

OSNOVNA ŠOLA GORICA
Goriška cesta 48, Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**ANALIZA VODE VELENJSKEGA JEZERA, REKE PAKE IN POTOKA
PIREŠICA**

Tematsko področje: KEMIJA

Avtorici:
Pia Horvat, 9. razred
Špela Zajc, 9. razred

Mentorica:
Lotty Cojhter

Velenje, 2019

Horvat, P., Zajc, Š. Analiza vode Velenjskega jezera, reke Pake in potoka Pirešica.
Raziskovalna naloga, OŠ Gorica Velenje, 2019

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gorica Velenje. Terensko delo je potekalo pri Velenjskem jezeru, pri reki Paki in ob potoku Pirešica.

Mentorica: Lotty Cojhter, prof. bio. in kem.

Datum predstavitve: marec 2019

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD OŠ Gorica Velenje, šolsko leto 2018/2019
- KG analiza vode/ čebulni test/ Velenjsko jezero/ reka Paka/ potok Pirešica/ »set za analizo vode«
- AV HORVAT, Pia / ZAJC, Špela
- SA COJHTER, Lotty
- KZ 3320 Velenje, SLO, Goriška cesta 48
- ZA OŠ Gorica
- LI 2019
- IN ANALIZA VODE VELENJSKEGA JEZERA, REKE PAKE IN POTOKA PIREŠICA
- TD Raziskovalna naloga
- OP VI, 36 strani, 9 slik, 4 tabele, 2 grafa, 2 pril., 13 vir.
- IJ SL
- JJ sl / en
- AI Raziskovalna naloga temelji na ugotavljanju kakovosti površinskih voda: Velenjskega jezera, reke Pake in potoka Pirešica. Za določanje kakovosti vode smo izbrali metodo analize vode s »setom za analizo vode« in metodo čebulnega testa. Rezultati obeh metod so potrdili zastavljene hipoteze. Voda v Velenjskem jezeru in reki Paki je kakovostna. Pri analizi vode s setom so bili analizni parametri v mejah predpisane vrednosti. Ti dve vodi se po Uredbi o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, uvrščata v kakovostni razred A1, ki predstavlja razred najboljše kakovosti. Čebulni test je dal podobne rezultate, saj so bile koreninice čebulic, ki so rasle v vodi Velenjskega jezera, najdaljše. Koreninice čebulic, ki so rasle v vodi reke Pake, so bile nekoliko krajše, vendar kljub temu daljše kot tiste iz potoka Pirešica. Voda potoka Pirešica je slabše kakovosti zaradi prisotnosti fosfatov, ki smo jih določili s pomočjo »seta za analizo vode«. Količina fosfatov je znašala 0,5 mg/l, kar po Uredbi presega mejne vrednosti za kakovostno vodo. Prisotnost fosfatnih ionov v potoku Pirešica je verjetno posledica izpusta odplak in izpiranja umetnih gnojil v ta vodotok. Manjši vodotoki so pomemben del našega okolja, zato jih ohranjajmo čiste, ne onesnažene.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND OŠ Gorica Velenje, 2018/2019
- CX water analysis/ Allium test/ Velenje lake/ Paka river/ Pirešica stream/ »water testing kit«
- AU HORVAT, Pia / ZAJC, Špela
- AA COJHTER, Lotty
- PP 3320 Velenje, SLO, Goriška cesta 48
- PB OŠ Gorica
- PY 2019
- TI WATER QUALITY ANALYSIS OF VELENJE LAKE, PAKA RIVER AND PIREŠICA STREAM
- DT Research work
- NO VI, 36 p., 9 p., 4 tbl., 2 graf., 2 att., 13 ref.
- LA SL
- AL sl /en
- AB The research work is based on a surface water quality monitoring: the Velenje lake, the Paka river and the Pirešica stream. We have selected two water quality test methods named “Water testing kit” and “Allium test”. The results of both methods affirmed our hypotheses. Water of the lake Velenje and of the river Paka is of a good quality. A “Water testing kit” analysis parameters have not exceeded the prescribed water quality limit values. In accordance with Decree on surface water status for the drinking water supply both waters are ranging at the A1 quality class – which represents the best quality class. Allium test is claimed similar results; roots grown up in the Velenje lake were the tallest. Roots grown up in the Paka river were being a little bit smaller, but still taller than those from the Pirešica stream. Because of phosphates containing the quality of the Pirešica stream is lower - phosphates containing are determined by “water testing kit”. The amount of phosphates is 0,5 mg/l and exceeds the prescribed water quality limit values with accordance to Decree. The presence of phosphates ions in the Pirešica stream is most likely the consequence of sewage sludge and synthetic fertilizers. Smaller streams are important part of our environment and we should keep them clean, not polluted.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	CILJI RAZISKOVALNE NALOGE	1
1.2	HIPOTEZE.....	2
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	VODA V NARAVI.....	3
2.1.1	SPREMLJANJE KAKOVOSTI VODE V SLOVENIJI.....	3
2.2	VELENJSKO JEZERO IN VARSTVO OKOLJA	4
2.2.1	MONITORING VODE VELENJSKEGA JEZERA.....	6
2.3	REKA PAKA	6
2.3.1	KAKOVOST VODE REKE PAKE.....	7
2.4	POTOK PIREŠICA IN KANALIZACIJSKO OMREŽJE V KS VINSKA GORA	8
2.5	PARAMETRI KAKOVOSTI ZA POVRŠINSKE VODE.....	9
2.6	PARAMETRI ZA DOLOČANJE KAKOVOSTI VODE.....	11
2.6.1	AMONIJEVI IONI.....	11
2.6.2	NITRATNI IN NITRITNI IONI	11
2.6.3	FOSFATNI IONI	11
3	MATERIAL IN METODE DELA.....	13
3.1	MATERIAL	13
3.2	METODE DELA.....	13
3.2.1	ANALIZA VODE S SETOM ZA ANALIZO VODE	13
3.2.2	O ČEBULNEM TESTU.....	14
3.3	POTEK DELA	15
4	REZULTATI.....	20
4.1	REZULTATI ANALIZE VODE S SETOM ZA ANALIZO VODE.....	20
4.2	REZULTATI ČEBULNEGA TESTA	20
4.2.1	REZULTATI ŠTETJA KORENINIC ČEBULIC	21
4.2.2	REZULTATI MERITEV DOLŽINE KORENINIC	22
5	DISKUSIJA.....	24
6	ZAKLJUČEK.....	27
7	POVZETEK	29
8	SUMMARY	30
9	ZAHVALA	31

10	VIRI IN LITERATURA	32
11	PRILOGA	34

KAZALO SLIK

Slika 1: Potok Pirešica (Foto: Š. Zajc)	8
Slika 2: Mesto vzorčenja vode iz Velenjskega jezera (Foto: P. Horvat).....	15
Slika 3: Mesto vzorčenja vode iz reke Pake (Foto: P. Horvat)	15
Slika 4: Vzorčenje vode iz potoka Pirešica (Foto: P. Horvat).....	16
Slika 5: Vzorec vode iz potoka Pirešica (Foto: Š. Zajc)	16
Slika 6: »Set za analizo vode« in navodila poskusov za določanje parametrov (Foto: Š. Zajc).....	17
Slika 7: Določanje vrednosti preiskovanih parametrov s pomočjo barvne skale (Foto: Š. Zajc).....	18
Slika 8: Nastavitev čebulnega testa (Foto: Š. Zajc).....	19
Slika 9: Čebulni test 10. dan (Foto: Š. Zajc)	19

KAZALO TABEL

Tabela 1: Mejne in priporočene vrednosti parametrov za kakovostne razrede površinskih virov pitne vode (Uredba o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, Uradni list RS, 125/2000, 4/2001).....	10
Tabela 2: Parametri analize vode.....	20
Tabela 3: Povprečna prirast koreninic na dan	21
Tabela 4: Povprečna prirast dolžine koreninic v cm na dan.....	23

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Povprečne vrednosti števila koreninic čebulic po dnevih.....	21
Graf 2: Povprečne vrednosti dolžine koreninic po dnevih	22

KAZALO PRILOG

Priloga A: Zapisi rezultatov štetja koreninic pri čebulnem testu	35
Priloga B: Zapisi rezultatov dolžine koreninic pri čebulnem testu	36

1 UVOD

Namen naše raziskovalne naloge je bil ugotoviti, kakšna je kakovost voda v naravi. Za raziskavo smo izbrali tri površinske vode: Velenjsko jezero, reko Pako in potok Pirešica. Velenjsko jezero smo izbrali, ker se v zadnjem času uveljavlja kot eno izmed najboljših naravnih kopališč v Sloveniji. Zelo priljubljeno je tudi med domačini, ki se poleti v njem radi osvežijo. Mestna občina Velenje redno izvaja monitoring vode Velenjskega jezera in voda ustreza merilom za varno kopanje. Zaradi teh podatkov smo imeli vodo Velenjskega jezera za kontrolni poskus. Reka Paka je bila nekoč ena najbolj onesnaženih rek v Sloveniji, danes se je kakovost vode zaradi čistilne naprave močno izboljšala. Zanimala nas je kakovost reke Pake v samem centru mesta Velenje. Nazadnje smo vzorčili še vodo potoka Pirešica, ki teče skozi KS Vinska Gora. Ta manjši vodotok se nam je zdel zelo zanimiv, saj o njem nismo našli veliko podatkov. Potoki so večkrat spregledani, ampak so kljub svoji majhnosti pomemben ekosistem. Potok Pirešica teče skozi naselje, kjer so kmetije. Pred kratkim so tu delno uredili kanalizacijsko omrežje, zato nas je zanimalo, kakšno je trenutno stanje kakovosti vode tega potoka. Še posebej zaradi tega, ker je bila to nekoč pitna voda.

Raziskava je potekala v dveh delih. V prvem delu smo se odpravili na teren in vzorčili vodo, nato smo s pomočjo »seta za analizo vode« naredili poskus, s katerim smo določili parametre za kakovost vode. V drugem delu smo te iste vzorce vode uporabili za čebulni test. V ta namen smo 10 dni spremljali rast koreninic čebulic za posamezno vodo. Čebulni test je metoda za analizo vode, ki jo pogosto uporabljajo v osnovni šoli. Na OŠ Gorica Velenje ta metoda ni poznana, zato smo se odločili, da jo preizkusimo in bolje spoznamo.

1.1 CILJI RAZISKOVALNE NALOGE

Med raziskovanjem kakovosti vode Velenjskega jezera, reke Pake in potoka Pirešica smo se osredotočili na nekaj ciljev, ki so predstavljali vodilo raziskovalne naloge. Glavni cilji so bili:

- ugotoviti kakovost vode Velenjskega jezera, reke Pake in potoka Pirešica
- spoznati metodo analize vode s »setom za analizo vode«
- spoznati metodo analize vode s čebulnim testom

1.2 HIPOTEZE

Pri načrtovanju raziskovalne naloge smo si postavili naslednje hipoteze:

- Voda Velenjskega jezera bo imela vse preiskovalne parametre v mejah, ki so značilni za kakovostno vodo.
- Voda reke Pake bo imela vse preiskovalne parametre v mejah, ki so značilni za kakovostno vodo.
- Voda potoka Pirešica bo imela povišane preiskovalne parametre, ki so značilni za vodo slabše kakovosti.
- V vodi boljše kakovosti bodo čebulice pognale več koreninic in bodo daljše.

2 PREGLED OBJAV

2.1 VODA V NARAVI

Voda je naravna dobrina, ki je pogoj za življenje na Zemlji. Voda v naravi nenehno kroži. Z izhlapevanjem prehaja v ozračje in se s padavinami vrača v oceane in na kopno. Na kopnem se del vode porabi za življenjske združbe ("zelena voda"), del odteče v reke in v podzemlje ter končno v morje ("modra voda"), del vode izhlapi.

Na našem planetu je sladke vode le nekaj odstotkov, dostopne pa še precej manj. V zadnjih 100 letih se je poraba (pitne ali sladke) vode povečala za šestkrat. Že danes je mnogo dežel na svetu, kjer je pomanjkanje vode, še posebej čiste pitne, veliko. Naraščanje števila prebivalstva in grožnja podnebnih sprememb lahko ob dosedanjem načinu uporabe vode pripelje do velike svetovne krize z vodo. Poleg tega naraščajo emisije nevarnih snovi v vodi in s tem vplivajo na slabšanje njene kakovosti ter primernosti razpoložljivih vodnih virov za uporabo. (Vode, 2018)

2.1.1 SPREMLJANJE KAKOVOSTI VODE V SLOVENIJI

Podobno kot v večini evropskih držav tudi v Sloveniji v skladu z Okvirno direktivo o vodah uvajamo celovito upravljanje z vodnimi viri. Prednostna naloga je odpravljanje škodljivih vplivov na vode, zagotavljanje vode primerne kakovosti za človeka in naravne ekosisteme ter ohranjanje biotske raznovrstnosti.

Agencija RS za okolje na področju spremljanja voda opravlja naslednje naloge:

- pripravlja programe za izvajanje monitoringa stanja voda (rek, jezer, podzemnih voda in morja),
- na podlagi rezultatov monitoringa ocenjuje kemijsko in ekološko stanje površinskih voda ter kemijsko in količinsko stanje podzemnih voda,
- izvaja opazovanja in meritve posameznih elementov vodnega kroga na vodomernih postajah za površinske vode (vodotoki, jezera, morje) ter za podzemne vode in izvire,
- letno spremlja regionalno vodno bilanco in modelsko ocenjuje napajanje vodonosnikov oz. obnavljanja podzemnih vodnih virov,

- na podlagi hidrometričnih meritev in meritev gladin določa pretoke rek, spremlja njihov režim in ugotavlja spremembe,
- opozarja pred poplavami rek in morja ter na upadanje gladin površinskih in podzemnih voda,
- varuje vodo v vseh njenih pojavnih oblikah ob upoštevanju načel:
 - celovitost v povodju, ki upošteva naravne procese in dinamiko voda ter povezanost in soodvisnost vodnih in obvodnih ekosistemov,
 - opozarjanje pred škodljivim delovanjem voda,
 - doseganje dobrega stanja voda v količinskem in kakovostnem smislu,
 - dolgoročno varstvo razpoložljivih vodnih virov,
 - spodbujanje trajnostne rabe voda,
 - sodelovanje pri pripravi načrtov upravljanja z vodami,
 - upoštevanje najboljših razpoložljivih tehnik in dognanj znanosti o naravnih zakonitostih pri rabi in upravljanju z vodami;
- vodi upravne postopke in izdaja upravne odločbe na podlagi predpisov, ki obravnavajo emisije v vodno okolje,
- izdaja pooblastila za monitoringe voda in tal,
- vodi baze in evidence ter katastre s področja emisij, kakovosti in količin voda,
- spremlja in strokovno obdeluje poročila o monitoringu odpadnih voda, opravlja strokovne naloge za izvajanje meddržavnih obveznosti. (Vode, 2018)

2.2 VELENJSKO JEZERO IN VARSTVO OKOLJA

Velenjsko jezero je s površino blizu 1,4 km² in s prostornino 30,5 milijonov m³ največje v dolini in med večjimi v Sloveniji. Njegovo pojezerje obsega več kot 20 km², na njem pa živi približno 1500 prebivalcev. Jezero je dolgo 1,4 km in široko 1,3 km. Z globino 54 m je globlje od Blejskega (31 m) in Bohinjskega jezera (45 m), po površini je praktično enako kot Blejsko jezero, vsebuje pa dobra dva milijona kubičnih metrov več vode.

Večina obrežja je že delno ali povsem umirjena, saj je izkopavanje premoga zelo intenzivno le

še pod zahodnim bregom, kjer ugreznino sproti zasipavajo z elektrofiltrskim pepelom. Pepel je stranski produkt sežiganja premoga v Termoelektrarni Šoštanj. Vsako leto ga nastane okoli 800.000 ton, v preteklosti je bil glavni razlog za onesnaževanje Velenjskega jezera. Velenjsko jezero ima dva pritoka, Lepeno, ki pred tem napaja že Škalsko jezero, in Sopoto.

Do leta 1994 je v Velenjsko jezero tekla onesnažena voda, s katero so na območje ugreznin transportirali pepel iz šoštanjske termoelektrarne. Vode, ki vsebuje kalcijev hidroksid, je bilo 10 milijonov m³ letno, kar predstavlja skoraj polovico jezerske prostornine. Jezero je postalo izredno alkalno (pH 12), zato je življenje v njem kratkomalo odmrlo. Zaradi dotoka jezernice je bila posledično onesnažena tudi reka Paka. Razmere v jezeru so se izboljšale po letu 1994, ko so uredili zaprti krogotok transportne vode in ne odteka več v jezero, ampak se vrača v elektrarno. V jezero so se ponovno pričeli naseljevati vodni organizmi in pričakovati je, da se bo v nekaj letih v veliki meri regeneriralo.

Konec avgusta 1997 je Velenjsko jezero prvič "cvetelo". Prekomerno so se namnožile zelene alge (*Carteria multifilis*), kar dokazuje, da je bilo v njem veliko hranil. V treh letih, odkar so se vanj začeli vračati vodni organizmi, se ni mogel vzpostaviti stabilnejši ekosistem, to "cvetenje" pa je bilo hkrati resno opozorilo, da moramo antropogeni vnos organskih snovi v jezero zmanjšati. Jezera v Šaleški dolini so v slovenskem merilu ena redkih, katerih pojezerje ima dobro urejen kanalizacijski sistem. Večino komunalnih odpadnih voda zberejo in jih mimo jezer speljejo na Centralno čistilno napravo za vode v Šoštanju. Monitoring, s katerim se spremlja stanje jezer in ugotavlja potrebnost ukrepanja ob poslabšanju parametrov od leta 1987 opravlja Inštitut za ekološke raziskave ERICO iz Velenja. Vodo vzorčijo štirikrat letno na točkah največje globine. Vzorce vzamejo po celotni globini (od gladine do dna jezer), vzorčna mesta so oddaljena po dva oziroma pet metrov. V vzorcih vode analizirajo osnovne fizikalne, kemijske in biološke parametre (temperaturo, prosojnost, vsebnost kisika, nasičenost s kisikom, pH, različne ione, celokupni dušik in fosfor, fito- in zooplankton, makrofite). (Jezera, 2004)

2.2.1 MONITORING VODE VELENJSKEGA JEZERA

Zaradi vse večje atraktivnosti Velenjskega jezera in Velenjske plaže, vedno večjega števila kopalcev ter skrbi za varovanje njihovega zdravja, so že leta 2012 na Ministrstvo za okolje in prostor RS podali predlog za uvrstitev Velenjskega jezera na seznam kopalnih voda. Monitoring jezerske vode za namen kopanja izvajajo že sedmo leto in kopalna voda ves čas ustreza merilom za kopanje ter kriterijem za uvrstitev med kopalne vode.

Skladno z veljavno zakonodajo je za kopalne vode določena pogostost vzorčenja, tj. 4-krat na kopalno sezono. Ker se zavedajo odgovornosti do kopalcev, so v Mestni občini Velenje določili večjo pogostost merjenja kakovosti vode, in sicer na tedenski ravni, kar pomeni 10–12 vzorčenj v času kopalne sezone. Od leta 2012 pa vse do danes so kakovost vode v Velenjskem jezeru spremljali skladno s kriteriji za spremljanje kakovosti kopalnih voda na podlagi veljavne Uredbe o upravljanju kakovosti kopalnih voda. Tudi leta 2018 so izvajali vzorčenje. Rezultata vzorčenj, ki so ju opravili 4. in 18. junija 2018, sta pokazala, da je voda na Velenjski plaži in Velenjskem jezeru primerna za kopanje in ustreza merilom za kopalne vode. (Redno izvajamo..., 2018)

2.3 REKA PAKA

Reka Paka je reka v osrednji Sloveniji, levi pritok Savinje. Izvira na Pohorju na jugozahodnem pobočju pod vrhom Volovice, teče naprej proti jugozahodu, nato po Vitanjskem podolju proti severozahodu zavije na jug v ozko sotesko Huda luknja in teče po ozki dolini do Velenja. Tu se ponovno obrne proti severozahodu, pod Šoštanjem zavije spet na jug v ozko sotesko Penk, nato teče po širši dolini mimo Šmartnega ob Paki in se pod Rečico ob Paki izliva v Savinjo.

Reka Paka ima med slovenskimi rekami eno najbolj raznovrstnih poti, saj na vsakih nekaj kilometrov povsem spremeni smer toka in preide v povsem drugačno pokrajino. Skozi Velenje še teče v dosedanji jugozahodni smeri, na južnem robu kotline pa zadene na šoštanjski prelom in se obrne proti severozahodu ter teče tik ob južnem robu kotline po izrazito industrializirani pokrajini (tovarna Gorenje, Premogovnik Velenje oziroma jašek Preloge, Termoelektrarna Šoštanj) do Šoštanja. (Paka..., 2018)

2.3.1 KAKOVOST VODE REKE PAKE

Nekaj desetletij nazaj je bila reka Paka dolvodno od Velenja mrtva reka, ena najbolj onesnaženih rek v celotni Sloveniji. Vanjo so se neposredno stekale komunalne odplake, odpadne vode iz rudnika in vse močnejše industrije, njena voda pa je močno obremenjevala tudi Savinjo v Spodnji Savinjski dolini. Komunalno podjetje Velenje je že leta 1990 zgradilo prvo fazo skupne čistilne naprave na levem bregu Pake tik pod Šoštanjem, v naslednjih 15-ih letih pa so obnovili kanalizacijsko omrežje in ga razširili v vsa hitro rastoča naselja v dolini. Drugo fazo čistilne naprave so zgradili v letih 2004–2006 in ima zmogljivost 50.000 populacijskih enot.

Od leta 2011 je bil v teku projekt *Odvajanje in čiščenje odpadnih voda v Šaleški dolini* v vrednosti 3 milijone evrov, ki so ga sofinancirali Kohezijski sklad EU, državni proračun ter mestna občina Velenje in občina Šoštanj, zaključil pa se je leta 2015. Zgradili bodo še 8 km manjkajočega kanalizacijskega omrežja, s čimer bodo v centralno čistilno napravo odvajali veliko večino komunalnih odplak ter predhodno obdelane tehnološke odpadne vode iz industrijskih obratov, kar bo še izboljšalo kakovost vode v reki Paki in njenih pritokih.

Termoelektrarna Šoštanj je bila nekoč zelo velik porabnik vode iz reke Pake in so jo odvezemali neposredno iz reke tik ob termoelektrarni. Po uvedbi zaprtega krogotoka tehnološke vode se je poraba vode bistveno zmanjšala, večino potrebne vode pa zdaj dobijo iz Družmirskega jezera in lastnega zajetja v Topolšici, hkrati so se močno zmanjšale količine odpadnih voda. Z modernizacijo proizvodnje in uvajanjem zaprtih krogotokov tehnološke vode so močno zmanjšali porabo vode tudi v ostalih dveh največjih porabnikih, tovarni Gorenje in Premogovniku Velenje. Nekoč je bila velik porabnik vode, predvsem pa onesnaževalec vode, tudi usnjarna v Šoštanju, ki pa so jo leta 2002 zaprli.

Po uradnih podatkih stalnega monitoringa rek, ki ga izvaja ARSO, je reka Paka v dobrem kemijskem stanju in večinoma tudi v dobrem ekološkem stanju, razen na odseku pod Velenjem in Šoštanjem, kjer je njeno ekološko stanje zmerno zaradi vsebnosti težkih kovin. (Paka...,2018)

2.4 POTOK PIREŠICA IN KANALIZACIJSKO OMREŽJE V KS VINSKA GORA

Potok Pirešica izvira v bližini Župnijske cerkve sv. Janeza Krstnika v Vinski Gori. Vseskozi ob njenem toku potok pridobiva na količini vode. V Pirešico se zliva Beli potok, ki priteče iz smeri Prelska. V spodnji Črnovi se ji pridruži Temnjaški potok. (Drev, A., 2018)



Slika 1: potok Pirešica (Foto: Š. Zajc)

Mestna občina Velenje bo predvidoma 620 tisoč evrov namenila za izgradnjo kanalizacijskega omrežja in male komunalne čistilne naprave v krajevni skupnosti Vinska Gora. Izgrajen je že precejšen del kanalizacijskega sistema v centru Vinske Gore – do nove pozidave in z navezavo na naselje Pirešica. Predvideno je, da bo dovod odpadne vode na čistilno napravo izveden s črpanjem preko črpalk v črpališču, ki je 200 metrov oddaljen od male komunalne čistilne naprave. Odvod očiščene vode bo izveden preko odvodnega kanala v bližnji potok. (Boljše komunalne..., 2017)

2.5 PARAMETRI KAKOVOSTI ZA POVRŠINSKE VODE

Stanje površinskih voda ureja Uredba o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, Uradni list RS, 125/2000, 4/2001. Agencija RS za okolje opravlja naloge na področju spremljanja voda.

Površinske vire pitne vode se na osnovi petletnega niza podatkov o kakovosti razvrsti v tri kakovostne razrede (A1, A2 in A3), pri čemer A1 pomeni boljšo kakovost, A3 pa slabšo. Za vsak parameter uredba za posamezni kakovosti razred določa mejno in priporočeno vrednost (tabela 1). Tako se površinski vir predhodno razvrsti v razred kakovosti po posameznem parametru. Pri tem velja, da mora v posameznem razredu 95 % vzorcev ustrezati predpisani mejni vrednosti parametra za ta razred oz. 90 % vzorcev ustrezati priporočeni vrednosti. Končno razvrstitev celotnega površinskega vira pitne vode določa najslabše določen razred po posameznem parametru. (Kakovost površinskih..., 2008)

Tabela 1: Mejne in priporočene vrednosti parametrov za kakovostne razrede površinskih virov pitne vode (Uredba o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, Uradni list RS, 125/2000, 4/2001)

Parameter kakovosti površinske vode	Izražen kot	Enota	A1		A2		A3	
			PV	MV	PV	MV	PV	MV
1. pH			6,5-8,5	-	5,5-9	-	5,5-9	-
2. Barva (po enostavnem filtriranju)		m ⁻¹	-	0,5	-	-	-	-
3. Suspendirane snovi		mg/l	25	-	-	-	-	-
4. Temperatura		°C	22	25	22	25	22	25
5. Električna prevodnost (pri 20 °C)		µS/cm	1000	-	1000	-	1000	-
6. Vonj (razredčenje pri 25 °C)			3	-	10	-	20	-
7. Nitrati	NO ₃	mg/l	10	25	-	50	-	50
8. Fluoridi	F	mg/l	0,7-1	1,5	0,7-1,7	-	0,7-1,7	-
9. Adsorbirani organski halogeni (AOX)	Cl	µg Cl/l	3	5	-	-	-	-
10. Železo	Fe	mg/l	0,1	0,2	1	2	1	-
11. Mangan	Mn	mg/l	-	0,05	0,1	-	1	-
12. Baker	Cu	µg/l	20	50	50	-	1000	-
13. Cink	Zn	µg/l	500	3000	1000	5000	1000	5000
14. Bor	B	mg/l	-	0,3	1	-	1	-
15. Berilij	Be	µg/l	-	-	-	-	-	-
16. Kobalt	Co	µg/l	-	-	-	-	-	-
17. Nikelj	Ni	µg/l	-	20	-	20	-	-
18. Vanadij	V	µg/l	-	-	-	-	-	-
19. Arzen	As	µg/l	-	10	-	10	50	100
20. Kadmij	Cd	µg/l	1	3	1	3	1	5
21. Krom skupni	Cr	µg/l	-	50	-	50	-	50
22. Svinec	Pb	µg/l	-	10	-	10	-	50
23. Selen	Se	µg/l	-	10	-	10	-	10
24. Živo srebro	Hg	µg/l	0,5	1	0,5	1	0,5	1
25. Barij	Ba	mg/l	-	0,1	-	0,7	-	1
26. Cianidi	CN	mg/l	-	0,05	-	0,05	-	0,05
27. Sulfati	SO ₄	mg/l	150	200	150	250	150	250
28. Kloridi	Cl	mg/l	-	100	100	-	200	-
29. Anionaktivni detergenti	MBAS	mg/l	-	0,15	-	0,15	0,4	-
30. Fosfati	PO ₄	mg/l	-	0,3	0,5	-	0,5	-
31. Fenolni indeks	C ₆ H ₅ OH	µg/l	-	0,5	-	0,5	5	10
32. Mineralna olja		µg/l	-	10	-	10	250	500
33. Vsota policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH)*		µg/l	-	0,1	-	0,1	-	1
34. Vsota pesticidov		µg/l	-	0,5	-	0,5	-	5
35. Posamezni pesticidi		µg/l	-	0,1	-	0,1	-	-
36. Kemijska potreba po kisiku (KPK, metoda K ₂ Cr ₂ O ₇)	O ₂	mg/l	-	-	-	-	30	-
37. Nasičenost s kisikom	% O ₂		> 70	-	> 50	-	> 30	-
38. Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅)	O ₂	mg/l	< 3	-	< 5	-	< 7	-
39. Skupni dušik	N	mg/l	3	-	5	-	10	-
40. Amonij	NH ₄	mg/l	0,05	-	1	1,5	2	4
41. Celotni organski ogljik (TOC)	C	mg/l	-	4	-	-	-	-
42. Koliformne bakterije		/ 100 ml	50	-	5.000	-	50.000	-
43. Fekalne koliformne bakterije		/ 100 ml	20	-	2.000	-	20.000	-
44. Fekalni streptokoki Intestinalni enterokoki		/ 100 ml	20	-	1.000	-	10.000	-
45. Salmonela			nič v 5.000 ml	-	nič v 5.000 ml	-	-	-

2.6 PARAMETRI ZA DOLOČANJE KAKOVOSTI VODE

2.6.1 AMONIJEVI IONI

Vsebnost amonijaka in amonijevih ionov v vodi služi kot indikator onesnaženja vode. Amonijak je zelo dobro topen v vodi, pri reakciji z vodo nastane amonijev ion NH_4^+ ion, le tega določamo pri preizkušanju vode in ga imenujemo amonij. Koncentracija amonija v vodi vpliva na njen okus in vonj. Prag zaznavanja vonja v vodi za amonij je približno 1,5 mg/l, prag zaznavanja okusa pa 35 mg/l. Koncentracije v podzemni in površinski vodi so običajno pod 0,2 mg/l, v anaerobnih pogojih v podzemni vodi so lahko tudi več kot 3 mg/l. Amonijevi ioni v vodi so posledica komunalnega, kmetijskega in industrijskega onesnaženja. V pitni vodi ga lahko najdemo tudi po dezinfekciji vode s kloramini, lahko pa tudi migrira iz cementnih cevi. Za pitno vodo je mejna vrednost za NH_4^+ 0,50 mg/l, priporočena vrednost pa je 0,05 mg/l, voda za ribe 0,5 mg/l, voda v bazenih največ 0,1 mg/l. (Okoljske analize..., 2019)

2.6.2 NITRATNI IN NITRITNI IONI

Dušik v naravi kroži v ciklusu, katerega del sta tudi vmesni oksidacijsko/redukcijski stopnji, nitrat in nitrit. V naravi se nitrati in nitriti pojavljajo tudi kot posledica človekove dejavnosti: uporabe umetnih in naravnih gnojil, nahajajo se v komunalnih odplakah, uporabljajo se v industriji. V vodi so dobro topni. Mejna vrednost je 50 mg/l za nitrat (NO_3) in 0,50 mg/l za nitrit (NO_2). (Kraški vodovod..., 2019)

2.6.3 FOSFATNI IONI

Pralna sredstva so del našega vsakdana. Na embalaži pralnega sredstva za oblačila bi našli podatke o sestavi in ugotovili, da vsebuje površinsko aktivne snovi, ki so osnovna sestavina pralnega sredstva. Vsebuje tudi belila, encime, dišave, fosfate in druge snovi. Fosfatov je v pralnih sredstvih tudi do 30 %. Vse te snovi se po uporabi nahajajo v odpadnih vodah.

Mikroorganizmi v čistilnih napravah razgradijo površinsko aktivne snovi. Pravimo, da so površinsko aktivne snovi biorazgradljive. Večjo težavo povzročajo pomožne snovi v pralnih

sredstvih. Mednje sodijo fosfati. Fosfati so soli fosforjeve kisline. Iz imena lahko razberemo, da vsebujejo element fosfor, ki je poleg dušika in kalija zelo pomemben za rast rastlin. Posledica prevelikega vnosa anorganskih hranil v ekosistem (predvsem nitratov in fosfatov), predvsem v počasi tekočih vodah in jezerih, je hitra rast alg. Temu pravimo "cvetenje" voda ali eutrofikacija (iz grške besede gr. eutrophos - »dobro prehranjen«). Ko alge odmirajo, jih bakterije v vodi razgrajujejo. Pri tem se porablja v vodi raztopljeni kisik, zato v jezeru primanjkuje ali celo zmanjka kisika. To povzroči pogin žuželk, rib in drugih vodnih živali. V Sloveniji smo se s tem problemom soočali v Blejskem jezeru.

(Devetak, I., Cvirn Pavlin, T., Jamšek S., 2011)

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL

V začetku novembra smo se odpravili na terensko delo, kjer smo vzorčili vodo. To je potekalo na treh lokacijah: ob Velenjskem jezeru, v centru mesta Velenje in ob potoku Pirešica. Nato smo delo nadaljevali v učilnici, kjer smo naredili analizo vode s pomočjo »seta za analizo vode« in čebulnega testa.

Material, ki smo ga potrebovali za raziskovalno delo:

- »set za analizo vode« AQUANAL – Ökotest znamke Riedel-de Haën,
- 3 čiste kozarce za vlaganje,
- 30 čebulic, *Allium cepa* L.,
- epruvete,
- stojalo za epruvete,
- ravnilo,
- fotoaparata,
- beležka in pisalo.

3.2 METODE DELA

3.2.1 ANALIZA VODE S SETOM ZA ANALIZO VODE

»Set za analizo vode« je didaktični pripomoček, ki omogoča popolnoma vodeno analizo najpomembnejših vodnih parametrov: amonij, nitrat, nitrit, fosfat, pH vrednost in skupna trdota. Set vsebuje 6 kolorimetričnih in titrametričnih reagentov.

Kolorimetrična metoda je analizna metoda, ki izkorišča lastnost obarvanih raztopin, da je njihova barvna intenziteta sorazmerna koncentraciji. Pri kolorimetrični analizi uporabimo kolorimeter, pri katerem primerjamo barvo raztopine z neznano koncentracijo. Poenostavljeno lahko primerjamo barvna polja na ustrezni barvni lestvici. Obarvanost dosežemo z dodatkom ustreznih reagentov. Metode, ki jih uporabljamo pri takšni analizi, so primerne za predhodno oceno kvalitete vode in niso standardizirane. Pri analiznih setih je titrimetrija poenostavljena z

uporabo kapalk oz. brizgalk, štetjem dodanih kapljic in posledično z odčitkom vrednosti v tabeli. (navodilo za uporabo AQUANAL – Ökotest znamke Riedel-de Haën)

3.2.2 O ČEBULNEM TESTU

Čebulni test (učeno mu pravimo Allium test) je test, s katerim ugotavljamo kakovost vode. Zadnje čase je precej priljubljen in pogosto uporabljen šolski primer znanstvenega poskusa, na žalost pa je vse prevečkrat uporabljen napačno. V svoji znanstveni obliki ga izvedemo tako, da na vrh epruvet do vrha nalityh z vodo, katere kakovost hočemo ugotoviti, položimo mlade čebulice, ki v naslednjih dneh v vodi poženejo nove koreninice. Te koreninice si nato ogledamo pod mikroskopom, poiščemo tiste, ki se delijo, in v njih štejemo poškodovane in okvarjene kromosome. Več kot je poškodovanih kromosomov, slabše kakovosti je voda, vsaj glede njene genotoksičnosti, torej vpliva na gene in kromosome. V svoji preprosti »šolski« obliki se čebulni test izvaja tako, da po nekaj dneh izmerimo dolžine koreninic čebulic v epruvetah in jih primerjamo med seboj. Dolžino koreninic lahko merimo tudi sproti vsak dan, recimo en teden. V čistejši, manj strupeni vodi, naj bi koreninice rasle hitreje in bile na koncu poskusa daljše kot v bolj onesnaženi. Poskus je preprost, hiter, rezultate lahko enostavno izmerimo – skratka, kot nalašč za pouk naravoslovja. Na žalost pa ni vse tako zelo preprosto. Problematična je že osnovna predpostavka šolske različice čebulnega testa, da je hitrost rasti in dolžina koreninic odvisna od stopnje onesnaženosti vode. Čim daljše so po določenem številu dni koreninice, tem manjša je stopnja strupenih snovi v vodi in obratno. Slednje sicer drži, a velja samo za čebulico, saj različne snovi na rast njenih korenin učinkujejo povsem drugače kot na človeka in živali. Če povemo čisto preprosto – fosfatno gnojilo, ki pospeši rast korenin, človeku in živalim najverjetneje ne bo koristilo. Čeprav so nekatere snovi strupene tako za rastline kot živali in ljudi, tega nikakor ne moremo kar posplošiti. Precej huje je, ker v šolski izvedbi poskus vse prevečkrat preveč poenostavijo in vsako od preizkušenih voda nalijejo v eno samo epruveto. Rezultat je zato morda celo bolj kot od vode odvisen od posamezne čebulice. Kot vsa živa bitja se namreč tudi čebulice med seboj razlikujejo in v povsem enakih pogojih nekatere rastejo hitreje kot druge.

Poskus moramo seveda izvesti tako, da vsako od voda preizkusimo v čim več epruveh, vsaj petih, še boljše desetih, razlike med vodami pa ugotavljamo na osnovi povprečne dolžine korenin. (Pečenko, N., 2010)

3.3 POTEK DELA

Praktični del raziskovalnega dela je potekal v dveh delih. V prvem delu smo se odpravili na teren, kjer smo vzeli vzorce vode iz Velenjskega jezera, reke Pake in potoka Pirešica.

Iz Velenjskega jezera smo zajeli vodo na dostopnem mestu, kjer se nahaja »Velenjska plaža«.



Slika 2: Mesto vzorčenja vode iz Velenjskega jezera (Foto: P. Horvat)

Vodo iz reke Pake smo zajeli v centru mesta na belih stopnicah pod mostom.



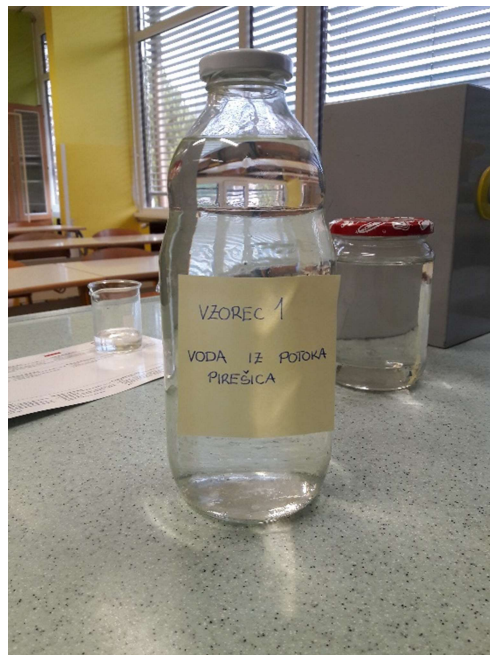
Slika 3: Mesto vzorčenja vode iz reke Pake (Foto: P. Horvat)

Vzorec vode potoka Pirešica, pa smo odvzeli v kraju Pirešica.



Slika 4: Vzorčenje vode iz potoka Pirešica (Foto: P. Horvat)

Vzorci vode smo shranili v čiste kozarce za vlaganje in jih ustrezno označili.

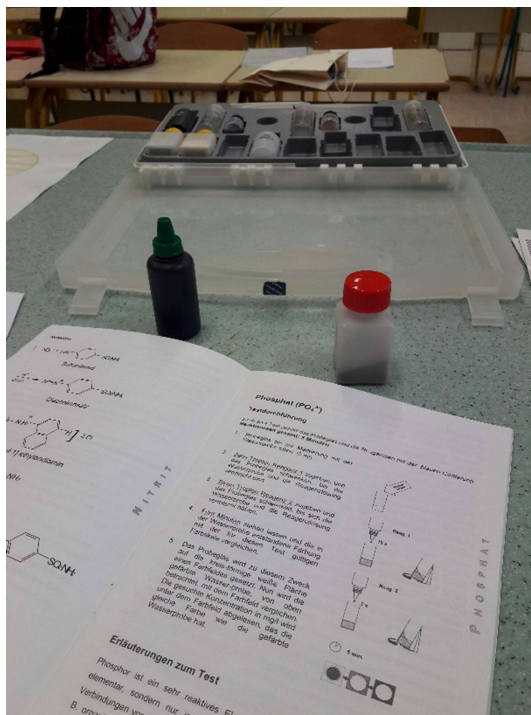


Slika 5: Vzorec vode iz potoka Pirešica (Foto: Š. Zajc)

Za preiskovane vzorce vode smo s pomočjo reagentov iz »seta za analizo vode« AQUANAL – Ökotest določili naslednje parametre:

- amonijeve ione,
- nitratne ione,
- nitritne ione,
- fosfatne ione,
- pH vrednost.

Za vsak parameter smo s pomočjo priloženega navodila izvedli poskus, vrednosti pa odčitali iz barvne skale. Dobljene rezultate smo zapisali in predstavili v obliki tabele.



Slika 6: »Set za analizo vode« in navodila poskusov za določanje parametrov (Foto: Š. Zajc)



Slika 7: Določanje vrednosti preiskovanih parametrov s pomočjo barvne skale (Foto: Š. Zajc)

Nato smo z istimi vzorci vode naredili čebulni test. Najprej smo naredili čebulni test za vodo iz potoka Pirešica, ki je trajal 10 dni. Ostala dva vzorca vode smo shranili v hladilniku. Zatem smo čebulni test naredili za vodo iz reke Pake, po desetih dneh pa še za vodo iz Velenjskega jezera.

Delo je potekalo tako, da smo najprej iz paketa čebulic izbrali čvrste zdrave čebulice približno enakih velikosti. Čebulice slabše kakovosti smo zavrgli. Nato smo pripravili stojalo za epruvete in 10 čistih epruvet, ki smo jih do vrha napolnili s preiskovano vodo, na vrh epruvete pa položili čebulico. Epruvete s čebulicami smo postavili na svetlo mesto. Na tem istem mestu smo izvedli čebulni test za vse tri preiskovane vode.

Vsak dan ob istem času smo opravili meritve dolžin koreninic, pri tem smo upoštevali najdaljšo ter koreninice tudi prešteli. Meritve so potekale 10 dni. Dolžine in število koreninic smo vpisali v tabelo, ki smo jo pripravili za zbiranje podatkov. Po vsaki meritvi smo izračunali povprečno dolžino in število koreninic čebulic iz desetih epruvet. Štetje koreninic je bilo oteženo, saj so koreninice zelo krhke in so se nekatere odlomile.



Slika 8: Nastavitev čebulnega testa (Foto: Š. Zajc)



Slika 9: Čebulni test, 10. dan (Foto: Š. Zajc)

4 REZULTATI

Rezultate smo pridobili s pomočjo analize vode s »setom za analizo vode« ter čebulnim testom.

4.1 REZULTATI ANALIZE VODE S SETOM ZA ANALIZO VODE

Analizo vode smo opravili za vzorce vode Velenjskega jezera, reke Pake in potoka Pirešica. S pomočjo te analize smo preverjali prisotnost amonijevih, nitratnih, nitritnih in fosfatnih ionov ter pH vode.

Tabela 2: Parametri analize vode

	Parametri analize				
Vzorec vode	Amonijevi ioni (mg/L)	Nitratni ioni (mg/L)	Nitritni ioni (mg/L)	Fosfatni ioni (mg/L)	pH
Velenjsko jezero	0,05	10	0,02	0	7,5
Reka Paka	0,05	10	0,02	0	8
Potok Pirešica	0,05	10	0,02	0,5	6,5

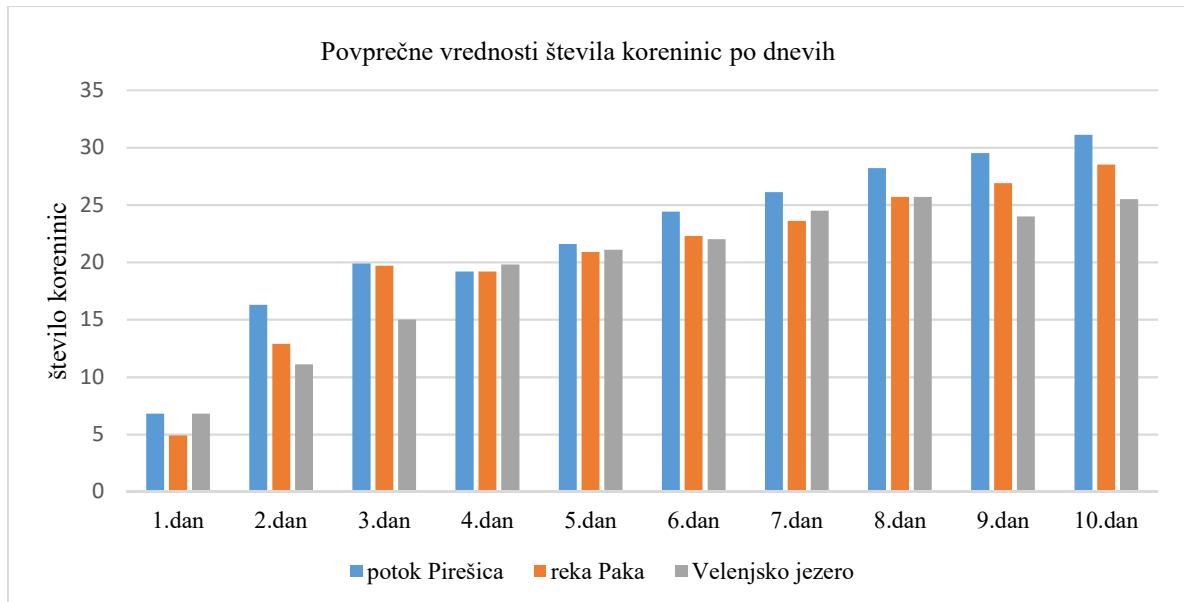
Rezultati so pokazali, da se v vseh vzorcih pojavlja majhna količina amonijevih, nitratnih ter nitritnih ionov. V vzorcu potoka Pirešica so bili prisotni fosfatni ioni. Pri vseh vzorcih je bil pH vode v mejah priporočenih vrednosti, ki znašajo od 6,5 do 8,5.

4.2 REZULTATI ČEBULNEGA TESTA

Za vsak vzorec vode smo opravili čebulni test z desetimi čebulicami. Vsak dan smo opravili meritve koreninic in jih prešteli, rezultate smo zapisali v pripravljene tabele. Nato smo za meritve izračunali povprečne vrednosti ter povprečno prirast števila koreninic in povprečno prirast dolžine koreninic za vsak vzorec vode.

4.2.1 REZULTATI ŠTETJA KORENINIC ČEBULIC

Predstavljeni so rezultati štetja koreninic za vse tri vzorce vode.



Graf 1: Povprečne vrednosti števila koreninic čebulic po dnevih

Rezultati so pokazali, da je največ koreninic zraslo čebulicam, ki so bile v vodi potoka Pirešica. V povprečju je 10. dan zraslo 31 koreninic na čebulico. Najmanj jih je zraslo v vodi iz Velenjskega jezera, približno 26 koreninic na čebulico. V vodi reke Pake pa je zraslo povprečno 29 koreninic na čebulico.

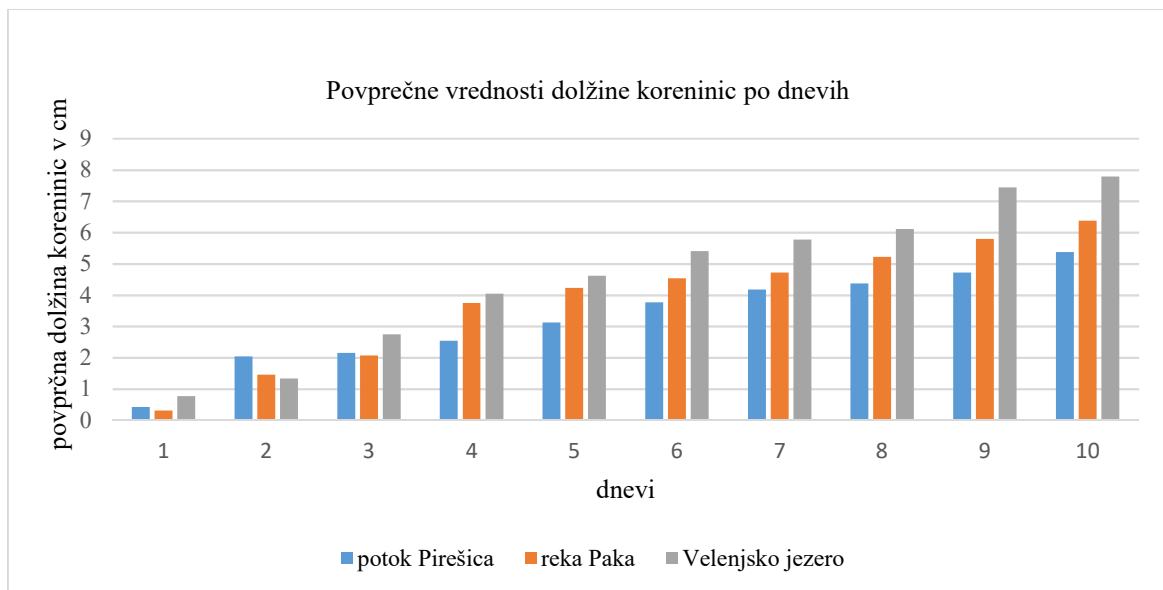
Tabela 3: Povprečna prirast koreninic na dan

Povprečna prirast števila koreninic na dan	
Velenjsko jezero	2 koreninici
Reka Paka	2,5 koreninici
Potok Pirešica	3 koreninice

Povprečna dnevna prirast je bila največja pri vzorcu potoka Pirešica, sledil je vzorec vode reke Pake, najmanjšo dnevno prirast so imele čebulice, ki so rasle v vodi iz Velenjskega jezera.

4.2.2 REZULTATI MERITEV DOLŽINE KORENINIC

Predstavljeni so rezultati dnevnih meritev dolžine koreninic, kjer je bila izmerjena najdaljša koreninica. Nato so predstavljene povprečne vrednosti za vsak dan ter povprečna dnevna prirast dolžine koreninic za vse tri vzorce vode.



Graf 2: Povprečne vrednosti dolžine koreninic po dnevih

Pri tem poskusu so rezultati pokazali, da so najdaljše koreninice zrastle v vodi Velenjskega jezera, v povprečju približno 8 cm na 10. dan poskusa. Najkrajše pa v vodi iz potoka Pirešica, 5 cm v povprečju na 10. dan poskusa. V vodi iz reke Pake so 10. dan v povprečju dosegle 6 cm dolžine. Tako so imele največjo povprečno dnevno prirast dolžine koreninice čebulic, ki so bile v vodi iz Velenjskega jezera, 0,8 cm, sledijo jim koreninice čebulic, ki so rasle v vodi iz reke Pake, z 0,7 cm ter čebulice, ki so rasle v vodi iz potoka Pirešica, z 0,6 mm prirasta dolžine koreninic na dan.

Tabela 4: Povprečna prirast dolžine koreninic v cm na dan

Povprečna prirast dolžine koreninic v cm na dan	
Velenjsko jezero	0,8 cm
Reka Paka	0,7 cm
Potok Pirešica	0,6 cm

Pri vseh treh poskusih je razvidno sorazmerno priraščanje dolžine koreninic na dan.

Pri poskusu z vodo iz Velenjskega jezera, 6. in 8. čebulica zaostajata z razvojem koreninic v primerjavi z ostalimi čebulicami, saj se koreninice pri 6. čebulici razvijejo šele 6. dan, pri 8. čebulici pa 8. dan. Podobna rast se pojavi tudi pri 7. čebulici, ki je rasla v vodi iz reke Pake, ta je koreninice pognala 3. dan poskusa.

5 DISKUSIJA

Najprej smo s pomočjo »seta za analizo vode« opravili analizo vseh treh vzorcev vode. Rezultati so pokazali, da se v vseh vzorcih pojavlja majhna količina amonijevih, nitratnih ter nitritnih ionov. Ti rezultati kažejo na to, da so vse tri vode kakovostne in po predpisanih parametrih sodijo v kakovostni razred A1 – kar pomeni najboljšo kakovost po Uredbi o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo. Za ocenjevanje kakovosti vode smo upoštevali Uredbo, saj vsebuje iste parametre kot smo jih določali mi. V vzorcu potoka Pirešica so bili prisotni fosfatni ioni, in sicer 0,5 mg/l. Ta vrednost je značilna za vode kakovostnega razreda A2 oziroma A3 – kar pomeni slabšo kakovost vode. Druga dva vzorca nista vsebovala fosfatov. Pri vseh vzorcih je bil pH vode v mejah priporočenih vrednosti, ki znašajo od 6,5 do 8,5.

Pri analizi je izstopala količina fosfatov v vodi potoka Pirešica. Povečano količino fosfatov smo povezali z informacijami, ki smo jih pridobili o tem manjšem vodotoku. Potok Pirešica teče skozi KS Vinska Gora. Gre za razmeroma naseljeno območje, z le delno urejeno kanalizacijo. Nekateri stanovanjski objekti še niso priključeni na kanalizacijsko omrežje. Onesnaženje vode s fosfati je največkrat posledica gospodinjskih odplak, ki vsebujejo veliko količino pralnih sredstev in detergentov, pa tudi izpiranja umetno gnojjenih površin. Umetna gnojila so prav tako pogosto uporabljena, saj gre za kmetijsko območje.

Drugi del eksperimentalnega dela je bila analiza vode s pomočjo čebulnega testa. S katerim smo za vsako vodo naredili test z desetimi čebulicami. Deset dni smo dnevno spremljali rast koreninic za vsako čebulico ter beležili število in dolžino koreninic. Pri prvem poskusu nismo bili pozorni na izbiro čebulic, zato manj kakovostne čebulice niso pognale koreninic, ampak so propadle. Prvi poskus smo zavrgli. Pri naslednjem poskusu smo skrbno izbrali čvrste in zdrave čebulice približno enakih velikosti. Nadaljevanje poskusa je zato potekalo brez težav.

Rezultati so pokazali, da je v povprečju največ koreninic zraslo čebulicam, ki so bile v vodi potoka Pirešica. V povprečju je 10. dan zraslo približno 31 koreninic na čebulico. Najmanj jih je zraslo v vodi iz Velenjskega jezera, približno 26 koreninic na čebulico. V vodi reke Pake pa je okoli 29 koreninic na čebulico.

Pri spremljanju dolžine koreninic so rezultati pokazali, da so najdaljše koreninice zrasle v vodi Velenjskega jezera, v povprečju približno 8 cm na 10. dan poskusa. Najkrajše pa v vodi iz potoka Pirešica, in sicer v povprečju 5 cm na 10. dan poskusa. V vodi iz reke Pake so 10. dan v povprečju dosegle 6 cm dolžine. Tako so imele največjo povprečno dnevno prirast dolžine koreninic čebulice, ki so bile v vodi iz Velenjskega jezera, 0,8 cm, sledijo jim koreninice čebulic, ki so rasle v vodi iz reke Pake, z 0,7 cm ter čebulice, ki so rasle v vodi iz potoka Pirešica, z 0,6 cm prirasta dolžine koreninic na dan.

Pri vseh treh poskusih je razvidno sorazmerno priraščanje dolžine koreninic na dan.

Pri poskusu z vodo iz Velenjskega jezera, 6. in 8. čebulica zaostajata z razvojem koreninic v primerjavi z ostalimi čebulicami, saj se pri 6. čebulici koreninice razvijejo šele 6. dan, pri osmi čebulici pa 8. dan. Podobno rast beležimo tudi pri 7. čebulici, ki je rasla v vodi iz reke Pake, ta je koreninice pognala 3. dan poskusa. Glede na rezultate sklepamo, da se čebulice razlikujejo med seboj, zato lahko v enakih pogojih dosegajo različno rast oz. razvoj.

Rezultati, ki smo jih dobili na podlagi čebulnega testa, so skladni z analizo, ki smo jo opravili s »setom za analizo vode«.

Voda Velenjskega jezera je kakovostna, kar so potrdili rezultati analize s setom in pa tudi čebulni test. Nobeden parameter za analizo vode ni izstopal, koreninice pa so bile najdaljše. S tem smo potrdili prvo hipotezo.

Tudi voda reke Pake je kakovostna. To smo dokazali z obema metodama in potrdili drugo hipotezo.

Voda potoka Pirešica je manj kakovostna voda, saj so v njej prisotni fosfati, njihova količina je značilna za vode slabše kakovosti. Zanimivo je, da se pri čebulnem testu to ne pokaže, v obliki kot smo pričakovali. V hipotezi smo predpostavili, da bo dolžina koreninic čebulic najkrajša, kar se je izkazalo za pravilno. Vendar po naši predpostavki bi morale čebulice razviti manj koreninic, izkazalo pa se je ravno nasprotno. Razvile so največ koreninic. Fosfati dobro vplivajo na rast rastlin, kar je verjetno vplivalo na večje število koreninic. Pri naši raziskavi je, zaradi prisotnosti fosfatov, najbolj izstopala voda potoka Pirešica, zato se nam je porodila zamisel za nadaljnje raziskave na to temo. Vodo potoka Pirešica bi lahko vzorčili na več mestih, npr. ob izviru, na območju večje naseljenosti, na območju manjše naseljenosti, ob pritoku drugega

vodotoka ali pa ob vremenskih spremembah, pred dežjem, po dežju. Lahko bi preizkusili tudi čebulni test za vodo z različnimi koncentracijami fosfatov. Zanimivo se nam zdi tudi raziskati povezavo med številom koreninic in dolžino koreninic čebulic pri čebulnem testu. Presenečeni smo spoznali, da določene snovi v vodi, v našem primeru fosfati, vplivajo pozitivno na rast koreninic. Povzročili so povečano število koreninic, zaradi česar smo morali našo 4. hipotezo ovreči.

Pri poskusu smo opazili, da so imele čebulice z daljšimi koreninicami številčno manj koreninic, tiste s krajšimi pa številčno več koreninic.

6 ZAKLJUČEK

Z našo raziskavo smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- Voda Velenjskega jezera je dobre kakovosti.
- Voda reke Pake je dobre kakovosti.
- Voda potoka Pirešica je slabše kakovosti, saj je onesnažena s fosfati.
- Razlog za onesnaženost potoka Pirešica je pomanjkljivo urejeno kanalizacijsko omrežje ter spiranje umetnih gnojil iz bližnjih kmetij.

Navdih za temo raziskovalne naloge smo dobili po pripovedovanju ome Vide (babice učenke Špele Zajc): »Oma Vida je večkrat povedala, da je bil v preteklosti potok čist, ožji in poln manjših rib. Sedaj je struga potoka zaradi vremenskih razmer sicer razširjena, toda v potoku ni opaziti življenja. Slišala sem tudi, da je zaradi večje poseljenosti in neurejene kanalizacije veliko odplak spuščениh prav v ta potok. Pia je bila večkrat pri meni na obisku in skupaj sva hodili do potoka Pirešica, ga opazovali, in se spraševali, zakaj v njem ni več rib. Zanimalo naju je, zakaj je temu tako, zato sva se odločili, da to raziščeva.«

Potok Pirešica je bil nekoč neonesnažen, danes je ta vodotok onesnažen s fosfati. Žal so manjši vodotoki pogostokrat spregledani, vendar so kljub svoji majhnosti pomemben ekosistem.

Menimo, da bi bilo v prihodnje potrebno urediti kanalizacijsko omrežje za vse stanovanjske objekte ter omejiti izpiranje umetnih gnojil v potok. Občina Velenje je na tem področju že ogromno storila, saj je razširila kanalizacijsko omrežje, od lanskega aprila deluje tudi manjša čistilna naprava v krajevni skupnosti Vinska Gora.

V okviru naše raziskovalne naloge smo spoznali dve novi metodi dela (»set za analizo vode« in čebulni test), ki sta bili zelo zanimivi. Podrobneje smo spoznali metodo čebulnega testa, ki ga na naši šoli Gorica Velenje nismo poznali. Preučili smo argumente za in proti temu poskusu, sami spoznali prednosti in slabosti testa. Veseli nas, da bomo lahko to metodo delili z drugimi učenci na naši šoli.

Pri naši raziskavi je zaradi prisotnosti fosfatov najbolj izstopala voda potoka Pirešica, zato se nam je porodila zamisel za nadaljnje raziskave na to temo. Vodo potoka Pirešica bi lahko vzorčili na več mestih, npr. ob izviri, na območju večje naseljenosti, na območju manjše

naseljenosti ali ob pritoku drugega vodotoka. Lahko pa bi vzorčenje izvedli tudi ob različnih vremenskih spremembah, pred dežjem, po dežju. Zanimivo se nam zdi tudi raziskati povezavo med številom koreninic in dolžino koreninic čebulic pri čebulnem testu.

7 POVZETEK

Naša raziskovalna naloga temelji na ugotavljanju kakovosti površinskih voda v naši okolici: Velenjskega jezera, reke Pake in potoka Pirešica. Za določanje kakovosti vode smo izbrali dve metodi, analizo vode s pomočjo »seta za analizo vode« in analizo vode s pomočjo čebulnega testa. Predvsem nas je zanimala slednja, ki je na naši šoli ne poznamo tako dobro. Rezultati obeh metod so potrdili naše hipoteze. Voda Velenjskega jezera in reke Pake je kakovostna voda. Pri analizi vode s setom so bili analizni parametri v mejah predpisane vrednosti, kar ti dve vodi uvršča v kakovostni razred A1 po Uredbi o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo – to pomeni najboljšo kakovost. Čebulni test je dal podobne rezultate, saj so bile koreninice čebulic, ki so rasle v vodi Velenjskega jezera, bile najdaljše. Koreninice čebulic, ki so rasle v vodi reke Pake so bile nekoliko krajše, vendar daljše kot pri vodi potoka Pirešica. Voda potoka Pirešica pa je slabše kakovosti zaradi prisotnosti fosfatov, ki smo jih določili s pomočjo »seta za analizo vode«. Količina fosfatov je 0,5 mg/l in presega mejne vrednosti za kakovostno vodo po Uradnem listu RS. Pri čebulnem testu so te čebulice razvile največje število koreninic, vendar so bile te krajše v primerjavi s koreninicami čebulic, ki so rasle v vodi Velenjskega jezera in vodi reke Pake. Prisotnost fosfatnih ionov v potoku Pirešica je najbrž posledica izpiranja umetnih gnojil v ta manjši vodotok, saj se ob njem nahaja veliko kmetij. Manjši vodotoki so pomembni, ne onesnažujmo jih.

8 SUMMARY

Our research work is based on a surface water quality monitoring: the Velenje lake, the Paka river and the Pirešica stream. We have selected two water quality test methods named “Water testing kit” and “Allium test”. The results of both methods affirmed our hypotheses. The water of the lake Velenje and of the river Paka is of a good quality. A “Water testing kit” analysis parameters have not exceeded the prescribed water quality limit values. In accordance with Decree on surface water status for the drinking water supply both waters range at the A1 quality class – which means the class of the best quality. The Allium test claimed similar results; roots grown up in the Velenje lake were the tallest. Roots grown up in the Paka river were slightly smaller, but still taller than those from the Pirešica stream. Because of phosphates containing the quality of the Pirešica stream is lower - phosphates containing are determined by “water testing kit”. The amount of phosphates is 0,5 mg/l and with accordance to Decree exceeds the prescribed water quality limit values. Allium test has shown that onions from the Pirešica stream were developing the mot roots but they were smaller in comparison with roots that grew in water of the Velenje lake and the Paka river. The presence of phosphates ions in the Pirešica stream is most likely the consequence of sewage sludge and synthetic fertilizers related to the too many farms located in the Pirešica stream area. Smaller streams are an important part of our environment so we should not pollute them.

9 ZAHVALA

Najprej bi se iskreno zahvalili mentorici ge. Lotty Cojhter, da naju je sprejela pod svoje vodstvo, naju vseskozi usmerjala in za ves čas, ki nama ga je namenila. Hkrati se zahvaljujema tudi ge. Branki Mestnik za spodbudo k prijavi za raziskovalno nalogo in za vso pomoč, ki nama jo je nudila. Zahvala gre tudi ge. Anici Drev za vse dane informacije o potoku Pirešica.

Hvala tudi najinim staršem za vse nasvete in vzpodbudo pri nastajanju raziskovalne naloge.

10 VIRI IN LITERATURA

- Devetak, I., Cvirn Pavlin, T., Jamšek S., 2011. Peti element 9, Delovni zvezek za kemijo v devetem razredu osnovne šole. Rokus-Klett, Ljubljana.
- Drev, A. pedagoginja, kulturna delavka, turistična delavka. Ustno sporočilo, 20. 12. 2018
- Pečenko, N. O poskusih in čebulnem testu. solnica-14-3.indd, NARAVOSLOVNA SOLNICA LETNIK 14 / ŠT. 3 / POMLAD 2010 SKEPTIKOV POGLED, 14.4.2010
- Spletni naslov ARSO. Vode. <http://www.arso.gov.si/vode/>, 1. 12. 2018
- Spletni naslov ARSO. Kakovost površinskih virov pitne vode v Sloveniji. www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/PVOPV_publicacija-01.pdf, avgust 2008
- Spletni naslov Kraški vodovod Sežana. Opisi indikatorskih elementov, ki jih najdemo v vodi. http://www.kraski-vodovod.si/?stran=voda-kemijski-parametri#Nitriti_in_nitriti, 2019
- Spletni naslov MOV. Boljše komunalne storitve v Vinski gori. www.velenjan.si/nb/novice/boljse-komunalne-storitve-v-vinski-gori, 4. 1. 2017
- Spletni naslov MOV. Jezera. www.velenje.si/za-obiskovalce/naravna-in-kulturna-dediscina/jezera, 2004
- Spletni naslov MOV. Redno izvajamo monitoring vode na Velenjskem jezeru – voda je ustrezna za kopanje. www.velenje.si/sporocila-za-javnost/2018/06/9228-Redno-izvajamo-monitoring-vode-na-Velenjskem-jezeru-voda-je-ustrezna-za-kopanje, 26.6.2018
- Spletni naslov NFT. Okoljske analize. www.kii3.ntf.uni-lj.si/analchemvoc2/file.php/1/html/slo/SPEKTRA/okoljske2.htm, 23.1.2019
- Spletni naslov WIKIPEDIJA. Paka. sl.wikipedia.org/wiki/Paka, 12. 12. 2018

- Navodilo za uporabo »seta za analizo vode« AQUANAL – Ökotest znamke Riedel-de Haën

ZAKONODAJA

- Uredba o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, Uradni list RS, 125/2000, 4/2001

11 PRILOGA

PRILOGA A: Zapisi rezultatov štetja koreninic pri čebulnem testu

PRILOGA B: Zapisi rezultatov dolžin koreninic pri čebulnem testu

PRILOGA A

ZAPISI REZULTATOV ŠTETJA KORENINIC PRI ČEBULNEM TESTU

	čebulica	Število koreninic									
		1. dan	2. dan	3. dan	4. dan	5. dan	6. dan	7. dan	8. dan	9. dan	10. dan
Velenjsko jezero	1	13	26	30	33	35	36	36	32	30	31
	2	9	18	23	27	29	30	31	24	28	29
	3	8	12	20	38	39	40	40	32	27	28
	4	1	1	15	30	32	33	34	27	26	27
	5	20	15	18	19	20	20	23	37	28	29
	6	2	0	0	0	0	4	20	23	24	25
	7	8	19	19	19	19	19	20	24	22	24
	8	2	0	0	0	0	0	0	1	16	19
	9	3	14	16	18	20	21	22	30	23	25
	10	2	6	9	14	17	17	19	27	16	18
	povprečje	6,8	11,1	15	19,8	21,1	22	24,5	25,7	24	25,5
reka Paka	1	10	20	26	28	30	32	32	33	34	36
	2	2	10	16	17	17	18	19	21	23	24
	3	6	12	18	12	15	14	19	20	22	25
	4	7	16	16	13	16	18	16	20	23	24
	5	0	6	24	18	21	22	23	26	27	28
	6	2	16	23	21	22	24	25	27	28	29
	7	0	0	0	19	20	21	23	24	25	27
	8	0	4	17	23	24	26	27	28	29	31
	9	17	21	28	19	20	22	24	29	27	29
	10	5	24	29	22	24	26	28	29	31	32
	povprečje	4,9	12,9	19,7	19,2	20,9	22,3	23,6	25,7	26,9	28,5
potok Pirešica	1	8	11	10	16	18	22	23	26	28	30
	2	6	17	19	15	15	16	17	18	22	26
	3	2	16	17	16	19	23	27	26	26	27
	4	3	9	19	20	22	25	26	27	29	31
	5	5	23	27	21	31	39	40	41	41	41
	6	11	15	11	19	22	23	25	25	25	27
	7	6	19	27	25	25	27	28	35	36	37
	8	5	16	25	21	23	26	28	39	42	45
	9	19	26	24	17	19	20	23	17	17	17
	10	3	11	20	22	22	23	24	28	29	30
	povprečje	6,8	16,3	19,9	19,2	21,6	24,4	26,1	28,2	29,5	31,1

PRILOGA B

ZAPISI REZULTATOV DOLŽIN KORENINIC PRI ČEBULNEM TESTU

	čebulica	Dolžina koreninic v cm									
		1. dan	2. dan	3. dan	4. dan	5. dan	6. dan	7. dan	8. dan	9. dan	10. dan
Velenjsko jezero	1	1,2	2,6	4,5	6	6,1	6,3	6,5	6,5	6,5	7
	2	0,8	2	4,2	6,2	6,4	7	7,1	8,1	10	10,5
	3	1	2,6	4,9	5,3	5,5	6,6	6,7	7	9	9,2
	4	0,1	0,8	4,3	6	6	6,7	6,8	7,1	7,5	7,8
	5	1,5	2,5	3	4,9	6,8	7,3	7,5	7,4	10,3	10,6
	6	0,5	0	0	0	0	0,9	2	2,3	5,5	5,8
	7	0,9	1,7	1,9	4,5	5,2	6,6	7,9	8	7,5	7,7
	8	1	0	0	0	0	0	0	1,2	3,9	4,2
	9	0,6	0,7	1,2	3,9	6,2	7,7	7,8	8,1	8,7	9,1
	10	0,1	0,5	3,5	3,7	4	5	5,5	5,4	5,5	6
		povprečje	0,77	1,34	2,75	4,05	4,62	5,41	5,78	6,11	7,44
reka Paka	1	0,5	2,1	2,2	2,7	3	4,1	4,5	5,2	6	6,4
	2	0,3	2,2	3,1	6,4	6,8	7,2	4,5	5,4	6,1	6,7
	3	0,5	2,3	3,4	4	4,3	3,4	4	4,6	5,7	6,5
	4	0,6	1,4	2,5	2,6	3	3,3	3,8	4,3	4,6	5,2
	5	0	1,4	2,4	3,3	4,5	5	5,4	5,7	6,1	6,8
	6	0,2	1,7	2,8	4,9	5,8	6,2	6,7	6,9	7,3	7,9
	7	0	0	0	4,5	4,7	4,9	5,3	5,5	6	6,4
	8	0	1,4	2	3,8	4	4,2	4,6	4,9	5,3	6
	9	0,8	1,1	1,4	3,8	4,2	4,5	5,2	5,7	6,2	6,6
	10	0,2	1	0,9	1,5	2	2,6	3,2	4	4,7	5,3
		povprečje	0,31	1,46	2,07	3,75	4,23	4,54	4,72	5,22	5,8
potok Pirešica	1	0,4	1,3	2,1	3,1	4,6	4,8	4,9	5,1	5,2	5,3
	2	0,5	1,9	2,8	3,4	3,7	4,9	5,3	5,4	5,5	5,8
	3	0,2	1	1,9	2,3	3,5	4,6	5,7	5,7	6,2	7
	4	0,6	1,1	2,5	3,1	3,6	4,3	4,8	4,9	5	5,2
	5	0,7	1,4	1,7	1,8	2	2,3	2,4	2,6	3	3,4
	6	0,4	8	1,1	1,1	1,6	2	2,2	2,3	2,6	3,3
	7	0,4	1,9	3,3	3,7	4,3	5,6	5,6	6,1	6,7	7,2
	8	0,3	1,5	3	3,3	4,2	5,1	5,9	6,4	6,9	7,9
	9	0,4	1,3	1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	2,5	4,9
	10	0,4	1	1,7	1,9	2,1	2,4	3,3	3,5	3,6	3,8
		povprečje	0,43	2,04	2,16	2,54	3,13	3,77	4,18	4,37	4,72