

Mestna občina Celje  
Komisija Mladi za Celje

# Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

RAZISKOVALNA NALOGA

Področje: Ekologija z varstvom okolja



**Avtorji:**  
Alisa Kiker, 9.a  
Živa Nardin, 9.a  
Tilen Udovč, 9.a

**Mentor:**  
Bojan Rebernak, prof.

**CELJE, MAREC 2015**

# Osnovna šola Frana Kranjca

## **Analiza voda v Krajevni skupnosti Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica**

**»Vodni šejki« iz OŠ Frana Kranjca**

raziskovalna naloga



**Področje: Ekologija z varstvom okolja**

**Avtorji:**

Alisa Kiker, 9.a

Živa Nardin, 9.a

Tilen Udovč, 9.a

**Mentor:**

Bojan Rebernak, prof.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje  
Celje, 2015

*Voda je v nas in okrog nas. Nekaterim božanstvo, drugim svetinja, tretjim nepotrebno leglo komarjev.*

*Dušan Plut, Vode, 1995*

## Kazalo

Povzetek .....	5
1 Uvod .....	5
1.1 Namen, naslov in podnaslov raziskovalne naloge .....	6
1.2 Metode dela .....	7
1.3 Hipoteze .....	10
2 Teoretični del.....	11
2.1 Opredelitev in razlaga obravnavanih pojmov in naslova in podnaslova naloge .....	11
2.1.1 »Vodni šejki« kot prisposoda .....	11
2.1.2 Analiza in primerjava .....	11
2.1.3 Voda.....	11
2.1.4 KS Pod gradom – meja obravnavanega območja, relief in rečna mreža .....	12
2.1.5 Vzhodna Ložnica .....	14
2.2 Še o vodi .....	15
2.2.1 Pitna voda .....	18
2.2.3 Onesnaževanje voda.....	23
3 Osrednji del raziskovalne naloge.....	25
3.1 Analiza vode .....	25
3.1.1 Rezultati analize izbranih vzorcev vodovodnih, izvirskih in površinskih voda .....	26
3.2 Laboratorijsko delo na NLZOH v Celju – študij primerov dveh voda.....	38
3.2.1. Rezultati analize vzorca Dornovega studenca in Vzhodne Ložnice na NLZOH Celje .....	42
3.3 Primerjava in interpretacija naših rezultatov z rezultati NLZOH Celje .....	47
3.4 Čebulni (Allium) test .....	49
3.4.1 Preverjanje čebulnega testa .....	49
4 Intervju s kemičarko – analitičarko Ksenijo Bošnjak, univ. dipl. inž. kem. inž.....	54
5 Uganka, imenovana Dornov studenec. Intervju z domačinom gospodom Alojzijem Zupancem. ....	60
6 Anketa pred Dornovim studencem .....	64
8 Razprava .....	66
8.1 Argumentacija potrditev ali zavrnitev hipotez .....	66
8.2 Izhodišča za nadaljnje raziskovanje .....	70
9. Zaključek .....	71
10 Seznam kart, tabel, grafov, slik in fotografij.....	73
11 Viri in literatura .....	76
12 Priloge.....	78

## Povzetek

V raziskovalni nalogi je prikazana kvaliteta voda v KS Pod gradom po metodi hitrih testov. Na osnovi izbranih vzorcev voda na terenu smo določili vrednosti amonija, nitritov, fosfatov, nitratov, pH in trdoto vode. Raziskava primerja lastne dobljene rezultate in tiste, ki smo jih z analizo pridobili v laboratoriju NLZOH v Celju. V ospredje smo postavili »študij primerov« Dornovega studenca in potoka Vzhodne Ložnice. Ovrednotili smo primernost čebulnega testa v smislu razvrščanja voda po čistoči. Iskali smo povezave med onesnaženo vodo in življenjem v njej. Zanimal nas je tudi ekonomski vidik – možnost trženja pitne vode. O vodi smo se pogovarjali s sošolci, strokovnjakinjo, naključnimi obiskovalci, ki točijo vodo iz Dornovega studenca in domačinom – poznavalcem zgodovine Dornovega studenca.

Z metodo hitrih testov smo ugotovili, da nobena analizirana voda ne presega mejnih vrednosti izbranih parametrov. Analiza, ki so jo nam izvedli v laboratoriju je v Vzhodni Ložnici pokazala prekoračene dopustne vrednosti mangana in železa. V Vzhodni Ložnici smo z mikroskopiranjem našli le ličinke komarja in kremenaste alge. Naši rezultati analize pH vrednost in trdote vode so primerljivi z izsledki NLZOH. Pri določanju ostalih parametrov so bile razlike večje. Zaradi nasprotnih učinkov kemijskih snovi na rastline (čebulice) in živali ali človeka, čebulnega testa ne gre jemati preveč resno. Teoretično bi Slovenci v prihodnosti lahko postali »vodni šejki«. V praksi pa težko. Težko bi prodrli na svetovne trge z našimi znamkami ustekleničenih pitnih vod zaradi neprepoznavnosti in drugih razlogov.

**Ključne besede:** analiza vode, hitri testi, čebulni test, kakovost voda, KS Pod gradom, »vodni šejki«.

## Abstract

In our study the quality of the water in civil parish Pod gradom is presented with the Rapid Response Water Test. On the basis of the selected water samples on the field we were able to assess the concentrations of ammonia, nitrites, phosphates, nitrates as well as pH and water hardness. This investigation compares the results obtained from our analysis with the results obtained in the laboratory analysis at the National Laboratory of Health, Environment and Food Celje (NLHEF). The foreground was set on the "case studies" of Dornov studenec (a waterspring) and Vzhodna Ložnica (a stream). We evaluated the suitability of allium test for classification of waters by their purity. We were looking for a connection between polluted water and the life within it. We were also interested in the economic aspects – possibilities of marketing of drinking water. We talked to classmates, an expert, random visitors who are using water from Dornov studenec, and a local resident who knows all about the history of the spring.

The Rapid Response Water Test showed that none of the analysed water samples exceeded the limit values of selected parameters. The analysis, which was performed in the laboratory, showed exceeded values of manganese and iron in Vzhodna Ložnica. Using the optical microscopy, only the mosquito larvae and diatoms were found in the stream. Our analysis of pH value and hardness of the water is comparable with the results of NLHEF. In determining other parameters larger differences were observed. Due to diverse effects of chemical substances on plants (bulbs) compared to animals or people, the allium test is not to be taken too seriously. Theoretically, Slovenes can become "water sheiks in the future." In practice, however, it is difficult. It is hard to penetrate global markets with our brands of bottled potable water due to our poor recognisability and other reasons.

**Key words:** water analysis, rapid tests, *allium* test, water quality, civil parish Pod gradom, "water sheiks"

## 1 Uvod

### 1.1 Namen, naslov in podnaslov raziskovalne naloge

Namen raziskovalne naloge je preučiti kvaliteto izbranih površinskih voda na območju KS Pod gradom. Zanimala nas je tudi kvaliteta vode v Vzhodni Ložnici, potoku za Cinkarno, ki je bil zaradi domnevne onesnaženosti večkrat omenjen v medijih. Vodo smo kot predmet raziskave želeli navezati tudi na ostala področja.

Pred raziskavo smo si zadali naslednje **cilje**:

- pravilno odvzeti izbrane vzorce površinskih voda v KS Pod gradom,
- izvesti analizo prisotnosti določenih parametrov v vodi,
- spoznati delo v zvezi s preiskavami čistosti vode na NLZOH Celje,
- na NLZOH pod nadzorom strokovnjaka izvesti določene meritve,
- primerjati naše rezultate prisotnosti škodljivih snovi v vzorcih vode z rezultati NLZOH,
- v najbolj onesnaženi površinski vodi z mikroskopiranjem poiskati morebitne znake življenja,
- na izbranih vzorcih vode izvesti čebulni test,
- preveriti, če lahko na osnovi čebulnega testa razvrščamo vode po »čistosti«,
- poiskati uporabno »vodno« aplikacijo za pametni telefon, in jo preizkusiti v praksi,
- izvesti intervjuje s strokovnjakom za analizo voda in domačinom iz KS Pod gradom,
- izvesti anketo med uporabniki izvirske vode Dornovega studenca,
- na primeru Dornovega studenca raziskati ekonomski potencial pitne vode.

Voda je za kamninami in reliefom tretji naravnogeografski element, ki smo ga preučevali. V naslednjih letih bomo nadaljevali s preučevanjem podnebja (vremena), prsti, rastlinstva in tudi z družbenogeografskimi elementi, ki pokrajino najhitreje spreminjajo. Tako bomo dobili celovit pogled v pokrajino, v kateri živimo.

Naša vodilna hipoteza, ki smo si jo postavili bolj v šali in nas je za delo motivirala, se glasi: *Voda je neokrnjena dobrina, ki jo imamo Slovenci na pretek. Če se Arabci na Bližnjem vzhodu ponašajo z nafto in so si pridobili vzdevek »naftni šejki«, bi Slovenci s potencialom čiste pitne vode, ki jo premoremo nekoč lahko postali »vodni šejki«. Lahko bistra studenčnica iz Dornovega studenca postane »slovenski – celjski Evian«?*

(Vir: <http://www.rtv slo.si/okolje/bo-slovenija-obogatela-z-vodo-kot-savdska-arabija-z-nafto/362409> 9.4.2015).

Da pa naša raziskava ne bila preveč dolgočasna, smo glavnemu – stvarnemu naslovu dodali zanimivejši podnaslov: **»Vodni šejki« iz Osnovne šole Frana Kranjca.**

## 1.2 Metode dela

### **Pregled literature**

Je prva in poglavitna metoda raziskovalnega dela. V raziskovalni nalogi smo jo potrebovali za opredelitev obravnavanih pojmov v zvezi s tematiko, ki smo jo preučevali. Pregledali smo tudi, kaj je o izbrani temi že bilo raziskano. Literaturo smo našli v Osrednji knjižnici Celje in v šolski knjižnici. Pomemben vir informacij je bil tudi svetovni splet. Predelano literaturo smo navedli v zadnjem poglavju raziskovalne naloge, ali jo citirali kar sproti.

### **Intervju**

S to metodo smo želeli pridobiti mnenje strokovnjaka, ki analizira kvaliteto voda, in pa tudi domačinov, ki smo jih srečali na terenu. Z njimi smo opravili neformalne pogovore. Opozorili so nas na zanimivosti in probleme, ki jih v literaturi nismo zasledili. Tovrstne praktične izkušnje so nam bile v veliko pomoč pri pripravi naloge.

### **Anketa**

Anketo smo izvedli na terenu, in sicer med uporabniki vode iz Dornovega studenca 20.11. 2014. Anketa je bila izvedena neposredno na terenu med anketiranci, ki so tega dne točili vodo iz Dornovega studenca. Zbrali smo odgovore petih anketirancev, ki so privolili v anketiranje. Neformalno smo anketirali tudi sošolce, ki so na svoje pametne telefone naložili aplikacijo Drinking Water Secrets in jo preskusiti kako deluje v praksi. Resno se je odzvalo pet sošolcev.

### **Terensko delo**

Je klasična metoda raziskovalnega dela. V naravi smo odvzeli vzorce voda. Posneli smo fotografije, izvedli predvidena merjenja na terenu in se pogovarjali z domačini. Izdelali smo preprosto karto, ki prikazuje naše poti oz. točke, kjer smo na obravnavanem območju odvzeli vzorce voda.

### **Laboratorijsko delo**

Naš »laboratorij« je bila kar naša učilnica BIO-KEM, kjer smo z metodo »hitrih testov« s pomočjo reagentov iz kovčka »Aqualan« ugotavljali količino škodljivih snovi v vzorcih vode. Izbrane vzorce vode smo mikroskopirali. Obiskali smo Nacionalni laboratorij za zdravje okolje in hrano (NLZOH), Oddelek za kemijske analize v Celju, kjer smo z njihovimi napravami opravili preprostejša merjenja. Zahtevnejše meritve pa so nam prijazno opravili zaposleni na NLZOH Celje.

### **Metoda »Drinking Water Secrets«**

Pri preučevanju vode smo preizkusili aplikacijo »Drinking Water Secrets«, ki je narejena za uporabo na »pametnem telefonu« oz. androidu in spada med sodobne metode. Aplikacija nam omogoča vpogled v čistočo vode, ki jo pijemo. Vsebuje slike, videoposnetke in podatke o vodi.

Aplikacija nam pokaže:

- različne tehnike in načine prečiščevanja vode iz narave s filtriranjem (solarni im biopeščeni način),
- podatke o ustekleničeni vodi,
- potek in posnetek proizvodnje ustekleničene vode,
- koliko vode je primerno spiti za naše zdravje,
- kako izgubiti kilograme s pitjem vode,
- dejstva o vodi in novice, ki se ves čas posodablajo,
- škodljivosti fluorida v vodi in kako se ga znebiti iz telesa.

**Poudariti moramo, da slednja metoda ni preveč reprezentativna. V raziskavo smo jo vključili z namenom, da motiviramo sošolce, saj klasično pisno anketo niso vzeli resno. Aplikacija »Drinking Water Secrets« pa jih je pritegnila do te mere, da so jo preizkusili na svojih pametnih telefonih in nam povedali svoje mnenje o njeni uporabnosti.**

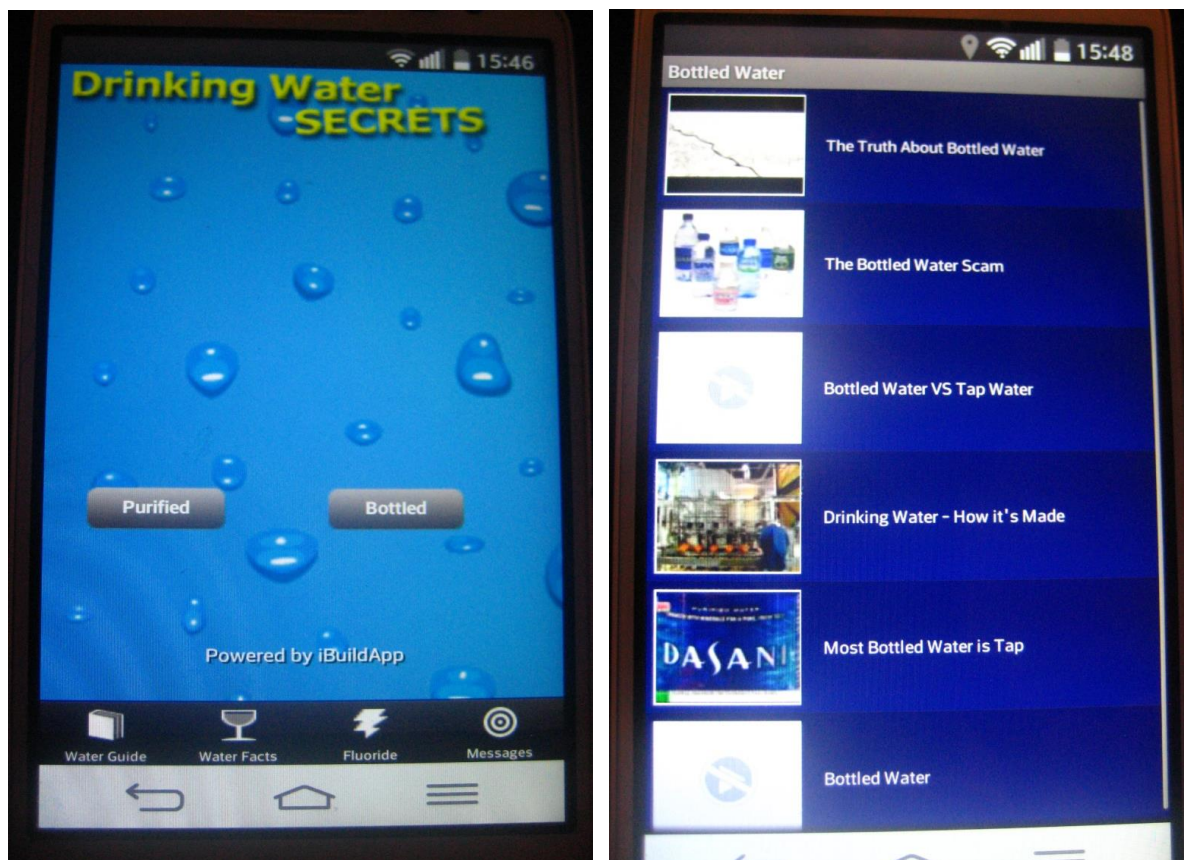


Odzvalo se je pet sošolcev. Sošolec Luka je o aplikaciji povedal naslednje:

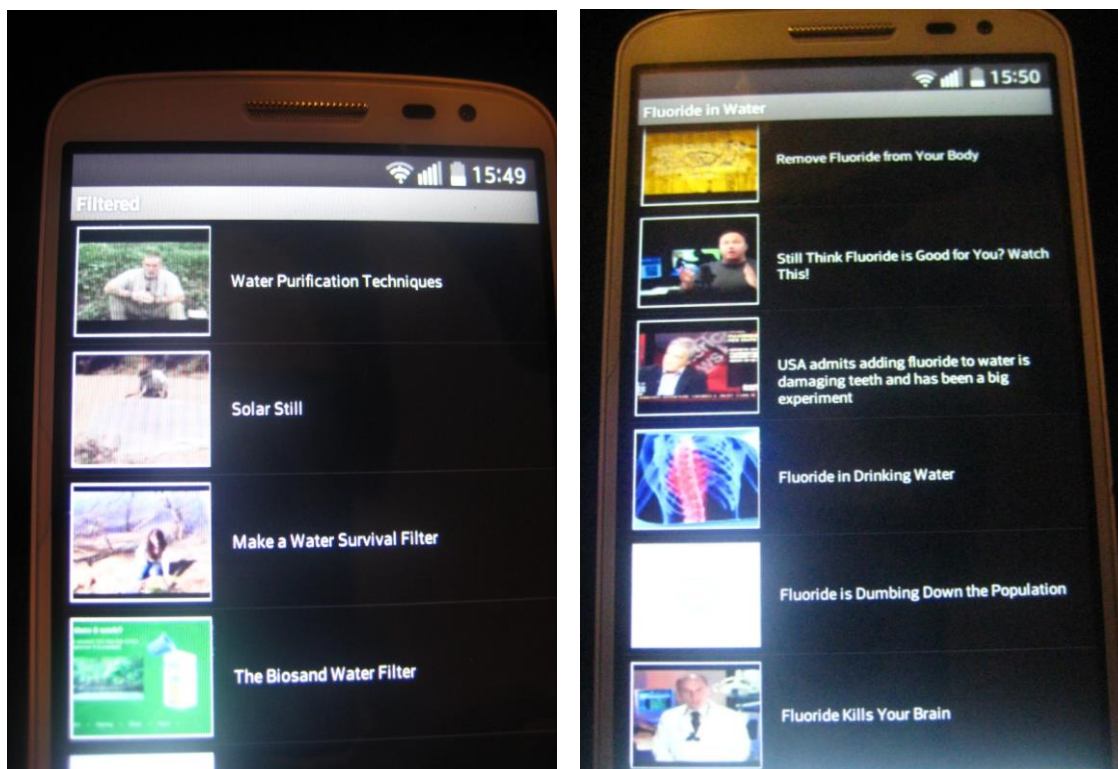
*»Aplikacija »Drinking Water Secrets« se mi zdi zelo uporabna in bi jo imel na telefonu. Res da je zelo majhna možnost, da se izgubiš v naravi, ampak če se, ti ta aplikacija lahko reši življenje. Če moraš prečistiti vodo iz narave, da bo postala pitna, najdeš na tej aplikaciji posnetek in postopek, kako se to naredi. Slaba stran je samo ta, da za to potrebuješ signal in mobilne podatke, ki pa jih imajo že skoraj vsi. Aplikacija ti pove tudi, koliko vode moraš spiti na dan, da ostaneš zdrav in ti telesni organi pravilno delujejo. Dobiš tudi navodila, kako s pitjem vode izgubiti težo. Dobra stran aplikacije je, da ti pokaže način (videoposnetek), kako se znebiti za zdravje zelo škodljivega fluorida iz telesa.«*

Aplikacija je teoretično zasnovana in daje veliko informacij o vodi nasploh, pitni vodi, onesnaženju vode, vodi iz plastenke, vodi »iz pipe«, prečiščevanju vode, preživetju z vodo, o alkalni (bazični) vodi, kako piti vodo, o fluoriranju in fluoridu v vodi - dejstva o strupenemu fluoridu.

(Vir: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appbuilder.u42137p113521> 2. 2. 2015).



Fotografiji 1 in 2: Naslovnica spletne aplikacije »Drinking Water SECRETS« in podstran podatkov in posnetkov o ustekleničeni vodi.



Fotografiji 3 in 4: Podstrani navodil in posnetkov za filtriranje vode in o škodljivosti fluorida za telo.

### 1.3 Hipoteze

Pred raziskavo se nam je utrnilo veliko pomislekov, domnev, dvomov, ki smo jih strnili v šest hipotez:

- 1. Merjenja z elektronskimi napravami so zanesljivejša kot npr. merjenja s testnimi lističi.*
- 2. Vzorci površinskih voda ne bodo presegali normativov dopustnih vrednosti za pitno vodo.*
- 3. Čebulni test je zanesljiva metoda za razvrščanje čistoče posameznih voda.*
- 4. Naše preproste meritve ne bodo primerljive z rezultati laboratorija NLZOH Celje.*
- 5. Vzhodna Ložnica bo onesnažen površinski vodni vir, z manj življenja.*
- 6. Slovenci še dolgo ne bomo »vodni šejki«.*

## 2 Teoretični del

### 2.1 Opredelitev in razlaga obravnavanih pojmov in naslova in podnaslova naloge

#### 2.1.1 »Vodni šejki« kot prispodoba

**Šéjk:** v arabskem okolju *starešina, poglavar plemena, vasi*: šejk / arabski šejki.

#### 2.1.2 Analiza in primerjava

**Analíza:** pomeni *ugotavljanje sestavnih delov česa, razčlenjevanje*. Kemična analiza je *ugotavljanje elementov ali atomskih skupin v spojinah ali zmeseh*; kvalitativna, kvantitativna analiza.

**Primerjáva:** pomeni *ugotavljanje enakosti, podobnosti ali različnosti med dvema ali več lastnostmi, značilnostmi*, npr. primerjava kakovosti – čistosti dveh različnih voda. (*Vir: SSKJ, elektronska oblika*).

#### 2.1.3 Voda

**Voda** je naravna brezbarvna tekočina, ki je povsod prisotna. Z našimi čutili lahko zaznamo mokroto in v ustrezni embalaži njeno težo, temperaturo vode, moč vodnega toka in podvodnega tlaka. Nima okusa, niti vonja. Brez nje ne moremo živeti.

Vodovje pa imenujemo vse naravne oblike pojavljanja vode, tekoče ali stoječe. To so izviri, potoki, jezera, ribniki, mokrišča, morja itd. Nešteto pojavov označuje vodo in njena nahajališča, za njih pa imamo ljudska in strokovna imena.

Voda je utekočinjena spojina vodika in kisika ( $H_2O$ ), ki se ne pojavlja le v tekočem stanju, temveč tudi v trdnem stanju – pri  $0^\circ C$  zmrzuje in se spreminja v led, tekoča voda pa izhlapeva in se uparja ter se tako spreminja v plinasto obliko. V ozračju lebdi povprečno 0,3 prostorninskega odstotka, največ pa pri  $25^\circ C$  do 3 prostorninske odstotka. Ko se v višinah z nižjo temperaturo zgosti v oblake, dobimo v določenih pogojih iz njih padavine: dež, točo, sneg. Pri  $100^\circ C$  voda zavre. Okoli 42 % padavinske vode izhlapi, druga pa pronica v tla ali odteče.  $1 dm^3$  vode, ki ima  $4^\circ C$ , je mera za 1 kg mase.

Poleg teh lastnosti nas najbolj zanimajo zaloge, nahajališča in izviri pitne vode. Vselej in povsod moramo misliti na celotno vodovje, kjer je pitna voda le njegov del. Vodovje je del narave, voda pa nenadomestljivi del vseh živih organizmov. (Lah, 1998, str. 7).

Sicer pa lahko o lastnostih vode in vodnih pojavih opišemo toliko pojmov, da nastane majhen leksikon. Nadaljevali bomo v teoretičnem delu naloge (poglavje 2.2).

#### 2.1.4 KS Pod gradom – meja obravnavanega območja, relief in rečna mreža

Za obravnavano območje smo določili mejo **KS Pod gradom**, ki se nahaja v južnem delu Mestne občine Celje (MOC). Leta 1965 je bila z odlokom Mestnega ljudskega odbora občine Celje ustanovljena sedanja Krajevna skupnost Pod gradom. Velikost KS je 2020 ha, število krajanov pa niha od 2900 do 3400.

KS Pod gradom sodi med večje KS v MOC in je geografsko zelo razgibana, saj jo zaokrožujejo hribi, kot so: Bavč, Grmada, Grac, Vipota in Slomnik. Poleg hribov KS razpolavlja železnica Maribor–Zidani most, reka Savinja in magistralna cesta Celje–Laško. Vse naštetu pa je že od začetka vplivalo na razvoj KS. Naselja na desnem bregu Savinje so: Breg, Miklavški hrib z delom Lisc, Polule, Košnica, Tremerje. Naselja na levem bregu Savinje so: Zagrad, Pečovnik, Osenca in Zvodno.

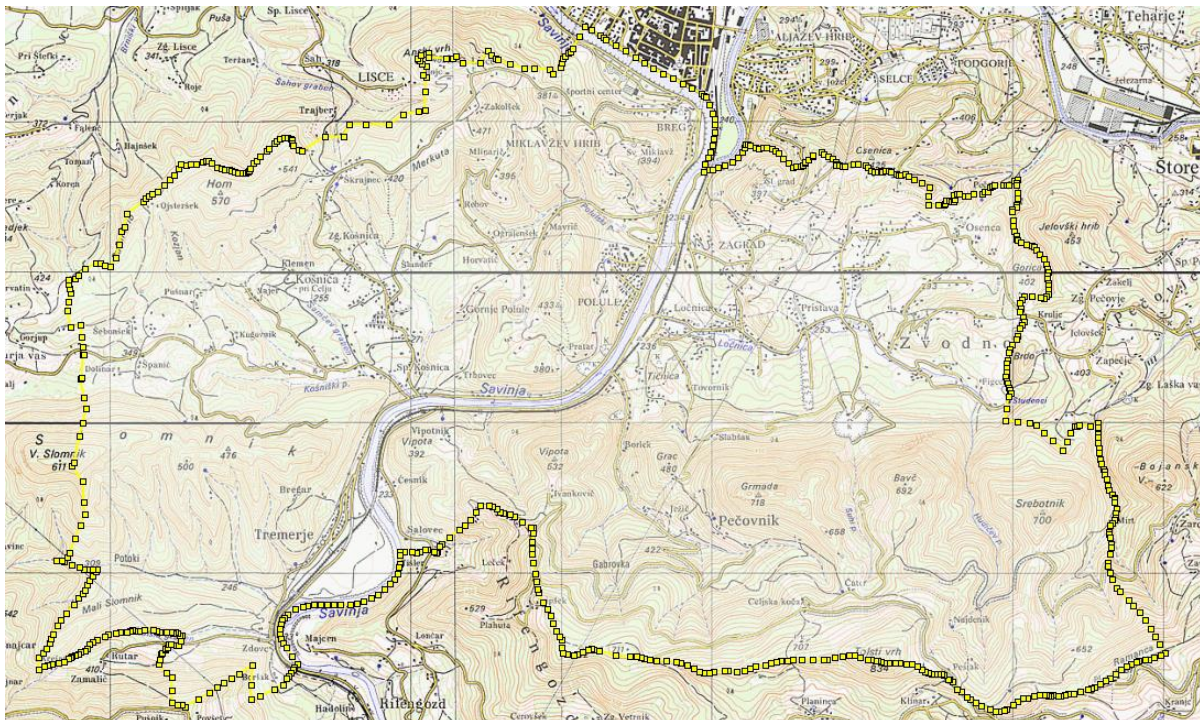
KS zaključuje južni del MOC, tako da meji na **zahodu** na občino Žalec, na **jugu** na občino Laško in na **vzhodu** na občino Štore. **Severna meja** KS Pod gradom se začneja z mejo naselja Osenca in poteka med severno mejo Osence in Zvodnega ter se nadaljuje čez naselje Zvodno do meje KS Aljažev hrib. V nadaljevanju teče meja severno od Grajskega hriba do sotočja Voglajne s Savinjo, nato navzgor po levem bregu Savinje, in se obrne čez Savinjo po meji med KS Pod gradom in KS Otok – Savinja do meje z občino Žalec.

Nam je bila v KS Pod gradom pomembna predvsem **rečna mreža**. Osrednja reka Savinja razpolavlja KS Pod gradom na vzhodni in zahodni del. Zahodni del (desni breg) z Miklavževega hriba odmaka nekaj potokov, izmed katerih je stalni le Polulski potok. Nižje v naselju Košnica teče stalni Košniški potok, ki ga napaja voda iz nekaj grabnov, med katerimi je omenjen le Samčev potok. Na tem območju je zaradi kraškega sveta kar nekaj ponikalnic. Na levem bregu se v Savinjo najprej steka Voglajna, nižje pa iz Zagrada teče potok Ločnica. Hribi Vipota, Grac in Grmada so iz večinoma iz karbonatnih kamnin (apnenec in dolomit) zato tudi tukaj ni veliko površinskih voda. Izjema je po soteski Hudičev graben stalno tekoči Hudičev potok. Ostali potoki so označeni kot občasno tekoči – hudourniki.

## Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica



Karta 1: Lokacija KS Pod gradom v MOC (Vir: <http://moc.celje.si/krajevne-skupnosti-in-mestne-cetrti-3/8-staticne-strani/998-ks-pod-gradom> 10. 2. 2015).



Karta 2: Območje KS Pod gradom – meja obravnavanega območja.

### 2.1.5 Vzhodna Ložnica

Je levi pritok reke Hudinje. Uprava Cinkarne Celje je pri družbi Environ Poland poleti, 2014 naročila skrben okoljski pregled, ki naj bi zajemal tudi analizo škodljivih snovi v omenjenem potoku. Izsledki raziskave so pokazali povišano vrednost cinka, antimona, arzena, barija, kadmija, bakra, svinca, niklja in kobalta v površinskih in podzemnih vodah na območju Cinkarne. Environ Poland je Cinkarni predlagal, da vzpostavi stalni monitoring vpliva onesnaženja na vodotoka Hudinja in Vzhodna Ložnica in po potrebi ukrepa za zmanjšanje škodljivih vplivov na omenjena vodotoka. (Vir: <http://www.delo.si/novice/slovenija/tovarna-je-zgrajena-na-nasipu-iz-nevarnih-odpadkov.html> 10.12.2014)

Omenjen časopisni članek nas je motiviral, da smo analizirali vzorec vode iz Vzhodne Ložnice. Ker nam naša preprosta metoda hitrih testov ni omogočala prepoznavanje kovin v vodi, so nam vzorec iz Vzhodne Ložnice analizirali v NLZOH Celje.



Karta 3: Levi breg porečja Savinje v Celju s pritoki Voglajna (I. reda), Hudinja (II. reda) in **Vzhodna Ložnica** (III. reda).

(Vir: [http://www.porecje-savinje.si/Ukrepi\\_po\\_obcinah/MO\\_Celje/](http://www.porecje-savinje.si/Ukrepi_po_obcinah/MO_Celje/) 20. 2. 2015).

## 2.2 Še o vodi

**VODE (celinsko vodovje in obalno morje) so pod posebnim varstvom države in zanje ni mogoče pridobiti lastninske pravice.** So dobrina vsega človeštva, na našem ozemlju pa slovenskega naroda. Na podlagi tega načela bi morali zagotoviti enake pravice do vode, enakovredno oskrbo in enake odgovornosti zanjo za vse prebivalce.

Na kopnem površju so (po izrazju zakona o vodah) **površinske in podzemne vode.** Površinske so **celinske** (kopenske) in **morske**. Celinske vode so **tekoče** – izviri, potoki in reke, slapovi, hudourniki in bruhalniki kraške vode s stalnim ali občasnim pretokom ter **stoječe** – naravna jezera in ribniki, mlake, mokrišča in vodni zbiralniki. **Podzemne vode** so tudi **tekoče in stoječe**, povezane pa so s površinskim vodovjem.

Od vode so odvisni vsi živi organizmi – rastlinje, živalstvo in ljudje – in vsi tudi vsebujejo veliko vode. Vsekakor nas zaradi preživljanja najbolj zanima **pitna voda**. Ne mislimo na kemično čisto vodo, ker je v naravnem okolju ni, temveč na **neoporečno bistro vodo**, ki je zaradi kakovosti tudi pitna. V vsaki izvirni, padavinski in površinski vodi so raztopljene določene snovi; dobi se jih na poti skozi ozračje in še več na poti do izvira ali vodovoda. Potrebujemo vodo, ki ni onesnažena z odplakami in strupi, v kateri so koristne snovi in dovolj kisika, da se v njej razvija vodno rastlinje in živalstvo. **Neoporečnost vode ugotavljamo po kakovostnih standardih, ki so mednarodno usklajeni.** Za površinsko in podzemno vodo jih je sprejela Svetovna zdravstvena organizacija (WHO), v Evropi pa jih je uveljavila Evropska ekonomska komisija ZN (EEC) kot kakovost za človekovo uporabo.

Ti **standardi** upoštevajo točno določena kakovostna merila:

- **organoleptične lastnosti:** videz, vonj, okus,
- **fizikalno-kemijske lastnosti:** temperatura, električna prevodnost, količina kloridov, kalcija, magnezija, aluminijskega sulfata, raztopljenega kisika, obarvanost, motnost idr.,
- **neželene snovi v čezmernih količinah:** količina nitratov, amonijevih spojin, fenolov, železa, mangana, bakra, cinka, tudi fluoridov in drugih snovi,
- **strupene snovi**, kot so: arzen, živo srebro, svinec, kadmij in še druge, ki so **nevarne tudi v manjši količini**,

- pomembno pa je tudi **mikrobiološko (bakteriološko)** stanje, ki se ugotavlja z analizo; vodo, v kateri ugotovimo zdravju nevarne bakterije, ali o njeni bakteriološki neoporečnosti nismo prepričani, je treba razkužiti (dezinficirati, prekuhati). (Lah, 1998, str. 9).

**Po fizikalno-kemijskih in bakterioloških parametrih razporejamo vodovje na 4 kakovostne razrede:**

- vodo **1. Razreda** lahko (tudi ob morebitni dezinfekciji) uporabljamo kot pitno vodo in v živilski proizvodnji, če pa je v potoku ali reki tudi kaj hrane (1. – 2. Razred), lahko živijo v njej plemenite ribe, na primer potočne postrvi in lipani;

- voda **2. Razreda** je primerna za kopanje, vodne športe, namakanje zemljišč, gojitev rib, medtem ko jo je treba za živilsko proizvodnjo in uživanje očistiti;

- voda **3. Razreda** je preveč onesnažena, komaj še uporabna za namakanje in za določene tehnološke namene; vsekakor želimo reke in potoke s takšno vodo čim prej izboljšati do 2. Razreda, ker se ob sezonsko ali umetno zmanjšanjem pretoku in tudi ob povečani temperaturi učinek škodljivih snovi stopnjuje ter je vsak priliv nesnage nevaren;

- v **4. Razred** pa uvrščamo nedopustno onesnaženo vodo, v kateri vodni živelj gnije, in reke s takšno vodo ogrožajo vire pitne vode.

V onesnaženih vodah se naravno razmnoževanje in rast rib zelo zmanjšata, ali pa sta celo onemogočena, moramo pa tudi upoštevati, da se škodljive snovi kopičijo v organih in tkivu rib, ki tako postanejo zdravju škodljive. (Lah, 1998, str. 10).

**Deževnica** je padavinska voda. V ozračju, ki vsebuje prah in druge trdne delce ter različne pline, se padavinska voda navzame teh snovi, zato deževnica ni čista voda. **Kapnica**, tj. padavinska voda, ki se s streh ali posebnih ploščadi zbira v vodnem rezervoarju (vodnjaku), pa pobira še snovi v zbiralnikih. V vodohramih se razne snovi usedajo, vendar že zaradi bakterij moramo vodo iz kapnic obvezno prekuhati. Če pa so v ozračju žveplov dioksid in dušikovi oksidi, se vodne kapljice z naštetimi plini vežejo v žveplasto, žvepleno in solitno kislino; tako namesto običajne padavinske vode ali deževnice pada kisel dež, katerega pH lahko v Sloveniji doseže tudi vrednost do 4.

**Studenčnica** je bistra voda, ki se nabira v studencih; nateka se skozi prepustne plasti, ki delujejo kot naravni čistilci (filtri). Podobno bistra je **izvirna voda**, ki priteka na površje nad neprepustnimi plastmi kamnin. Vendar voda v obeh primerih vsebuje nekaj mineralnih snovi.



Voda, ki se dolgo pretaka pod površjem in po kamninah, raztopi in sprejme več topljivih snovi, koliko, pa je odvisno tudi od temperature vode. Večji kraški izviri so onesnaženi, ker se, ali v podzemlje pretaka voda iz onesnaženega površinskega vodovja ali pa jih onesnažujejo direktni izpusti odplak oziroma nekontroliranih deponij v kraškem zaledju. Zelo nevarno je tudi onesnaževanje sedimentov v kraških izviri, ki se uporabljajo za pitno vodo. Sprememba pH vrednosti ali povišanje vsebnosti površinskih snovi (detergenti) lahko povzroči povečanje topnosti toksičnih snovi iz sedimenta in v skrajnem primeru zastrupitev vode v izviri.

**Mehka voda** vsebuje v enem litru 4 do 8 miligramov kalcija (Ca) in magnezija (Mg). Zelo mehka voda vsebuje teh snovi manj kot 4 mg. V mehki vodi se lepo topi milo in pere perilo; vodo v pralnih napravah mehčajo z kuhanjem, pralnimi sredstvi in posebnimi mehčali.

**Trda voda** pa vsebuje do 10 mg kalcijevih in magnezijevih ionov, ki izhajajo iz apnenčevih in sadrinih tal. Zelo trda voda vsebuje teh snovi tudi do 30 mg. Marsikje za kapljico vode, ki izhlapi (pravimo da »se posuši«), ostane belkast krogec, tj. usedlina snovi, ki so v takšni vodi (izhlapi le čista voda).

**Podtalnica** je zelo pomembna vodna zaloga, ki se nabira nad neprepustnimi plastmi pod zemeljskim površjem uporablja se tudi izraz **podzemna voda**, ker je poleg podtalnice v prodnih nanosih tudi voda v kraških podzemnih vodonosnikih. Podtalnica je v prodnih nanosih pod različno debelimi krovniimi plastmi (nekaj metrov do nekaj deset metrov globoko) na naših poljih: Dravskem, Ptujskem, Murskem, Kranjskem, Sorškem, Ljubljanskem, Mengeškem; našteali smo le največje vire, sicer pa je kar 73 % vseh v porečju Save. Viri podtalnice so padavine ter pronicanje površinske vode v podtalje. Padavinska voda izpira s pretakanjem po površju ter pronicanjem v tla in podtalnico različne snovi, lahko tudi strupene kemikalije (pesticide). V podzemnih plasteh se voda prečisti, zato je podtalnica večinoma neoporečna in boljša kot voda izvirov in sploh kot rečna voda, ki ni primerna za pitno vodo. Zelo pogosto preseganje dovoljene vsebnosti pesticida atrazina in dveh metabolitov (razgradnih produktov) v podtalnicah v Sloveniji opozarja, da naravni filtri ne zadoščajo več. Ne gre drugače kot s preprečevanjem uporabe škodljivih snovi, ki se izpirajo v tla; to je določeno s predpisi in ukrepi za zaščito vodnih virov. (Lah, 1998, str. 10-11).

### 2.2.1 Pitna voda

**Pitna voda**, primerna za preskrbo prebivalstva in proizvodnjo živil, mora ustrezati kakovostnim merilom pravilnika o higieni neoporečnosti vode po mikrobioloških, fizikalnih, kemičnih in radioloških lastnostih ter glede vsebnosti pesticidov in bojnih strupov. Pina voda je osnovni pogoj življenja na Zemlji. Prepogosto jo dojemamo kot nekaj danega in pozabljamo, da lahko ob nepravilnem ravnanju z njo kmalu tudi v naših krajih pride do pomanjkanja le-te.

Pitna voda je v prvotnem stanju ali po pripravi namenjena pitju, kuhanju, pripravi hrane ali namenjena za druge gospodinjske namene, kot so uporaba vode za osebno higieno, pranje in čiščenje predmetov in površin, preko katerih je ob uporabi ali kasneje možen vnos onesnaženj v ali na telo. Uporablja se tudi v proizvodnji in prometu živil in mora ustrezati minimalnim predpisanim zahtevam.

Potrebujemo pa jo tudi za zabavo, šport, kot okras, ustvarja nam razpoloženje ...

Voda v naravi kroži. Z izhlapevanjem prehaja v ozračje in se s padavinami vrača na zemeljsko površje, kjer se del le-te porabi za življenjske združbe, del jo odteče v reke in v podzemlje, del pa je izhlapi. S kroženjem vode prenaša in razširja po živem in neživem svetu tudi nevarne snovi, kot so mikroorganizmi, kemikalije in podobno.

Zaradi velike dnevne porabe, je neoporečna pitna voda bistvenega pomena za zdravje ljudi. V zadnjem času se je zavest ljudi o škodljivih posledicah uživanja oporečne pitne vode še okrepila.

Kakovost pitne vode temelji na določanju fizikalnih, kemijskih in mikrobioloških parametrov. V okvirno meritev pa so vključeni hitri testi koncentracije nitratov, nitritov, amonija, fosfatov, pH, karbonatne in celotne trdote vode ter mikrobiološke obremenjenosti. Takšne meritve omogočajo vpogled v onesnaženje lokalnih zajetij in podajo krajanom informacijo o kakovosti njihove vode.

Kakovost vode se skozi leto spreminja, zato je redno spremljanje le-te izrednega pomena.

**Pravilnik o pitni vodi** je predzakonski predpis, ki ureja kakovost pitne vode. Določa zahteve, ki jih mora izpolnjevati pitna voda, z namenom varovanja zdravja ljudi pred škodljivimi učinki zaradi kakršnegakoli onesnaženja pitne vode. Pravilnik določa tudi mejne vrednosti parametrov, ki jih spremljamo v programu monitoringa. Kakovost vode mora biti pod stalnim nadzorom. Po naši zakonodaji je ta nadzor dvojni: zunanji in notranji. Notranji nadzor zagotavlja upravljavec vodovoda, zunanji nadzor pa država in ga imenujemo monitoring.

Pravilnik je skoraj v celoti usklajen z ustrežno direktivo Evropske unije, ki ureja področje pitne vode.

**Direktiva EU o pitni vodi** je osnovni predpis Evropske skupnosti, ki obravnava kakovost pitne vode, namenjene za oskrbo ljudi, in ga je bilo treba pred vstopom v EU prenesti v pravni red Slovenije. (Lah, 1998, str. 12-13).

### 2.2.2 Parametri

Pri spremljanju kakovosti pitne vode razdelimo parametre na mikrobiološke, kemijske in indikatorske.

**Mikrobiološki parametri** nam pokažejo obseg in stopnjo onesnaženosti pitne vode z mikroorganizmi. Iz rezultatov preizkušanj je razvidno, ali je voda onesnažena s fekalnimi klicami, ki imajo izvor v človeških ali živalskih iztrebkih, ali z indikatorskimi klicami – parametri. Zaradi uživanja vode, onesnažene z fekalnimi klici, lahko zbolimo. Specifičnih povzročiteljev bolezni rutinsko v pitni vodi ne iščemo.

**Kemijski parametri**, kot so na primer nitrati, pesticidi (uporabljamo jih za zatiranje in nadziranje škodljivcev), svinec, pokažejo obseg in stopnjo onesnaženosti pitne vode s kemičnimi snovmi, ki lahko predstavljajo tveganje za zdravje ljudi.

**Indikatorski parametri** nam dajejo informacije o urejenosti sistema in nas ob spremembah vode opozarjajo, da je treba vodo raziskati. Mejne vrednosti parametrov niso določene na osnovi neposredne nevarnosti za zdravje.

Mi smo se osredotočili na **fizikalno-kemijske parametre**.

#### - **Aluminij**

Je najbolj razširjena kovina v zemeljski skorji. Nevaren je za zdravje, saj je strupen za živčevje.

#### - **Amonij**

Zelo dobro se topi v vodi. Je pokazatelj kemijskega onesnaževanja vode, večja prisotnost amonijevih ionov pa je znak organskega onesnaževanja. Prisotnost amonija v vodi vpliva na njen okus in vonj.

#### **- Arzen**

Prisoten je v različnih spojinah v zemeljski skorji in je zaradi tega v nekaterih delih sveta stalno prisoten v vodi. V telo pride preko rib in mesa ter vode oziroma pijač. Večletno uživanje arzena z vodo je bilo povezano s spremembami na koži, rakom kože, mehurja in pljuč, žilnimi ter obolenji živčevja.

#### **- Bor**

V naravi se nahaja v različnih kemijskih oblikah. Uporablja se v industriji stekla, detergentov, v sredstvih za gašenje, farmaciji, kot pesticid v umetnih gnojilih, kozmetiki itd. Njegov glavni vir v vodi so kamnine. Največji vnos v telo je preko živil (sadje, zelenjava). Visok vnos se kaže s prebavnimi motnjami, kožnimi spremembami in motnjami s strani centralnega živčnega sistema.

#### **- Celotni organski ogljik (TOC) in oksidativnost**

Celotni organski ogljik (TOC) in oksidativnost sta parametra, s katerima ugotavljamo prisotnost oz. koncentracijo organskih snovi v pitni vodi. Sprememba v vrednostih kaže na morebitno onesnaženost pitne vode.

#### **- Mangan**

Je eden najbolj razširjenih elementov v zemeljski skorji in nujen element za življenje. Ne predstavlja zdravstvenega problema, ampak tehnično – estetski problem.

#### **- Električna prevodnost**

Odvisna je od prisotnosti ionov v vodi, od njihove koncentracije, gibljivosti in naboja ter od temperature vode ob merjenju. Sprememba kaže na morebitno onesnaženost pitne vode.

#### **- Motnost**

Motnost vode je pokazatelj prisotnih delcev. Te delce tvorijo anorganske in organske snovi ter mikroorganizmi.

#### **- Natrij**

V pitni vodi je lahko naravnega izvora, lahko pa je iz odpadnih voda. Je posledica soljenja cest ali uporabe gnojil. Glavni vnos je preko soli.

### **- Nitrati (NO<sub>3</sub>) in nitriti (NO<sub>2</sub>)**

Nitrati so soli dušikove kisline, ki vzpodbujajo v vodi rast bakterij. Nitrati in nitriti se pojavljajo kot posledica človekove dejavnosti: uporaba umetnih in naravnih gnojil, nahajajo se v komunalnih odplakah, uporabljajo se v industriji. So dobro topni v vodi. Ljudje smo letem izpostavljeni preko hrane in vode. Najbolj znan škodljiv učinek na zdravje je pojav, kjer je moten prenos kisika po telesu.

### **- pH vrednost**

Je lestvica kislosti in bazičnosti. Vrednosti se gibljejo od pH 0 (najbolj kislo) do pH 14 (najbolj bazično). V sredini te skale je pri pH 7 nevtralna točka. Neposredna izpostavljenost ekstremnim vrednostim povzroča draženje oči, sluznic in kože ter okvaro tkiva. Posredno pa pH vpliva na korozijo materialov v stiku z vodo, postopke priprave vode in zlasti na učinkovitost dezinfekcije. Za pitno vodo je določena mejna vrednost med 6,6 in 9,5. V kolikor pH vode doseže vrednosti manj kot 4 oz. več kot 11, je potrebna prekinitev dobave pitne vode.

### **- Okus, vonj in barva**

Poškodbe cevovoda in onesnaženost vode ali dviganje usedline v distribucijskem sistemu se kažejo v spremembah okusa, vonja in barve vode. Dokler se ne ugotovi vzroka in vpliva na zdravje, taka voda ni primerna za pitje.

### **- Sulfat**

Sulfati so naravno prisotni v mnogih kamninah. V okolje pridejo tudi preko odpadkov oziroma odplak in iz atmosfere. Glavni vnos v telo je preko hrane. V primeru spremenjenega okusa ali prehodnega odvajalnega učinka na črevesje naj zlasti občutljivi ljudje take vode ne uživajo.

### **- Trihalometani (THM)**

Ti nastajajo kot stranski produkt dezinfekcije pitne vode, pri reakciji klora z naravno prisotnimi organskimi snovmi. V pitni vodi je prisoten predvsem triklorometan (kloroform). Najpogostejši učinek le-tega je poškodba jeter in ledvic.

### **- Trdota in temperatura vode**

Trdota vode je posledica prisotnosti predvsem kalcijevih in magnezijevih karbonatov ter sulfatov v vodi. Več kot je v vodi soli, bolj trda je voda. Če je voda trda, se milo in zobna pasta ne penita dovolj, pri umivanju z milom na dnu umivalnika ostane trdovratna pena, pri kuhanju ostane na stenah bela obloga – vodni kamen, ki je pravzaprav izločen apnenec. Torej je pri trdi vodi poraba mila in detergentov večja, obloge apnenca pa povzročajo probleme predvsem pri grelnikih vode, saj se stroški za ogrevanje vode povečujejo, pa tudi življenjska doba grelnikov je krajša. Mehkejša voda je običajno bolj korozivna, kar povzroča npr. izplavljanje svinca iz cevi. Nekatere študije kažejo, da bolj kot je voda trda, manj je pri ljudeh obolenj srca in ožilja.

Temperatura vode vpliva na hitrost kemijskih reakcij, na vsebnost anorganskih in organskih snovi, na vonj, okus, barvo ter korozivnost vode. Višja temperatura vode omogoča rast nekaterih mikroorganizmov. Temperatura vode okoli 35 °C je na primer ugoden pogoj za obstoj in razmnoževanje bakterij vrste legionela.

(Vir: [http://www.ivz.si/Mp.aspx?ni=115&\\_5\\_id=409&\\_5\\_action=ShowNewsFull](http://www.ivz.si/Mp.aspx?ni=115&_5_id=409&_5_action=ShowNewsFull) 14. 2. 2015).

### 2.2.3 Onesnaževanje voda

Onesnaževanje voda lahko delimo v tri skupine in sicer na mikrobiološko kontaminacijo, kemično kontaminacijo in radioaktivno kontaminacijo.

Pri **mikrobiološki kontaminaciji** se voda s pritekanjem s površja onesnaži z mikroorganizmi, ki se nato prenašajo do končnega potrošnika. Mikrobiološko onesnažena voda prenaša mikroorganizme, ki so povzročitelji obolenj in epidemij, kot so tifus, paratifus, kolera, epidemični hepatitis ipd.

**Kemična kontaminacija** postaja vse večji problem. Za današnji način življenja so potrebne mnoge organske in anorganske snovi, zato se uporabljajo v velikih količinah. Nekatera kemična sredstva so škodljiva neposredno, nekatera pa se v organizmu akumulirajo in škodljivo delujejo pozneje. To so na primer detergenti, čistila, pesticidi, umetne mase, barve, olja.

**Radioaktivna kontaminacija** je možna zaradi nuklearne energije – jedrskih elektrarn, rentgenskih aparatov ...

Na stotine škodljivih snovi pride vsak dan v naše reke. Posledica tega je onesnaževanje vode.

#### **Umetna gnojila**

V zemlji umetna gnojila niso škodljiva, dodajamo jih zato, da izboljšamo pridelek. Če pa pridejo v reke, spodbujajo rast drobnih vodnih rastlin, ki se spreminjajo v alge. Te se zato lahko tako razrastejo, da prekrijejo vodno površino. S tem preprečijo dostop svetlobe do rastlin v večji globini, ki začnejo zato odmirati. Tu pa se prave težave šele začnejo. Z odmrliimi rastlinami se hranijo bakterije, ki povzročajo njihov razkroj oziroma gnitje. Med tem procesom bakterije porabljajo kisik, ki je raztopljen v vodi. Tega kmalu ni dovolj za ribe in druga živa bitja, ki zaradi pomanjkanja kisika poginejo.

Velik del umetnih gnojil so **nitriti**. Ti so za človeka lahko škodljivi, če jih le dovolj pride v vodovodno omrežje oziroma v pitno vodo. Nitriti povzročajo bolezni zlasti pri dojenčkih, nekateri znanstveniki pa jih povezujejo tudi s pojavom želodčnega raka.

#### **Nepredelane odplake**

Veliko naselij nima obratov za predelavo odplak in je njihova kanalizacija speljana naravnost v reke. Tako lahko preide v vodo tudi gnojnica s kmetij. Te nepredelane odplake vsebujejo bakterije, ki lahko povzročajo bolezni tako pri človeku kot pri živalih. Poleg tega druge

bakterije, ki živijo v odplakah, porabljajo raztopljeni kisik, tako da zaradi pomanjkanja kisika odmre še preostalo življenje v rekah.

### **Detergenti**

V kanalizacijsko omrežje dospejo z našimi odpadnimi vodami tudi najrazličnejši detergenti. Nekaterih med njimi bakterije ne morejo presnoviti, tako da pridejo nespremenjeni skozi obrate za predelavo odplak v reke. Tam povzročajo penjenje, ki kazi videz rek, oziroma lahko povzročajo pogin rib in drugega življenja v rekah. Odkar so znanstveniki razvili biološko razgradljive detergente, ta problem ni več tako aktualen. Te detergente namreč bakterije v obratih za predelavo odplak razgradijo in jih naredijo neškodljive.

### **Industrijski odpadki**

Nekatere tovarne izpuščajo tekoče odpadke naravnost v reke. Ti lahko vsebujejo nevarne snovi kot je npr. živo srebro ali njegove spojine. Te rib ne uničujejo, pač pa se kopičijo v njihovih telesih in končno zastrupljajo ljudi, ki te ribe jedo. Posledica tega je izpadanje las in zobna gniloba. Oboleli postanejo razdražljivi in nemirni. Če se ne zdravijo, umrejo. Druga strupena kovina je svinec. Ta lahko pride v okolje npr. iz tovarne za predelavo jedrskih odpadkov ali pa iz jedrskih elektrarn.

### **Toplota**

Tovarne in termoelektrarne uporabljajo rečno vodo za hlajenje. Če segreto vodo izpuščajo neposredno nazaj v reko, lahko s tem pomorijo ribe (večina rib ne prenese temperatur nad 30° C). Ponekod rešujejo ta problem na ta način, da vročo vodo razpršujejo z vrha hladilnih stolpov. Ko voda doseže dno stolpa, je že hladna in se lahko spet uporabi za hlajenje.

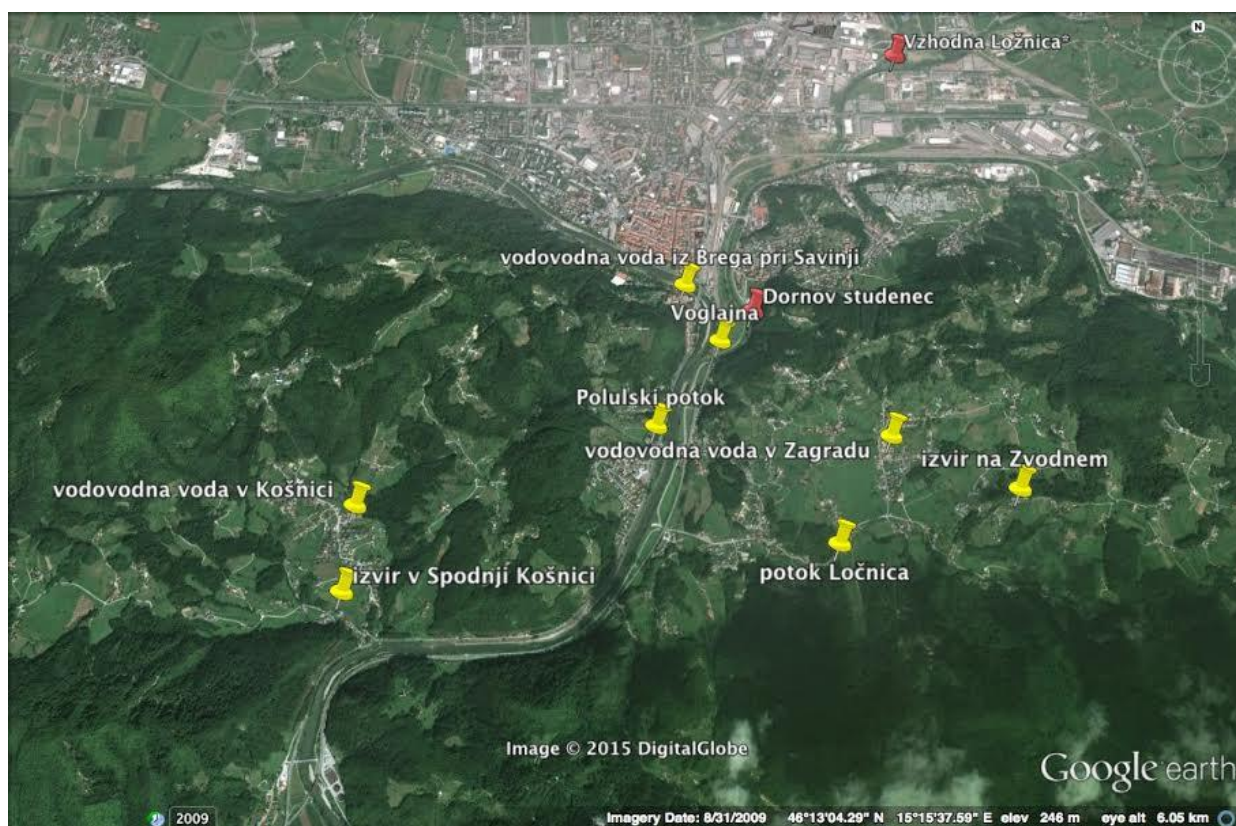
(Povzeto po: Gallagher, 1992, str. 112-113).



### 3 Osrednji del raziskovalne naloge

#### 3.1 Analiza vode

Analizo vode smo opravili za različne tipe voda (vodovodna, izvirska iz studencev, manjši površinski potoki, reka Voglajna ...), ki se nahajajo na območju KS Pod gradom. Izjema je bil potok Vzhodna Ložnica, ki se nahaja izven naše KS, neposredno ob Cinkarni Celje, ki ima žalosten sloves največjega onesnaževalca okolja v Celju. Vzorec Vzhodne Ložnice smo analizirali iz radovednosti in ga primerjali z vzorci površinskih voda v naši KS.



Karta 4: Območja odvzeta vod za analizo prisotnih škodljivih snovi (Vir: Google Earth, 15.2. 2015).

Rdeča barva označuje vodi »pod drobnogledom«, ki smo ju analizirali tudi v laboratoriju NLZOH Celje. Vzhodna Ložnica je izven obravnavanega območja KS Pod gradom. Analizo vzorcev voda smo opravili z Aquanal kovčkom za analizo vode.



Fotografija 5: Kovček za analizo vode Aquanal, merilni lističi za trdoto Aquadur in lističi za pH vrednost.



Fotografija 6: Elektronski pH Meter.

Ugotavljali smo prisotnost kemijskih parametrov: amonija, nitritov, nitratov, fosfatov, pH vrednost in trdoto vode. Analize smo opravili v mesecu januarju 2015.

### 3.1.1 Rezultati analize izbranih vzorcev vodovodnih, izvirskih in površinskih voda

Analize smo izvedli po natančnih navodilih, ki so bila priložena kovčku za kemijsko analizo vode. Ker so bila navodila v angleščini, smo jih ustrezno prevedli. Prevedena navodila za analizo vode se nahajajo v prilogi št. 1 na koncu raziskovalne naloge.



Fotografija 7: Kemijska analiza vode v razredu.

### Amonij NH<sub>4</sub>

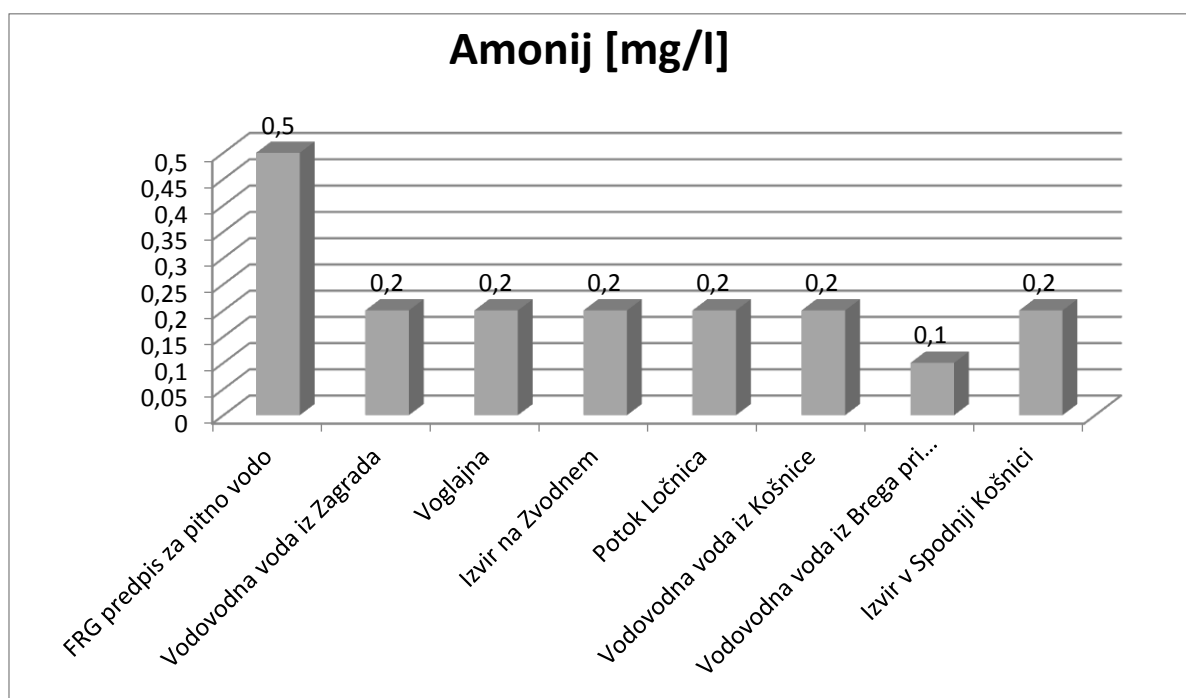
Amonij v vodi nam pove, da je voda bila v stiku z razpadajočimi organskimi snovmi (npr. urin, kanalizacijske odplake, gnojnice iz kmetij, UREA – umetna sečnina na polju ...).

	Mejne (dopustne) vrednosti [mg/l]
<b>Maksimalno v EU</b>	0,50
<b>Priporočljivo v EU</b>	0,05
<b>Ribe v akvariju</b>	0,50
<b>Maksimalno v SLO</b>	0,10

Tabela 1: Mejne (dopustne) vrednosti amonija.

	Amonij[mg/l]
<b>FRG predpis za pitno vodo</b>	0,5
<b>Vodovodna voda iz Zagrada</b>	0,2
<b>Voglajna</b>	0,2
<b>Izvir na Zvodnem</b>	0,2
<b>Potok Ločnica</b>	0,2
<b>Vodovodna voda iz Košnice</b>	0,2
<b>Vodovod iz Brega pri Savinji</b>	0,1
<b>Izvir v Spodnji Košnici</b>	0,2

Tabela 2: Vrednosti amonija v analiziranih vzorcih.

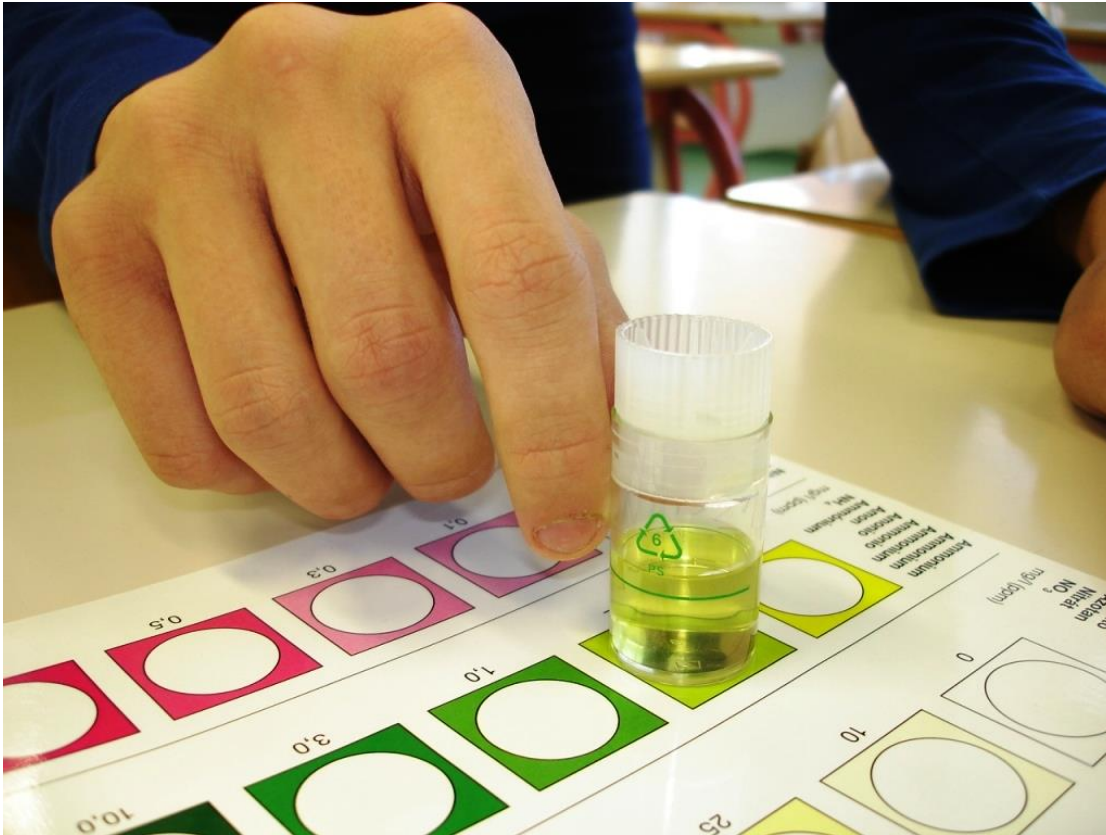


Graf 1: Količina amonija pri analizi.

Iz tabele in grafa je razvidno, da so vsi vzorci vode znotraj FRG predpisa (0.5 mg/l), kar pomeni, da je voda, kar se tiče prisotnosti amonija, dokaj čista. Pri vseh vzorcih smo dobili

## Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

enake rezultate (0,2 mg/l), nekoliko manjšo vsebnost amonija ima le vodovodna voda z Brega pri Savinji (0.1 mg/l). Merilno območje barvne lestvice zajema vrednosti od 0,05 do 10 mg/l.



Fotografija 8: Odčitavanje koncentracije amonija v vzorcu pitne vode z barvne lestvice

### **Nitrati NO<sub>3</sub>.**

Nitrati so znak onesnaževanja vode s kanalizacijskimi odplakami ali pa jih padavine spirajo iz naravno (gnoj) in umetno (NPK, Nitrofoskal, Kan) gnojenih tal. Vsebujejo jih tudi industrijske odpadne vode. Lahko povzročijo nastanek raka na želodcu.

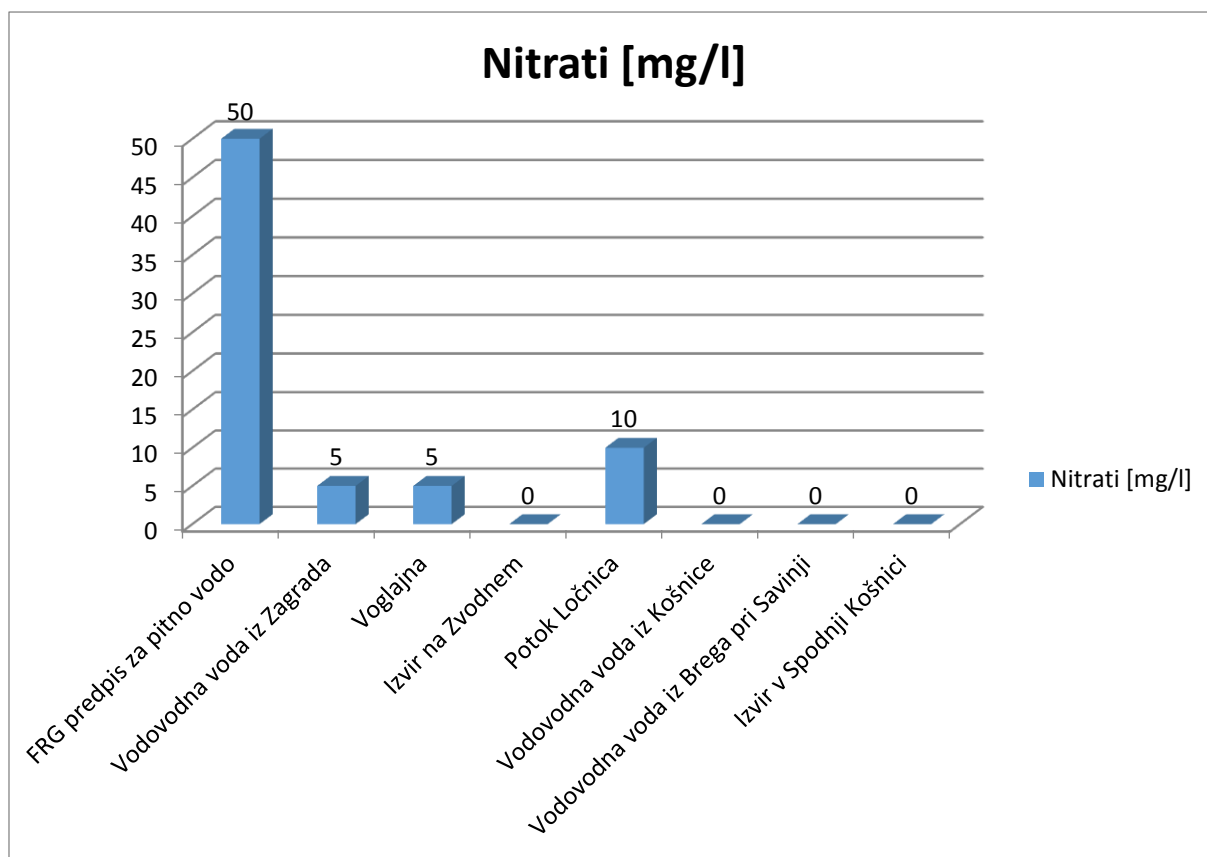
Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ločnica

	Mejne (dopustne) vrednosti [mg/l]
<b>Maksimalno v EU</b>	50
<b>Priporočljivo v EU</b>	25
<b>Maksimalno v ZDA</b>	10
<b>Mineralna voda</b>	50
<b>Priporočljivo za otroke</b>	10
<b>Ribe v akvariju</b>	20
<b>Maksimalno v SLO</b>	50

Tabela 3: Mejne (dopustne) vrednosti nitratov.

	Nitrati [mg/l]
<b>FRG predpis za pitno vodo</b>	50
<b>Vodovodna voda iz Zagrada</b>	5
<b>Voglajna</b>	5
<b>Izvir na Zvodnem</b>	0
<b>Potok Ločnica</b>	10
<b>Vodovodna voda iz Košnice</b>	0
<b>Vodovod iz Brega pri Savinji</b>	0
<b>Izvir v Spodnji Košnici</b>	0

Tabela 4: Vrednosti nitratov v analiziranih vzorci.



Graf 2: Količina nitratov pri analizi.

Pri ugotavljanju nitratov v vzorcih vod smo prišli do različnih rezultatov, vsi vzorci pa so bili spet pod FRG predpisom za pitno vodo. Vodovodna voda, odvzeta v Zagradu, in vzorec odvzet iz reke Voglajne, sta vsebovala 5 mg/l, voda iz potoka Ločnica 10 mg/l, v ostalih vodah pa reagent ni zaznal nitratov, kar pomeni, da je rezultat pod mejo zaznave uporabljene metode. Merilno območje barvne lestvice zajema vrednosti od 0 do 80 mg/l.

### Nitriti NO<sub>2</sub>

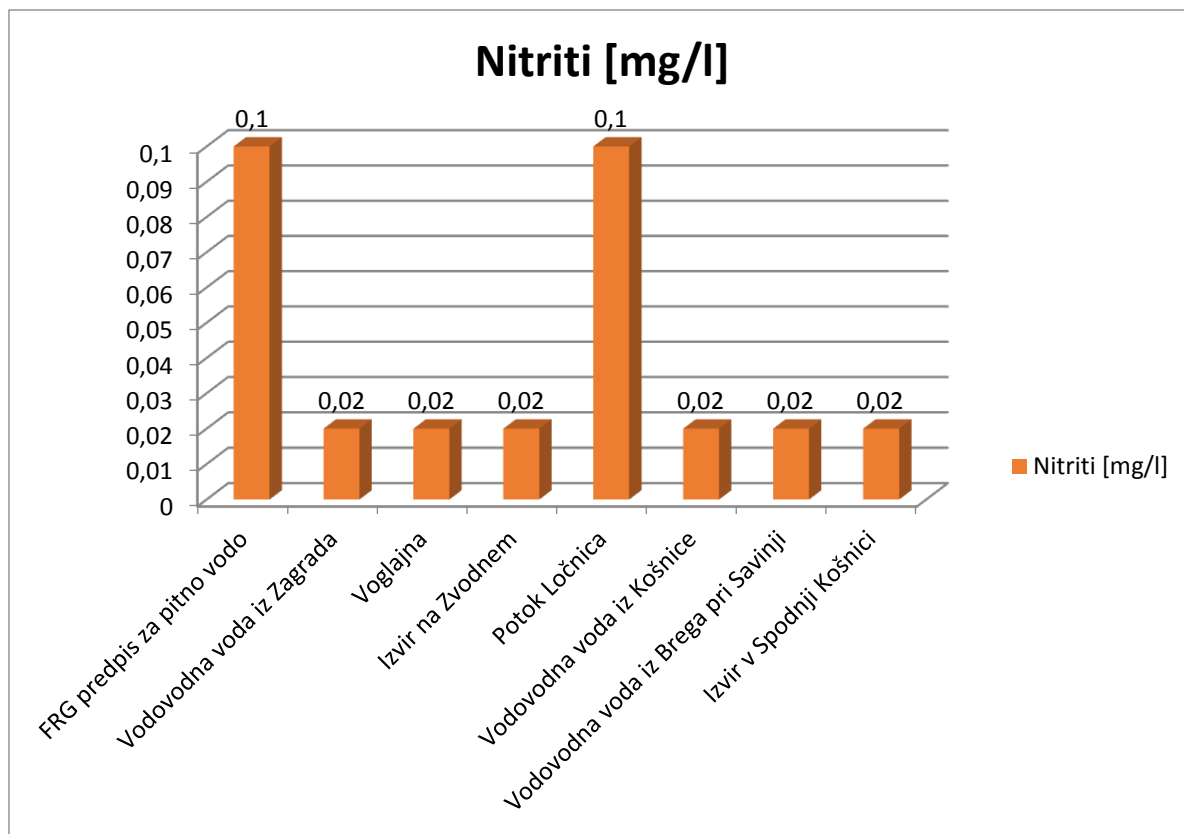
Nitritne soli nastanejo iz nitratov in so strupene za vsa živa bitja. Povzročajo rakava obolenja.

	<b>Mejne (dopustne) vrednosti [mg/l]</b>
<b>Maksimalno v EU</b>	0,10
<b>Maksimalno v ZDA</b>	1,00
<b>Mineralna voda</b>	0,10
<b>Priporočljivo za otroke</b>	0,02
<b>Ribe v akvariju</b>	0,03
<b>Maksimalno v SLO</b>	0,10

Tabela 5: Mejne (dopustne) vrednosti nitritov.

	<b>Nitriti [mg/l]</b>
<b>FRG predpis za pitno vodo</b>	0,1
<b>Vodovodna voda iz Zagrada</b>	0,02
<b>Voglajna</b>	0,02
<b>Izvir na Zvodnem</b>	0,02
<b>Potok Ločnica</b>	0,1
<b>Vodovodna voda iz Košnice</b>	0,02
<b>Vodovod iz Brega pri Savinji</b>	0,02
<b>Izvir v Spodnji Košnici</b>	0,02

Tabela 6: Vrednosti nitritov v analiziranih vzorcih.



Graf 3: Količine nitritov pri analizi.

Pri nitritih so bili podatki povsod zelo podobni in sicer 0,02 mg/l, kar je znotraj FRG predpisa, na meji je bila le voda odvzeta iz potoka Ločnica, katere vsebnost nitritov je enaka FRG predpisu za pitno vodo (0,1 mg/l). Merilno območje barvne lestvice zajema vrednosti od 0,02 do 1 mg/l.

#### Fosfati $PO_4$

Fosfati se pojavijo v vodi zaradi uporabe pralnih praškov, detergentov, umetnih gnojil, ki jih padavine spirajo iz umetno gnojenih tal.

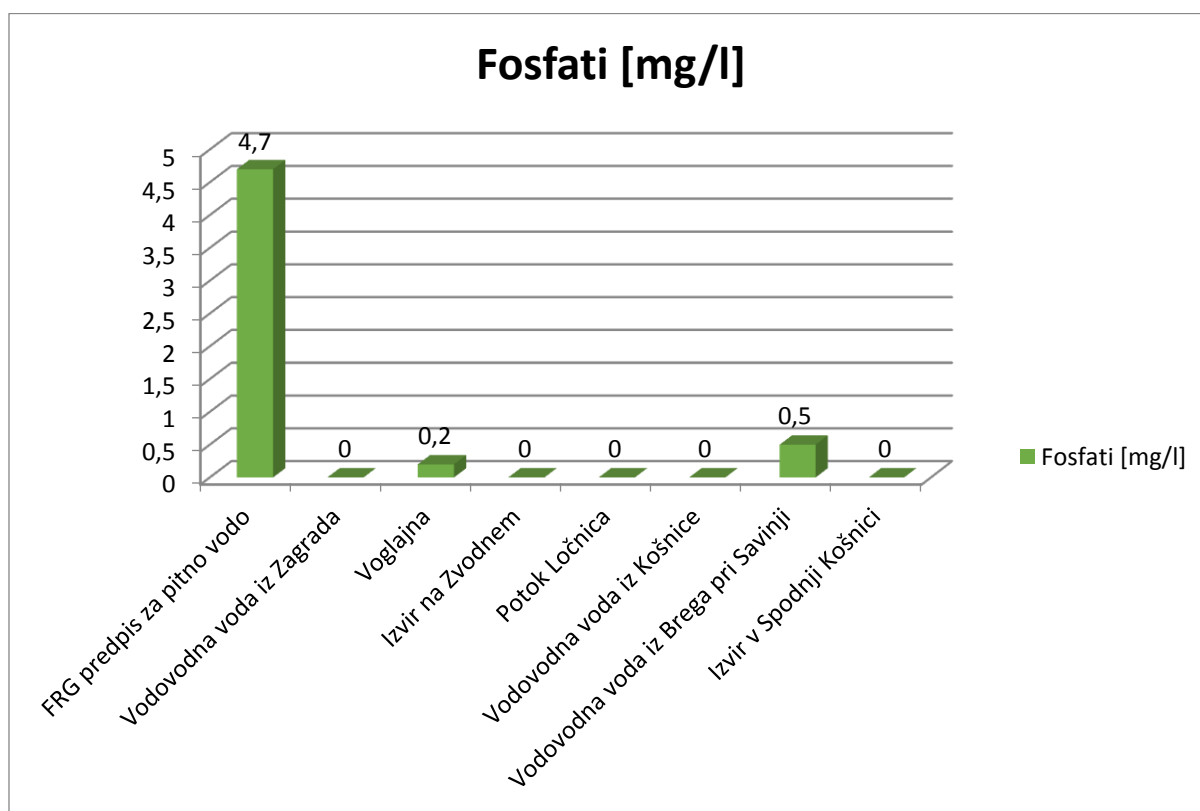
## Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

	<b>Mejne (dopustne) vrednosti [mg/l]</b>
<b>Maksimalno v EU</b>	6,95
<b>Priporočljivo v EU</b>	0,56
<b>Maksimalno v SLO</b>	0,30

Tabela 7: Mejne (dopustne) vrednosti fosfatov.

	<b>Fosfati</b>
<b>FRG predpis za pitno vodo</b>	4,7
<b>Vodovodna voda iz Zagrada</b>	0
<b>Vogljajna</b>	0,2
<b>Izvir na Zvodnem</b>	0
<b>Potok Ločnica</b>	0
<b>Vodovodna voda iz Košnice</b>	0
<b>Vodovod iz Brega pri Savinji</b>	0,5
<b>Izvir v Spodnji Košnici</b>	0

Tabela 8: Vrednosti fosfatov v analiziranih vzorcih.



Graf 4: Količina fosfatov pri analizi.

Vzorci vode, ki smo jih testirali, so vsebovali malo fosfatov. Vsi vzorci, razen voda iz Vogljajne in vodovodna voda z Brega pri Savinji, so bili pod kritično mejo, oziroma jih reagent ni zaznal. Izjemi (Vogljajna in vodovodna voda z Brega pri Savinji) pa sta z 0,2 in 0,5



mg/l, še vedno precej pod FRG predpisom za pitno vodo, ki znaša 4,7 mg/l. Merilno območje barvne lestvice zajema vrednosti od 0 do 6 mg/l.

### pH reakcija kislosti/bazičnosti vode

pH je merilo za kislost ali bazičnost vode. Primeri kislinskih snovi: kis, limonin sok, kislo mleko, vino ... Primeri bazičnih snovi: milnica, čistilo za posodo (Cet, Pril, Jar ...).

	<b>Mejne (dopustne) vrednosti [-]</b>
<b>Maksimalno v EU</b>	9,5
<b>Priporočljivo v EU</b>	6,5 – 8,5
<b>Maksimalno v ZDA</b>	6,5 – 8,5
<b>Bazeni v EU</b>	6,0 – 9,0
<b>Ribe v akvariju</b>	?
<b>Maksimalno v SLO</b>	6,5 – 8,5

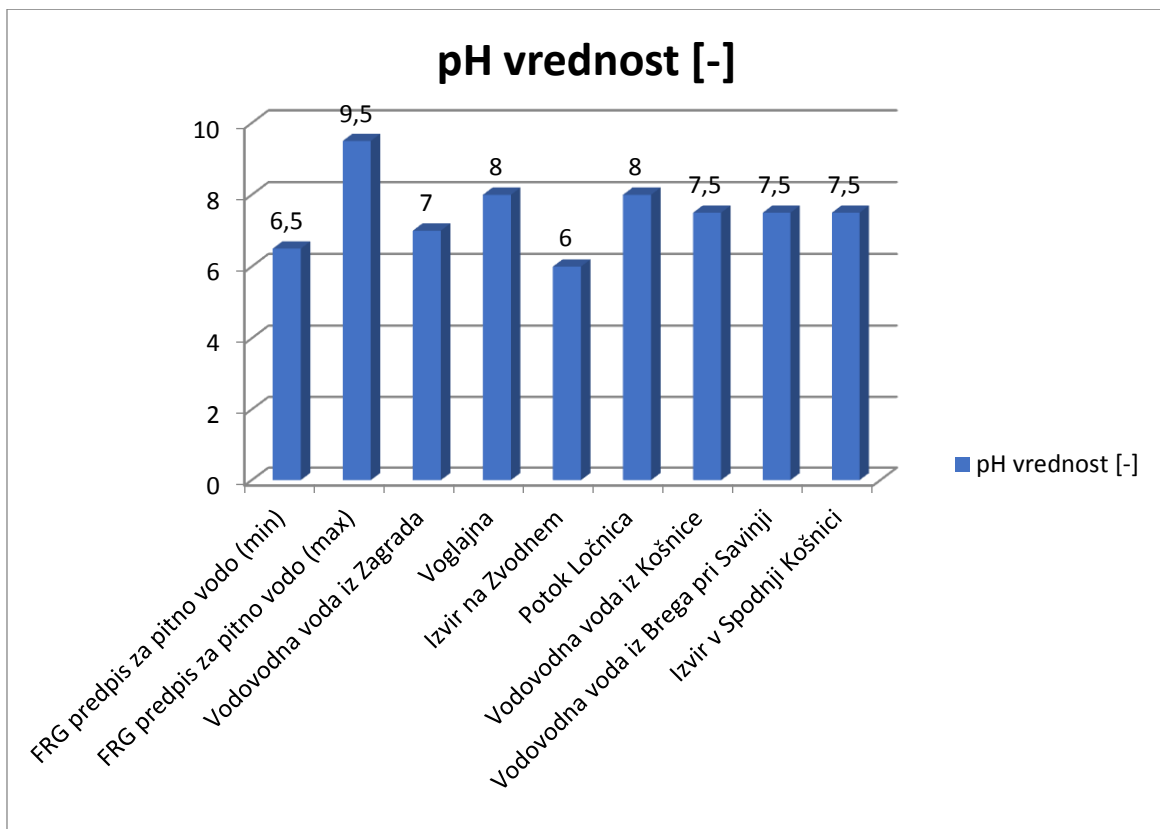
Tabela 9: Mejne (dopustne) pH vrednosti.

	<b>pH vrednost [-]</b>
<b>FRG predpis za pitno vodo (min)</b>	6,5
<b>FRG predpis za pitno vodo (max)</b>	9,5
<b>Vodovodna voda iz Zagrada</b>	7
<b>Voglajna</b>	8
<b>Izvir na Zvodnem</b>	6
<b>Potok Ločnica</b>	8
<b>Vodovodna voda iz Košnice</b>	7,5
<b>Vodovod iz Brega pri Savinji</b>	7,5
<b>Izvir v Spodnji Košnici</b>	7,5

Tabela 10: pH vrednosti v analiziranih vzorcih.



Fotografija 9: Pri ugotavljanju pH vrednosti vode so se merilni lističi pokazali za najbolj zanesljive.



Graf 5: pH vrednosti pri analizi

## Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

Vsi odvzeti vzorci vode, razen tistega iz izvira na Zvodnem, so znotraj minimalnega (6,5) in maksimalnega (9,5) FRG predpisa za pitno vodo. Voda iz izvira na Zvodnem je rahlo kisla, saj njen pH znaša 6, vse ostale vode pa so rahlo bazične; npr. Voglajna in potok Ločnica (8), vodovodni vodi iz Košnice in Brega pri Savinji ter izvira v Spodnji Košnici (7,5), le vodovodna voda iz Zagrada, je s pH vrednostjo 7, popolnoma nevtralna.



Fotografija 10: Pri odmerjanju reagenta – štetju kapljic je bila potrebna zbranost in natančnost.

### Trdota vode

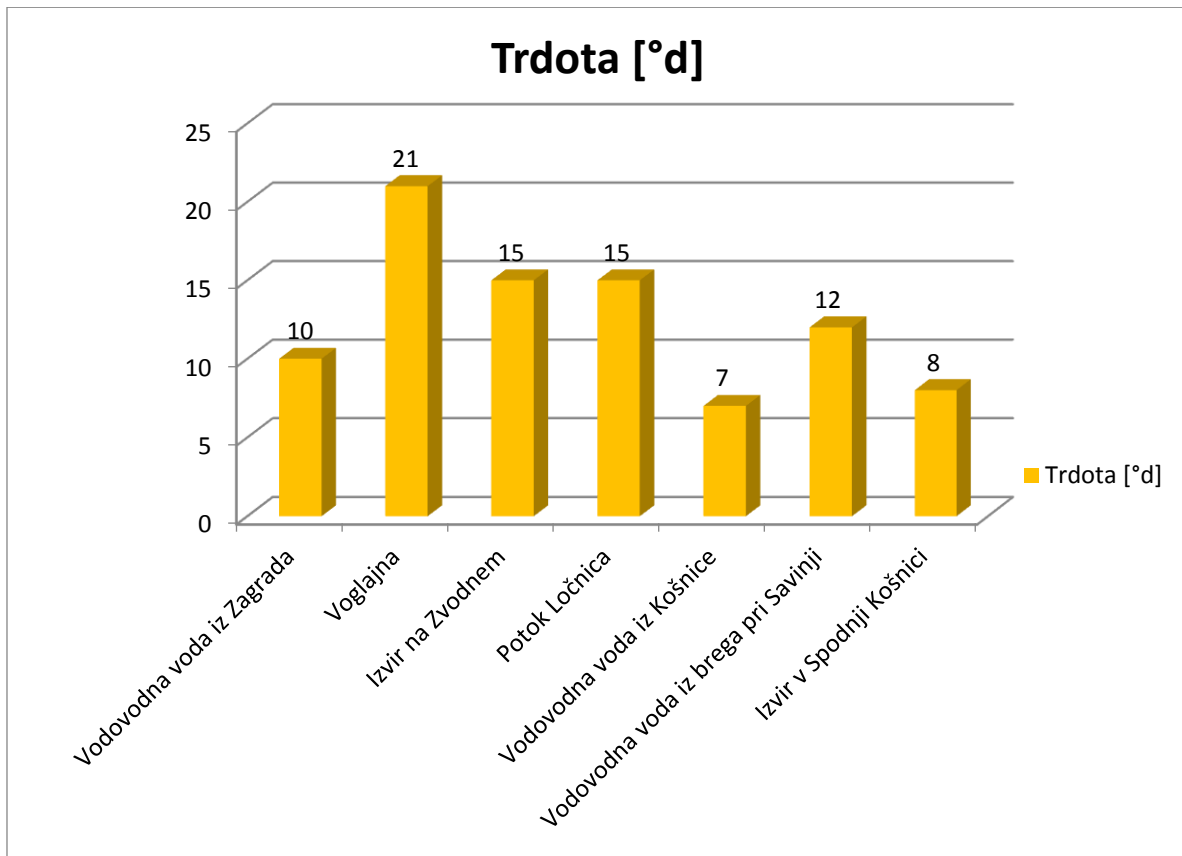
Voda, ki vsebuje raztopljene rudninske snovi, je trda. Trdoto vode tvorijo soli kalcija in magnezija.

0–4 °d	Zelo mehka (destilirana voda)
4–8 °d	Mehka voda (deževnica)
8–18 °d	Srednje trda voda (večina vodovodnih vod)
18–30 °d	Trda voda
Nad 30 °d	Zelo trda voda

Tabela 11: Lestvica trdote vode.

	Trdota [°d]
<b>Vodovodna voda iz Zagrada</b>	10
<b>Voglajna</b>	21
<b>Izvir na Zvodnem</b>	15
<b>Potok Ločnica</b>	15
<b>Vodovodna voda iz Košnice</b>	7
<b>Vodovod iz Brega</b>	12
<b>Izvir v Spodnji Košnici</b>	8

Tabela 12: Trdota analiziranih vzorcev vod.



Graf 6: Trdota vod pri analizi.

Iz pridobljenih podatkov je razvidno, da je v Voglajni voda trda, vodovodna voda iz Košnice je mehka, ostale vode pa so srednje trde.



Fotografija 11: Pri ugotavljanju trdote vode so se merilni lističi pokazali točnejše vrednosti kot kapljični indikator.

Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

	<b>Amonij</b> [mg/l]	<b>Nitriti</b> [mg/l]	<b>Fosfati</b> [mg/l]	<b>Nitrati</b> [mg/l]	<b>pH</b>	<b>Trdota vode</b> [°d]
<b>Mejna vrednost – pitne vode*</b>	0,5	0,5	0,3-0,5	50	6,5 – 9,5	0-30
<b>Dornov studenec**</b>	0,1	0,02	0,5	2	7,4	15
<b>Vzhodna Ložnica**</b>	0,2	0,03	0,5	10	8	25
<b>Vodovodna voda iz Zagrada</b>	0,2	0,02	0	5	7	10
<b>Voglajna</b>	0,2	0,02	0,2	5	8	21
<b>Izvir na Zvodnem</b>	0,2	0,02	0	0	6,5	15
<b>Potok Ločnica</b>	0,2	0,1	0	10	8	15
<b>Vodovodna voda iz Košnice</b>	0,2	0,02	0	0	7,5	7
<b>Vodovodna voda iz Brega</b>	0,1	0,02	0,5	0	7,5	12
<b>Izvir v Spodnji Košnici</b>	0,2	0,02	0	0	7,5	8

Tabela 13: Skupna tabela rezultatov naših meritev.

\* Mejne vrednosti za pitne vode smo vzeli iz Pravilnika o pitni vodi (Ur. L. RS. Št 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09).

\*\*Analizi vzorcev Dornovega studenca in Vzhodne Ložnice, smo izvedli naknadno (glej poglavje 3.3).

Presenetljivo smo ugotovili, da prav nobena analizirana voda ne presega mejnih vrednosti izbranih parametrov, ki smo jih analizirali. In to navkljub dejstvu, da se površinske vode (Voglajna, Vzhodna Ložnica, izvir na Zvodnem, Ločnica v Zgradu in izvir v Spodnji Košnici) nahajajo sredi kmetijskih površin (travniki, pašniki, njive, vinogradi ...) in znotraj gostejše poselitve obrobja Celja. Temu dejstvu morda botruje tudi zimski letni čas odvzeta in analize voda, ko kmetijska zemljišča počivajo. Na robu mejne vrednosti vsebnosti fosfatov sta bili samo vzorca vode iz Dornovega studenca in Vzhodne Ložnice. Oba vzorca smo se zato odločili testirati še v laboratoriju NLZOH Celje.

### 3.2 Laboratorijsko delo na NLZOH v Celju – študij primerov dveh voda



Fotografija 12: Pročelje ZZV Celje (Uradno od 2014: Nacionalni laboratorij za zdravje okolje in hrano, Oddelek za kemijske analize Celje).

Ker smo v šoli analizirali škodljive snovi v vodah z reagenti iz kovčka za analizo vode, nas je zanimalo, kako in s čim to počnejo poklicni kemiki. Na naša vprašanja so nam odgovorili v Nacionalnem laboratoriju za zdravje okolje in hrano, Oddelku za kemijske analize, v Celju. V laboratoriju smo pod vodstvom kemijskega tehnika Denisa Mahmutovića spoznali in preizkusili običajne in elektronske naprave za analiziranje škodljivih snovi v vodi.

Na NLZOH Celje delajo po naročilih svojih strank, torej raziskujejo škodljive snovi v vodah, katere jim prinesejo njihove stranke in jih nato seznanijo z rezultati, ali je voda pitna ali ni, in kateri parametri so prekoračeni.

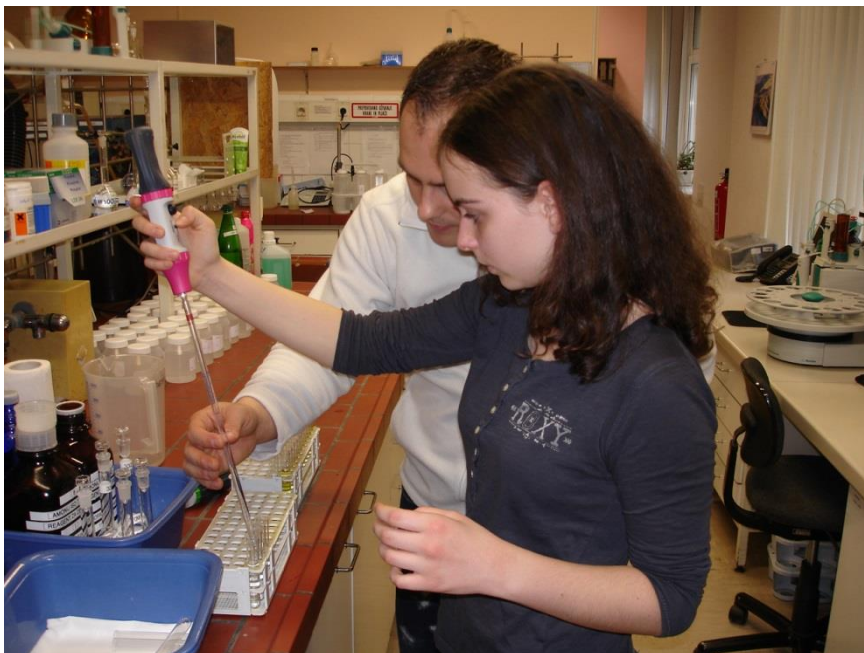
V laboratorij smo prinesli dva vzorca vode. Za študij dveh primerov smo si izbrali domnevno pitno vodo iz Dornovega studenca in domnevno onesnaženo površinsko vodo (potok) Vzhodno Ložnico.

S pomočjo kemika – analitika smo izmerili vsebnost amonija in nitritov, kasneje pa tudi pH vrednost in električno prevodnost vode. Nitrate, fosfate in trdoto so v laboratoriju določili brez naše prisotnosti, prav tako pa so s pomočjo spektrofotometra (ICP/MS; induktivno sklopljena plazma v povezavi z masno spektrometrijo), ugotavljali morebitno prisotnost kovin v vodi.



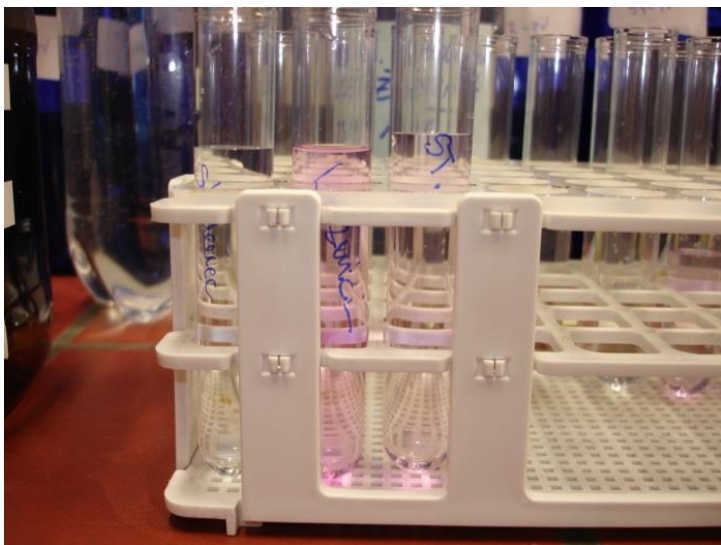
Fotografija 13: Učenci – raziskovalci pred vhodom NLZOH Celje.

Postopek dela v laboratoriju se ni tako zelo razlikoval od našega v šoli. Precej pa so se razlikovali pripomočki, ki smo jih uporabljali. V laboratoriju smo si sprva pripravili 5 epruvt, v katere smo napolnili z našima vzorcema, v peto pa smo nalili standardno vodo (kontrolni vzorec). To vodo smo nalili zato, da bi lahko na podlagi njenih rezultatov ugotovili, ali smo bili pri postopku dovolj natančni oziroma ali so naprave pravilno delovale. V primeru, da bi bil rezultat za standardno vodo previsok ali prenizek, bi električno napravo, s katero smo ugotavljali škodljive snovi v vodi, morali kalibrirati.



Fotografija 14: Delo v laboratoriju. Učenka – raziskovalka Alisa s pipetorjem polni epruvete.

Ker je bilo v Vzhodni Ložnici veliko usedlin, smo vodo sprva filtrirali, in tako ločili delce, ki so bili veliki  $0.45 \mu\text{m}$  ali več. Nato smo vzorca obeh vod vzporedno razporedili v epruvete, dodali reagent za dokazovanje amonija, in nato v drugo epruveto reagent za dokazovanje nitrita. Za večjo natančnost smo si pomagali s pipetorjem, ki je vsrkal želeno količino vode v kapalko. Nato smo pustili spojino reagenta in vod stati, saj reakcija potrebuje najmanj eno uro, da se razvije. **Opazili smo, da se je voda iz Vzhodne Ložnice takoj obarvala rožnato.**



Fotografija 15: Voda iz Dornovega studenca, Vzhodne Ložnice (ta se je takoj obarvala rožnato) in standard pri preverjanju vsebnosti nitritov.



## Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

Ugotavljali smo tudi pH vrednost in električno prevodnost vod. Sprva smo testirali standardno vodo, da smo se prepričali, ali naprava dobro deluje. Postopku rečejo preliminarni test. Opazovali pa smo tudi delo spektrofotometra (ICP/MS), naprave za ugotavljanje kovin v vodi.



Fotografije 16, 17, 18: Sodobne naprave (od leve proti desni): ICP-MS spektrometer, UV/VIS spektrofotometer za računalniško obdelavo vzorcev za ugotavljanje vsebnosti amonija, elektronski pH meter.

3.2.1. Rezultati analize vzorca Dornovega studenca in Vzhodne Ložnice na NLZOH Celje

Parameter	Enota	Vzorec 1: Dornov studenec	Vzorec 2: Vzhodna Ložnica	Mejna vrednost za pitne vode*
arzen	µg/L	<1	5	10
baker	mg/L	<0,001	0,007	2
cink	µg/L	<10	40	ne obstaja
kadmij	µg/L	<0,1	0,1	5
celotni krom	µg/L	<2	<2	50
nikelj	µg/L	1	3	20
svinec	µg/L	<1	3	10
aluminij	µg/L	<10	120	200
bor	mg/L	<0,02	0,03	1
selen	µg/L	<1	<1	10
mangan	µg/L	<5	<b>3000</b>	50
barij	µg/L	10	30	ne obstaja
titan	µg/L	<10	10	ne obstaja
antimon	µg/L	<1	<1	5
železo	µg/L	<20	<b>560</b>	200
natrij	mg/L	4,5	113	200
magnezij	mg/L	21	110	ne obstaja
kalij	mg/L	0,7	11	ne obstaja
kalcij	mg/L	83	95	ne obstaja
»naši« parametri:				
amonij	mg/L	0,05	0,48	0,5
nitriti	mg/L	<0,01	0,121	0,5
fosfati	mg/L	<0,1	<0,1	ne obstaja**
nitrat	mg/L	8,5	5,1	50
pH		7,4	7,7	6,5-9,5
trdota	°N	17,2	42,8	ne obstaja***

Tabela 14: Izmerjene vrednosti izbranih parametrov na NLZOH Celje.

\* Mejne vrednosti za pitne vode smo vzeli iz Pravilnika o pitni vodi (Ur. L. RS. Št 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09).

\*\* V Pravilniku o pitni vodi (Ur. L. RS. Št 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09) ne obstaja parameter fosfati, oz. ni napisane mejne vrednosti fosfatov v pitni vodi.

\*\*\* V Pravilniku o pitni vodi (Ur. L. RS. Št 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09) ne obstaja parameter trdota vode. Obstaja trdotna lestvica (priloga št 2, str. 64). Trdoto smo pri odvzetih vzorcih merili in interpretirali po tej lestvici.

### 3.2.2 Interpretacija rezultatov NLZOH Celje in mikroskopiranje vzorca iz Vzhodne Ložnice

Med t. i. »indikatorskimi« parametri sta presegala dopustno vrednost mangan in železo, zato smo podrobneje preučili morebiten škodljiv vpliv teh dveh parametrov na živa bitja.

**Mangan** je eden od najbolj razširjenih elementov v zemeljski skorji in nujen element za življenje. Med ljudmi obstajajo velike razlike v dnevni potrebi in reakcijah nanj. Zdravstvene posledice so možne, če ga vnesemo premalo ali preveč. V podtalnici je raztopljen, ob stiku s kisikom iz zraka se izloči kot temnorjavi oksid, ki obarva perilo oz. sanitarno in kuhinjsko opremo, ter daje vodi, predvsem pa pijačam, nenavaden okus. **Mangan tako torej predstavlja predvsem tehnični in estetski in ne le zdravstvenega problema.** Zato je uvrščen med indikatorske parametre, z mejno vrednostjo **50 µg/l. Kot zdravstveno utemeljeno dopustno koncentracijo lahko upoštevamo vrednost 0,4 mg/l.**

**Železo** je ena izmed najbolj razširjenih kovin v zemeljski skorji. Najdemo ga v številnih naravnih vodah. V pitni vodi je lahko prisotno kot posledica priprave vode ali korozije vodovodnega omrežja. Prisotnost železa v vodi vpliva na njen okus, barvo in vonj. **Uvrščeno je med indikatorske parametre, z mejno vrednostjo 200 µg/l. Kot zdravstveno utemeljeno dopustno koncentracijo lahko upoštevamo 2 mg/l.** Ob zaznanih spremembah lastnosti pitne vode oz. laboratorijsko ugotovljenih preseženih vrednostih železa, je potrebno takojšnje ugotavljanje in posledično odpravljanje vzrokov (surova voda, priprava pitne vode, korozija cevi)

(Vir: [http://www.ivz.si/Mp.aspx?ni=115& 5\\_id=409& 5\\_action=ShowNewsFull](http://www.ivz.si/Mp.aspx?ni=115& 5_id=409& 5_action=ShowNewsFull) 14. 2. 2015).

Kljub pomirjujoči razlagi o neškodljivosti prekoračenih vrednosti mangana in železa v Vzhodni Ložnici s prostim očesom nismo zaznali življenja. Tudi rastlin ob bregovih ni bilo

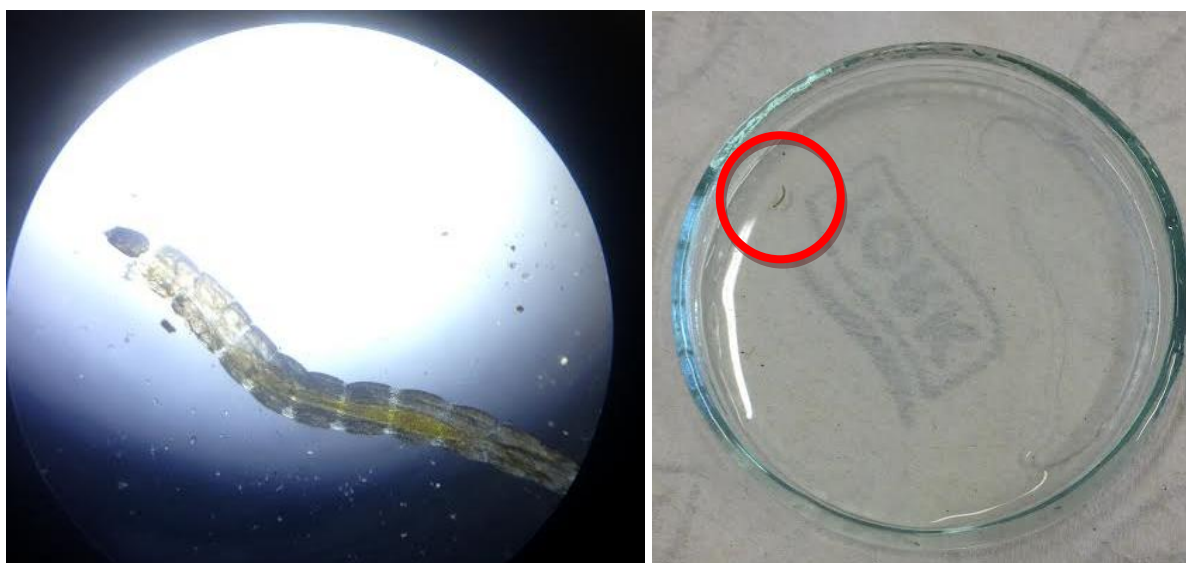
## Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

zaznati. Temu je prispevalo tudi sosednje podjetje za urejanje voda Nivo, d. o. o., ki je strugo Vzhodne Ložnice lani (2014) očistilo in reguliralo.



Fotografija 19: Regulirana in očiščena struga potoka Vzhodna Ložnica. V ozadju je kompleks celjske Cinkarne.

Z mikroskopiranjem smo želeli poiskati prisotnost vsaj mikroorganizmov. Naša domneva, da živih bitij ne bomo našli, je bila sicer ovržena, a smo morali potrpežljivo mikroskopirati več vzorcev Vzhodne Ložnice. Odkrili smo le več ličink komarja, ki smo jih v petrijevki lahko zaznali s prostim očesom. Pod mikroskopom pa smo našli tri primerke enocelične kremenaste alge – diatomeje *Navicula sp.* (sp. Pomeni da vrsta ni določena), ki je bila podolgovate, puščičaste oblike.



Fotografiji 20 in 21: Ličinka komarja skozi povečavo mikroskopa in vidna s prostim očesom v petrijevki.



Fotografija 22: Diatomejska alga iz rodu *Navicula* sp.

Presenetilo nas je, da se lahko tudi alge gibljejo, kar velja samo za kremenaste, ker imajo dvodelno celično steno iz kremna, med obema deloma kroži citoplazma, ki omogoča gibanje in pritrjanje na kamne. Zato so to najpogostejše alge v potokih, ker jih voda ne odnese. Rek, da izjema potrjuje pravilo, se je tokrat potrdil. V vodi razen ličinke komarja in enoceličnih kremenastih alg nismo našli živih bitij.



Fotografije 23, 24 in 25: Še več primerkov kremenastih alg iz Vzhodne Ložnice.

Kremenaste alge smo določili s pomočjo spodnjih spletnih strani:

<http://microlife.parvarium.com/> (2. 2. 2015),

<http://microlife.parvarium.com/FC0807a/> (2. 2. 2015).

Teoretično znanje o kremensteih algah smo pridobili iz članka v Gei. (Hönigsfeld Adamič, 2014, str. 44-47)

### 3.3 Primerjava in interpretacija naših rezultatov z rezultati NLZOH Celje

Parameter	Enota	Dornov studenec – meritev ZZV	Vzhodna Ložnica meritev ZZV	Dornov studenec – naša meritev	Vzhodna Ložnica – naša meritev	Mejna vrednost za pitne vode
Amonij	mg/L	0,05	0,48	0,1	0,2	0,5
Nitriti	mg/L	<0,01	0,121	0,02	0,03	0,5
Fosfati	mg/L	<0,1	<0,1	0,5	0,5	ne obstaja*
Nitrat	mg/L	8,5	5,1	2	10	50
pH		7,4	7,7	7,4	8	6,5-9,5
Trdota	°d	17,2	42,8	15	40	ne obstaja*

Tabela 15: Primerjava izmerjenih vrednosti na NLZOH Celje z našimi vrednostmi

\*Glej opombe pod tabelo št.14.

#### Interpretacija naših rezultatov o prisotnosti škodljivih snovi v Vzhodni Ložnici

Glede na količino amonija po predpisih EC in slovenskih normativih vsebnost **amonija ni** višja od dovoljene. Seveda pa je Zgornja Ložnica po izvoru površinska voda, ki teče ob Cinkarni Celje, zato se ne more primerjati z vodami z vodovoda ali izvirskimi vodami, kot je Dornov studenec.

Količina **nitratov** po slovenskih normativih in predpisih EC **ne presega** dovoljene vrednosti.

Glede na količino **nitritov** v vodi, **ta voda ne presega mejnih vrednosti za pitne vode**, saj je količina nitritov po slovenskih normativih nižja od maksimalne.

Vsebnost fosfatov prav tako ne presega slovenskih normativov za pitne vode.

Z rezultatom pH vrednosti vodo iz Vzhodne Ložnice uvrščamo med **nevtralne** vode glede na kislost/bazičnost.

Rezultat vsebnosti mineralnih snovi v vodi nam pove, da je voda **zelo trda** in neprimerna za tehnične namene, ker vsebuje veliko apnenca.

### **Interpretacija naših rezultatov glede prisotnosti škodljivih snovi v Dornovem studencu**

Količina amonijaka v Dornovem studencu nam pove, da bi glede na predpise EC lahko bila voda v studencu **pitna**. Lahko pa bi bila primerna tudi za vodo v bazenih, saj je pri nemških standardih (DIN 19 643) maksimum amonija enak našemu rezultatu.

Količina nitratov v Dornovem studencu nam pove, da je po slovenskih normativih za **pitno vodo**, ki določa maksimum 50 mg/l nitratov v vodi, naša voda precej čista in posledično pitna. Seveda bi pred zaključkom o morebitni pitnosti vode raziskave morali razširiti na mikrobiološke.

Količina nitritov v Dornovem studencu je po slovenskih normativih zmerna. Primerna naj bi bila tudi za otroke, saj jo po teh podatkih lahko uvrstimo med mineralne vode.

Količina fosfatov v vodi, ki priteka iz tega studenca, je nižja od dovoljene, ki jo določajo slovenski normativi.

Z nevtralnim rezultatom pH vrednosti, vodo, ki priteka iz studenca, uvrščamo med **pitne vode**.

Voda, ki priteka iz studenca je zelo trda, ker pronica skozi debele sklade apnenca in dolomita. Ti dve kamnini namreč sestavljata Grajski hrib, pod katerim se nahaja Dornov studenec.

### **Primerjava naših rezultatov z rezultati NLZOH Celje**

**Rezultati za pH vrednost in trdoto vode so povsem primerljivi, odstopanja pa so majhna.** Pri določanju nitritov, nitratov, fosfatov in amonija so razlike večje. Mogoče reagenti iz kovčka niso bili dovolj občutljivi, vprašljiva bi lahko tudi njihova starost, čeprav smo preverili tudi njihov rok uporabe. Pri Zgornji Ložnici vzorec ni bil povsem homogen. Nalili smo ga v dve steklenici, eno smo analizirali sami, drugo pa odnesli v analizo na NLZOH. Pri Dornovem studencu menimo, **da so naše metode manj zanesljive oz. manj natančne od metod, uporabljenih na NLZOH Celje.**



### 3.4 Čebulni (Allium) test

Čebulni test nam pokaže toksičnost vode. Uporabljajo ga predvsem biologi, ki raziskujejo vzroke za slabšanje okolja. Uporablja se pri izvajanju biomonitoringa – opazovanja odzivov organizmov na okolje, v katerem živijo, uporabljajo ribe, rastline, glive ... Eden izmed najzanesljivejših, najhitrejših in najcenejših je test z navadno čebulo. S čebulnim testom se ugotavlja toksičnost v vodnih, kopenskih in zračnih ekosistemih. Pokaže vpliv onesnaženosti vode s kemičnimi snovmi. Vzorec vode nalijemo do vrha v epruveto, nanjo pa postavimo mlado čebulo. Test poteka v dveh fazah. V prvi fazi opazujemo dolžino korenin mlade čebule. Ta informacija nam pokaže rezultate o splošni toksičnosti vode. Hitrost in dolžina rasti koreninic je odvisna od stopnje onesnaženosti. Čim daljše so koreninice, tem manjša je stopnja toksičnosti snovi v vodi in obratno. Druga faza čebulnega testa pa podaja raven genotoksičnosti, kjer v celicah rastlin vršičkov s pomočjo mikroskopov ugotavljamo morebitne poškodbe kromosomov. Čebulni test se uporablja predvsem kot pokazatelj, da so v okolju prisotne genotoksične snovi, ter za ocenjevanje vplivov na druge rastline. Nikakor pa ga ne moremo uporabiti za neposredno sklepanje o posledicah za ljudi. Med človekom in čebulo je namreč prevelika razlika, saj ni dokazano, da voda povzroča pri človeku in čebuli iste vrste poškodb kromosomov

(Povzeto po: <http://vedez.dzs.si/dokumenti/dokument.asp?id=644> 8. 2. 2015).

#### 3.4.1 Preverjanje čebulnega testa

Čebulni test smo izvedli na petih vzorcih: destilirana voda kot test, potok Ločnica iz Zagrada, Polulski potok, Dornov studenec in potok Vzhodna Ložnica.

Izvajali smo ga v preprosti šolski obliki. Opazovali, merili in primerjali smo dolžino koreninic čebulic v času dvanajstih dni. Izbrali smo čebulice slovenske avtohtone sorte Ptujsko rdečo čebulo (*Allium cepa*), ki jo prodaja Semenarna Ljubljana.



Fotografija 26: Za čebulni test smo uporabili Ptujsko rdečo čebulo (*Allium cepa*).



Fotografiji 27 in 28: Čebulni test vseh voda, 1. dan in zadnji 12. dan.

Čeprav se na zgornjih fotografijah, ki so posnete precej navpično, ne vidi dolžina koreninic, (predvsem na desni, na levi prvi dan koreninice še niso pognale) pa je očitna razlika v poganjkih, ki so bili po dvanajstih dneh bujni.



Fotografiji 29 in 30: Čebulni test destilirana voda, 1. dan in 12. dan.

Ker je destilirana voda načrtno osiromašena mineralnih snovi, tukaj nismo pričakovali bujne rasti koreninic. Služila nam je zgolj za test kaljivosti čebulic. Po 12-ih dneh je ta voda bila precej kalna, dve čebulici nista pognali koreninic, njihova povprečna dolžina pa je bila le **4,5 cm**.



Fotografiji 31 in 32: Čebulni test Ločnica, 5. dan in 12. dan.

Potok Ločnica v Zagradu pri analizi ni presegel nobene dopustne vrednosti. Čebulice so rastle dokaj počasi, po petih dneh (slika levo) le **2–3 cm**. Po 12-ih dneh dve čebulici nista pognali koreninic. Voda v epruveti pa je bila kalna. V ostalih štirih epruvetah je bila povprečna dolžina koreninic slabih **9 cm**.



Fotografiji 33 in 34: Čebulni test Polulski potok, 5. dan in 12. dan.

Kemična analiza v Polulskem potoku ni pokazala presežka kašnega parametra nad dopustno vrednostjo. Po 12-ih dneh ena čebulica ni pognala koreninic, dve čebulici sta pognali le 3 cm dolge koreninice. Povprečje dolžin koreninic petih čebulic je znašala **6,5 cm**.



Fotografiji 35 in 36: Čebulni test, Dornov studenec 5. dan in 12. dan.

Niti naša niti analiza ZZV v vodi iz Dornovega studenca nista pokazali povišanih vrednosti izbranih parametrov. Ena čebulica ni pognala koreninic in smo jo izločili. Povprečje dolžine koreninic ostalih pet čebulic je bila le **5 cm**.



Fotografiji 37 in 38: Čebulni test Vzhodna Ložnica, 5. dan in 12. dan.

Vzhodna Ložnica ob Cinkarni Celje je bila edina površinska voda, ki je preseгла dopustno vrednost za pitne vode pri dveh parametrih: manganu in železu. Ostale vrednosti parametrov so bile (razen amonija, ki se je dopustni vrednosti približal na 0.02 mg/L) v mejah normale. Ker je amonij posledica razpadanja organskih snovi – gnitja, smo tukaj pričakovali daljše koreninice. Vse čebulice so pognale koreninice, povprečna dolžina koreninic pa je bila **7 cm**.

**Preprosta šolska predpostavka, da sta hitrost rasti in dolžina koreninic odvisni od onesnaženosti vode, je vprašljiva. V čistejši, manj strupeni vodi naj bi koreninice rasle hitreje in bile na koncu daljše kot v bolj onesnaženi vodi. Slednje sicer drži, a velja samo za čebulo, saj različne snovi v vodi (npr. fosfati, nitrati, nitriti) na čebulice delujejo kot gnojilo, torej pozitivno. Na živali in človeka pa v povečanih koncentracijah negativno.**

Če ne vemo, katere snovi v vodi povzročajo hitrejšo rast, na osnovi čebulnega testa ne moremo sklepati, da je neka voda boljša za pitje od druge. Sklepamo lahko le, da se vodi razlikujeta, in bi ju bilo dobro kemijsko analizirati. **Prav zaradi teh nasprotnih učinkov različnih kemijskih snovi čebulnega testa ne gre jemati preveč resno.**

Rezultat – dolžina koreninic je predvsem odvisna od kvalitete posamezne čebulice. Da smo izločili vpliv slabih čebulic, smo enako vodo do vrha nalili v šest epruvet in jih pokrili z na videz enako velikimi čebulicami. Vpliv raznolikosti čebulic smo izključili tako, da smo izračunali povprečno dolžino koreninic za posamezno vodo. Če povprečna dolžina koreninic med vodami ni dovolj velika, pomeni, da med vodami ni razlike.

Tako na osnovi dolžine koreninic lahko ugotovimo le razliko med posameznimi vodami in ne čistost posamezne vode. Kljub manjši vrednosti testa pa nam je bila ta metoda zelo zanimiva

(Vir: [www.modrijan.si/slv/content/download/2805/.../NS14,3\\_str+21-22.pdf](http://www.modrijan.si/slv/content/download/2805/.../NS14,3_str+21-22.pdf) 11. 2. 2015).

#### 4 Intervju s kemičarko – analitičarko Ksenijo Bošnjak, univ. dipl. inž. kem. inž.

Pozdravljeni. Najprej bi se Vam radi zahvalili, da ste nam pripravljene pomagati pri naši raziskovalni nalogi. Vaše sodelovanje nam bo nalogo naredilo še bolj zanimivo in verodostojno.

**Alisa: V šoli smo za raziskovanje uporabljali preproste metode iz šolskega kovčka Aqualan. Takšne metode in oprema so za osnovnošolce verjetno dovolj, kaj pa npr. za srednje šole? Menite, da so metode primerne in rezultati dovolj natančni?**

*Ksenija Bošnjak: Vsaka metoda ima svoje omejitve. Predvsem je pomembna najnižja koncentracija, ki jo lahko določimo. Vaš kovček ima verjetno navodila za uporabo, kjer piše za vsako preiskavo od–do. Ko bodo znani naši rezultati, bomo lahko naredili primerjavo glede točnosti.*

**Tilen: Nahajamo se na Zavodu za zdravstveno varstvo. Mi bi radi dobili tudivašo oceno rezultatov naših že izvedenih raziskav. S čim se poleg analize vode še ukvarjate?**

*Ksenija Bošnjak: Pravo ime inštitucije je od januarja 2014 Nacionalni laboratorij za zdravje okolje in hrano (NLZOH), Center za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Celje. Poleg analiz na področju pitnih vod izvajamo še analize kopalnih, površinskih in odpadnih vod, živil, odpadkov, zraka in tal.*

*V veliki večini smo samo izvajalci preiskav: se pravi, da dobimo naročilo in ga izvedemo po naših uveljavljenih metodah. Na primer: v kopalnih vodah moramo po pravilniku izvesti analizo trihalometanov in motnosti. Če pa bi naročnik posebej zahteval, pa bi se dogovorili še za analizo npr. železa. Podobno, kot ste me za potrebe vaše raziskave, prosili vi.*

*Na spletni strani <http://www.nlzoh.si> je na voljo nabor vseh storitev, ki jih ponujamo.*

*Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (NLZOH) ponuja spekter storitev (op. a.: analizirajo vodovod, ugotavljajo mikrobiološke in kemijske onesnaževalce v pitni vodi (kar je predvsem zanimalo nas), izvajajo usposabljanja za delo z živil, nadzorujejo kakovost bazenskih kopalnih voda in površinskih kopalnih vod. Ponujajo storitve dezinfekcije, dezinfekcije in deratizacije)).*

*Analizirajo odpadke, nadzirajo odlagališča odpadkov in njihov vpliv na okolje.*

*Analizirajo odpadne vode, izvajajo monitoring odpadnih voda, delajo študije v zvezi s projektiranjem čiščenja odpadnih voda.*

*Izvajajo meritve onesnaženosti zraka, hrupa v naravnem in bivalnem okolju, izdelujejo karte hrupa in celotna poročila o vplivih na okolje.*

*Opravljajo analize živil (sestava, onesnaževalci, označevanje, kakovost), sodelujejo pri izvajanju uradnega nadzora varnosti živil.*

*Izvajajo meritve na terenu, vzorčenje, določajo onesnaževalce podzemnih, površinskih voda in vodnih izvirov. Določajo onesnaževalce pitne vode, analizirajo ustekleničene in mineralne vode. Vzorčijo in analizirajo kopalne vode*

(Vir: <http://www.nlzoh.si/index.php/nase-storitve> 7. 2. 2015).

**Živa: Lani (2014 op. a.) smo pogosto rekli "Že spet dežuje." Poleti ni bilo suhega vremena več kot teden dni skupaj, da o pomladi in jeseni sploh ne govorimo. Ali je možno, da bi preobilne padavine škodile kvaliteti in čistoči vode v naših domovih?**

*Ksenija Bošnjak: Nekateri vodni viri se po močnem dežju skalijo. Kar se kemične kvalitete tiče to ni problematično, saj se voda pred vstopom v omrežje filtrira. Lahko pa se to odraža v povečanem številu bakterij in takrat upravljalec vodovoda izda obvestilo, da je treba vodo pred zaužitjem prekuhati. Slednje se izvede preventivno še preden so gotove mikrobiološke analize, takoj ko se zazna povišana motnost. Verjetno ste že kdaj zasledili obvestila na radiu, dostopna pa so tudi na spletni strani celjskega vodovoda.*

**Alisa: Slovenija je z vodo dokaj bogata in sorazmerno čista. Ali bi se lahko to v prihodnosti po vašem mnenju spremenilo?**

*Ksenija Bošnjak: Večja sprememba podnebja bi lahko spremenila padavinski režim in posledično vplivala na višino podtalnice. V nekaterih delih Slovenije (npr. Primorska) se je že zgodilo, da so vodni viri presahnili.*

*Z nižanjem nivoja podtalnice se »koncentrirajo« vse snovi prisotne v vodi, kar pomeni, da bi se lahko vsebnost nekaterih škodljivih snovi povečala.*

**Tilen: Predvidevamo, da ste v vzorcih različnih vod v preteklosti že velikokrat naleteli na mnoge zdravju škodljive snovi. Katere so najbolj pogoste? Lahko morda postrežete s**

**konkretnimi primeri? Je bila pitna voda na območju KS Pod gradom vedno neoporečna?**

*Ksenija Bošnjak: Uporabniki vode največkrat opazijo bodisi spremenjen videz (motnost, barva, železo), vonj (klor) in okus (klor, železo). Če govorim o pitnih vodah, se ob kemičnih škodljivih snovi največkrat pojavljajo problemi na internem omrežju (v stavbah), npr. povečana koncentracija železa včasih pa tudi cinka (zaradi korozije cevi). V starejših objektih, ki imajo še svinčeno napeljavo, obstaja možnost, da se v vodi raztaplja svinec (tega praktično skoraj ni več). V vodnem zajetju Medlog je ob suši občasno povečana koncentracija nitratov in nekaterih pesticidov (v celjski vodovod se to vodno zajetje vključuje samo občasno). Vsa ta odstopanja se pojavljajo zelo redko.*

*Ker se voda v omrežju redno kontrolira, se odstopanja hitro odkrijejo in odpravijo. Za probleme na internem omrežju pa je odgovoren upravljalec stavbe. Sama ne pomnim, da bi na območju KS Pod gradom kdaj v pitni vodi poročali o prekoračitvi parametrov, ki jih spremljamo v monitoringu.*



Fotografija 39: Intervju s Ksenijo Bošnjak, univ. dipl. inž. kem. inž.



**Živa: Povsod po Sloveniji so mnogi izviri, studenci in vodnjaki iz katerih domačini dnevno točijo vodo. Takšen primer je Dornov studenec, katerega vzorec vode smo odvzeli in analizirali tudi mi. Ali smo Celjani dovolj obveščeni o čistoči vode iz takšnih izvirov? Bi morda lahko poskrbeli za boljšo informiranost, če bi bili ob izvirih simboli, ki bi pričali o pitnosti? Kakšna je vloga vaše ustanove pri tem?**

*Ksenija Bošnjak: Takšni vodni viri niso kontrolirani, zato oznake pitnosti ni mogoče postaviti. V preteklosti so se tudi ti viri občasno preverjali in so bili načeloma brez posebnosti. Kjer je urejeno vodovodno omrežje, ni predvidena oskrba s pitno vodo iz teh virov. Je pa res, da ljudje velikokrat radi pijejo vodo iz takih »znanih« izvirov, ker ni klorirana, ker ima dober okus, morda je celo »zdravilna«. Gre predvsem za tradicijo točenja vode iz takšnih vodnih virov. Največkrat ni s tem nič narobe, saj so ljudje tradicionalno izbrali studenec za pitje po daljšem opazovanju in preizkušanju. Obstaja pa določeno tveganje, da je tak izvir občasno mikrobiološko onesnažen, saj nima vodovarstvenega pasu in zaščite vodnega vira.*

**Alisa: Tako rekoč vsaka država na svetu ima težave s pitno vodo. Katere najbolj pestijo Slovenijo? Kje v Sloveniji ne priporočate, da bi pili vodo iz pipe?**

*Ksenija Bošnjak: Načeloma je voda iz pipe povsod v Sloveniji primerna za pitje. Morda imajo še največ problemov na Dravskem polju in v Prekmurju. Na povezavi [www.mpv.si/uploads/PRI3MonitPV\\_zakljucno\\_porocilo.pdf](http://www.mpv.si/uploads/PRI3MonitPV_zakljucno_porocilo.pdf) je poročilo o monitoringu pitnih vod za Slovenijo.*

Povzetek monitoringa pitnih vod v Sloveniji (op. a.):

*Onesnaženost vode s pesticidi, je pogosta v panonskih pokrajinah, na primer v Murski Soboti, kar pa ni presenetljivo, saj je tam mnogo kmetijskih obdelovalnih površin. Glede vsebnosti nitratov zopet izstopa Pomurska regija, v primerjavi z ostalimi, kjer nitratov niso našli, pa so omembe vredne tudi Podravska, Osrednjeslovenska in Savinjska regija. Vsebnost mikroorganizmov je po celotni Sloveniji približno enakomerno porazdeljena, malo večja vsebnost kot pri ostalih je morda le v Obalno-kraški in Notranjsko-kraški regiji. Mejna vrednost težkih kovin v testiranih vzorcih je bila presežena v samo nekaj vzorcih, nekoliko povišane koncentracije železa in mangana pa se pojavljajo le v Pomurski regiji. Po podatkih monitoringa pitnih voda v Sloveniji iz ministrstva za zdravje, najčistejšo vodo pijejo v velikih mestih, iz večjih sistemov, ki oskrbujejo veliko ljudi, na primer v Mariboru, Celju in Novi*

*Gorici. Bolj onesnažena voda je pogosteje v Pomurski, Savinjski in Spodnjeposavski regiji, saj je tam več manjših vodovodnih sistemov*

(Vir: [www.mpv.si/uploads/PR13MonitPV\\_zakljucno\\_porocilo.pdf](http://www.mpv.si/uploads/PR13MonitPV_zakljucno_porocilo.pdf) 7. 2. 2015).

**Tilen:** Ali smo v Sloveniji glede raziskav na področju kvalitete vode konkurenčni drugim, morda bolj razvitim državam v Evropi in po svetu? Uporabljamo oz. uporabljate sodobne metode, ki zanesljivo zagotavljajo točne rezultate?

*Ksenija Bošnjak:* Vsak laboratorij, ki je pri nas pooblaščen za izvajanje analiz na področju kvalitete pitne vode, mora po naši zakonodaji imeti akreditacijo. To pomeni, da lahko uporablja samo metode, ki zanesljivo zagotavljajo točne rezultate. Akreditacija tudi pomeni, da se laboratorij glede zmogljivosti in zanesljivosti metod lahko enakovredno primerja z državami v Evropi in po svetu.

**Živa:** Denimo, da ste v vodi nekega podjetja, ki le-to prodaja, našli škodljive snovi oz. ugotovili, da voda ni pitna. Kako ob takšnih primerih ukrepate? Kakšni so vaši ukrepi oz. posledice za distributerja?

*Ksenija Bošnjak:* Ali v tem primeru gre za odpadno ali za pitno vodo?

**Živa:** Denimo, da v tem primeru gre za pitno vodo iz vodovoda.

*Ksenija Bošnjak:* Če gre za proizvajalca embalirane vode ali pa distributerja pitne vode (npr. vodovod), je naša ustanova kontrolni organ, kar pomeni, da izvedemo analize in jih primerjamo z mejnimi vrednostmi ter podamo mnenje o ustreznosti. Vsak proizvajalec na tem področju mora imeti analizo ocene tveganja, v kateri je opredeljeno, kako ukrepati, če njihov proizvod, v tem primeru pitna voda, ni ustrezna (se pravi če ni pitna). Nadzor nad ukrepi pa vrši pristojni inšpektorat (pri pitni vodi je to zdravstveni).

**Alisa:** Mi obravnavamo območje KS Pod gradom, kjer je največji vodotok reka Savinja. Kako je z onesnaženostjo Savinje? Kaj nanjo vpliva? Kako vpliva morebitna onesnaženost Savinje na kvaliteto življenja ljudi? Ali se onesnaženost skozi leta zmanjšuje?

*Ksenija Bošnjak: Savinja je po zadnjih podatkih ARSO v dobrem stanju. Onesnaženost se zmanjšuje z vsako izgradnjo čistilne naprave (industrijske ali komunalne), pa tudi z manj intenzivnim kmetovanjem in propadanjem industrije.*

*Lahko bi rekli, da Savinja najbolj vpliva na kvaliteto življenja ljudi, kadar poplavlja. Pa ne ravno zaradi onesnaženosti, ampak zaradi vode, ki se razlije in povzroči materialno škodo.*

*Podatki o onesnaženosti slovenskih rek so na spletni strani ARSO [www.arso.gov.si/](http://www.arso.gov.si/).*

Povzetek o onesnaženosti slovenskih rek (op. a.):

*Na splošno po podatkih sodeč slovenske reke niso onesnažene, saj je bilo na 64 od 76 izmerjenih mestih dobro kemijsko stanje. To pomeni, da na mestu kjer smo odvzeli vzorec reke, ta ne presega predpisanih mejnih vrednosti. V rekah, kjer je slabo kemijsko stanje, je posledica škodljivih odplak, ki jih spuščajo v te reke, ali pa so onesnaženi njihovi pritoki. V letu 2010 je bilo kemijsko stanje za reke v Savinjska kotlini slabo, saj smo ocenili, da onesnaženih več kot 30 % rek. Največji problem vseh rek in tudi Savinje pa prav gotovo predstavlja onesnaženost podzemne vode z nitrati. V primeru onesnaženj večjega obsega je popolna sanacija praktično nemogoča. V Savinji je vsebnost nitratov na mnogih merilnih mestih višja od standarda kakovosti. V Savinjski kotlini je bilo v letu 2011 pet od enajstih merilnih mest čezmerno obremenjenih z nitrati. Navkljub slabemu stanju se zadeve obračajo na bolje. Zadnji podatki namreč kažejo, da povprečna letna vsebnost nitratov v Savinji statistično značilno upada, pri čemer od leta 2007 dalje povprečne letne vrednosti na posameznem delu reke ne presegajo več standarda kakovosti*

(Vir: [http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind\\_id=25](http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=25) 11. 2. 2015).

**Tilen: Lansko leto (op. a. 2014) je bil na območju proizvodnega obrata Cinkarne Celje opravljen pregled onesnaženosti tal in podtalnice, katerega izsledki so pokazali, da je območje precej onesnaženo. Mnogi so bili nad rezultati presenečeni, mnogi ogorčeni. Občina Celje, s celjskim županom na čelu, pa nad izsledki ni bila presenečena. Trdijo, da se onesnaženost ne širi v okolje, saj na območju ni vodnih zajetij. Kakšno je vaše stališče? Bi nam tovrstni rezultati morali vzbujati skrbi? Ali voda iz tega območja res ne pride do nobenega gospodinjstva oziroma nima na ljudi resnično nobenega vpliva?**

*Ksenija Bošnjak: Vodna zajetja za Celje so višje (gorvodno) od tega območja, zato niti teoretično ne morejo priti v stik s podtalnico na področju Cinkarne. Če pa imate na*

*omenjenem območju lastni vodnjak (»štepih«) in vodo iz njega uporabljate za pitje, delate to na lastno odgovornost. Priporočam, da takšne vode ne pijete oz. jo čimprej daste v analizo.*

**Bojan: Gospa Ksenija, hvala za vaše odgovore in čas, ki ste ga preživel z nami, pri nastajanju raziskovalne naloge.**

**Alisa, Tilen, Živa in mentor Bojan**

## 5 Uganka, imenovana Dornov studenec. Intervju z domačinom gospodom Alojzijem Zupancem.

*»Če se boste peljali skozi Celje je pod gradom Celjskih grofov Dornov studenec. Poskusite, da boste videli, čemu so grofje rekli voda, proti razredčenem postanem apnu, ki danes teče iz pip.«*

(Vir: WikiX, 21.07.2010, 01:50 <http://24ur.com/lbin/comment.php?id=3276541-1279669921>).

Dornov studenec je bila za nas najprej uganka. Poleg anketiranja uporabnikov vode iz tega naravnega izvira, smo se odločili intervjuvati Alojzija Zupanca, enega izmed lastnikov območja, kjer je studenec. Postavili smo mu nekaj vprašanj, na katera nam je kvalitetno in konkretno odgovoril in razrešil uganko Dornovega studenca. Pogovarjala se je Alisa.

**Alisa: Navadno si človek lažje zapomni komu stvar pripada, kot vse drugo. Kako je z lastništvom Dornovega studenca že od začetka »delovanja« (točenja vode), pa vse do danes?**

*Alojzij Zupanc: Ozemlje Grajskega hriba je posedoval lastnik celjske tovarne Lesna do leta 1928. Takrat pa je hrib prodal mojemu staremu očetu (pisal se je Dorn), ki je odprl še danes znan Dornov kamnolom, ki ne obratuje več in je zapuščen. Ozemlje Grajskega hriba sva podedovala z bratom. Danes je ozemlje, kjer sta kamnolom in studenec, v lasti družine Zupanc.*



Fotografija 40: Opuščen in zaraščen Dornov kamnolom, februar 2015.

**Alisa: Kdaj so začeli uporabljati vodo iz studenca in komu lahko pripišemo zasluge za to?**

*Alojz Zupanc: Na zemljevidu, po katerem so v preteklem stoletju delali Južno železnico, je pod Grajskim hribom narisana izvir, imenovan Pokornik vele. Tako se je takrat imenoval današnji Dornov studenec. Tako je že pred 1. svetovno vojno voda tekla izpod pobočja gradu. Ko so v času stare Jugoslavije začeli s pomočjo konjev voziti kamenje iz kamnoloma, so ob izviru naredili napajališče za konje. Voda je tekla v posebno korito, iz katerega so konji pili. Po vojni, letu 1945, so tudi ljudje tam večkrat pili vodo.*

**Alisa: Studenec je torej že star. Njegov današnji izgled je urejen. Kako in kdo ga je urejal in ali je prišlo do kakšnih zapletov glede čistosti vode?**

*Alojz Zupanc: Ko so popravljali cesto pod gradom, je bil studenec nekoliko zanemarjen. V izviru ni bilo napeljane cevi, zato je voda tekla v kanalizacijo po hribu navzdol. Takrat voda ni bila pitna. Pred petnajstimi leti me je domačin Dani, kot lastnika gozda prosil, če lahko studenec uredi. V hrib je izkopal globjo luknjo, prišel prav do izvira in namestil cev. Dal sem mu še originalno korito, ki je pred vojno služilo za napajanje konjev. Studenec ima od takrat današnji izgled.*

**Alisa: Izvor te vode je vprašanje vseh uporabnikov. Ali je naša domneva, da gre za skalno vodo pravilna?**

*Alojzij Zupanc: Pravilno ste ugotovili, da voda izvira direktno iz globine Grajskega hriba. Ljudje radi hodijo tja pit vodo, očitno je dobre kvalitete, saj vidim ljudi, ki vsakodnevno prihajajo točit vodo k studencu.*



Fotografija 41: Intervju z domačinom Alojzijem Zupancem.

**Alisa: Sami ste povedali, da veliko ljudi uporablja to vodo. Zakaj ta voda, ni vključena v celjski vodovodni sistem? Kakšne je vaše mnenje?**

*Alojzij Zupanc: Menim, da je razlog v stroških. Celjski vodovod ne uporablja v svojem sistemu te vode, ker bi morali zgraditi vodohram in vodo tedensko kontrolirati. Očitno ljudje vedo, da je voda pitna in jo vseeno uporabljajo.*

**Alisa: Ime studenca verjetno izhaja iz priimka vašega starega očeta, pa vseeno vprašam, kako je prišlo do takšnega poimenovanja studenca?**

*Alojzij Zupanc: Studenec je dobil ime po Dornovem kamnolomu. Poimenoval ga je gospod Dani, ki ga je zadnji obnovil. Temu priča tako tudi spominska plošča ob kamnolomu.*



Fotografija 42: Plošča pri Dornovem studencu z napisom: "Dornov studenec. Voda zrak življenje naj ne bo trpljenje."

**Alisa: Ali je studenec kdaj presahnil?**

*Alojzij Zupanc: Kolikor se jaz spominjam, nikoli. Voda je tekla tudi ob najhujši suši.*

**Alisa: Danes v Celju obstaja veliko govoric tudi o vodi iz Dornovega studenca. Zakaj menite, da nekateri pravijo, da voda iz Dornovega studenca ni pitna?**

*Alojzij Zupanc: Za takšne govorice prvič slišim. Tukaj živim sedemdeset let, pa še nihče ni rekel kaj takšnega. Ljudje so sicer vodo večkrat dali na analizo prisotnosti škodljivih snovi. Ne spomnim se, da bi testi kdaj pokazali, da je voda oporečna.*

**Alisa: Hvala vam, gospod Alojzij, za te odgovore in vaš čas. Območje Grajskega hriba je res pestro in zanimivo za raziskovalca.**

Alisa

## 6 Anketa pred Dornovim studencem

Dornov studenec, ki stoji na Skalni kleti pod Starim gradom, je eden izmed priljubljenih studencev v Celju. Zanj ni znano, kdaj je nastal, kot zanimivost pa lahko omenimo, da je ob prihodu Južne železnice v Celje leta 1846, studenec že bil vrisan v takratnih kartah. V začetku 20. stoletja so Zupančevi kupili od Dorna ozemlje, na katerem je omenjen studenec. Namenjen je bil, kot mnogi podobni, za oskrbo ljudi in živali. Poleg številnih obnov je vredno omeniti prav zadnjo leta 2010, ko so temeljito uredili okolje in obnovili dotok treh izvirov, ki so zdaj speljani do Dornovega studenca. Ponovno je bilo nameščeno originalno betonsko korito. Število obiskovalcev oz. potrošnikov pa se je povečalo.

(Povzeto po: Horvat. F. 2011. Po vodo k Celjskim studencem? Novi tednik, 2011, 24., str. 20) <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-A7SABVTV/> 23. 1. 2015).

Na območju, katerega obravnavamo v naši raziskovalni nalogi, stoji Dornov studenec. Ta studenec že vrsto let obiskuje veliko ljudi iz bližnje okolice, zato smo se odločili, da med njimi izvedemo anketo.

Anketirati nam je uspelo pet oseb moškega spola. Anketa je bila anonimna. Od dveh obiskovalcev smo dobili ustno dovoljenje za fotografiranje, za kar se jim iskreno zahvaljujemo. Zastavili smo pet splošnih vprašanj, ponekod so sledila spontana podvprašanja. Izvedeli smo zanimive in koristne informacije, ki jih iz literature ni mogoče pridobiti. Pogovori so nas motivirali za nadaljnje raziskovanje.

Vprašanja:

- 1. Kako pogosto prihajate sem točiti vodo?**
- 2. Zakaj uporabljate to vodo?**
- 3. Ali ste seznanjeni s čistočo vode?**
- 4. Ali veste iz kot izvira voda?**
- 5. Kako bi komentirali dejstvo, da o čistosti vode obstajata dve resnici?**

### Odgovori

Trije starejši anketiranci in eden srednjih let so izjavili, da vodo iz studenca točijo 20–40 let in sicer 2- do 3-krat tedensko. Peti anketiranec prav tako srednjih let pa obiskuje studenec le



takrat, ko se s tovornjakom pelje mimo, saj je med vozniki tovornjakov studenec znana postojanka za oskrbo s pitno vodo.

Na vprašanje o vzrokih za uporabo te vode so štirje odgovorili jasno in sicer, ker je voda zdrava, čista, ne klorirana in polna mineralov. Manj pogosti obiskovalec – voznik tovornjaka, pa toči vodo, ker je zastoj in ker večina njegovih službenih kolegov vodo toči tukaj in je ne kupuje v trgovini. Sklepamo da gre predvsem za tradicijo točenja vode starejših ljudi v pokoju, ki se bo verjetno nadaljevala.

Trije od petih anketirancev niso bili seznanjeni z uradnimi podatki o čistoči vode. Govorice iz roda v rod, naj bi bele zagotovilo, da je voda čista, polna mineralov, brez apnenca in neklorirana. Hčerka starejšega anketiranca, ki že 40 let obiskuje studenec, je sama preverila čistočo vode na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje v Ljubljani. Rezultati testa naj bi pokazali, da je voda neoporečna in primerna za pitje. Peti anketiranec pa je sam zasledil članek o čistoči Dornovega studenca v enem izmed celjskih časopisov. Vzpodbudil nas je, da tudi sami poiščemo ta članek. Našli smo ga na spletu in z njim začeli to poročilo o izvedeni anketi pred Dornovim studencem.



Fotografiji 43 in 44: Starejši anketiranec, ki toči vodo iz Dornovega studenca že 40 let in Anketiranje pred Dornovim studencem.

Štirje izmed petih anketirancev so bili dobro seznanjeni o poreklu vode iz studenca. Prvi je rekel, da voda izvira izpod skale, ki naj bi stala pod Starim gradom, drugi je pravil, da obstaja podzemno jezero, saj voda tudi pozimi ne zamrzne in v suši ne neha teči. Tako rečeno je globinska voda. Najpogostejši odgovor pa je bil, da voda izvira izpod gradu, kjer ni naselij, ljudi in kmetijskih površin, ki bi vodo onesnaževali.

Na zadnje, malo dvoumno vprašanje o čistosti/onesnaženosti te vode, nam je odgovoril le en anketiranec. Dejal je: *“Velika podjetja, ki prodajajo vodo v plastenkah so zaradi »biznisa« začela širiti govorice o onesnaženi vodi, ki priteka skozi studenec, a sam še vedno verjamem v čistočo te vode, saj jo že od otroštva pijem.”* (Anonimen anketiranec, 10.12. 2014).

Z anketo smo prišli do številnih spoznanj. Ker smo raziskovalci in ne moremo verjeti le govoricam – ustnim virom, ampak moramo sami dokazati dejstva, smo si zadali nova vprašanja, na katera smo iskali odgovore.

Na vprašanje o izvoru te vode smo proučili literaturo in se pogovorili z domačinom, ki je sodeloval pri ureditvi Dornovega studenca.

Vodo, ki priteka iz Dornovega studenca imenujemo skalna ali votlinska voda. Takšni studenci se pojavljajo tam, kjer plast s podzemeljsko vodo seka površje oz. ob prelomih priteka talna voda na površje po naravni poti. Izviri so pogosto ob vznožju pobočja ali pa v sipkem gradivu na ravninah. Voda se zbira v razpokah in votlinah žive skale. Pojavlja se predvsem na krasu, saj so v apnenčevih skladih številne špranje in razpoke, skozi katere prodira padavinska voda. Ker se padavinska voda, ko pronica skozi prst, navzame ogljikovega dioksida, raztaplja matično osnovo (v našem primeru apnenec) in pri tem svoje poti vse bolj širi in pogloblja, tako da se postopoma izoblikuje zapleten sistem podzemeljskih curkov, potokov rek in jezer. Za celoten sistem podzemeljskega pretakanja so pomembni požiralniki, v katere izginjajo ponikalnice z zemeljskega površja in kraški izviri ali “obrhi”, kjer znova priteka na površje voda iz kraškega podzemlja. (Kunaver, 2001, str. 115).

Na območju Grajskega hriba se poleg kraških izvirov pojavljajo še drugi kraški pojavi.

## 8 Razprava

### 8.1 Argumentacija potrditev ali zavrnitev hipotez

*1. Merjenje s sodobnimi elektronskimi napravami je zanesljivejše – da natančnejše rezultate kot npr. merjenja z testnimi lističi (pH, trdota vode ...).*

#### **Hipoteza je ovržena.**

Šolski elektronski pH meter je kazal napačne rezultate, kljub temu, da smo pH merili po navodilih. Kasneje nam je v laboratoriju tehnik pojasnil, da morajo biti elektronske naprave za pravilno delovanje kalibrirane. Padec hipoteze potrjuje dejstvo, da so se naši rezultati analize

najbolj približali rezultatom NLZOH Celje, ravno pri parametrih, ki smo jih merili z merilnimi lističi (pH in trdota).

*2. Vzorci površinskih voda ne bodo presegali normativov dopustnih vrednosti izbranih parametrov za pitne vode.*

Hipoteza je z izjemo vzorca iz Vzhodne Ložnice, ki je imel povečano vsebnost mangana in železa, **potrjena**. V vseh ostalih vzorcih so vsebnosti škodljivih snovi bile pod dopustnimi vrednostmi, tako po naših raziskavah, kot po raziskavah ZZV. Vzhodna Ložnica sicer sodi med površinske vode, za katere se uporabljajo \*blažji dopustni standardi za površinske vode.

\* Pravilnik o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih rib Ur. L. RS št. 46/02,

\* Uredba o kemijskem stanju površinskih voda Ur. L. RS št. 11/02,

\* Uredba o stanju površinskih voda Ur. L. RS št. 14/09, 98/10.

*3. Čebulni test (Allium) je zanesljiva metoda za razvrščanje čistoče posameznih voda.*

**Hipotezo smo ovrgli.** Čebulni test ne daje zanesljivih rezultatov za razvrščanje vod po čistoči. Na osnovi dolžine koreninic lahko ugotovimo le razliko med posameznimi vodami in ne čistosti posamezne vode. Za razvrščanje vod po čistoči moramo poleg čebulnega testa izvesti še analizo vode, ki nam pove presežek določenega parametra (fosfatov, nitratov, nitritov, amonija ...), ki delujejo kot organsko gnojilo in povzročijo pospešeno rast in večjo dolžino koreninic.

*4. Naše preprostejšje meritve ne bodo primerljive rezultatom meritev iz laboratorija NLZOH Celje.*

**Hipoteza delno drži, delno pa je ovržena.** V laboratoriju NLZOH Celje smo analizirali le dva vzorca: Dornov studenec in Vzhodno Ložnico. **Rezultati za pH vrednost in trdoto vode so povsem primerljivi, odstopanja so majhna. Pri teh dveh parametrih bi hipotezo lahko potrdili.** Pri določanju nitritov, nitratov, fosfatov in amonija so razlike večje. Mogoče reagenti iz kovčka niso več dovolj občutljivi, lahko je vprašljiva tudi starost reagentov, čeprav zanesljivo niso potekli roki uporabe, kar smo preverili. Za optimalno primerjavo naše metode z natančnimi metodami v laboratoriju bi morali vzorce ustrezno konzervirati, skladiščiti, poskrbeti za ustrezen transport ... Čas od vzorčenja do analize je za nekatere vzorce predpisan

24 ur. Pri Zgornji Ložnici vzorec ni bil povsem homogen. Nalili smo ga v dve steklenici in eno analizirali sami, drugo pa prinesli v analizo na NLZOH. Pri Dornovem studentu menimo, da to ni vplivalo na rezultate in, **da so naše metode manj zanesljive oz. manj natančne od metod na NLZOH Celje.**

5. *Vzhodna Ložnica bo onesnažen površinski vodni vir, z manj življenja.*

**Prvi del hipoteze so nam potrdili na NLZOH Celje**, ker sami te raziskave nismo mogli narediti. Domnevali smo, da bližina Cinkarne in njeni izpusti v potok Zgornja Ložnica povzročajo potoku škodo. **Na NLZOH Celje so ugotovili 60-kratno povečano dopustno vrednost mangana od dovoljene in skoraj 3-krat povečano vsebnost železa od dopustne.** Pri tem seveda moramo upoštevati, da smo dopustne vrednosti vzeli za pitne vode, Vzhodna Ložnica pa sodi med površinske vode, za katere veljajo manj strogi standardi. Seveda nismo preverjali vsebnosti ostalih organskih onesnaževalcev (TOC, KPK ...). **Naša domneva, da bo v Vzhodni Ložnici manj življenja, se je tudi potrdila.** Potrpežljivo smo morali mikroskopirati več vzorcev Vzhodne Ložnice. Odkrili smo le več ličink komarja, ki smo jih v petrijevki zaznali s prostim očesom. Pod mikroskopom pa smo našli tri primerke enocelične kremenaste alge – diatomeje (*Navicula sp.*), ki je bila podolgovate, puščičaste oblike. Rek, da izjema potrjuje pravilo, se je tokrat potrdil. V vodi, razen ličinke komarja in treh enoceličnih kremenastih alg, nismo našli nobenega živega bitja. Če bi se lotili še tega, bi morali spoznati metode vzorčenja in nabiranja organizmov v potoku, kar je precej zahtevno. Potrebno bi bilo določiti indikatorske organizme za posamezni kakovostni razred ... Pa tudi zimski čas nabiranja ni najbolj primeren, ker je večina organizmov bila v mirujočih stopnjah (ciste, spore). To pa ni bil cilj naše raziskave.

Pričakovali smo kemično onesnaženo vodo in posledično manj, organizmov, kar smo z mikroskopiranjem dokazali. Nismo želeli ugotavljati onesnaženost vode s pomočjo indikatorskih organizmov, kar ni bil namen naše naloge. Vzhodna Ložnica je torej onesnažen površinski vodni vir, z manj organizmi. **Peta hipoteza je v celoti potrjena.**

6. Slovenci še dolgo ne bomo vodni šejki.

**Ta »futuristična« in malo šaljiva hipoteza je na našo žalost potrjena. Zakaj?**

	<b>DIESEL</b>	<b>98 OKTANSKI BENCIN</b>
<b>SLOVENIJA</b>	1.197 €/l	1.293 €/l
<b>NEMČIJA</b>	1.161 €/l	1.307 €/l
<b>FRANCIJA</b>	1.156 €/l	1.341 €/l

Tabela 16: Primerjava cen dveh tipov goriva v Sloveniji in tujini (Nemčija, Francija)

Vir: [http://www.amzs.si/cene\\_goriv\\_po\\_evropi.aspx](http://www.amzs.si/cene_goriv_po_evropi.aspx) (18. 1. 2015).

Kot je iz tabele razvidno je nafta v Sloveniji dražja kot v Nemčiji in Franciji. Cene 98 oktanskega bencina so v Nemčiji in Franciji višje kot pri nas. Poglejmo še cene litra ustekleničene vode.

<b>ZNAMKA</b>	<b>CENA (1l)</b>
<b>USTEKLENIČENE VODE</b>	
<b>Zala (Slovenija)</b>	0,39 €
<b>Jana (Hrvaška)</b>	0,45 €
<b>Dana (Slovenija)</b>	0,39 €
<b>Radenska (Slovenija)</b>	0,47 €
<b>Evian (Francija)</b>	1,77 €*
<b>Evian (Francija)</b>	1,35 €**
<b>Evian (Francija)</b>	1,75 €***
<b>Gussinger (Avstrija)</b>	0,55-0,65 €
<b>Tafelwasser (Nemčija)</b>	0,42-0,65 €

Tabela 17: Primerjava cen navadne ustekleničene vode: Slovenija in tujina.

\*Cena na slovenskem trgu (prodaja na drobno, v trgovini)

Vir: <http://trgovina.mercator.si/market/brezalkoholne-pijace-29550/vode-29612> (18. 1. 2015).

\*\*Cena v Veliki Britaniji

Vir: [http://www.mysupermarket.co.uk/brands/evian\\_in\\_tesco.html](http://www.mysupermarket.co.uk/brands/evian_in_tesco.html) (18. 1. 2015).

\*\*\* Spletna cena v Walmart-u. V ZDA Evian oglašujejo z geslom: »Evian is the most visible luxury water in the world.« »Evian je najvidnejša razkošna voda na svetu.«

Vir: <http://www.walmart.com/ip/Evian-1.-5-LTR-Pack-of-12/31095360>.

Najcenejši vodi sta bili z 0,39 € Zala in Dana, s 0,45 € jima je sledila Jana, izmed slovenskih voda pa je bila najdražja Radenska (0,47 €). Po pričakovanjih je bila voda iz tujine precej dražja. V našem primeru je bila priznana francoska voda Evian za več kot 1 € dražja od ostalih vod v ponudbi. Za primerjavo lahko povemo še, da smo našli tudi vodo, ki je bila s 0,29 € cenejša od vseh ostalih. To je bila namizna voda iz Mercatorja, vendar je v primerjavo nismo vključili, ker smo našli podatek samo za 1,5 l.

Neverjetne cene povsod po svetu dosega bistra studenčnica izpod francoskih Alp – Evian. **Krepko prekaša ceno litra goriva po Evropi. Izjema je samo Norveška, kjer za liter bencina plačajo kar 1,707 €, kar je primerljivo z litrom Eviana.**

Teoretično je naša hipoteza o Slovencih kot »vodnih šejkih« uresničljiva. V praksi pa težko. Saj bi težko prodrli na svetovne trge z našimi znamkami ustekleničenih pitnih vod zaradi neprepoznavnosti. Za Evianom, ki prodaja ustekleničeno pitno vodo že več desetletij, je prepoznavno ime – blagovna znamka, marketing in kar je najpomembnejše – lobiji. **Spomniti se velja na našo »izgubljeno« blagovno znamko »Radenska«, katere večinski lastnik je postalo češko podjetje Kofola, ki bo odslej tržilo slovensko vodo.**

(Vir: <http://www.delo.si/gospodarstvo/podjetja/radenska-je-prodana-cehom.html> 20. 2. 2015).



Slika 1: Znamke prodajanih ustekleničenih vod v Sloveniji

(Vir: <http://www.aktivni.si/prehrana/h2o/> 15. 2. 2015).

## 8.2 Izhodišča za nadaljnje raziskovanje

Naše delo ni končano, ker se nam odpirajo nova vprašanja in dileme. **Pričujoča raziskava najpomembnejšega naravnega elementa – vode še zdaleč v celoti ne vrednoti njenih naravnih danosti in potencialov.**

Slednja ugotovitev kar kliče po izvedbi nove raziskave, kjer bi bilo potrebno preučiti medsebojno soodvisnost naravnih značilnosti (npr. soodvisnosti vode in matične podlage – kamnin). Slednje povezave bi lahko iskali pri pouku geografije s pomočjo geografskega

informacijskega sistema (GIS). Še večji izziv pa bi bilo problemsko učenje o vodi v vseh treh učnih okoljih:

- v učilnici,
- v naravi (terensko delo) in
- virtualno učno okolje, ki ga nudi naša spletna učilnica OŠ Frana Kranjca (dostopna na spletnem naslovu: <http://321.gvs.arnes.si/moodle/> 10. 2. 2015).

Pred tem pa bi si bilo potrebno zamisliti raziskovalni problem, preučiti metode dela, postaviti hipoteze ... Pa smo spet na začetku.

## 9. Zaključek

Rezultati naše raziskave so spodnja dejstva:

1. Z našo **metodo preprostih hitrih testov** smo ugotovili, da prav nobena analizirana voda ne presega mejnih vrednosti izbranih parametrov. In to navkljub dejstvu, da se površinske vode (Vogljajna, Vzhodna Ložnica, izvir na Zvodnem, Ločnica v Zagradu in izvir v Spodnji Košnici) nahajajo sredi kmetijskih površin (travniki, pašniki, njive, vinogradi ...) in znotraj gostejše poselitve obrobja Celja.

2. **Naročena laboratorijska analiza na NLZOH Celje**, ki je sami nismo mogli izvesti, nam je potrdila naše domneve o prekoračenih dopustnih vrednostih v Vzhodni Ložnici, saj so ugotovili 60-kratno povečano dopustno vrednost mangana od dovoljene in skoraj 3-krat povečano vsebnost železa od dopustne.

3. Z mikroskopiranjem smo želeli v onesnaženi Vzhodni Ložnici **poiskati prisotnost vsaj mikroorganizmov**. Odkrili smo **več ličink komarja**, ki so lahko prisotni tudi v bolj onesnaženih vodah. Našli smo še **tri primerke enocelične kremenaste alge – diatomeje *Navicula sp.***, ki so bile podolgovate, puščičaste oblike.

4. Glede **primerljivosti naših izsledkov z rezultati NLZOH** smo ugotovili, da so **rezultati za pH vrednost in trdoto vode povsem primerljivi, odstopanja so bila majhna**. Pri določanju nitritov, nitratov, fosfatov in amonija so bile razlike večje.

5. Čebulni test: **Zaradi nasprotnih učinkov različnih kemijskih snovi na rastline (čebulice) in živali ali človeka, čebulnega testa ne gre jemati preveč resno.**

Rezultat – dolžina koreninic je bila predvsem odvisna od kvalitete posamezne čebulice. Vpliv raznolikosti čebulic smo izključili tako, da smo izračunali povprečno dolžino koreninic za posamezno vodo. Če povprečna dolžina koreninic med vodami ni dovolj velika, pomeni, da med vodami ni razlike v večji ali manjši prisotnosti škodljivih snovi. **Tako na osnovi dolžine koreninic lahko ugotovimo le razliko med posameznimi vodami in ne čistost posamezne vode.**

**6. Intervjuji s strokovnjakinjo in domačinom – lastnikom ozemlja, kjer se nahaja Dornov studenec** niso kaj prida pripomogli konkretnim rezultatom naše raziskave. Ugotovili smo, da je tovrstna metoda bolj pisana na kožo družboslovnim temam. Anketiranca sta nas sicer opozorila na zanimivosti in probleme na terenu, ki jih v literaturi nismo zasledili. To nam je kasneje pomagalo pri pisanju naloge.

**7. Podobna ugotovitev gre k intervjuvanju naključnih obiskovalcev Dornovega studenca, ki so točili vodo.** Z anketo pa smo le prišli do pomembnega spoznanja. Ker raziskovalci ne moremo verjeti le govoricam – ustnim virom, smo le-te morali preveriti. Ob tem smo si zadali nova vprašanja, na katera smo iskali odgovore.

**8. Želeli smo preveriti tudi ekonomski potencial slovenske pitne vode.** Teoretično bi Slovenci v prihodnosti lahko postali »vodni šejki«. V praksi pa težko. Težko bi prodrli na svetovne trge z našimi znamkami ustekleničenih pitnih vod, predvsem zaradi neprepoznavnosti. Za Evianom, ki prodaja ustekleničeno pitno vodo že več desetletij, je prepoznavno ime – blagovna znamka, marketing in kar je najpomembnejše – lobiji. Spomniti se velja na našo »izgubljeno« blagovno znamko »Radenska«, katere večinski lastnik je postalo češko podjetje Kofola, ki bo odslej tržilo slovensko vodo.



## 10 Seznam kart, tabel, grafov, slik in fotografij

Seznam kart:

Št.	Naslov:	Stran:
1	Lokacija KS Pod gradom v MOC	13
2	Območje KS Pod gradom – meja obravnavanega območja	13
3	Levi breg porečja Savinje v Celju s pritoki Voglajna (I. reda), Hudinja (II. reda) in Vzhodna Ložnica (III. reda)	14
4	Območja odvzeta vod za analizo prisotnih škodljivih snovi	25

Seznam tabel:

Št.	Naslov:	Stran:
1	Mejne (dopustne) vrednosti amonija	27
2	Vrednosti amonija v analiziranih vzorcih	27
3	Mejne (dopustne) vrednosti nitratov	29
4	Vrednosti nitratov v analiziranih vzorcih	29
5	Mejne (dopustne) vrednosti nitritov	30
6	Vrednosti nitritov v analiziranih vzorcih	30
7	Mejne (dopustne) vrednosti fosfatov	32
8	Vrednosti fosfatov v analiziranih vzorcih	32
9	Mejne (dopustne) vrednosti pH	33
10	pH vrednosti v analiziranih vzorcih	33
11	Lestvica trdote vode	35
12	Trdota analiziranih vzorcev vod	35
13	Skupna tabela vseh rezultatov naših meritev	37
14	Izmerjene vrednosti izbranih parametrov na NLZOH Celje	42
15	Primerjava izmerjenih vrednosti NLZOH Celje z našimi vrednostmi	47
16	Primerjava cen dveh tipov goriva v Sloveniji in tujini (Nemčija, Francija)	69
17	Primerjava cen navadne ustekleničene vode: Slovenija in tujina	69

Seznam grafov:

Št.	Naslov:	Stran:
1	Količina amonija pri analizi	27

## Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

2	Količina nitratov pri analizi	29
3	Količine nitritov pri analizi	31
4	Količina fosfatov pri analizi	32
5	pH vrednosti pri analizi	34
6	Trdota vod pri analizi	36

### Seznam slik:

Št.	Naslov:	Stran:
1	Znamke prodajanih ustekleničenih vod v Sloveniji*	70

\*Slika je pridobljena s spleta. Vir je naveden.

### Seznam fotografij:

Št.	Naslov:	Stran:
1 in 2	Naslovnica spletne aplikacije »Drinking Water SECRETS« in podstran podatkov in posnetkov o ustekleničeni vodi	9
3 in 4	Podstrani navodil in posnetkov za filtriranje vode in o škodljivosti fluorida za telo	10
5	Kovček za analizo vode Aquanal, merilni lističi za trdoto Aquadur in lističi za pH vrednost	26
6	Elektronski pH meter	26
7	Kemijska analiza vode v razredu	26
8	Odčitavanje koncentracije amonija v vzorcu pitne vode iz barvne lestvice	28
9	Pri ugotavljanju pH vrednosti vode so se merilni lističi pokazali za najbolj zanesljive	34
10	Pri odmerjanju reagenta – štetju kapljic je bila potrebna zbranost	35
11	Pri ugotavljanju trdote vode so se merilni lističi pokazali točnejše vrednosti kot kapljični indikator	36
12	Pročelje NLZOH Celje	38
13	Raziskovalci pred vhodom v NLZOH Celje	39
14	Delo v laboratoriju. Raziskovalka Alisa s pipetorjem polni epruvete.	40
15	Voda iz Dornovega studenca, Vzhodne Ložnice in standard pri preverjanju vsebnosti nitritov	40

Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

16, 17 18	Sodobne naprave (od leve proti desni): ICP-MS spektrometer, UV/VIS spektrofotometer za računalniško obdelavo vzorcev za ugotavljanje vsebnosti amonija, elektronski pH meter	41
19	Regulirana in očiščena struga potoka Vzhodna Ložnica. V ozadju je kompleks celjske Cinkarne.	44
20 in 21	Ličinka komarja skozi povečavo mikroskopa ... in vidna s prostim očesom v petrijevki	44
22	Diatomejska alga iz rodu <i>Navicula</i>	45
23, 24, 25	Še več primerkov kremenastih alg iz Vzhodne Ložnice	46
26	Za čebulni test smo uporabili Ptujsko rdečo čebulo ( <i>Allium cepa</i> )	50
27 in 28	Čebulni test vseh voda, 1. dan in zadnji 12. dan	50
29 in 30	Čebulni test destilirana voda, 1. dan in 12. dan	51
31 in 32	Čebulni test Ločnica, 5. dan in 12. dan	51
33 in 34	Čebulni test Polulski potok, 5. dan in 12. dan	52
35 in 36	Čebulni test, Dornov studenec 5. dan in 12. dan	52
37 in 38	Čebulni test Vzhodna Ložnica, 5. dan in 12. dan	53
39	Intervju s Ksenijo Bošnjak, univ. dipl. inž. kem. inž.	56
40	Opuščen in zaraščen Dornov kamnolom, februar 2015	61
41	Intervju z domačinom Alojzijem Zupanom	62
42	Plošča pri Dornovem studencu z napisom: "Dornov studenec. Voda zrak življenje naj ne bo trpljenje."	63
43 in 44	Starejši anketiranec, ki toči vodo iz Dornovega studenca že 40 let in anketiranje pred Dornovim studencem	65

Avtorji fotografij, za katere vir ni naveden, so mladi raziskovalci in njihov mentor.

## 11 Viri in literatura

- Bo Slovenija obogatela z vodo kot Savdska Arabija z nafto? (spletni vir). Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.rtv slo.si/okolje/bo-slovenija-obogatela-z-vodo-kot-savdska-arabija-z-nafto/362409> 9.4.2015.
- Lah A. (1998). Voda – vodovje: poglavitni življenjski vir narave in gospodarstva. Svet za varstvo okolja RS (Zbirka Usklajeno in sonaravno), Ljubljana št. 2, Str. 7–16.
- Firbas, P. Preverite, preden pijete (spletni vir). Dostopno na: <https://sterntal.wordpress.com/2011/08/29/preverite-preden-pijete/> 20. 1. 2015.
- Galagher, Rose Marie (1992). Naravoslovje. Kemija. TZS Ljubljana. Str. 112–113.
- Horvat. F. (2011). Po vodo k Celjskim studencem? Novi tednik, 2011, 24., str. 20. Dostopno na: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-A7SABVTV/> 23. 1. 2015.
- Hönigsfeld Adamič, M. (2014). Kremenaste alge. Bistvo je očem nevidno. Revija Gea, Ljubljana: Mladinska knjiga Založba d. d., februar 2014. Str. 44–47.
- Kunaver in ostali (2001). Obča geografija za 1. letnik srednjih šol. DZS Ljubljana. Str. 115.
- Pečenko, N. O poskusih in čebulnem testu (spletni vir). Dostopno na: [www.modrijan.si/slv/content/download/2805/.../NS14,3\\_str+21-22.pdf](http://www.modrijan.si/slv/content/download/2805/.../NS14,3_str+21-22.pdf) 11. 2. 2015.
- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. [19/04](#), [35/04](#), [26/06](#), [92/06](#) in [25/09](#)) Dostopno na: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713> 10. 2. 2015.
- Google Maps. (Online). 2014. [Citirano 10. 1. 2014; 13:04]. Dostopno na: <https://www.google.si/maps/@46.1491664,14.9860106,8z>
- Mestna občina Celje. Krajevne skupnosti in mestne četrti. (Online) 2014. [Citirano 10. 2. 2015; 16:24]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://moc.celje.si/krajevne-skupnosti-in-mestne-cetrti-3/8-staticne-strani/998-ks-pod-gradom>

- Slovar slovenskega knjižnega jezika [Elektronski vir] / avtorji sodelavci Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU ; glavni uredniški odbor Anton Bajec ... [et al.]; izdajatelj Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. Ljubljana. (Online) 2013. [Citirano 20. dec. 2015; 10:24]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://bos.zrc-sazu.si/sskj.html>

- Spletna učilnica OŠ Frana Kranjca. (Online). 2014. [Citirano 2. nov. 2014; 09:14]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://321.gvs.arnes.si/moodle/>

Za strokovno pomoč, usmerjanje in nasvete se iskreno zahvaljujemo zunanji sodelavki ga. Kseniji Bošnjak, univ. dipl. inž. kem. inž. in kemijskemu tehniku g. Denisu Mahmutoviću, ki nas je usmerjal pri delu v laboratoriju.

Raziskovalno nalogo je jezikovno pregledala: ga. Tanja Rebernak, prof. slov.

## 12 Priloge

### \*Priloga 1: Navodila za analizo škodljivih snovi v vodi

#### 1. Prisotnost amonija NH<sub>4</sub> (zelena kiveta)

Amonij v vodi nam pove, da je ta voda pred kratkim bila v stiku z razpadajočimi organskimi snovmi (npr. urina iz WC-ja, kanalizacijske odplake, gnojnica iz kmetij, UREA-umetna sečnina na poljih ...).

- Napolni kiveto z oznako NH<sub>4</sub> z vzorcem vode **do oznake**.
- Dodaj **10 kapljic reagenta 1**, zapri kiveto s čepkom in dobro **pretresi**.
- Dodaj **1 merilno žličko reagenta 2**, zapri kiveto s čepkom in dobro **pretresi**. Nato pusti mirovati **5 minut**.
- Dodaj **15 kapljic reagenta 3**, zapri kiveto s čepkom in dobro pretresi. Nato pusti mirovati **7 minut**.
- Primerjaj barvo vzorca **na barvni skali** in **zapiši** rezultat v tabelo.

VZOREC VODE	Količina amonijaka v mg/l
Voda iz _____ (dopiši!)	

Primerjaj dobljen rezultat s tabelo o čistosti vode in sklepaj o kakovosti vzorca iz narave.

#### 2. Prisotnost nitratov NO<sub>3</sub> (rumena kiveta)

Nitrati so znak onesnaževanja vode s kanalizacijskimi odplakami ali pa jih padavine spirajo iz naravno (gnoj) in umetno (NPK, Nitrofoskal, Kan) gnojnih tal. Vsebujejo jih tudi industrijske odpadne vode. Povzročajo želodčnega raka.

- Napolni kiveto z oznako NO<sub>3</sub> z vzorcem vode **do oznake**.
- Dodaj **2 merilni žlički reagenta 1**, zapri kiveto s čepkom in dobro **pretresi**, da se **reagent 1 raztopi** ...
- Dodaj **1 merilno žličko reagenta 2**, zapri kiveto s čepkom in **stresaj 1 minuto**. Neraztopljeni reagent zanemari. Pusti **mirovati 10 minut**.
- Primerjaj barvo vzorca **na barvni skali** in **zapiši** rezultat v tabelo.

VZOREC VODE	Količina nitratov v mg/l
Voda iz _____ (dopiši!)	

Primerjaj dobljen rezultat s tabelo o čistosti vode in sklepaj o kvaliteti vzorca iz narave.

### 3. Prisotnost nitritov NO<sub>2</sub> (rdeča kiveta)

Nitritne soli nastanejo iz nitratov in so strupene za vsa živa bitja. Povzročajo rakava obolenja.

- Napolni kiveto z oznako NO<sub>2</sub> z vzorcem vode **do oznake**.
- Dodaj **2 merilni žlički reagenta NO<sub>2</sub>**, zapri kiveto s čepkom in dobro pretresi.
- Pusti **mirovati 3 minute**.
- Primerjaj barvo vzorca na **barvni skali** in **zapiši** rezultat v tabelo.

VZOREC VODE	Količina nitritov v mg/l
Voda iz _____ (dopiši!)	

Primerjaj dobljen rezultat s tabelo o čistosti vode in sklepaj o kvaliteti vzorca iz narave.

### 4. Prisotnost fosfatov PO<sub>4</sub> (modra kiveta)

Fosfati se pojavijo v vodi zaradi uporabe pralnih praškov, detergentov, umetnih gnojil, ki jih padavine spirajo iz umetno gnojenih tal.

- Napolni kiveto z oznako PO<sub>4</sub> z vzorcem vode **do oznake**.
- Dodaj **10 kapljic reagenta 1**, zapri kiveto s čepkom in dobro pretresi.
- Dodaj **1 kapljico reagenta 2**, zapri kiveto s čepkom in dobro pretresi. Pusti **mirovati 5 minut**.
- Primerjaj barvo vzorca na **barvni skali** in **zapiši** rezultat v tabelo.

VZOREC VODE	Količina fosfatov v mg/l
Voda iz _____ (dopiši!)	

Primerjaj dobljen rezultat s tabelo o čistosti vode in sklepaj o kvaliteti vzorca iz narave.

### 5. a. Trdota vode (bela kiveta)

Voda, ki vsebuje raztopljene rudninske snovi, je trda. Trdoto vode tvorijo soli kalcija in magnezija.

## Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

- Napolni kiveto z oznako Ca/Mg z vzorcem vode **do oznake**.
- Med mešanjem dodajaj reagent Ca/Mg po kapljicah in jih natančno šteje, dokler rožnata barva ne spremeni odtenka.
- Trdota vode v trdotnih stopinjah °d je enaka številu prešteti kapljic.

VZOREC VODE	Število kapljic (trdota vode °d)
Voda iz _____ (dopiši!)	

Primerjaj dobljen rezultat s tabelo podatkov o trdoti vode in sklepaj, kakšna je trdota vzorca vode.

### 5. b. Trdota vode (določanje trdote s pomočjo papirnega indikatorja Aquadur)

- Napolni kiveto ali epruveto z vzorcem vode **do polovice**.
- V vodo pomoči indikatorski listič (1 sekundo), otresi odvečno vodo in **po 1 minuti** s pomočjo legende na embalaži (tulec papirnatih indikatorjev) odčitaj ustrezno vrednost trdote.

VZOREC VODE	Odčitani rezultat trdote vode (°d)
Voda iz _____ (dopiši!)	

Primerjaj dobljen rezultat s tabelo podatkov o trdoti vode in sklepaj, kakšna je trdota vzorca vode. Trdoto vode interpretiraj s pomočjo lestvice trdote vode in klasifikacijo uporabnosti vode glede na trdoto.

### 6. a. pH reakcija kislosti/bazičnosti vode (črna kiveta)

pH je merilo za kislost ali bazičnost vode. Primeri kislinskih snovi: kis, limonin sok, kislo mleko, vino ... Primeri bazičnih snovi: milnica, čistilo za posodo (npr. Pril ...)

- Napolni kiveto z oznako pH z vzorcem vode do oznake.
- Dodaj **3 kapljice reagenta pH**, zapri kiveto s čepkom in dobro **pretresi**.
- Primerjaj barvo vzorca na **barvni skali** in **zapiši** rezultat v tabelo.

VZOREC VODE	pH vrednost
Voda iz _____ (dopiši!)	



## Analiza voda v KS Pod gradom s primerjavo potoka Vzhodna Ložnica

Primerjaj dobljen rezultat s tabelo podatkov pH vrednosti in sklepaj o kislosti/bazičnosti vzorca vode. Primerjaj oba rezultata merjenja trdote vode.

### 6. b. pH reakcija kislosti/bazičnosti (določanje pH vrednosti s pomočjo papirnega indikatorja Universalindikator pH 0-14)

a. Napolni kiveto ali epruveto z vzorcem vode **do polovice**.

b. V vodo pomoči indikatorski listič, otresi odvečno vodo in po 1–10 minutah (dokler se barve na lističu ne spremenijo) s pomočjo legende na embalaži (plastična škatlica papirnatih indikatorjev) odčitaj ustrezno vrednost pH.

VZOREC VODE	Odčitani rezultat pH vrednosti vode
Voda iz _____ (dopiši!)	

Primerjaj dobljen rezultat s tabelo podatkov pH vrednosti in sklepaj o kislosti/bazičnosti vzorca vode. Primerjaj oba rezultata merjenja pH vrednosti vode.

\*Priloga je prevedena iz izvornih navodil kovčka za kemijsko analizo vode Aqualan.

**\*Priloga 2: Dopustne vrednosti škodljivih snovi v pitni vodi**

**FOSFAT PO<sub>4</sub>**

-v pralnem prašku, detergentu, umetnih gnojilih ...

NOVOST: pralni praški brez fosfatov

**Mejne (dopustne) vrednosti:**

EU max = 6,95, priporočljivo 0,56 **SLO max 0,3 mg/l**

**NITRIT NO<sub>2</sub>**

- indikator za močno onesnaženje s fekalijami (pojavi se pri razgradnji organizmov – gnitje)
- aditiv v mesu, klobasah (soliter rdeča barva!), fast food, »plastična« umetno vzgojena solata, nevarno za ribe!
- nevarnost: motnje v dovajanju kisika celicam, genske spremembe (testi na živalih)

**Mejne (dopustne) vrednosti:**

EU max = 0,10 ZDA 1,0 mineralna voda 0,1 **otroci 0,02mg/l** ribe v akvariju 0,03 **SLO max 0,10 mg/l**

**NITRAT NO<sub>3</sub>**

- pojavi se pri razgradnji organizmov – gnitje
- pri intenzivnem gnojenju , umetna gnojila NpK, nitrofoscal, kan
- kot tudi nitrit zelo škodljiv v človeškem telesu, posebej pri otrocih ...

**Mejne (dopustne) vrednosti:**

EU max = 50, priporočljivo 25, ZDA = 10, mineralna voda = 50 **otroci 10 mg/l**  
ribe v akvariju = 20 **SLO max 50 mg/l**

#### **AMONIJ NH<sub>4</sub>**

- nastaja ob gnitju, razpadanju organskih snovi. UREA = umetna sečnina

#### **Mejne (dopustne) vrednosti:**

EU max = 0,5    priporočljivo 0,05    ribe v akvariju 0,5    **SLO max 0,1 mg/l**

#### **pH – koncentracija vodikovih ionov**

pre nizka vrednost 4-5 (kislo) – rjavenje in onesnaženje zaradi rjavenja

previsoka vrednost 7 in več – rast alg

#### **Mejne (dopustne) vrednosti:**

EU max = 9,5    priporočljivo 6,5–8,5 isto ZDA, EU bazeni 6,0–9,0 ribe v akvariju 20    **SLO**

**6,5 – 8,5**

#### **TRDOTA VODE – interpretacija trdote vode**

##### Lestvica:

0-4° zelo mehka

4-8° mehka

8-12° srednje trda

12-18° dokaj trda

18-30° trda

preko 30° zelo trda

##### Klasifikacija uporabnosti vode glede na trdoto:

do 4° d - zelo mehka voda: najboljša za pranje

4-7° d - mehka: primerna voda za pranje, kopanje in pitje

7-14° d - srednje trda: primerna za vse namene, dobra za pitno vodo, za pranje je potrebno dodati več pralnega praška

14-21° d – trda: močno izločanje apnenca, velika poraba pralnih sredstev

nad 21° d – zelo trda voda: neprimerna za tehnične namene, močna usedlina apnenca

\*Povzeto po prilogi kovčka za kemijsko analizo vode Aquanal