznim reagentom (tetrametil-p-fenilendiamin dihidroklorid, ki je prejemnik elektronov). Na papir nato s sterilno ezo naneseemo bakterijsko kulturo iz TSA agarja.

Intenzivno vijolično obarvanje kulture (v času 30 sekund) kaže na prisotnost encima (obarvajo se oksidaza pozitivne bakterije). V primeru, da do obarvanja ne pride, gre za oksidaza negativne bakterije; v našem primeru smo potrdili prisotnost koliformnih bakterij.

### 4.3.3 Čebulni splošni toksični test

Od stopnje onesnaženosti posameznega vzorca vode je odvisna hitrost rasti in dolžina koreninic testne rastline mlade čebule (Čebulni cepa L.). Strupene snovi namreč upočasnjujejo (inhibirajo) in zaustavljajo rast koreninic testnih rastlin. Količina strupenih snovi v vodi je obratno sorazmerna z dolžino koreninic čebulic iz te vode. [12]

V najini nalogi sva merili samo povprečno spremembo dolžine koreninic na dan, da bi ugotovili, ali kateri izmed vodnih virov posebej odstopa od ostalih in ali se pojavi razlika med Studenci (ki so priključeni na Mariborski vodovod in jih zato v tem poizkusu uporabimo kot kontrolni vzorec) in ostalimi vodnimi vir. S tem sva ugotovili, ali ima kateri izmed testiranih vodnih virov povečano količino snovi, ki bi ustavile ali zavirale rast čebulnih koreninic.

Meritev sva izvedli na dveh različnih vzorcih vode, ki sva jih odvzeli v časovnem razmiku enega mesca.

#### Oprema in pribor:

- epruvete
- stojala za epruvete
- vzorci vode
- čebulice
- ravnilo

#### Postopek:

Epruvete do konca napolnimo z vodo in vanje položimo čebulice, tako da je spodnji del čebulice v vodi. Za vsak vzorec vode je 5 epruvet, vsaka čebulica je v svoji epruveti.

Vodo vsak dan dolijemo, po nekaj dneh vodo tudi zamenjamo.

Po določenem številu dni izmerimo dolžino koreninic. Midve sva dolžino koreninic prvič izmerili po petih dneh, drugič pa po osmih dneh (tri dni kasneje, kot prvič), nato pa izračunali povprečno spremembo dolžine v enem dnevu.



Slika 13: Čebulni test na 2. vzorcu Radizela

## 5 REZULTATI IN ANALIZA

### 5.1 Kemijska analiza

odvzem vzorca: 13. december 2016

analiza: 29. december 2016

Tabela 2: Rezultati prve kemijske analize

Parameter	Enota	Območje meritve	Mejna vrednost	1	2	3	4	5
				Radizel	Hrastje	Činžat	Brestrnica	Studenci
temperatura	oC			21	21	21	21	21
električna prevodnost	μS/cm		<b>2500</b>	-	-	-	-	-
pH			<b>6,5 -9,5</b>	5,6	6,9	7,4	7,1	7
trdota	oN			1,96	2,1	6,72	3,36	12,6
amonij NH <sub>4</sub>	mg/L	0,01-2,0	<b>0,5</b>	0,02	< 0,01	0,09	0,02	< 0,01
nitrat NO <sub>3</sub>	mg/L	0,5-25	<b>50</b>	7,5	2,7	8	7,5	15,1
nitrit NO <sub>2</sub>	mg/L	0,01-0,7	<b>0,5</b>	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
fosfati PO <sub>4</sub>	mg/L	0,05-5,0		0,25	0,21	0,43	1,69	2,49
KPK	mg/L	10-150		0	7	0	0	3
Sulfat SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	50-500	<b>250</b>	11	14	15	19	33
Železo Fe	mg/L	0,05-4,0	<b>0,2</b>	0	0	0	0	0
Aluminij Al	mg/L	0,05-0,5	<b>0,2</b>	0,02	< 0,05	< 0,05	<0,05	0,02
Baker Cu	mg/L	0,05-8,0	<b>2</b>	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Svinec Pb	mg/L	0,01-0,7	<b>0,01</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kloridi Cl <sup>-</sup>	mg/L	5-125	<b>250</b>	-	-	-	-	-
Kadmij Cd	mg/L	0,025-1,0	<b>0,005</b>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001

odvzem vzorca: 6. januar 2016

analiza: 9. januar 2016

Tabela 3: Rezultati druge kemijske analize

Parameter	Enota	Območje meritve	Mejna vrednost	1	2	3	4	5
				Radi zel	Hrastje	Činžat	Brestrnica	Studenci
temperatura	°C			15,3	15,3	15,3	15,3	15,3
električna prevodnost	μS/cm		2500	100	96	243	164	600
pH			6,5 -9,5	5,4	6,6	7,3	7,2	7
trdota	°N			1,176	1,96	5,88	3,08	12,04
amonij NH <sub>4</sub>	mg/L	0,01-2,0	0,5	0,13	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02
nitratni NO <sub>3</sub>	mg/L	0,5-25	50	2,3	0,51	1,79	2,18	11,96
nitritni NO <sub>2</sub>	mg/L	0,01-0,7	0,5	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04
fosfati PO <sub>4</sub>	mg/L	0,05-5,0		0,22	0,37	0,64	0,43	2,46
KPK	mg/L	10-150		4	4	4	6	4
Sulfat SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	50-500	250	13	18	16	19	30
Železo Fe	mg/L	0,05-4,0	0,2	-	-	-	-	-
Aluminij Al	mg/L	0,05-0,5	0,2	-	-	-	-	-
Baker Cu	mg/L	0,05-8,0	2	-	-	-	-	-
Svinec Pb	mg/L	0,01-0,7	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kloridi Cl <sup>-</sup>	mg/L	5-125	250	5	5	3	4	31
Kadmij Cd	mg/L	0,025-1,0	0,005	-	-	-	-	-

Rezultat ponovne analize PO<sub>4</sub> v vzorcu Studenci (5) je bil <0,05 mg/L. Verjetno je šlo za napako pri izvedbi analize. Vsi ostali kemijski parametri ustrezajo mejnim vrednostim zapisanih v Pravilniku o pitni vodi.

## 5.2 Določanje skupnega števila bakterij pri 37°C in 22°C

Rezultati določanje skupnega števila bakterij pri 37°C in 22°C po inkubiranju.

Tabela 4: Rezultati prve analize SŠMO pri 37°C in 22°C

	1 Radizel	2 Hrastje	3 Činžat	4 Bresternica	5 Studenci
22°C	5	> 100*	69	11	> 100*
37°C	0	7	1	1	0

\*435 \*157

Tabela 5: Rezultati druge analize SŠMO pri 37°C in 22°C

	1 Radizel	2 Hrastje	3 Činžat	4 Bresternica	5 Studenci
22°C	13	> 100*	> 100*	8	10
37°C	1	64	55	2	0

\*2140 \*610

Sprememba pri SŠMO pri 22°C se pojavi v Hrastju, kjer je skupno število pri drugi analizi skoraj 5x in pa v Činžatu, kjer je število pri drugi analizi kar 9x.

Sprememba pri SŠMO pri 22°C se pojavi tudi v Studencih, kjer je pa je skupno število pri drugi analizi 1,5x manjše.

SŠMO pri 36°C pri nobenem viru ne presega mejne vrednosti predpisanega parametra (100/mL).

### 5.3 Določanje števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov

Rezultati določanja števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov, po membranski filtraciji in inkubaciji.

#### 1. analiza:

Tabela 6: Rezultati določanja števila tipičnih vijoličnih, modrih in rjavih bakterij (prve analize)

<i>št. kolonij</i>	<b>1 Radizel</b>	<b>2 Hrastje</b>	<b>3 Činžat</b>	<b>4 Bresternica</b>	<b>5 Studenci</b>
tipične vijolične kolonije	89	90	10	45	1
tipične modre kolonije (E. coli)	/	1	/	/	/
tipične rjave kolonije	/	8*	/	/	/

\*vse

potrjene

Legenda:  nad mejno vrednostjo       potreben potrditveni test

Rezultati potrditvenega testa (oksidazni test) za koliformne bakterije.

Tabela 7: Rezultati oksidaznega testa (prve analize)

	<b>1 Radizel</b>	<b>2 Hrastje</b>	<b>3 Činžat</b>	<b>4 Bresternica</b>	<b>5 Studenci</b>
št. oksidaza negativnih bakterij	0/5	2/5	5/5	0/5	0/1

število potrjenih koliformnih bakterij

0	36	10	0	0
---	----	----	---	---



Mejnim vrednostim parametrov popolnoma ustrezajo Radizel, Bresternica in Studenci. Mejno vrednost števila koliformnih bakterij (0/100mL) presega Činžat. V Hrastju se nam je po opravljeni membranski filtraciji in inkubiranju razvila ena kolonija E. coli, kar presega mejno vrednost parametra (0/100mL kolonij E. coli). Prav tako Hrastje presega mejno vrednost št. kolonij enterokokov (0/mL kolonij enterokokov).

## 2. analiza:

Tabela 8: Rezultati določanja števila tipičnih vijoličnih, modrih in rjavih bakterij (druga analiza analize)

št. kolonij	1 Radizel	2 Hrastje	3 Činžat	4 Bresternica	5 Studenci
tipične vijolične kolonije	11	> 100	> 100	17	0
tipične modre kolonije (E. coli)	/	38	/	/	/
tipične rjave kolonije	/	25*	/	/	/

\*11

potrjenih

Legenda:  nad mejno vrednostjo       potreben potrditveni test

Rezultati potrditvenega testa (oksidazni test) za koliformne bakterije.

Tabela 9: Rezultati oksidaznega testa (druga analiza)

	1 Radizel	2 Hrastje	3 Činžat	4 Bresternica	5 Studenci
št. oksidaza negativnih bakterij	0/5	4/5	2/5	4/5	/

število potrjenih koliformnih bakterij	0	> 80	> 40	17	0
--	---	------	------	----	---

Število koliformnih bakterije je nekoliko večje v Hrastju in Činžatu. Koliformne bakterije se pri drugi analizi pojavijo tudi v Bresternici, kar pomeni da število le-teh presega mejno vrednost parametra (0/100mL kolonij E. coli). Hrastje je ponovno presegalo mejno vrednost število kolonij E. coli in enterokokov, ki se je celo nekoliko povečalo.

### 5.3 Čebulni test

Dolžino koreninic sva prvič izmerili po petih dneh, drugič pa po osmih dneh (tri dni kasneje, kot prvič) in nato izračunali povprečno spremembo dolžine v enem dnevu. Meritev sva izvedli na dveh različnih vzorcih, ki sva jih odvzeli v časovnem razmiku enega mesca.

Tabeli prikazujeta dolžino koreninic po osmih dneh. Vse vrednosti so v centimetrih. (Legenda: ■ izločene čebulice)

Tabela 10: Dolžina koreninic po osmih dneh (vzorci prvega odvzema)

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<b>Radizel</b>	<b>Hrastje</b>	<b>Činžat</b>	<b>Bresternica</b>	<b>Studenci</b>
<b>1</b>	3,2	2,5	0	3,6	0
<b>2</b>	4,1	2,5	3,8	6	3
<b>3</b>	4	2	2,7	5,8	3,5
<b>4</b>	2,1	5	2,8	2,6	5,2
<b>5</b>	6	3,5	0,5	4,5	0

Tabela 11: Dolžina koreninic po osmih dneh (vzorci drugega odvzema)

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<b>Radizel</b>	<b>Hrastje</b>	<b>Činžat</b>	<b>Bresternica</b>	<b>Studenci</b>
<b>1</b>	3,9	5,5	1,2	2,5	3,7
<b>2</b>	3	6	3	3,3	2
<b>3</b>	3,5	0,3	4	2,5	1,2
<b>4</b>	2,7	4	4	1,5	3,2
<b>5</b>	3,6	4,3	3,7	7	1

Za lažje razumevanje, kako smo prišli do rezultatov, ki sledijo na naslednji strani, glej priloge 6,7,8 ter 9.

Tabeli prikazujeta povprečno spremembo dolžine koreninic v enem dnevu pri vzorcih obeh odvzemov.

Tabela 12: Povprečna sprememba dolžine koreninic v enem dnevu (vzorci prvega odvzema)

1	2	3	4	5
Radizel	Hrastje	Činžat	Bresternica	Studenci
0,50	0,40	0,98	0,61	1,18

Tabela 13: Povprečna sprememba dolžine koreninic v enem dnevu (vzorci drugega odvzema)

1	2	3	4	5
Radizel	Hrastje	Činžat	Bresternica	Studenci
0,43	0,53	0,40	0,45	0,29

Tabela prikazuje povprečno spremembo koreninic v enem dnevu. To smo izračunali tako, da smo izračunali povprečje povprečne spremembe dolžine koreninic prvega in drugega odvzema.

Tabela 14: Povprečna sprememba dolžine koreninic v enem dnevu

1	2	3	4	5
Radizel	Hrastje	Činžat	Bresternica	Studenci
0,46	0,47	0,69	0,53	0,73

Čebulni test ni pokazal pretiranih odstopanj v povprečni razliki dolžin koreninic, ki so povprečno nastale v enem dnevu, po 8 dneh. Rezultati Radizela, Hrastja, Činžata in Bresternice prav tako ne odstopajo pretirano od Studencev. Ker so Studenci priključeni na mariborski vodovod, jih uporabimo kot kontrolni vzorec.

#### **5.4 Primerjava odvzemnih mest**

Fekalno onesnaženost smo ugotovili v Hrastju, ki je izmed virov najslabše urejen, saj nima posebne pipice, voda je speljana po starem žlebu.

Radizel, Činžat in Bresternica so naravni viri s stalnim pretokom vode skozi kovinsko cevko. Rezultati analiz teh virov so pokazali, da so viri primerni za pitje, vendar zelo odvisni od vplivov okolja.

Najbolje so urejeni Studenci, kjer najdemo kovinsko pipico, ki jo je možno odpirati in zapirati, ter kamnito korito z odtokom. Analize so pokazale, da je v Studencih v vodi prisotnih najmanj bakterij.

## **6 INTERPRETACIJA**

### **6.1 Kemijska analiza**

Glede na rezultate kemijske analize, je voda vseh vodnih virov primerna za pitje, saj vrednosti vseh testiranj ustrezajo mejnim vrednostim parametrov. S tem sva potrdili svojo prvo hipotezo. Ugotovili smo, da so vsi vodni viri, razen Studencev, ki so priključeni na Mariborski vodovod, mehke vode, kar nam pokaže, da večinoma temeljijo na deževnici. To bi pomenilo, da na vire vplivajo tudi vremenske razmere, kot so sneg in nevihta, ki so bili prisotni v času odvzema.

### **6.2 Določanje skupnega števila bakterij pri 37°C in 22°**

Sprememba pri SŠMO pri 22°C se je pojavila pri nekaterih vodnih virih (Hrastje, Činžat, Studenci), vendar na podlagi tega ne moremo delati nobenih zaključkov, saj je dvakratno vzorčenje in analiziranje premalo za splošno sklepanje. Povečanje števila bakterij v Hrastju in bakterije, ki so se pri drugi analizi pojavile v Činžatu, so lahko tudi posledica dežja, saj je med odvzemom vzorcev za drugo mikrobiološko analizo deževalo. S tem ponovno potrdimo, da so vodni viri precej odvisni od vremenskih razmer in okolja. Zmanjšanje števila le-teh pri drugi analizi v Studencih je lahko posledica nepravilnega odvzemanja, pri katerem je lahko prišlo do kontaminacije.

SŠMO pri 37°C pri nobenem viru ni presegalo mejnih vrednosti, na podlagi česar bi lahko ponovno sklepali, da so vsi viri primerni za pitje. S tem sva potrdili svojo drugo hipotezo.

### **6.3 Določanje števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov**

Mejno vrednost števila koliformnih bakterij sta po prvi analizi presegala Hrastje in Činžat. Pri drugi analizi pa so se te pojavile tudi v Bresternici. Prisotnost koliformnih bakterij pomeni neprimernost za pitje. Sklepamo lahko, da je vzrok za pojav koliformnih bakterij v Bresternici vpliv okolja (vremenske razmere). V času drugega odvzema je namreč deževalo, dež pa lahko v vodo "prinese" koliformne bakterije.

Mejnim vrednostim parametrov sta popolnoma torej ustrezala Radizel in Studenci, kar ponovno potrди primernost teh vodnih virov za pitje. Težava pa se pojavi pri Hrastju,

kjer se nam razvijejo kolonije E. coli in enterokokov, ki kažejo na fekalno onesnaženost. To nam pove, da vir nikakor ni primeren za uživanje. Za Bresternico pa smo ugotovili, da je njena primernost za pitje vprašljiva in zelo odvisna od vremenskih razmer. S tem sva ovrgli svojo tretjo hipotezo.

#### **6.4 Čebulni test**

Čebulni test ni pokazal pretiranih odstopanj v povprečni razliki dolžin koreninic, ki so povprečno nastale v enem dnevu, po 8 dneh. Rezultati Radizela, Peka, Činžata in Bresternice prav tako ne odstopajo pretirano od Studencev. Ker so Studenci priključeni na mariborski vodovod, jih uporabimo, kot kontrolni vzorec. Iz tega lahko izpeljemo, da v vodah ni večje prisotnosti snovi, ki bi upočasnjevale, ali zavirale rast čebulnih koreninic, ali pa je prisotnost le-teh pri vseh virih količinsko enaka. S tem sva potrdili svojo četrto hipotezo.

#### **6.5 Primerjava odvzemnih mest**

Najlepše urejeno odzemno mesto so Studenci. Vir je priključen na vodovod, zato ocena vpliva urejenosti ni relevantna.

Pri treh virih (Radizel, Činžat in Bresternica) voda priteče po kovinski cevi. Pretok vode je stalen.

Kljub urejenosti so viri nezanesljivi. Že na osnovi dveh testiranj samo v zimskem času je bilo ugotovljeno, da vremenske razmere vplivajo na mikrobiološko analizo.

Neurejen je vir v Hrastju, za katerega so rezultati pokazali neprimernost za uživanje.

Rezultati so pokazali, da bolj, kot je odzemno mesto vodnega vira urejeno, bolj je bila voda primerna za pitje, saj je na vodni vir manj vplivalo okolje. S tem sva potrdili najino peto hipotezo.

## 7 SKLEPI

### 7.1 Zaključki

Z1: Glede na rezultate kemijske analize, je voda vseh vodnih virov primerna za pitje, razen v Studencih, kjer je veliko prevelika količina fosforja. Noben izmed ostalih vodnih virov ne presega mejnih vrednosti kemijskih parametrov po Pravilniku o pitni vodi. S tem je prva hipoteza delno potrjena.

Z2: Na podlagi rezultatov določanja SŠMO pri 37°C lahko sklepamo, da so vsi viri primerni za pitje. Na osnovi le dveh vzorčenj SŠMO pri 22°C je sicer ugotovljeno, da se je sprememba pojavila pri nekaterih vodnih virih (Hrastje, Činžat, Studenci), a tako vzorčenje in analiziranje ni zadostno za splošno sklepanje. Druga hipoteza, da noben vodni vir ne presega mejnih vrednosti parametrov SŠMO po Pravilniku o pitni vodi je delno potrjena.

Z3: Na podlagi določanja števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov sta za pitje popolnoma ustrezna Radizel in Studenci. Hrastje ni primerno za pitje (razvoj kolonij E. coli in enterokokov, ki kažejo na fekalno onesnaženost), Primernost Bresternice je vprašljiva in zelo odvisna od zunanjih dejavnikov. Tretja hipoteza, da pri nobenem izmed virov ne bomo ugotovili fekalne onesnaženosti (prisotnost E. coli in enterokokov), s tem ni potrjena.

Z4: Čebulni testi so pokazali, da v vodnih virih ni večje prisotnosti snovi, ki bi upočasnjevale, ali zavirale rast čebulnih koreninic, ali pa je prisotnost le-teh pri vseh virih količinsko enaka. S tem je četrta hipoteza potrjena.

Z5: Najlepše urejeno odzemno mesto so Studenci. Vir je priključen na vodovod, zato ocena vpliva urejenosti ni relevantna. Trije viri, kje voda priteče po kovinski cevi s stalnim pretokom vode so po rezultatih primerni za pitje. Neurejen je vir v Hrastju, za katerega so rezultati pokazali neprimernost za uživanje.

S tem je potrjena peta hipoteza, da odzemna mesta, ki imajo lepše urejeno okolico, imajo vodo, ki po predpisanih parametrih bolj ustreza definiciji pitne vode.



Ugotovljeno je bilo, da so viri nezanesljivi, saj so nenadzorovani, ni izvajanih rednih analiz ali vsaj občasnih preverjanj, tehnološko niso dobro izvedeni, kar je še toliko večji problem, saj smo ugotovili, da vremenske razmere vplivajo na mikrobiološko analizo. Izjema so le Studenci.

Skupni zaključek je, da sta vodna vira Radizel in Studenci po vseh parametrih za pitno vodo ustrezna. Pri Radizelu pa je potrebno upoštevati nepredvidljivost zaradi vplivov okolja in nerednega analiziranja.

## **7.2 Kritika naloge**

Najprej je potrebno izpostaviti, da sva analize opravljali le v enem letnem času in sicer pozimi. Velika možnost je, da bi bili rezultati analiz povsem drugačni poleti ali spomladi, še posebej v času gnojenja.

Potrebno je tudi poudariti, da sta bili izvedeni le dve analizi in sicer v kratkem časovnem razmiku, kaj pa ni dovolj, da bi lahko na podlagi tega sklepali, da so vodni viri stodstotno primerni za pitje.

Rezultati analiz so sicer pokazali, da so nekateri viri, glede na predpisane parametre, primerni za pitje, vendar pa je potrebno upoštevati, da na vire veliko vpliva tudi okolje oziroma vreme.

## **7.3 Uporabna vrednost naloge in nova vprašanja**

S to nalogo želiva o kvaliteti preučevanih vodnih virov seznaniti meščane, ki te vodne vire uporabljajo in vse, ki bi razmišljajo o uporabi.

Ker sta bili samo dve ponovitvi obeh analiz, vse pa so bile delane po vzorcih odvzetih pozimi, ostaja vprašanje, kakšni bi bili rezultati, če bi se analize naredili tudi v drugih letnih časih. Prav tako bi več ponovitev v različnih vremenskih razmerah pokazalo natančnejši vpogled v vpliv le-teh na kvaliteto voda.

Rezultati bi bili v smislu ocene ali je voda primerna za pitje bolj verodostojni, če bi po izbranih metodah analizirali več vzorcev skozi vse leto in v različnih vremenskih razmerah.

## 8 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Ljudje dandanes prekomerno posegamo v naravo. Masovna gradnja, promet, prekomerna obdelava površin in nepravilna ali prekomerna uporaba pesticidov onesnažujejo okolje. Le redki ob tem razmišljajo, da s tem škodujemo sami sebi. Počasi uničujemo naravo, ki nam daje vire za preživetje.

Ena izmed teh je tudi voda. Ta je že od prazgodovine pomemben vir za človekovo preživetje, dandanes pa tudi pomembna strateška in gospodarska dobrina. Zaradi naših neprestanih posegov pa je dobre sladke vode primerne za pitje vse manj, kar zna v prihodnosti predstavljati velik problem.

Najina naloga zadeva predvsem odgovornost za vpliv in etično obnašanje, ter spoštovanja interesov deležnikov/ interesnih skupin.

Z nalogo želiva podpreti uporabo naravnih virov, ter uporabnikom podati možnost vpogleda v kakovost vode, ki jo uživajo.

Ljudje dandanes prehitro zaupamo naravnim vodnim virom, ki se nam zdijo čisti in primerni za pitje. Nепreverjeni naravni vodni viri so nepredvidljivi, nanje pa imajo velik vpliv okolje in vremenske razmere, česar pa ljudje pogosto ne upoštevamo. Posledica tega je lahko zaužitje onesnažene vode (npr. vodni vir Hrastje), ki ima lahko hujše kratko- oz. dolgoročne posledice.

V nalogi sva analizirali pet vodnih virov.

Ugotovili, sva da je nekaj virov primernih za pitje, vsaj v času najinega testiranja. Sicer je potrebno upoštevati, da nanje vplivajo okolje in vremenske razmere, kar pomeni, da moramo vzeti na znanje, da je v času gnojenja možna onesnaženost le-teh.

Trenutno so viri torej pogojno primerni za uporabo, postavlja pa se vprašanje, ali bo tako tudi v prihodnje. Izbrani analizirani viri, niso edini viri brez upravljavca v Sloveniji, zato problem zajema večje območje, kot le okolico Maribora. Ker ti viri niso redno analizirani, ljudje tudi ne opazimo in ne posvečamo dovolj pozornosti, kaj se z njimi dogaja in ali je morda prišlo do onesnaženja in kako to vpliva na živali, ki živijo v tem

okolju. Z nalogo sva tako želeli tudi približati problem in ljudi na nek način ozavestiti, da problem obstaja.

Meniva, da je treba razmisliti, kako naše poseganje v naravo vpliva več, kot le na ljudi.

Sprašujeva se tudi, ali je etično pravilno in odgovorno, da občine, kjer se nahajajo ti vodni viri, do zdaj niso posvečale pozornosti le-tim. Etične vrednote obnašanja namreč narekujejo skrb za ljudi živali in okolje in obveze za reševanje posledic svojih aktivnosti/dejavnosti in odločitev za interese deležnikov.

## 9 SEZNAM VIROV IN LITERATURE

### 9.1 Literatura

- [1] Ihan, A., Gubina, M. (2002). *Medicinska bakteriologija z imunologijo in mikologijo*. Ljubljana: Medicinski razgledi.
- [2] Komat, A. *Nespametni bodo žejni*. (1997). Ljubljana: Co Libri.
- [3] Orožen, A., Serneč, K. (2005). *Mikrobiologija. Učbenik za farmacevtske in kozmetične tehnike*. Ljubljana: DZS.

### 9.2 Viri

- [4] *Aluminij v pitni vodi*. (Cit. 24.1.2016.) Pridobljeno s [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/chemicals/en/aluminium.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/chemicals/en/aluminium.pdf)
- [5] *Amonijak*. (Cit. 23.1.2016.) Pridobljeno s <https://sl.wikipedia.org/wiki/Amonijak>
- [6] *Amonijev ion*. (Cit. 23.1.2016.) Pridobljeno s [https://sl.wikipedia.org/wiki/Amonijev\\_ion](https://sl.wikipedia.org/wiki/Amonijev_ion)
- [7] *Bakteriološka analiza vode*. (Cit.23.1.2016.) Pridobljeno s [https://en.wikipedia.org/wiki/Bacteriological\\_water\\_analysis](https://en.wikipedia.org/wiki/Bacteriological_water_analysis)
- [8] *Cadmium in Drinking Water*. (Cit. 24.1.2016.) Pridobljeno s [http://www.health.nt.gov.au/library/scripts/objectifyMedia.aspx?file=pdf/84/33.pdf&siteID=1&str\\_title=Cadmium%20in%20Drinking%20Water.pdf](http://www.health.nt.gov.au/library/scripts/objectifyMedia.aspx?file=pdf/84/33.pdf&siteID=1&str_title=Cadmium%20in%20Drinking%20Water.pdf)
- [9] *Cadmium in Drinking-water*. (Cit. 24.1.2016.) Pridobljeno s [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/chemicals/cadmium.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/chemicals/cadmium.pdf)
- [10] *Coliform Bacteria*. (Cit. 22.1.2016) <http://www.britannica.com/science/coliform-bacteria>
- [11] *E.coli*. (Cit. 22.1.2016.) Pridobljeno s <http://www.britannica.com/science/E-coli>
- [12] Firbas, P. *Uporaba Allium metafaznega testa za določanje kakovosti okolja*. (Cit.19.1.2016.) Pridobljeno s <http://www.dana.si/Portals/0/ODani/AlliumBiometodalzhodisca.pdf>

- [13] *Fosfor*. (Cit. 23.1.2016.) Pridobljeno s <https://sl.wikipedia.org/wiki/Fosfor>
- [14] *Mehanski postopki čiščenja odpadnih vod*. (Cit. 23.1.2016.) Pridobljeno s [http://lab.fs.uni-lj.si/ltt/studij/Mehanski\\_postopki\\_ciscenja\\_odpadnih\\_vod/pdf/MP%C4%8COV%20-%20LAV1.pdf](http://lab.fs.uni-lj.si/ltt/studij/Mehanski_postopki_ciscenja_odpadnih_vod/pdf/MP%C4%8COV%20-%20LAV1.pdf)
- [15] *Merck priložena navodila*.
- [16] *Mikrobiološka analiza vode*. (Cit. 22.1.2016.) Pridobljeno s <http://lab.fs.uni-lj.si/ltt/images/stories/file/2013-2014%20okpt%20lav4.pdf>
- [17] Nahberger Marčič, V. *Vaje iz mikrobiologije*. (Cit. 21.1.2016.) Pridobljeno s [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/vs/Gradiva\\_ESS/Impletum/IMPLETUM\\_379ZIVILSTVO\\_Zivilska\\_Nahberger.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/vs/Gradiva_ESS/Impletum/IMPLETUM_379ZIVILSTVO_Zivilska_Nahberger.pdf)
- [18] *Nitrat*. (Cit. 23.1.2016.) Pridobljeno s <https://sl.wikipedia.org/wiki/Nitrat>
- [19] *Nitrit*. (Cit. 23.1.2016.) Pridobljeno s <https://sl.wikipedia.org/wiki/Nitrit>
- [20] *Oksidazni test*. (Cit. 23.1.2016.) Pridobljeno s [http://web.bf.uni-lj.si/bi/biologija-mikroorganizmov/Studenti/Gradivo/Testi.htm#Oksidazni\\_test](http://web.bf.uni-lj.si/bi/biologija-mikroorganizmov/Studenti/Gradivo/Testi.htm#Oksidazni_test)
- [21] *Opis mikrobioloških elementov, ki jih najdemo v pitni vodi*. (Cit. 22.1.2016.) Pridobljeno s <http://www.kraski-vodovod.si/natisni.asp?stran=voda-mikrobioloski-parametri&id=&sort=&index>
- [22] Petersson, J. *Nitrates in vegetables protect against gastric ulcers*. (Cit. 24.1.2016.) Pridobljeno s <http://www.uu.se/en/news/news-document/?id=173&area=2,3,16&typ=pm&na=&lang=en>
- [23] *Pour Plate Technique For Bacterial Enumeration*. (Cit. 22.1.2016.) Pridobljeno s [http://biology.clc.uc.edu/fankhauser/labs/microbiology/meat\\_milk/pour\\_plate.htm](http://biology.clc.uc.edu/fankhauser/labs/microbiology/meat_milk/pour_plate.htm)
- [24] *Pravilnik o pitni vodi*. (Cit. 23.1.2016.) Pridobljeno s <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713>

- [25] *Public Health Statement for Copper*. (Cit. 24.1.2016.) Pridobljeno s <http://www.atsdr.cdc.gov/PHS/PHS.asp?id=204&tid=37>
- [26] *Public Health Statement for Zinc*. (Cit. 24.1.2016.) Pridobljeno s <http://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=300&tid=54>
- [27] *Sulfate in Drinking-water*. (Cit. 24.1.2016.) Pridobljeno s [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/sulfate.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/sulfate.pdf)
- [28] *Testi za identifikacijo bakterij*. (Cit. 22.1.2016.) Pridobljeno s <http://web.bf.uni-lj.si/bi/biologija-mikroorganizmov/Studenti/Gradivo/Testi.htm>
- [29] *Uvedba colilert in enterolert metode za hitro mikrobiološko testiranje vod*. (Cit. 22.1.2016.) Pridobljeno s [http://www.gepgis.eu/sl/wp-content/uploads/2013/06/WP8\\_Uvedba-COLILERT-in-ENTEROLERT-METODE.pdf](http://www.gepgis.eu/sl/wp-content/uploads/2013/06/WP8_Uvedba-COLILERT-in-ENTEROLERT-METODE.pdf)
- [30] *Vode*. (Cit. 21.1.2016.) Pridobljeno s <http://www.arso.gov.si/vode/>
- [31] *Zakon o varstvu okolja (ZVO-1)*. (Cit. 23.1.2016.) Pridobljeno s <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200441&stevilka=1694>
- [32] *Lead poisoning*. (Cit. 24.1.2016.) Pridobljeno s [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/lead/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/lead/en/)
- [33] *Živilska mikrobiologija in biotehnologija*. (Cit. 22.1.2016.) Pridobljeno s [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/vs/Gradiva\\_ESS/IMPLEMENTUM\\_IMPLIETUM\\_379ZIVILSTVO\\_Zivilska\\_Nahberger.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/vs/Gradiva_ESS/IMPLEMENTUM_IMPLIETUM_379ZIVILSTVO_Zivilska_Nahberger.pdf)

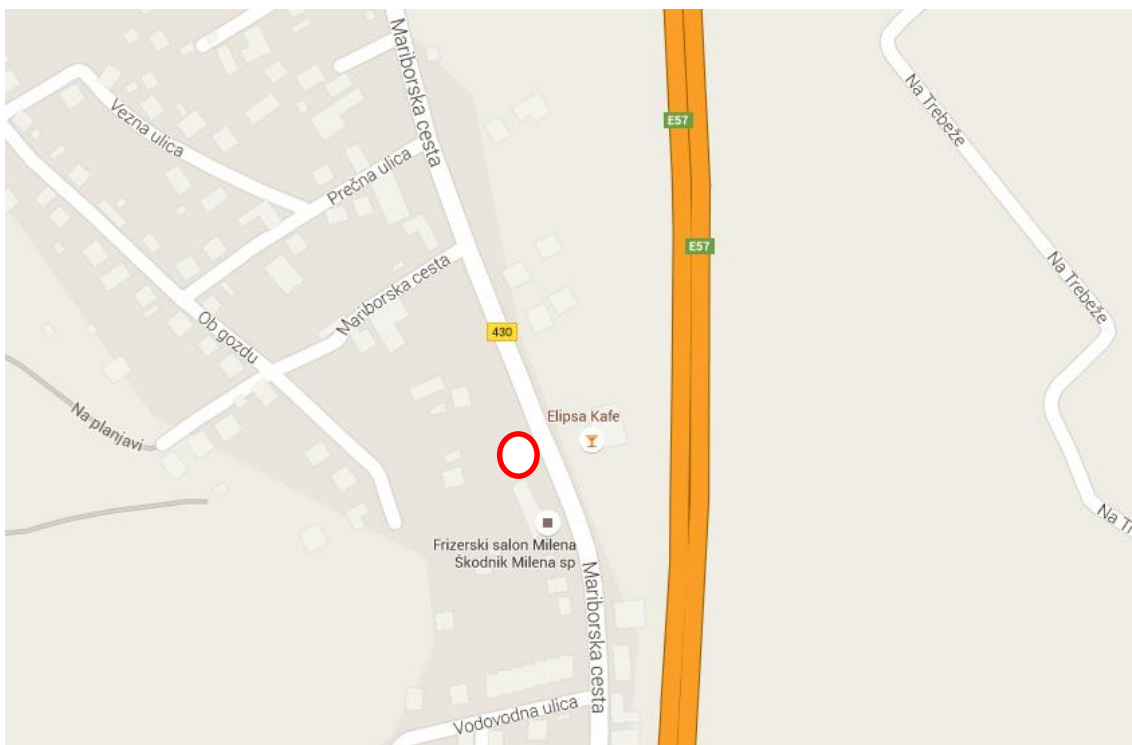
### 9.2.1 Viri slik

*Google Zemljevidi*. (Cit. 26.1.2016.) Pridobljeno s <https://www.google.com/maps>

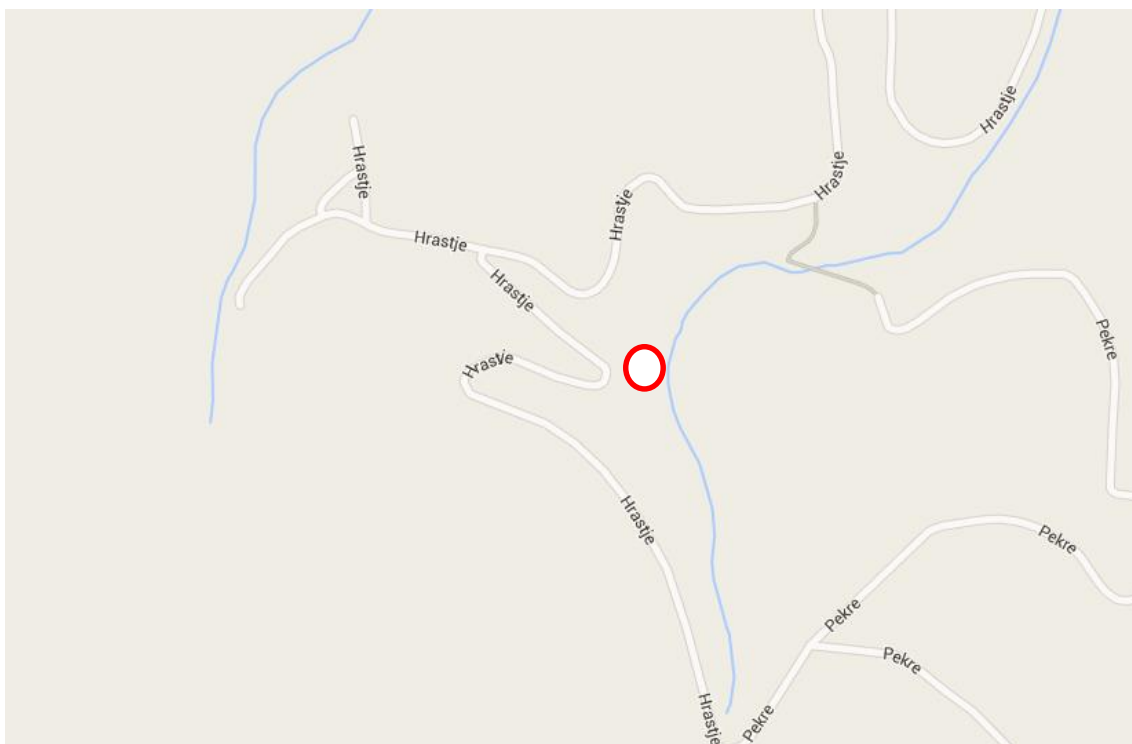
Vse ostale slike so avtorske.

## 10 PRILOGE

PRILOGA 1: odzemno mesto 1 – Radizel (vir: Google Maps)



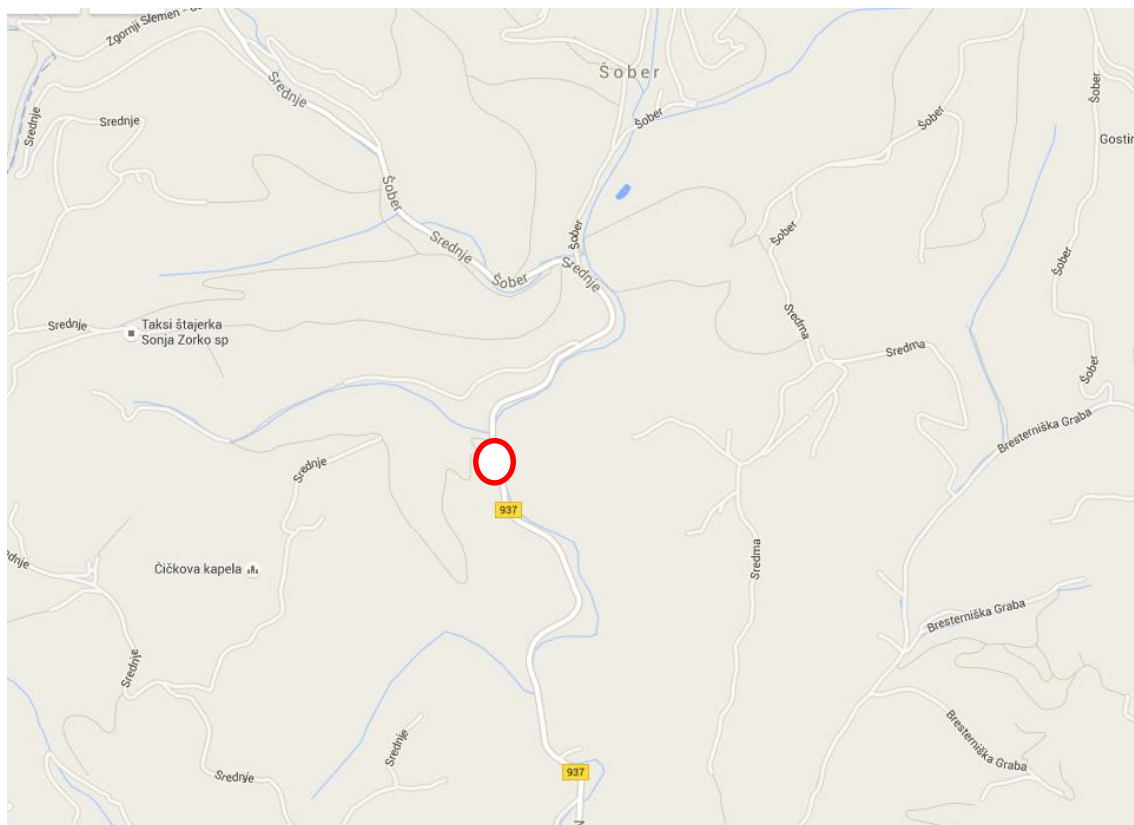
PRILOGA 2: odzemno mesto 2 - Hrastje (vir: Google Maps)



PRILOGA 3: odvezno mesto 3 - Činžat (vir: Google Maps)

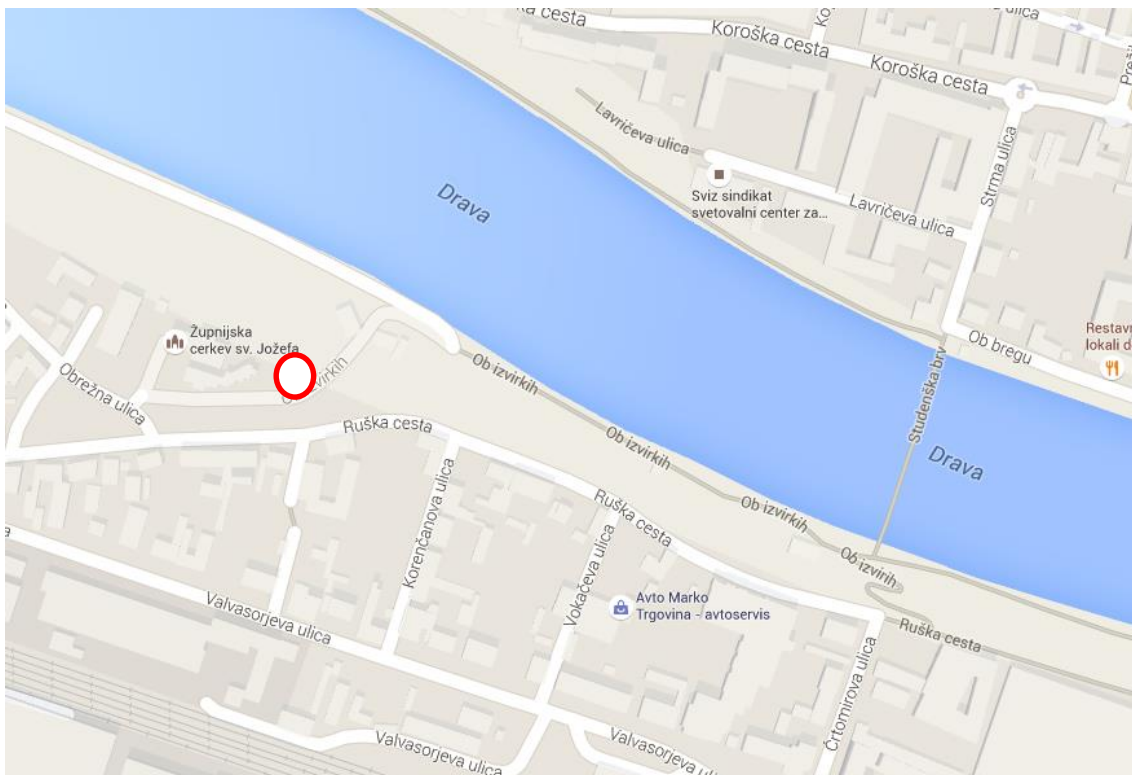


PRILOGA 4: odvezno mesto 4 - Bresternica (vir: Google Maps)





PRILOGA 5: odzemno mesto 5 - Studenci (vir: Google Maps)



PRILOGA 6: Dolžina koreninic po etih dneh in povprečna sprememba dolžine koreninic v enem dnevu

Tabela 15: Dolžina koreninic po petih dneh (vzorec prvega odvzema)

	<b>1</b> <b>Radizel</b>	<b>2</b> <b>Hrastje</b>	<b>3</b> <b>Činžat</b>	<b>4</b> <b>Bresternica</b>	<b>5</b> <b>Studenci</b>
<b>1</b>	2	2	0	1,5	0
<b>2</b>	1,8	2,4	2	2,3	2
<b>3</b>	2,5	0,6	2,6	2,6	1,6
<b>4</b>	1,6	2,2	2,1	2,2	2,3
<b>5</b>	3,4	1,3	0,4	2,1	0

0,45	0,34	1,78	0,43	1,97
------	------	------	------	------

Tabela 16: Dolžina koreninic po petih dneh (vzorec drugega odvzema)

	<b>1</b> <b>Radizel</b>	<b>2</b> <b>Hrastje</b>	<b>3</b> <b>Činžat</b>	<b>4</b> <b>Bresternica</b>	<b>5</b> <b>Studenci</b>
<b>1</b>	2,6	3,6	1,2	0,1	2,3
<b>2</b>	2,1	2,4	2,4	2,2	0,3
<b>3</b>	1,6	0,1	1,8	1,6	0,8
<b>4</b>	1,2	1,8	2,3	1,5	1,9
<b>5</b>	2,3	2,6	1,7	2,5	0,7

0,39	0,42	0,38	0,32	0,24
------	------	------	------	------

Tabeli prikazujeta dolžine koreninic (v cm) po petih in povprečno spremembo dolžine koreninic v enem dnevu.

Legenda:

- izločene čebulice
- povprečna sprememba dolžine koreninic v enem dnevu

PRILOGA 7: Razlika v dolžini koreninic po osmih in po petih dneh in povprečna spremembo dolžine koreninic v enem dnevu

Tabela 17: Sprememba dolžine koreninic v treh dneh (vzorec prvega odvzema)



	<b>1</b> <b>Radizel</b>	<b>2</b> <b>Hrastje</b>	<b>3</b> <b>Činžat</b>	<b>4</b> <b>Bresternica</b>	<b>5</b> <b>Studenci</b>
<b>1</b>	1,2	0,5	0	2,1	0
<b>2</b>	2,3	0,1	1,8	3,7	1
<b>3</b>	1,5	1,4	0,1	3,2	1,9
<b>4</b>	0,5	2,8	0,7	0,4	2,9
<b>5</b>	2,6	2,2	0,1	2,4	0
	0,54	0,47	0,18	0,79	0,39

Tabela 18: Sprememba dolžine koreninic v treh dneh (vzorec drugega odvzema)

	<b>1</b> <b>Radizel</b>	<b>2</b> <b>Hrastje</b>	<b>3</b> <b>Činžat</b>	<b>4</b> <b>Bresternica</b>	<b>5</b> <b>Studenci</b>
<b>1</b>	1,3	1,9	0	2,4	1,4
<b>2</b>	0,9	3,6	0,6	1,1	1,7
<b>3</b>	1,9	0,2	2,2	0,9	0,4
<b>4</b>	1,5	2,2	1,7	0	1,3
<b>5</b>	1,3	1,7	2	4,5	0,3
	0,46	0,64	0,43	0,59	0,34

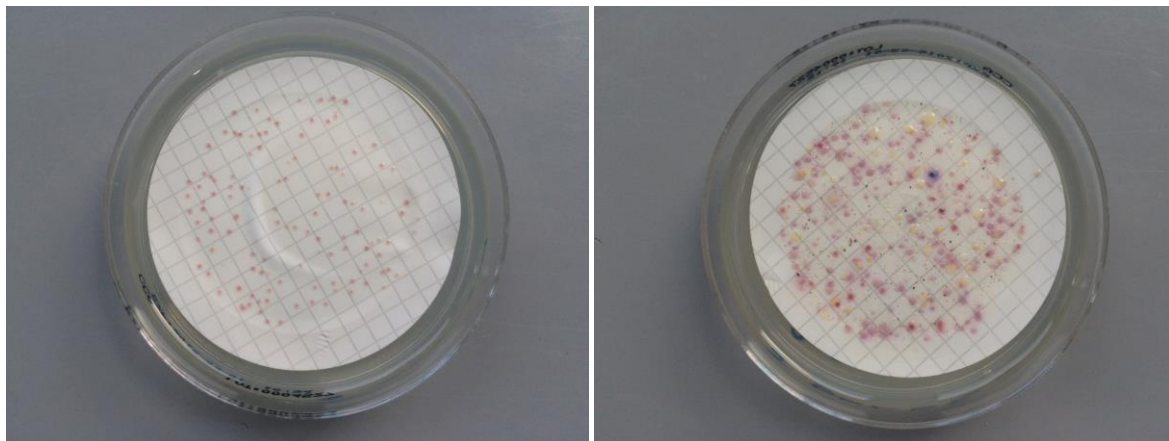
Tabeli prikazujeta razliko v dolžini koreninic po osmih in po petih dneh. S tem dobimo spremembo dolžine koreninic v treh dneh in nato izračunamo (oranžno polje).

Legenda:

-  izločene čebulice
-  povprečna rast koreninic v enem dnevu

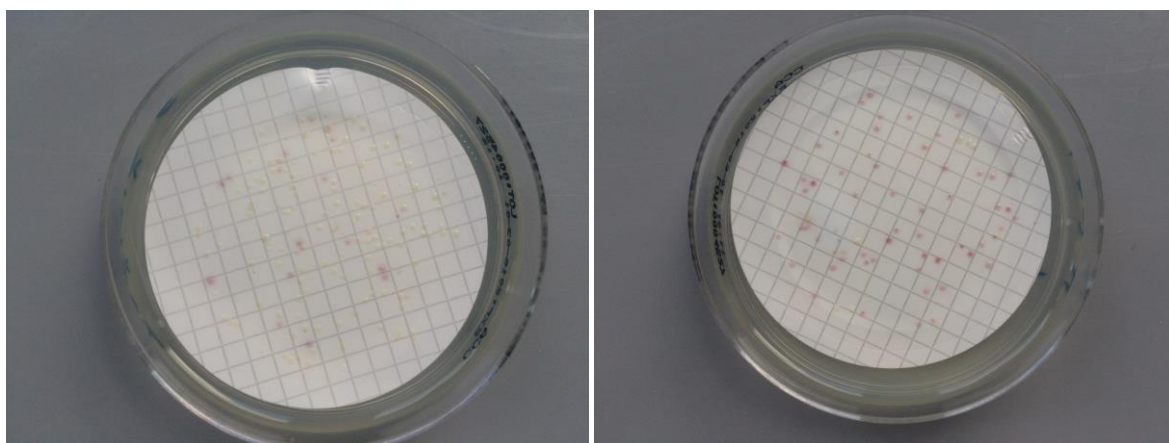
PRILOGA 8: Določanje števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov (Radizel)

PRILOGA 9: Določanje števila koliformnih bakterij, E.coli in enterokokov (Hrastje)

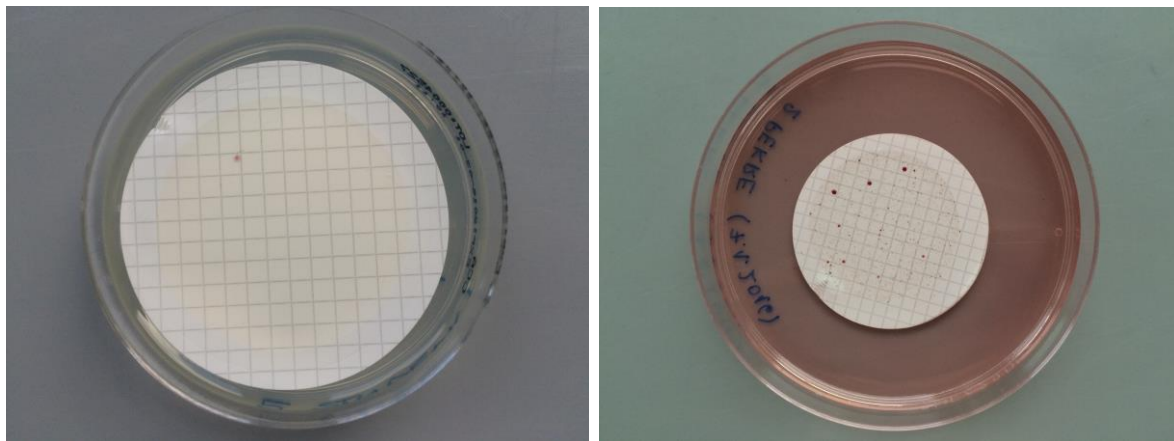


PRILOGA 10: Določanje števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov (Činžat)

PRILOGA 11: Določanje števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov (Bresternica)



PRILOGA 12: Določanje števila koliformnih bakterij, E. coli in enterokokov (Studenci)  
PRILOGA 13: Značilne kolonije (Hrastje)



PRILOGA 14: Značilne vijolične kolonije (Radizel)



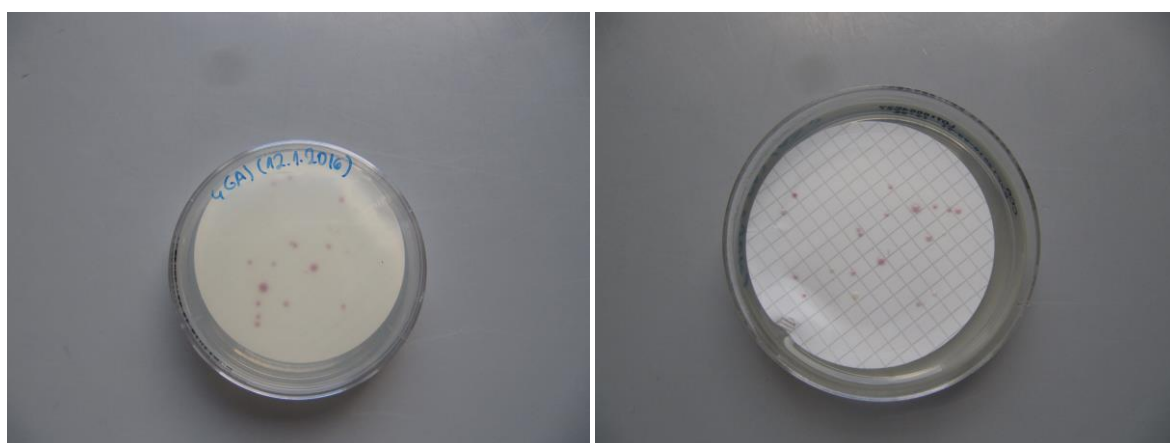
PRILOGA 15: Značilne vijolične in modre kolonije (Hrastje)



PRILOGA 16: Značilne vijolične kolonije (Činžat)



PRILOGA 17: Značilne vijolične kolonije (Bresternica)



PRILOGA 18: Rjave kolonije (Hrastje)

