

# *Raziskovalna naloga*

Avtorici:

Barbara Skaza

Petra Vivod

# RAZISKOVALNA NALOGA

OSNOVNA ŠOLA VOJNIK

Prušnikova 14

3212 Vojnik

## KAKOVOST VODE V VOJNIŠKIH VODNJAKIH

Kemija

Avtorici:

Barbara Skaza 9. r (1993)

Petra Vivod 9. r (1993)

Mentorica: Tatjana Hedžet

Lektor: Aleš Kolšek

Vojnik, marec 2008

## KAZALO

<b>POVZETEK NALOGE</b>	<b>5</b>
<b>ZAHVALA</b>	<b>6</b>
<b>1. UVOD</b>	<b>7</b>
1.1 NAMEN	8
1.2 HIPOTEZE	8
<b>2. TEORETIČNI DEL</b>	<b>9</b>
2.1 PITNA VODA	9
2.1.1 PARAMETRI	10
2.1.2. MONITORING	15
2.1.3 PRIPRAVA IN DEZINFEKCIJA PITNE VODE	16
2.2. POMEN VODE ZA ŽIVLJENJE NA ZEMLJI	17
2.2.1 ONESNAŽEVANJE VODA	17
2.2.1 KMETIJSTVO IN PITNA VODA	17
2.2.2 SLOVENIJA	18
2.3 PREKOMERNA PORABA VODE – ŠE NEKAJ ZANIMIVOSTI	18
2.4 VARČEVANJE Z VODO V GOSPODINJSTVU	19
2.3 ČEBULNI TEST	20
<b>3. EKSPERIMENTALNI DEL</b>	<b>21</b>
3.1 METODE DELA	21
3.2 ANALIZA ANKETE	22
3.3 ANALIZA VODE	25
3.3.1 PRISOTNOST AMONIJAKA NH <sub>4</sub>	26
3.3.2 PRISOTNOST NITRATOV NO <sub>3</sub>	27
3.3.3 PRISOTNOST NITRITOV NO <sub>2</sub>	29
3.3.4 PRISOTNOST FOSFATOV PO <sub>4</sub>	31
3.3.5 TRDOTA VODE	33
3.3.6 PH REAKCIJA KISLOTI/BAZIČNOSTI VODE	34
3.4. ČEBULNI TEST	36
<b>4. ZAKLJUČEK</b>	<b>38</b>
<b>5. VIRI IN LITERATURA</b>	<b>40</b>

**KAZALO TABEL**

	<i>stran</i>
<i>Tabela 1: Vrsta vodnjaka</i>	22
<i>Tabela 2: Starost vodnjakov</i>	22
<i>Tabela 3: Material vodnjakov</i>	22
<i>Tabela 4: Vodnjaki s črpalko</i>	23
<i>Tabela 5 : Uporaba vode iz vodnjaka</i>	23
<i>Tabela 6: Uporaba vode iz vodnjaka</i>	23
<i>Tabela 7: Globina vodnjakov</i>	24
<i>Tabela 8: Opravljena analiza vode</i>	24
<i>Tabela 9: Želja po analizi vode</i>	24
<i>Tabela 10: Mejne (dopustne) vrednosti amonijaka</i>	27
<i>Tabela 11: Vrednosti amonijaka v analizirani vodi iz vodnjakov</i>	27
<i>Tabela 12: Mejne (dopustne) vrednosti nitratov</i>	28
<i>Tabela 13: Vrednosti nitratov v analizirani vodi iz vodnjakov</i>	28
<i>Tabela 14: Mejne (dopustne) vrednosti nitritov</i>	30
<i>Tabela 15: Vrednosti nitritov v analizirani vodi iz vodnjakov</i>	30
<i>Tabela 16: Mejne (dopustne) vrednosti fosfatov</i>	32
<i>Tabela 17: Vrednosti fosfatov v analizirani vodi iz vodnjakov</i>	32
<i>Tabela 19: Lestvica trdote vode</i>	33
<i>Tabela 19: Trdota vode pri analizi vode iz vodnjakov</i>	34
<i>Tabela 20: Mejne (dopustne) vrednosti pH</i>	35
<i>Tabela 21: Vrednosti pH v analizirani vodi iz vodnjakov</i>	35
<i>Tabela 22. Vzorci vode za čebulni test</i>	36

**KAZALO SLIK**

	<i>stran</i>
<i>Slika 1. Občina Vojnik – Lega vodnjakov.</i>	25
<i>Slika 2: Kovček za analizo vode- zaprt</i>	26
<i>Slika 3: Kovček za analizo vode- odprt</i>	26
<i>Slika 4: Navodilo za analizo amonijaka v vodi</i>	26
<i>Slika 5: Navodilo za analizo nitratov v vodi</i>	28
<i>Slika 6: Navodilo za analizo nitritov v vodi</i>	30
<i>Slika 7: Navodilo za analizo fosfatov v vodi</i>	32
<i>Slika 8: Navodilo za analizo pH vode</i>	35
<i>Slika 9: Čebulni test 1. dan</i>	36
<i>Slika 10: Čebulni test 2. dan</i>	37
<i>Slika 11: Čebulni test 5. dan</i>	37
<i>Slika 12: Vodnjak v Višnji vasi</i>	39

**KAZALO GRAFOV**

	<i>stran</i>
<i>Graf 1: Količina nitratov pri analizi</i>	29
<i>Graf 2: Količina nitritov</i>	31
<i>Graf 3: Vsebnost fosfatov</i>	33
<i>Graf 4: Trdota vode odvzetih vzorcev</i>	34

## **Povzetek naloge**

KEMIJA

Naslov naloge: KAKOVOST VODE V VOJNIŠKIH VODNJAKIH

Avtorici: Barbara Skaza, Petra Vivod

Mentorica: ga. Tatjana Hedžet

Lektor: g. Aleš Kolšek

Šola: OŠ Vojnik

Namen najine raziskovalne naloge je bil ugotoviti, koliko ljudi še uporablja vodo iz vodnjakov in ali je ta voda primerna tudi za pitje.

Najino delo se je začelo z zbiranjem podatkov o tem, kaj sme oziroma česa ne sme vsebovati pitna voda in kolikšne so mejne vrednosti za posamezni parameter. Veliko podatkov in informacij sva dobili v šolski knjižnici in na internetu.

Ker je bila nedavno nazaj v Vojniku velika poplava in so za nekaj časa prepovedali uporabo pitne vode za ves kraj, sva se odločili, da bova raziskali predvsem vodnjake ob reki Hudinji in poskušali ugotoviti, ali je voda v njih primerna za pitje. Že na začetku najinega raziskovalnega dela pa sva spoznali, da večina vodnjakov nima stika s Hudinjo in da jih polni podtalnica. Vendar je po takšni poplavi lahko oporečna tudi podtalnica, zato sva z delom nadaljevali. V šoli sva s pomočjo kemijskega kovčka izvedli analizo vode osmih vodnjakov iz bližnjih krajev ter s pomočjo čebulnega testa preverili toksičnost vode.

Lastniki vodnjakov so nama z veseljem pomagali, midve pa sva jim obljubili, da jima bova posredovali rezultate analiz.

## **ZAHVALA**

*Ta raziskovalna naloga ne bi nastala brez pomoči in spodbude nekaterih ljudi.*

*Zahvaljujema se vsem lastnikom vodnjakov, ki so nam dovolili vzeti vzorce vode in so si vzeli čas, da so rešili najino anketo.*

*Hvala tudi gospodu Alešu Kolšku, ki je nalogo jezikovno pregledal, gospodu Juretu Uraniču pa za pomoč pri grafični obdelavi.*

*Zahvaljujema se ge. dr. Nikolaji Golob, predavateljici kemije na Fakulteti za naravoslovje in matematiko v Mariboru, za vse odgovore na najina vprašanja.*

*Seveda pa raziskovalna naloga ne bi bila takšna, kot je, brez najine mentorice, gospe Tatjane Hedžet, ki naju je pri delu spodbujala, usmerjala in nama pomagala.*

*Zahvaljujema se staršem in učiteljem za spodbudo pri raziskovalnem delu.*

*Iskrena hvala vodji raziskovalnega dela na OŠ Vojnik, ge. Simoni Žnidar, za vse koristne informacije.*

## **1. UVOD**

V medijih se vedno bolj pojavljajo vprašanja o pitni vodi. Ta postaja vedno večji problem v svetu pa tudi v Sloveniji. Začelo naju je zanimati, kako je s tem v najini bližnji okolici – Občini Vojnik.

Presenetilo naju je, kolikšno vrednost so imeli nekoč vodnjaki. Nekateri ljudje so kopali tudi do 50 metrov globoko, da so prišli do podtalnice. Tu in tam pa se starejši ljudje še vedno nočejo prepustiti sodobnemu času in raje živijo tako, kot so nekoč. Za pitje in kuhanje nekateri še vedno uporabljajo vodo iz lastnega vodnjaka. Ponekod pa z vodo iz vodnjaka oskrbujejo celotno gospodinjstvo in tudi potrebe turistov.

Ker sva hoteli to povezati v skupni raziskovalni nalogi, sva si izbrali temo in naslov »Kakovost vode v vojniških vodnjakih«.

Meseca septembra 2007 je bila v naših krajih velika poplava. Zato sva se odločili, da bova kakovost vode preverjali predvsem v vodnjakih, ki stojijo v bližini reke Hudinje. Zanimalo naju je tudi, ali je poplava vplivala na podtalnico.

Upava, da bova v ljudeh, ki bodo to raziskovalno nalogo prebrali, vzbudili zanimanje za kulturno dediščino našega kraja in jih spomnili, da pitna voda in nekaj, kar je umevno samo po sebi, ampak je dragocena dobrina, s katero moramo skrbno in varčno ravnati.

## **1.1 NAMEN**

Namen raziskovalne naloge je preveriti, ali je podtalnica, ki polni naše vodnjake, pitna oziroma primerna za druga gospodinjska opravila. Opozoriti sva želeli uporabnike vode iz lastnih vodnjakov na nevarne posledice, če voda ne dosega predpisanih standardov.

Hkrati pa sva jih tudi poučili, kdo skrbi, da je naša voda zares pitna in kam se lahko obrnejo v primeru, če imajo občutek, da njihova voda spreminja barvo, okus in vonj in če vsebuje preveliko število posameznih parametrov.

Najin namen je bil pozvati ljudi, da bi tudi sami storili kaj za boljšo kvaliteto vode in jih spomniti, kako pomembna je pitna voda in naj reke, jezera in vodnjaki ne postanejo odlagališče naših odpadkov.

Namen te naloge je v ljudeh vzbuditi zanimanje za že skoraj pozabljeno kulturno dediščino Vojnika, ki je izrednega pomena –vodnjake.

## **1.2 HIPOTEZE**

Predvidevava:

- da vodo v vodnjakih, ki stojijo od Hudinji, polni reka Hudinja in da je ne uporabljajo;
- da so vodnjaki, stari nad 50 let, zgrajeni iz kamna in da vodo, ki je v njih uporabljajo za zalivanje in za živino. Sklepava pa tudi, da tisti, ki so stari do 50 let, niso globji od štirih metrov.
- da voda ni preveč onesnažena, a vseeno ni primerna za pitj;
- da bodo pri čebulnem testu najdaljše koreninice zrasle v vodi iz vodnjaka, ki ne vsebuje povečane vrednosti nobenega parametra.



## 2. TEORETIČNI DEL

### 2.1 PITNA VODA

Pitna 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.

Potrebujejo 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 voda 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.[1, 4]

**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.[1]

**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. [1]

### 2. 1. 1 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 s 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 informacijo 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.

### 2. 1. 1. 1 MIKROBIOLOŠKI PARAMETRI

Pitna voda ne sme vsebovati mikroorganizmov, parazitov in njihovih razvojnih oblik v prevelikem številu, saj to lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi. Bakteriološka preskušanja nam pokažejo obseg in stopnjo onesnaženosti pitne vode z mikroorganizmi. V pitni vodi rutinsko določamo fekalne bakterije, ki imajo izvor v človeških ali živalskih iztrebkih, indikatorske bakterije, v embalirani pitni vodi pa še bakterije *Pseudomonas aeruginosa*. Viruse in parazite pa določamo na primer ob epidemiološki indikaciji in raziskavah.

#### **Bakterije**

Po pomenu za zdravje je obvladovanje mikroorganizmov v vodi na prvem mestu. Ker je prisotnost bakterij lahko vzrok hudih zdravstvenih posledic, je potrebno vodo včasih tudi prekuhati.

#### **Virusi**

Najpomembnejši virusi, ki se prenašajo z vodo, so tisti, ki se razmnožujejo v prebavnem traktu človeka in izločajo z blatom. Čeprav se zunaj celic gostitelja virusi ne morejo razmnoževati, nekateri preživijo v okolju. Vsi ti virusi so bolj odporni na dezinfekcijska sredstva. Rutinsko jih v pitni vodi ne iščemo, razen, če to narekujejo epidemiološke razmere.

#### **Paraziti**

Z vodo se lahko prenašajo številni paraziti, ki so zelo odporni na običajne oblike dezinfekcije in tudi filtracijo. V pitni vodi lahko preživijo zelo dolgo. Parazitov v pitni vodi rutinsko ne določamo.

[5]

### 2. 1. 1. 2 Fizikalno kemijski parametri

#### 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 oz. pijač. Večletno uživanje arzena z vodo je bilo povezano s spremembami na koži, rakom kože, mehurja in pljuč, žilnimi in živčnimi obolenji.

#### 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 v hrani.

### 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 le-tem 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 kislino) 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 6,5 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 oz. 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 stena 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. [5]

## 2. 1. 2. MONITORING

Monitoring (spremljanje) je oblika nadzora oziroma preverjanje, ali pitna voda izpolnjuje zahteve Pravilnika o pitni vodi, zlasti zahteve za mejne vrednosti parametrov (skladnost). Monitoring se izvaja po letnem programu, ki ga sprejme minister za zdravje, nadzor pa zagotavlja celotno Ministrstvo za zdravje. Inštitut za varovanje zdravje RS in Zavod za zdravstveno varstvo Maribor pa pripravita in izvedeta program monitoringa. Le-ta določa mesta vzorčenja, pogostost vzorčenja, vzorčevalce in laboratorije, ki izvajajo preizkušanje vzorcev.

Komisija za pitno vodo ima zlasti strokovne naloge, kot so pripravljanje poročil, navodil, strokovnih mnenj, predlaganje novih parametrov in njihovih mejnih vrednosti ...

Odvzem vzorca pitne vode-vzorčenje vedno opravimo na istem mestu. Praviloma se določi javni objekt, kot so restavracije, šole, vrtci, lahko pa tudi stanovanje. Odvzemno mesto je pipa.

Kadar rezultati pokažejo, da pitna voda ni skladna, mora upravljavec - izvajalec javne službe oskrbe s pitno vodo - ugotoviti vzroke neskladnosti in izvesti ukrepe za njihovo odpravo. Upoštevati mora tveganja za zdravje ljudi in če je potrebno, dobavo vode tudi prekiniti.

Upravljavec mora o rezultatih notranjega nadzora obveščati porabnike vode, rezultati monitoringa pa so dostopni pri upravljavcu in objavljeni na spletni strani. Če upravljavec ni določen, izvaja obveznosti upravljavca lokalna skupnost.

Upravljavec mora obvestiti uporabnike:

- v primerih omejitve ali prepovedi uporabe pitne vode, vključno z ustreznimi priporočili,
- ko se izvajajo ukrepi za odpravo vzrokov neskladnosti, razen če komisija za pitno vodo oceni, da je neskladnost nepomembna,
- o dovoljenem odstopanju od mejne vrednosti kemijskih parametrov. Posebne skupine ljudi, za katere bi pomenilo odstopanje posebno nevarnost za zdravje, mora seznaniti s tveganji in priporočili za varovanje zdravja.

Za lasten vodnjak ali drug način oskrbe z vodo, ki oskrbuje manj kot 50 prebivalcev, so odgovorni porabniki sami. V monitoringu se spremljajo le sistemi za oskrbo s pitno vodo, ki oskrbujejo več kot 50 oseb. Za nasvet, kako ravnati s pitno vodo, pa lahko vprašajo na lokalni skupnosti ali na Zavodu za zdravstveno varstvo. [1]

### **2. 1. 3 PRIPRAVA IN DEZINFEKCIJA PITNE VODE**

Priprava vode je obdelava vode, s katero se zagotovi njena skladnost in zdravstvena ustreznost. Pogosto je edini način, da si zagotovimo pitno vodo, saj onesnaženost okolja narašča, pojavljajo se nove potrebe, količina vode oziroma vodnih virov pa je omejena.

V pripravi vode uporabljamo fizikalne, kemijske in biološke metode. Te so lahko samostojne ali v kombinaciji. Lahko je omejena le na dezinfekcijo. Dezinfekcija pitne vode je postopek, s katerim uničujemo bolezenske mikroorganizme. Z njo preprečujemo širjenje nalezljivih bolezni, ki jih povzročajo mikroorganizmi, ki se prenašajo s pitno vodo. Zato je le-ta večinoma nujen postopek v pripravi pitne vode. Za dezinfekcijo pitne vode uporabljamo različna kemijska sredstva: plinski klor, hipokloritne spojine, klorov dioksid, ozon in fizikalne postopke, kot so UV sevanje, ultrafiltracija, prekuhanje ...

Dezinfekcijska sredstva ne reagirajo samo z mikroorganizmi, temveč tudi z drugimi sestavinami vode, pri čemer nastajajo snovi, ki lahko predstavljajo nevarnost za zdravje. Po kloriranju na primer nastanejo trihalometani.

Kloriranje je najpogosteje uporabljen postopek dezinfekcije pitne vode. Klor uniči bakterije in nekatere viruse, ne uniči pa parazitov v običajnih uporabljenih koncentracijah.

V Sloveniji obveznost dezinfekcije ali kloriranja pitne vode ni predpisana.

Če ima pitna voda vonj po kloru, se pri pitni vodi to ne obravnava kot neskladnost. [1]



## **2. 2. POMEN VODE ZA ŽIVLJENJE NA ZEMLJI**

Voda ima na Zemlji fiziološki pomen, ki se kaže v funkcioniranju organizma, potrebujemo pa jo tudi za vzdrževanje higiene. V ta namen je porabimo mnogo več kot za fiziološke potrebe. Največ je porabimo v industriji, prometu, kmetijstvu in drugih gospodarskih panogah. Pomembna je tudi kot izvor in prenosnik energije ali kot hladilno sredstvo.

### **2. 2. 1 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 hidričnih obolenj in epidemij, kot so tifus, paratifus, kolera, epidemični hepatitis itd.

Kemična kontaminacija postaja vse večji problem. Za današnji način življenja so potrebne mnoge organske in anorganske snovi, zato in 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 uporabe nuklearne energije - jedrskih elektrarn, rentgenskih aparatov ...

### **2. 2. 1 KMETIJSTVO IN PITNA VODA**

Kmetijstvo zaradi intenzivnega izkoriščanja tal in nestrokovnega odstranjevanja odpadnih voda zelo bremeni podtalnico. Ostali vzroki za onesnaženje so še prevelika uporaba gnojil in zaščitnih sredstev, omejevanje na nekaj pridelkov in sejanje monokultur, prevelika mehanizacija, masovna živinoreja, velike količine gnojnice, intenzivno namakanje ter izpiranje mineralnega dušika in fitofarmaceutskih sredstev v podtalnico.

## 2. 2. 2 SLOVENIJA

V Sloveniji vsaj 300.000 prebivalcev uporablja pitno vodo, ki je občasno ali stalno onesnažena s fekalijami, 166.000 pa uporablja pitno vodo iz neregistriranih in nenadzorovanih vodnih virov. Mali viri, ki oskrbujejo pod 1000 prebivalcev, so pogosto mikrobiološko onesnaženi. Zaradi prevelike obremenjenosti okolja s fekalijami in gnojenjem pitna voda vsebuje zdravju škodljive mikroorganizme, kot so koliformne bakterije in fekalne strptokoke. V vodnih sistemih pa se lahko namnožijo nevarne bakterije legionele. Te so povzročitelji legionarske bolezni. [2]

## 2. 3 PREKOMERNA PORABA VODE – ŠE NEKAJ ZANIMIVOSTI

Človek dnevno za minimalne fiziološke potrebe (pitje in kuhanje) potrebuje od 1.5-3 l vode. V ta namen pa je odrasel človek v povprečju porabi 4 l, za telesno nego 10 l, za kopanje in prhanje 55 l, za pranje perila 25 l, za pomivanje posode 8 l, za izplakovanje stranišč 32 l, za čiščenje stanovanj 7 l, za ostale potrebe kot so pranje avtomobilov in zalivanje vrtov pa 9 l na dan.

Količina vode, ki jo dnevno porabimo za vsakdanje stvari:

- 5 l za kuhanje,
- 10 l za pomivanje,
- 20 l za pranje,
- 50 l za kopanje in umivanje,
- 146 l za eno gospodinjstvo na dan,
- 400 l za izdelavo kepice masla,
- 1500 l za pridelavo 1 kg pšenice,
- 22500 l za proizvodnjo 22 l bencina,
- 85000 l za izdelavo plastike,
- 160000 l za izdelavo 4 avtomobilskih gum,
- 250000 l za 1 časopis na dan,
- 450000 l za izdelavo enega avtomobila.

V povprečju vsak Slovenec porabi vsak dan 150 litrov vode, čeprav je popijemo le od 2-3 l. Velik del te vode bi bilo mogoče nadomestiti s predelano vodo. Tako bi zavarovali zaloge pitne vode v naši podtalnici. [2]

## 2.4 VARČEVANJE Z VODO V GOSPODINJSTVU

Tudi sami lahko privarčujemo veliko vode z malo truda.

- Popravimo nezatesnjene pipe in straniščne splakovalnike, saj lahko skozi curljajočo pipo dnevno odteče do 17 l pitne vode.
- Kupimo izplakovalnike s tipko za prekinitev, ker porabijo do 70% manj vode.
- Pri kupovanju pomivalnih in pralnih strojev smo pozorni na porabo vode.
- Prenovimo stare kotličke.
- Namesto kopanja se raje prhajmo, saj tako porabimo dosti manj vode.
- Vrtove lahko zalivamo z deževnico.
- Avtomobil peremo v avtopralnici.

a) V mestu s 100000 prebivalci vsak dan steče v odtok okoli:

- 3 tone čistil,
- 14 ton tekočih čistilnih sredstev,
- 3 tone motornega olja.

b) 1 liter rabljenega motornega olja, ki ga zlijemo na tla, lahko ponikne v podzemno vodo in onesnaži milijon litrov pitne vode.

c) Zaradi onesnaženosti sladkih voda kar 20% rib grozi izumrtje.

d) Skozi nezatesnjeno pipo nam lahko vsak dan odkaplja 65 kozarcev vode, v enem letu 52 kopalnih kadi.

e) povprečna dnevna poraba vode:

- a. Američani 425 litrov,
- b. Evropejci 200 litrov,
- c. Palestinci 70 litrov in
- d. Haitijci 40 litrov.

### 2.3 ČEBULNI TEST

Čebulni test nam pokaže toksičnost vode. Uporabljajo ga predvsem biologi, ki raziskujejo vzroke za slabšanje okolja. Pri izvajanju biomonitoringa, to je opazovanja odzivov organizmov na okolje, v katerem živijo, uporabljajo ribe, rastline, glive ... Eden izmen najzanesljivejših, najhitrejših in najcenejših pa je ravno 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 vlijemo do vrha v epruveto, nanjo pa postavimo mlado čebulo. Test poteka v dveh fazah.

V prvi fazi opazujemo dolžine 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 čebule iste vrste poškodb kromosomov.[ 7]

### **3. EKSPERIMENTALNI DEL**

#### **3.1 METODE DE LA**

Najino delo se je začelo s pogovori o tem, kako široko bo področje najinega raziskovanja. Začeli sva z zbiranjem podatkov na spletnem omrežju in v šolski knjižnici, veliko informacij pa sva dobili tudi iz šolskih učbenikov.

Delo sva nadaljevali na terenu. Poiskali sva vodnjake v krajih na področju Občine Vojnik in njihove lastnike. Te sva tudi prosili, če lahko vzameva vzorce vode. Nekateri so privolili, drugi pa niso želeli, da bi njihovo vodo analizirali. Za lastnike vodnjakov sva sestavili anketo, ki si jo boste lahko v raziskovalni nalogi tudi prebrali. Spraševali sva jih o globini, materialu, starosti vodnjaka, za kaj uporabljajo vodo in če jo sploh uporabljajo pa tudi o tem, ali so že naredili analizo vode in če jih to sploh zanima. Anketirali sva 16 lastnikov.

S pomočjo kovčka za analizo vode sva naredili analizo vode v vodnjakih v osmih različnih krajih Občine Vojnik. Analizo vode sva opravili v šoli.

Mentorica naju je seznanila tudi s čebulnim testom. Odločili sva se, da ga bova opravili. Naredili sva ga na osmih vzorcih vode iz vodnjakov ter še navodovodni vodi, destilirani vodi in vodi s čistilom.

### 3.2 ANALIZA ANKETE

Anketirali sva lastnike 16 vodnjakov v različnih krajih Občine Vojnik.

Izvedba ankete: 5. marec 2008, na terenu pri vodnjakih

#### 1. Ali je vodnjak:

	Število vodnjakov
odprt	1
zaprt	15

Tabela 1: Vrsta vodnjaka

Večina vodnjakov je zaprtih.

#### 2. Koliko je star vaš vodnjak?

	Število vodnjakov
do 20 let	3
od 20 do 50 let	4
50 let in več	9

Tabela 2: Starost vodnjakov

Glede na to, da je le 9 vodnjakov starih nad 50 let, ugotavljava, da vodnjaki zopet postajajo popularni.

#### 3. Iz kakšnega materiala je zgrajen vaš vodnjak?

	Število vodnjakov
iz kamna	7
iz betonskih cevi	9

Tabela 3: Material vodnjakov

Iz kamna je zgrajenih manj vodnjakov kot iz betonskih cevi. To so po večini tisti, ki so stari nad 50 let. Današnji vodnjaki so iz betonskih cevi, ker tako predpisuje zakon; prav tako morajo biti iz betonskih cevi tudi vsi obnovljeni vodnjaki, kot je na primer vodnjak v Polžah.

4. Ima črpalko?

	Število vodnjakov
DA	8
NE	8

Tabela 4: Vodnjaki s črpalko

Polovica vodnjakov ima črpalko, vendar lahko do vode pridemo pri vseh, pri čemer se je potrebno znajti.

5. Čistite vodnjak?

	Število vodnjakov
DA	4
NE	12

Tabela 5: Čiščenje vodnjaka

Glede na to, da le dva lastnika ne uporabljata vode, je torej razumljivo, da ne čistita vodnjakov. Ugotavljava, da ljudje niso preveč skrbni glede čistoče. Tiste, ki pa jih čistijo, sva povprašali, na kakšen način to počno. Dva lastnika s pomočjo gasilcev izčrpata vodo, nato zlezeta v vodnjak in odstranita umazanijo. Tretji lastnik vodnjak le opere, in četrti pa odstrani smeti in listje, ker ima odprt vodnjak.

6. Zakaj uporabljate vodo?

	Število vodnjakov
za zalivanje	7
za živino	1
za osebno higieno, pitje in kuhanje	1
je ne uporabljamo	2
za zalivanje in za živino	3
za zalivanje in za sanitarije	1
za pranje avtomobilov	1

Tabela 6: Uporaba vode iz vodnjaka

Največ lastnikov uporablja vodo za zalivanje rastlin.

7. Kolikšna je globina vodnjaka?

	Število vodnjakov
1,5 m	1
3,5 m	1
4 m	4
5 m	1
5,5 m	1
6 m	3
8 m	1
10 m	3
16 m	1

Tabela 7: Globina vodnjakov

Nekje so imeli srečo in so prišli do podtalnice že po 1m kopanja v globino, druge pa so morali kopati mnogo dlje – tudi do 16m.

8. Ali ste test za analizo vode že opravili?

	Število vodnjakov
DA	5
NE	11

Tabela 8: Opravljena analiza vode

Lastniki se kot kaže premalo zavedajo, da lahko zbolijo tudi, če jedo rastline, ki so zalite z oporečno vodo; morda pa močno zaupajo v njeno dobro kakovost.

9. Vas zanima kakovost vode v vašem vodnjaku?

	Število odgovorov
DA	13
NE	3

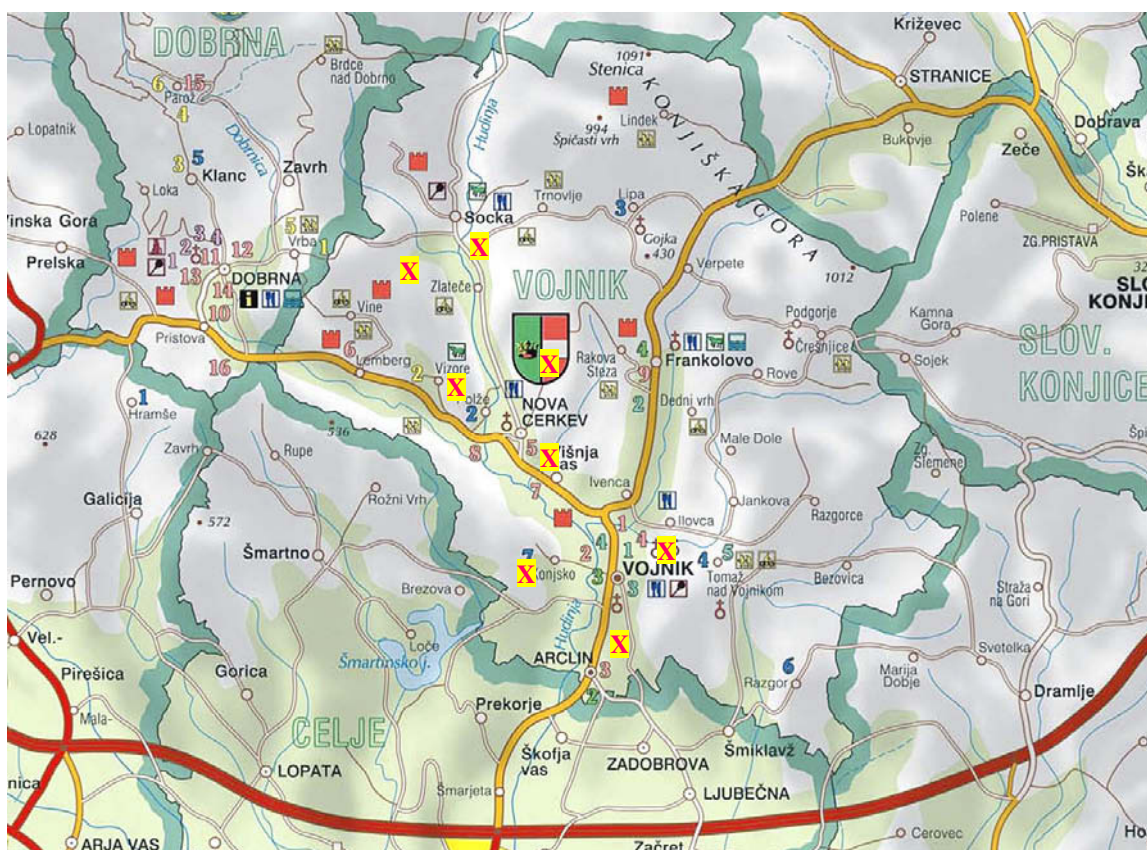
Tabela 9: Želja po analizi vode

Ljudi pa so se vseeno zelo zanimali za kakovost svoje vode. Tisti, ki je ne uporabljajo ali z njo čistijo avtomobile, se za njeno kakovost ne brigajo.



### 3.3 ANALIZA VODE

Analizo vode sva naredili za 8 vodnjakov, ki so v različnih krajih oziroma vaseh Občine Vojnik: Gmajna, Arclin, Višnja vas, Polže, Vojnik, Homec, Novake in Socka.



Slika 1: Občina Vojnik – Lega vodnjakov **X**

Vseh osem vodnjakov je zaprtih, večina od teh pa je stara več kot 50 let, 4 so iz betonskih cevi in 4 iz kamna, 5 od teh ima črpalko, vodo iz vodnjakov uporabljajo vsi, razen enega. Globina vodnjakov je različna. Vseh osem pa seveda zanima naša analiza vode.

Analizo vode sva naredili s pomočjo:

**MACHEREY NAGEL visocolor ECO Analysenkoffer- Kovček za analizo vode** [slika 2]

Ugotavljali sva prisotnost amonijaka, nitratov, nitritov, fosfatov, pH in trdoto vode.



Slika 2: Krovček za analizo vode- zaprt



Slika 3: Krovček za analizo vode- odprt

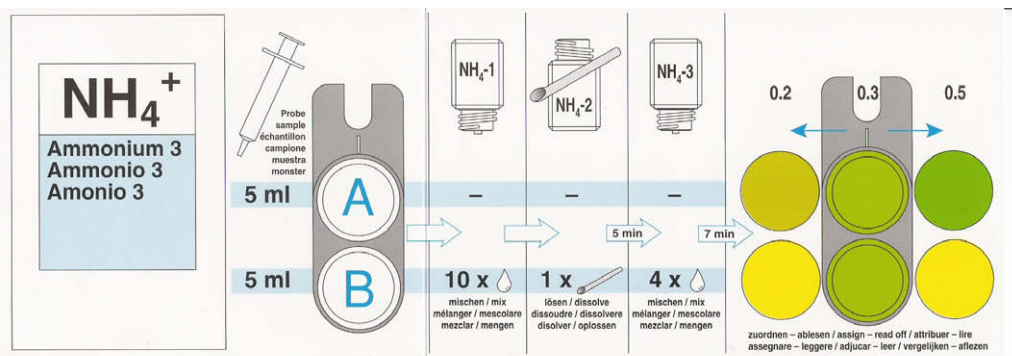
Datum odvzema vseh vzorcev: 5. marec 2008

### 3. 3. 1 PRISOTNOST AMONIJAKA $\text{NH}_4$

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

Analizo sva naredili po navodilu na sliki.

- v posodico sva nalili 5 ml vode iz vodnjaka,
- dodali 10 kapljic reagenta  $\text{NH}_4$ -1, zaprli posodico in dobro pretresli,
- nato dodali 1 merilno žličko reagenta  $\text{NH}_4$ -2, zaprli posodico in dobro pretresli in pustili mirovati 5 min,
- nato sva dodali 4 kapljice reagenta  $\text{NH}_4$ -3, zaprli posodico in dobro pretresli in pustili mirovati 7 min,
- potem sva primerjali barvo vzorca na barvni skali in zapisali rezultat v tabelo.



Slika 4: Navodilo za analizo amonijaka v vodi

	Mejne (dopustne vrednosti)
maksimalno v EU	0,50 mg/l
priporočljivo v EU	0,05 mg/l
ribe v akvariju	0,50 mg/l
max v SLO	0,10 mg/l

Tabela 10: Mejne (dopustne) vrednosti amonijaka

Vzorec vode iz vodnjaka	Kol. amonijaka v mg/l
Gmajna	0.2
Arclin	0
Vojnik	0
Višnja vas	0
Polže	0
Novake	0
Homec	0
Socketa	0

Tabela 11: Vrednosti amonijaka v analizirani vodi iz vodnjakov

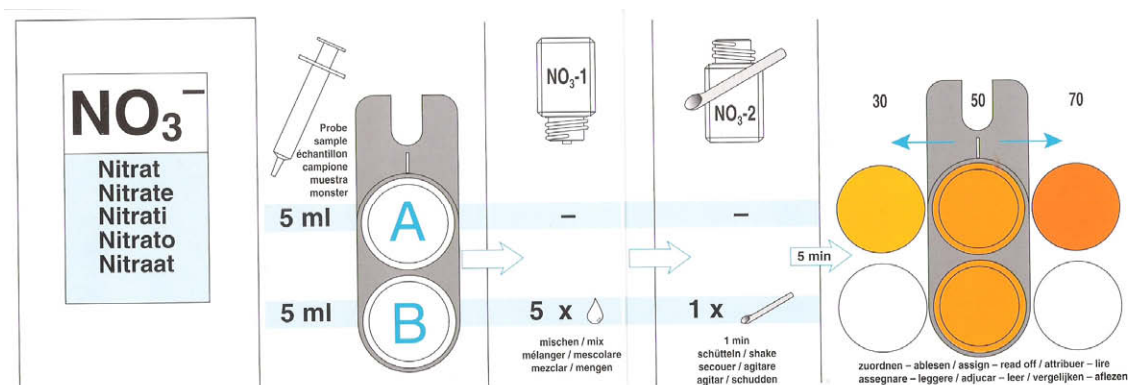
Voda iz vodnjaka na Gmajni ima po merilu dopustnih vrednosti iz Slovenije povečano vrednost amonijaka.

### 3.3.2 PRISOTNOST NITRATOV NO<sub>3</sub>

Nitrati so znak onesnaževanja vode s kanalizacijskimi odpadki ali pa jih padavine spirajo iz naravno (gnoj) in umetno (NPK, Nitrofoskal, Kan) gnojenih tal. Vsebujejo jih tudi industrijske odpadne vode. Povzročajo želodčni rak.

Analizo sva naredili po navodilu na sliki.

- v posodico sva nalili 5 ml vode iz vodnjaka,
- dodali 5 kapljic reagenta NO<sub>3</sub>-1, zaprli posodico in dobro pretresli,
- dodali 1 merilno žličko reagenta NO<sub>3</sub>-2, zaprli posodico in dobro pretresli in pustili mirovati 5 min,
- potem sva primerjali barvo vzorca na barvni skali in zapisali rezultat v tabelo.



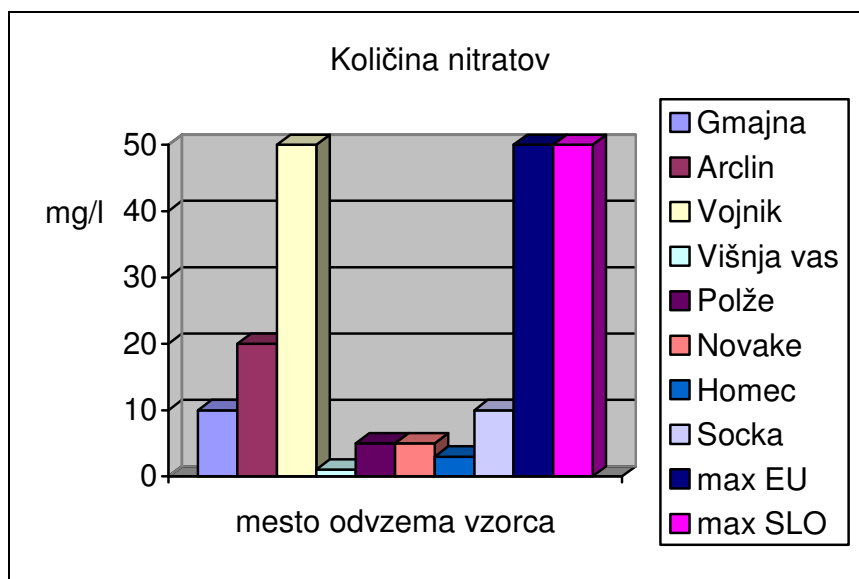
Slika 5: Navodilo za analizo nitratov v vodi

	Mejne (dopustne vrednosti)
maksimalno v EU	50 mg/l
priporočljivo v EU	25 mg/l
maksimalno v ZDA	10 mg/l
mineralna voda	50 mg/l
priporočljivo za otroke	10 mg/l
ribe v akvariju	20 mg/l
maksimalno v SLO	50 mg/l

Tabela 12: Mejne (dopustne) vrednosti nitratov

Vzorec vode iz vodnjaka	kol. nitratov v mg/l
Gmajna	10
Arclin	20
Vojnik	50
Višnja vas	1
Polže	5
Novake	5
Homec	3
Socketa	10

Tabela 13: Vrednosti nitratov v analizirani vodi iz vodnjakov



Graf 1: Količina nitratov pri analizi

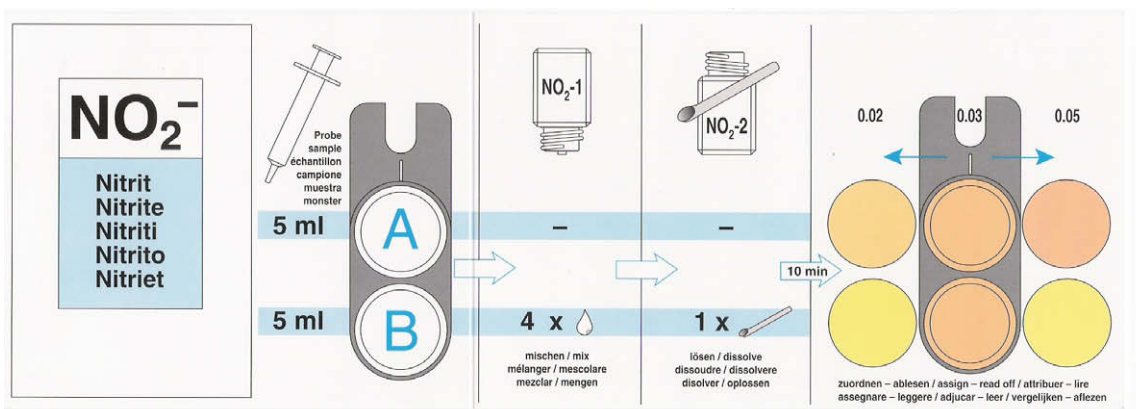
Voda iz vodnjaka v Vojniku je po mejni vrednosti nitratov v Sloveniji na zgornji meji in zelo odstopa od priporočljive mejne vrednosti v EU.

### 3. 3. 3 PRISOTNOST NITRITOV NO<sub>2</sub>

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

Analizo sva naredili po navodilu na sliki.

- v posodico sva nalili 5 ml vode iz vodnjaka,
- dodali 4 kapljice reagenta NO<sub>2</sub>-1, zaprle posodico in dobro pretresli,
- nato sva dodali 1 merilno žličko reagenta NO<sub>2</sub>-2, zaprli posodico in dobro pretresli in pustili mirovati 10 min,
- primerjali sva barvo vzorca na barvni skali in zapisali rezultat v tabelo.



Slika 6: Navodilo za analizo nitritov v vodi

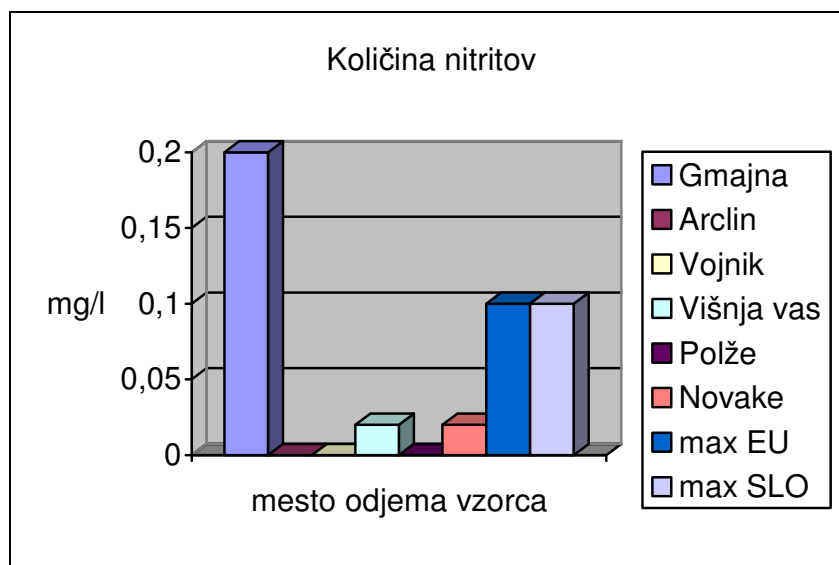
	Mejne (dopustne vrednosti)
maksimalno v EU	0,10 mg/l
maksimalno v ZDA	1,00 mg/l
mineralna voda	0,10 mg/l
priporočljivo za otroke	0,02 mg/l
ribe v akvariju	0,03 mg/l
maksimalno v SLO	0,10 mg/l
voda iz vodnjaka	0,02 mg/l

Tabela 14: Mejne (dopustne) vrednosti nitritov

Vzorec vode iz vodnjaka	kol. nitritov v mg/l
Gmajna	0.1
Arclin	0
Vojnik	0
Višnja vas	0.02
Polže	0
Novake	0.02
Homec	0
Socketa	0

Tabela 15: Vrednosti nitritov v analizirani vodi iz vodnjakov





Graf 2: Količina nitritov

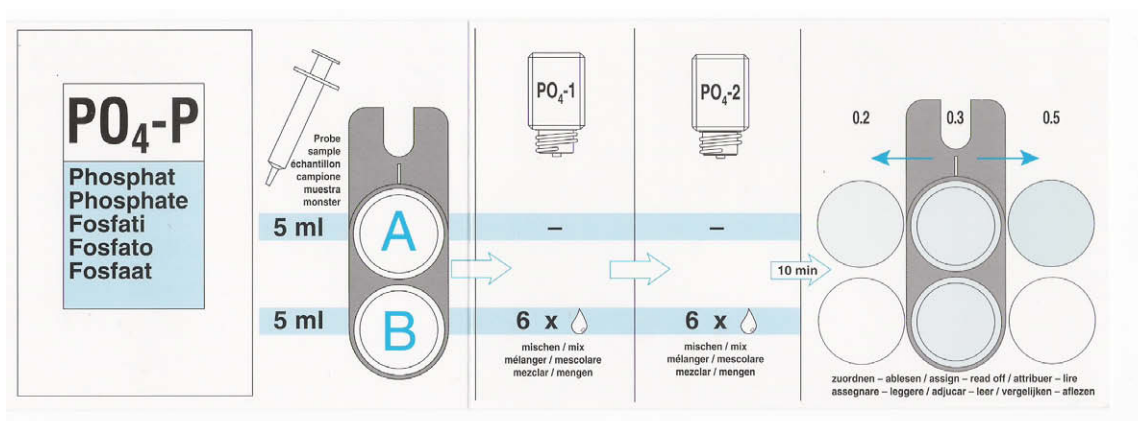
Voda v nobene kraju ne vsebuje povečane vrednosti strupenih nitritov.

### 3. 3. 4 PRISOTNOST FOSFATOV $PO_4$

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

Analizo sva naredili po navodilu na sliki.

- v posodico sva nalili 5 ml vode iz vodnjaka,
- dodali 6 kapljic reagenta  $PO_4-1$ , zaprli posodico in dobro pretresli,
- dodali sva še 6 kapljic reagenta  $PO_4-2$ , zaprli posodico in dobro pretresli in pustili mirovati 10 min,
- primerjali sva barvo vzorca na barvni skali in zapisali rezultat v tabelo.



Slika 7: Navodilo za analizo fosfatov v vodi

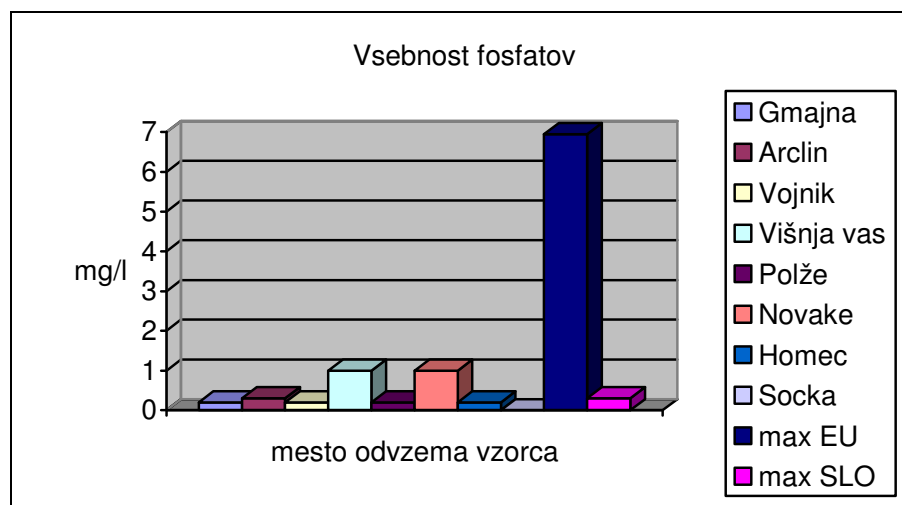
	Mejne (dopustne vrednosti)
maksimalno v EU	6,95 mg/l
priporočljivo v EU	0,56 mg/l
maksimalno v SLO	0,30 mg/l

Tabela 16: Mejne (dopustne) vrednosti fosfatov

Vzorec vode iz vodnjaka	kol. fosfatov v mg/l
Gmajna	0.2
Arclin	0.3
Vojnik	0.2
Višnja vas	1
Polže	0.2
Novake	1
Homec	0.2
Socketa	0

Tabela 17: Vrednosti fosfatov v analizirani vodi iz vodnjakov





Graf 3: Vsebnost fosfatov

Po slovenski mejni vrednosti fosfatov v vodi le-to presega voda iz vodnjaka v Višnji vasi in v Novakah.

### 3. 3. 5 TRDOTA VODE

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

Analizo sva naredili po navodilu:

- v posodico sva nalili 5 ml vode iz vodnjaka,
- dodali 2 kapljici reagenta Ca-1, zaprli posodico in dobro pretresli,
- po kapljicah sva dodajali reagent Ca-2 v vzorec, dokler se ni iz rdeče obarval v zeleno,
- natančno sva šteli kapljice, kajti število kapljic = trdota vode v trdotnih stopinjah ° d.

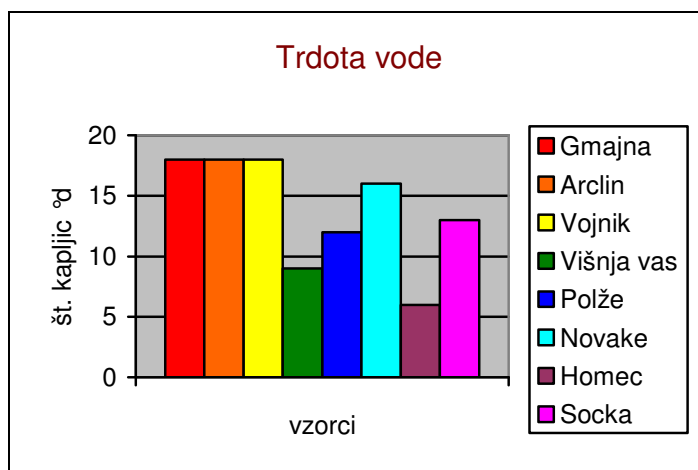
od 0 do 4°d	zelo mehka voda	za pranje
od 4 do 8°d	mehka voda	za pranje, kopanje, pitje
od 8 do 12°d	srednje trda voda	za pitno vodo, za pranje (več praška)
od 12 do 18°d	dokaj trda voda	za pranje (veliko praška)
od 18 do 30°d	trda voda	neprimerna za tehnične namene
nad 30°d	zelo trda voda	močna usedlina apnenca

Tabela 18: Lestvica trdote vode

Vzorec vode iz vodnjaka	Št. kapljic °d
Gmajna	18
Arclin	18
Vojnik	18
Višnja vas	9
Polže	12
Novake	16
Homec	6
Socketa	13

Tabela 19: Trdota vode pri analizi vode iz vodnjakov

Trda voda je iz vodnjaka na Gmajni, v Arclinu in v Vojniku. Sledi voda iz vodnjaka iz Novak, Sockete, Polž in Višnje vasi. Mehka voda pa je v vodnjaku v Homcu.



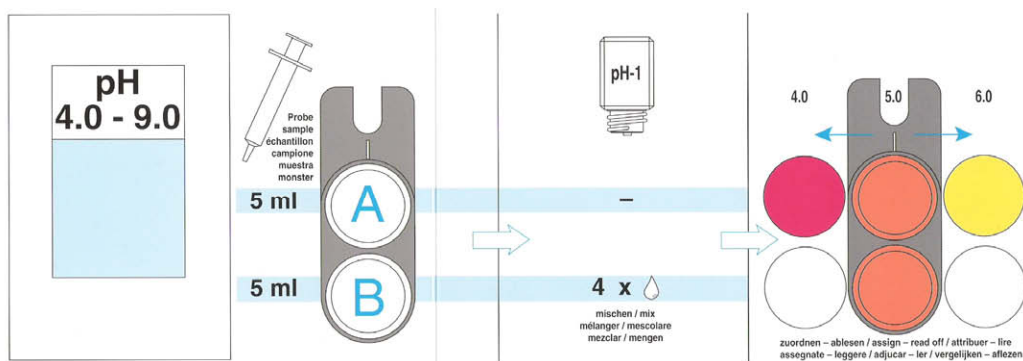
Graf 4: Trdota vode odvzetih vzorcev

### 3. 3. 6 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 (npr. Pril...).

Analizo sva naredili po navodilu na sliki.

- v posodico sva nalili 5 ml vode iz vodnjaka,
- dodali sva 4 kapljice reagenta pH-1, zaprli posodico in dobro pretresli,
- potem sva primerjali barvo vzorca na barvni skali in zapisali rezultat v tabelo.



Slika 8: Navodilo za analizo pH vode

	Mejne (dopustne vrednosti)
max v EU	9,5
priporočljivo v EU	6,5 - 8,5
priporočljivo v ZDA	6,5 - 8,5
bazeni v EU	6,0 - 9,0
ribe v akvariju	20
max v SLO	6,5 - 8,5

Tabela 20: Mejne (dopustne) vrednosti pH

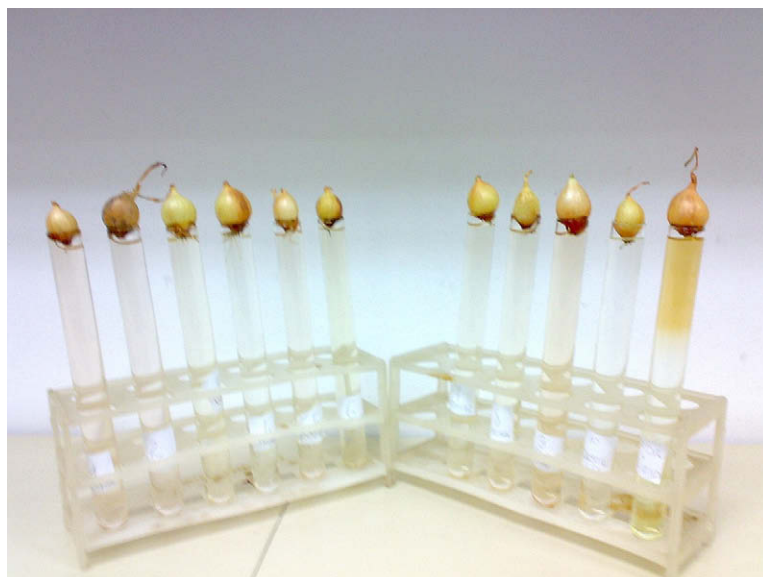
Vzorec vode iz vodnjaka	pH vrednost
Gmajna	7,5
Arclin	8,0
Vojnik	7,5
Višnja vas	7,5
Polže	8,0
Novake	7,5
Homec	7,5
Socka	8,0

Tabela 21: Vrednosti pH v analizirani vodi iz vodnjakov

Voda ni v nobenem kraju preveč kislja oz. bazična.

### 3. 4. ČEBULNI TEST

Čebulni test sva naredili z vsemi osmimi odvzetimi vzorci vode in za primerjavo analizirali še vodo iz vodovoda, destilirano vodo in vodo s čistilom.

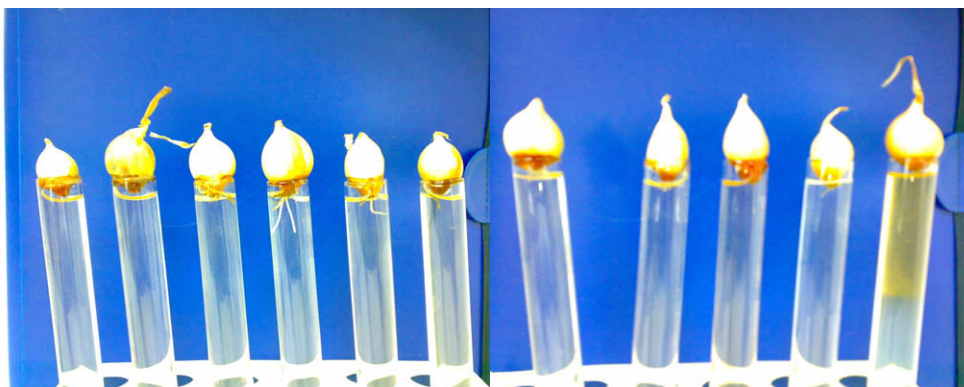


Slika 9: Čebulni test 1. dan

Vodo sva nalili do vrha epruvete in na vrh položili mlado čebulico. Opazovali sva, kaj se dogaja z dolžino koreninic čebulice.

EPRUVETA( od leve proti desni)	Vzorec odjema
1	Gmajna
2	Arclin
3	Vojnik
4	Višnja vas
5	Polže
6	Novake
7	Homec
8	Socketa
9	Voda iz pipe
10	Destilirana voda
11	Voda +čistilo

Tabela 22. Vzorci vode za čebulni test



Slika 10: Čebulni test 2. dan



Slika 11: Čebulni test 5. dan

Najdaljše koreninice je pognala čebulica iz Višnje vasi. Torej je voda tukaj najmanj toksična, čeprav je pri fosfatih prekoračena maksimalna meja dopustne vrednosti le-teh v Sloveniji. Analizirana voda iz vodnjaka v Polžah ni pokazala nobene prekoračitve mejnih vrednosti parametrov. Zato je tudi dolžina koreninic skoraj tako dolga, kot so dolge koreninice v vodi iz vodnjaka, ki je v Višnji vasi. Po dolžini so naslednje koreninice iz Vojnika, kar naju je zelo presenetilo. Voda iz Vojnika namreč vsebuje veliko količino nitratov, saj je le-ta na zgornji meji dovoljenosti v Sloveniji. Voda iz vodnjaka v Socki ne presega mejne vrednosti nobenih parametrov.

## 4. ZAKLJUČEK

Že na začetku sva morali ovreči prvo hipotezo, saj vodnjake ne polni reka Hudinja, ampak podtalnica, ki priteka od drugod. Tako je ta voda tudi ob deževju, ko je Hudinja umazana, vedno čista.

Kot sva domnevali na začetku, so vodnjaki, stari nad 50, let zgrajeni iz kamna. Izjemi sta le dve. Lastnik vodnjaka v Polžah (vodnjak je star nad 50 let) nam je povedal, da so morali vodnjak prenoviti in kamenje zamenjati z betonskimi cevmi, saj tako zahteva predpis. Vodo iz tega vodnjaka uporabljajo namreč za osebno higieno, pitje in kuhanje. Vodo iz vodnjakov, starih nad 50 let, pa v večini uporabljajo za živino ali za zalivanje.

Vodnjaki, stari do 50 let, so vsi zgrajeni iz betonskih cevi in razen enega niso globlji od štirih metrov. Izjema je vodnjak iz Vojnika, ki je star manj kot 20 let in je globok 10 metrov.

Tudi tretjo hipotezo sva deloma ovrgli, saj mejno vrednost amoniaka presega voda iz vodnjaka na Gmajni, vsebnost fosfatov pa presega voda iz vodnjaka v Višnji vasi in Novakah. Prisotnost fosfatov je v vodi iz vodnjaka v Vojniku na zgornji meji dovoljenosti. Mejne vrednosti so napisane na podlagi maksimalne dovoljenosti v Sloveniji.

Pesenečeni pa sva bili tudi nad čebulnim testom, saj se ni ujemal z analizo vode. V vodi, ki ni imela povišane vrednosti nitratov, koreninice povečini niso zrastle več kot 2 cm. Tako je bilo na primer v vodi iz vodnjaka v Arclinu in Homcu. V vodi iz vodnjaka v Novakah in na Gmajni, kjer koreninice tudi niso zrasle, pa je bila povečana vrednost fosfatov in amoniaka. Koreninice so bile najdaljše v vodi iz vodnjaka v Višnji vasi (povečana vrednost fosfatov), Vojniku (vsebnost nitratov na zgornji meji), Polžah in v Socki (voda brez povečane vrednosti parametrov). Tako sva morali ovreči še četrto hipotezo.



Ker kemijski kovček, ki sva ga uporabljali, meri samo mejne vrednosti nitratov, nitritov, fosfatov, amoniaka in pH, sva sklepali, da je v vodi, v kateri koreninice niso zrasle, povečana vrednost katerega od drugih parametrov. V to se nisva poglobljali in to prepuščava drugi raziskovalni nalogi.

Na začetku sva spregovorili o tem, da so vodnjaki naša kulturna dediščina. Prepričani sva bili, da bodo skoraj vsi vodnjaki stari 50 let in več. Pokazalo pa se je, da je le-teh nekaj čez polovico in da jih je malo manj kot četrtina starih do 20 let. Ugotovili sva, da vodnjaki zopet prihajajo v modo in da imajo predvsem estetski pomen.



Slika 12: Vodnjak v Višnji vasi

## 5. VIRI IN LITERATURA

1. <http://www.ivz.si/2> - Inštitut za varovanje zdravja
2. [http://www.ifb.si/S2\\_analize\\_pitne\\_vode.htm](http://www.ifb.si/S2_analize_pitne_vode.htm) - Inštitut za fizikalno biologijo; analize pitne vode
3. <http://www.zzv-ce.si/searchtopic.asp?id=362> - Zavod za zdravstveno varstvo celje; pesticidi
4. <http://www.arso.gov.si/vode/> - Agencija republike Slovenije za okolje; vode
5. <http://www.gov.si/pitna-voda/main/parametri.html> - parametri
6. <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200419&stevilka=865> - Uradni list RS; Pravilnik o pitni vodi
7. <http://vedez.dzs.si/dokumenti/dokument.asp?id=644> - čebulni test
8. [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/drugo/\\_vzemite\\_manj\\_imejte\\_vec.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/drugo/_vzemite_manj_imejte_vec.pdf)
9. H. Požarnik, SOS za naravo in človeka, Založba Domus, Ljubljana 1988
10. M. Bricelj, K. Natek, M. Skorupan, Zaživimo z vodo, Ministrstvo za okolje in prostor in energijo RS, Karantanija, Ljubljana 2003
11. fotografije: Barbara Skaza in Petra Vivod, fotografirano od 20. januarja 2008 do 5. marca 2008