

I. osnovna šola Celje

**LEGI BAKRENKA – ANTIBAKTERIJSKI ELEMENT
ZA UČINKOVITO ZAŠČITO PRED LEGIONELOZO**

Raziskovalna naloga

Avtorici:

**Eva Cvibošek, 9. a
Kaja Rojc, 9. a**

Mentorica:

**Breda Krajnc, učiteljica mat, fiz in
nar**

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2020

POVZETEK

V vodnih sistemih, ki so namenjeni oskrbi s pitno vodo, se lahko ob ugodnih pogojih razmnožujejo bakterije rodu *Legionella*. V primeru, da se močno namnožijo, lahko predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi in povzročijo bolezen legioneloze. Poznamo več vrst bakterij rodu *Legionella*. V Evropi je najbolj pogosta povzročiteljica legioneloze *Legionella pneumophila*.

Na osnovni šoli, ki jo obiskujeva, se tuši redko ali nikoli ne uporabljajo. Zaradi neredne uporabe tušev, v cevi tuša voda zastaja in s tem se posledično tvori biofilm. Zastajanje vode in pojav biofilma ter temperatura nižja od 50°C so ugodni pogoji za rast in razmnoževanje bakterij rodu *Legionella*.

Z odvzemom kontrolnih vzorcev pitne vode sva ugotovili prisotnost bakterij rodu *Legionella* v topli vodi. Izdelali sva bakreni antibakterijski fizikalni element, ki sva ga poimenovali LEGI BAKRENKA ter ga vstavili v cev kontrolnega tuša. LEGI BAKRENKA zavira rast mikroorganizmov v cevi tuša, kjer voda zastaja. S fizikalnim ukrepom sva preprečili oz. zmanjšali tveganje za pojav bakterij rodu *Legionella* na kontrolnem izlivnem mestu. LEGI BAKRENKA je trajen ukrep, saj bo le-ta ostala na delu vodovodnega omrežja tudi po zaključku raziskovalne naloge.

Ključne besede: pitna voda, *Legionella*, antibakterijski element, legi bakrenka

ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorici in sošolcem ter drugim učencem in učiteljem, ki so z izpolnitvijo anketnega vprašalnika pripomogli, da sva lahko raziskovalno nalogo izvedli v celoti.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opredelitev problema	1
1.2	Cilji	1
1.3	Hipoteze.....	2
2	TEORETIČNI DEL	3
2.1	Splošno o pitni vodi.....	3
2.2	Bakterije v pitni vodi in njihov vpliv na zdravje človeka.....	3
2.3	Bakterije rodu <i>Legionella</i>	4
2.4	Bolezni, ki jih povzročajo bakterije rodu <i>Legionella</i>	5
2.5	Pregled zakonodaje in smernic na področju obvladovanja bakterij rodu <i>Legionella</i> v pitni vodi	6
2.6	Dejavniki tveganja za pojav bakterij rodu <i>Legionella</i> v internem vodovodnem omrežju.....	7
2.7	Mejna vrednost bakterij rodu <i>Legionella</i> v pitni vodi	8
2.8	Preventivni ukrepi za obvladovanje bakterij rodu <i>Legionella</i> v pitni vodi	8
2.9	Antibakterijski materiali za preprečevanje pojava in razmnoževanja bakterij rodu <i>Legionella</i> v pitni vodi	9
2.9.1	Baker.....	9
2.9.2	Srebro.....	10
2.10	Rešitve in primeri dobrih praks obvladovanja bakterij rodu <i>Legionella</i> v pitni vodi v lokalnem okolju.....	11
3	METODE DELA	12
3.1	Izdelava anketnega vprašalnika	12
3.2	Odvzem vzorcev pitne vode pred namestitvijo antibakterijskega elementa na kontrolno izlivno mesto	15
3.3	Izdelava antibakterijskega elementa LEGI BAKRENKA.....	20
3.4	Namestitev testne proge in merilnika pretoka vode na izbrano kontrolno izlivko ..	25
3.5	Spremljanje porabe pitne vode na kontrolni izlivki.....	26
3.6	Odvzem vzorcev pitne vode po namestitvi bakrenke na kontrolno izlivno mesto ..	26
3.7	Statistično vrednotenje rezultatov	33
4	REZULTATI.....	34
4.1	Rezultati analize anketnih vprašalnikov	34
4.2	Rezultati odvzetih vzorcev pitne vode pred namestitvijo antibakterijskega elementa	44

4.3	Antibakterijski element LEGI BAKRENKA	45
4.4	Rezultati spremljanja porabe pitne vode in temperature vode na izbrani kontrolni izlivki	46
4.5	Rezultati odvzetih vzorcev pitne vode po delovanju antibakterijskega elementa ...	48
5	RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK	49
6	LITERATURA.....	50
7	PRILOGE.....	52
7.1	Izjava	52

KAZALO SLIK

Slika 1: Baker.	10
Slika 2: Srebro.	10
Slika 3: Anketni vprašalnik – prva stran	13
Slika 4: Anketni vprašalnik – druga stran	14
Slika 5: Priprava na odvzem vzorca hladne vode.....	15
Slika 6: Odvzem vzorca hladne vode	16
Slika 7: Odvzem vzorca tople vode.....	16
Slika 8: Označitev odvzetih vzorcev	17
Slika 9: Odvzeti vzorci v hladilni torbi in merilna oprema	17
Slika 10: Izpolnjen zapisnik o odvzemu vzorca hladne vode iz dne, 23. 10. 2019.....	18
Slika 11: Izpolnjen zapisnik o odvzemu vzorca tople vode iz dne, 23. 10. 2019.....	19
Slika 12: Izdelava LEGI BAKRENKE I.....	20
Slika 13: Izdelava LEGI BAKRENKE I.....	21
Slika 14: Izdelava LEGI BAKRENKE I.....	21
Slika 15: Izdelava LEGI BAKRENKE I.....	22
Slika 16: Izdelava LEGI BAKRENKE II.....	22
Slika 17: Izdelava LEGI BAKRENKE II.....	23
Slika 18: Izdelava LEGI BAKRENKE II.....	23
Slika 19: Izdelava LEGI BAKRENKE II.....	24
Slika 20: Izdelava LEGI BAKRENKE II.....	24
Slika 21: Vstavljanje LEGI BAKRENKE v prozorno cev tuša	25
Slika 22: Vstavljena LEGI BAKRENKA v prozorno cev tuša	25
Slika 23: Merilnik pretoka vode nameščen na izbrani kontrolni izlivki – tuš.....	26
Slika 24: Odvzem vzorca hladne vode	27
Slika 25: Odvzem vzorca tople vode.....	28
Slika 26: Merjenje temperaure tople vode.....	28
Slika 27: Označitev vzorcev	29
Slika 28: Označen vzorec hladne vode.....	29
Slika 29: Označena vzorca hladne in tople vode ter v ozadju hladilna torba.....	30
Slika 30: Izpolnjen zapisnik o odvzemu vzorca hladne vode iz dne, 6. 2. 2020.....	31

Slika 31: Izpolnjen zapisnik o odvzemu vzorca tople vode iz dne, 6. 2. 2020.....	32
Slika 32: Formula za izračun aritmetičnega povprečja	33
Slika 33: Namestitev izdelane LEGI BAKRENKE v prozorno cev tuša	45
Slika 34: LEGI BAKRENKA v prozorni cevi tuša.....	45
Slika 35: Prozorna cev tuša z LEGI BAKRENKO nameščena na kontrolno izlivko – tuš.....	46
Slika 36: Zastajanje vode v prozorni cevi kontrolne izlivke – tuš.....	47

KAZALO TABEL

Tabela 1: Dejavniki tveganja pri človeku.....	7
Tabela 2: Dejavniki tveganja iz okolja	8
Tabela 3: Tabelarični prikaz odgovorov na 1. vprašanje ankete	34
Tabela 4: Tabelarični prikaz odgovorov na 2. vprašanje ankete	34
Tabela 5: Tabelarični prikaz odgovorov na 3. vprašanje ankete	35
Tabela 6: Tabelarični prikaz odgovorov na 4. vprašanje ankete	36
Tabela 7: Tabelarični prikaz odgovorov na 5. vprašanje ankete	36
Tabela 8: Tabelarični prikaz odgovorov na 6. vprašanje ankete	37
Tabela 9: Tabelarični prikaz odgovorov na 7. vprašanje ankete	38
Tabela 10: Tabelarični prikaz odgovorov na 8. vprašanje ankete	38
Tabela 11: Tabelarični prikaz odgovorov na 9. vprašanje ankete	39
Tabela 12: Tabelarični prikaz odgovorov na 10. vprašanje ankete	40
Tabela 13: Tabelarični prikaz odgovorov na 11. vprašanje ankete	40
Tabela 14: Tabelarični prikaz odgovorov na 12. vprašanje ankete	41
Tabela 15: Tabelarični prikaz odgovorov na 13. vprašanje ankete	42
Tabela 16: Tabelarični prikaz odgovorov na 14. vprašanje ankete	42
Tabela 17: Tabelarični prikaz odgovorov na 15. vprašanje ankete	43
Tabela 18: Rezultati mikrobioloških analiz iz dne, 23. 10. 2019	44
Tabela 19: Rezultati spremljanja porabe pitne vode in temperature vode	46
Tabela 20: Rezultati mikrobioloških analiz iz dne, 6. 2. 2020	48

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Grafični prikaz odgovorov na 1. vprašanje ankete.....	34
Graf 2: Grafični prikaz odgovorov na 2. vprašanje ankete.....	35
Graf 3: Grafični prikaz odgovorov na 3. vprašanje ankete.....	35
Graf 4: Grafični prikaz odgovorov na 4. vprašanje ankete.....	36
Graf 5: Grafični prikaz odgovorov na 5. vprašanje ankete.....	37
Graf 6: Grafični prikaz odgovorov na 6. vprašanje ankete.....	37
Graf 7: Grafični prikaz odgovorov na 7. vprašanje ankete.....	38
Graf 8: Grafični prikaz odgovorov na 8. vprašanje ankete.....	39
Graf 9: Grafični prikaz odgovorov na 9. vprašanje ankete.....	39
Graf 10: Grafični prikaz odgovorov na 10. vprašanje ankete.....	40
Graf 11: Grafični prikaz odgovorov na 11. vprašanje ankete.....	41
Graf 12: Grafični prikaz odgovorov na 12. vprašanje ankete.....	41
Graf 13: Grafični prikaz odgovorov na 14. vprašanje ankete.....	42
Graf 14: Grafični prikaz odgovorov na 15. vprašanje ankete.....	43

1 UVOD

1.1 Opredelitev problema

Na osnovni šoli, ki jo obiskujeva, se tuši redko ali nikoli ne uporabljajo. Zaradi neredne uporabe tušev, na tem delu vodovodnega omrežja, voda zastaja in s tem se posledično tvori biofilm. Zastajanje vode in pojav biofilma sta ugodna pogoja za razmnoževanje bakterij rodu *Legionella*. To pomeni, da smo učenci in zaposleni izpostavljeni zdravstvenemu tveganju, da se okužimo s patogenimi bakterijami rodu *Legionella*. Osnovn šola, ki jo obiskujeva, je star objekt, kar pomeni, da je interno vodovodno omrežje iz starih vodovodnih cevi, ki so lahko že dotrajane in posledično idealno bivališče bakterijam. Poleg tega sklepava, da učenci in učitelji niso ozaveščeni o tej problematiki.

Ker meniva, da je prisotnost bakterij rodu *Legionella* v internih vodovodnih omrežjih pomembni javno-zdravstveni problem in ker v okviru projekta Mladi za Celje ta tematika še ni bila obravnavana pri kakšni drugi raziskovalni nalogi, sva se odločili, da to področje bolje raziščeva.

1.2 Cilji

Najin cilj je, da ozaveštiva učence in učitelje o bakterijah rodu *Legionella* in boleznih, ki jih le-te povzročajo. Poleg tega želiva ugotoviti, če so v internem vodovodnem omrežju objekta prisotne bakterije rodu *Legionella*. Raziskati želiva dejavnike tveganja na, ki predstavljajo ugodne pogoje za pojav bakterij rodu *Legionella*. Izdelati želiva fizikalni ukrep, z uporabo katerega bi preprečili oz. zmanjšali tveganje za pojav bakterij rodu *Legionella*, še posebej na tistih delih internega vodovodnega omrežja, ki se redko ali nikoli ne uporablja. S tem namenom bova izdelali antibakterijski fizikalni izdelek iz bakra, ki ga bova poimenovali LEGI BAKRENKA. Slednji bo zaviral rast mikroorganizmov v internem vodovodnem omrežju objekta in bo trajen ukrep, saj bo LEGI BAKRENKA ostala na delu vodovodnega omrežja tudi po zaključku raziskovalne naloge.

1.3 Hipoteze

Na nivoju raziskovalne naloge sva si postavili tri hipoteze, in sicer:

Hipoteza 1: Učenci in zaposleni na smo izpostavljeni bakterijam rodu *Legionella*.

Hipoteza 2: Učenci in zaposleni niso ozaveščeni o problematiki legioneloz.

Hipoteza 3: Antibakterijski element LEGI BAKRENKA je učinkovit pripomoček za zaviranje rasti bakterij rodu *Legionella*.

Na osnovi rezultatov raziskovalne naloge bova hipoteze potrdili ali zavrnili.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Splošno o pitni vodi

Voda je kemijska spojina in polarna molekula, pri standardnih pogojih tekočina s kemijsko molekulsko formulo H_2O . Ena molekula vode je sestavljena iz dveh vodikovih atomov in enega kisikovega atoma. V trdnem stanju je voda v obliki leda, v plinastem stanju kot vodna para. Voda je prisotna skoraj povsod na Zemlji. Približno 70 % zemljine površine je prekrivane z vodo. Vodo potrebujemo za vse oblike življenja (Gošnjak in Jakovljevič, 2013).

Po pravilniku o pitni vodi je pitna voda, voda v njenem prvotnem stanju ali po pripravi, namenjena pitju, kuhanju, pripravi hrane ali za druge gospodinjske namene, ne glede na njeno poreklo in ne glede na to, ali se dobiva iz vodovodnega omrežja sistema za oskrbo s pitno vodo, cistern ali kot predpakirana voda (<http://voda.svoboda.si/gradivo/definicije/>, dostop 6. 11. 2019). Skoraj 90% prebivalcev Slovenije je vključenih v oskrbo s pitno vodo. (<https://www.nijz.si/sl/podrocja-dela/moje-okolje/pitna-voda>, dostop 7. 12. 2019). Vodovodni sistem Celje, ki oskrbuje obravnavano osnovno šolo s pitno vodo, je v upravljanju podjetja Vodovod – Kanalizacija, d.o.o. Celje (Orehov in Kumar, 2019).

Pitna voda je eden izmed osnovnih pogojev zdravja in nam omogoča življenje. Ustrezati mora minimalnim predpisanim zahtevam. Kadar spremljamo kakovost pitne vode, razdelimo parametre na fizikalne, kemijske in mikrobiološke. Največja pozornost je posvečena mikrobiološkemu parametru. Običajno so kemijske snovi prisotne v nižjih koncentracijah ter so predvsem povezane z možnimi kroničnimi učinki (<https://www.nijz.si/sl/pitna-voda>, dostop 7. 12. 2019).

2.2 Bakterije v pitni vodi in njihov vpliv na zdravje človeka

Mikrobiološki in kemijski parametri so tisti, ki določajo zdravstveno ustreznost pitne vode. Za indikatorske parametre mejne vrednosti niso določene na osnovi neposredne nevarnosti za zdravje, temveč z njimi pridobimo informacijo o urejenosti celotnega sistema za oskrbo. Imajo tudi opozorilen pomen (<https://www.nijz.si/sl/o-posameznih-parametrih-na-kratko>, dostop 7. 12. 2019)

Obvladovanje mikroorganizmov v pitni vodi je na prvem mestu po pomenu, kadar govorimo o zdravju, saj so z njihovo prisotnostjo možne akutne posledice. Mikrobiološki parametri nam pokažejo stopnjo fekalne ali druge onesnaženosti pitne vode z mikroorganizmi ter obseg le-te. V pitni vodi rutinsko določamo fekalne bakterije, ki imajo izvor v človeških in živalskih iztrebkih ter indikatorske bakterije. Rezultati so ocenjeni povezano z vrednostmi ostalih parametrov. Včasih je treba do ureditve razmer vodo tudi prekuhavati, saj je prisotnost bakterij lahko vzrok akutnih zdravstvenih posledic. V vodi se prenašajo predvsem bakterije *Escherichia coli*, *Enterokoki* in *Pseudomonas aeruginosa*. Poleg bakterij, se v vodi lahko prenašajo tudi virusi in paraziti (<https://www.nijz.si/sl/o-posameznih-parametrih-na-kratko>, dostop 7. 12. 2019).

2.3 Bakterije rodu *Legionella*

Legionella spp. so različne vrste gram negativnih aerobnih bakterij. Do danes je bilo odkritih več kot 40 različnih vrst teh bakterij. Kar 90 % primerov okužb z bakterijo rodu *Legionella* povzroča najnevarnejša izmed njih, ki se imenuje *Legionella pneumophila* (<https://www.mb-vodovod.si/oskrba-z-vodo/o-pitni-vodi/boj-proti-legioneli/>, dostop 11. 12. 2019).

Legionela, prisotna v pitni vodi, direktno ne predstavlja nevarnosti za zdravje (razen da je lahko izvor okužbe). Problem predstavlja vdihavanje večje količine aerosolov (pri tuširanju, pri uporabi aerosolnih vlažilnih zraka, v klimatskih napravah z vlažilci in v whirlpoolih), ki lahko privedejo do okužbe in izbruha bolezni. Bakterije se torej širijo s kapljicami vode pri nastanku vodnih aerosolov (pršenje, tuširanje...), tako da le ta pride direktno v pljuča. Pri pitju vode, ki vsebuje bakterijo legionele, ne more priti do okužbe. Na prisotnost in razvoj legionele pa lahko vplivajo še drugi faktorji, kot so npr. druge bakterije, temperatura, pH vrednost, kisik, kalcijeve obloge (kotlovec), alge in sama sestava vode (<https://www.mb-vodovod.si/oskrba-z-vodo/o-pitni-vodi/boj-proti-legioneli/>, dostop 11. 12. 2019).

Bakterije iz rodu *Legionella* so prisotne v vseh naravnih vodnih virih, vendar zaradi nizkih koncentracij ne predstavljajo večjega tveganja za zdravje ljudi. Težave se pojavijo v notranjem okolju zgradb (vodovod, prezračevalne naprave, kotlovnice), kjer je temperatura vode v omrežju med 25 °C in 45 °C. Poznamo več kot 50 vrst in 70 seroloških skupin bakterij iz rodu *Legionella*, ki se razlikujejo po virulentnosti. Približno polovica jih je sposobna povzročiti bolezen pri ljudeh. Pri ljudeh največ okužb povzroči *Legionella pneumophila*. Človek se okuži

z vdihovanjem aerosolov. Prenosi okužbe človek-človek niso dokazani, zato osamitve bolnikov niso potrebne (<https://www.sanitarc.si/obvladovanje-bakterij-rodu-legionella/>, dostop 11. 12. 2019).

2.4 Bolezni, ki jih povzročajo bakterije rodu *Legionella*

Poznamo dve obliki bolezni, legionarsko bolezen in pontiaško vročico. Vzrok za nastanek obolenja je odvisen od več dejavnikov. Poleg virulentnosti bakterijskega seva je odvisno tudi od posameznika ali bo zbolel oz. kako težak bo potek bolezni (<https://www.sanitarc.si/obvladovanje-bakterij-rodu-legionella/>, dostop 11. 12. 2019).

Legioneloza je nalezljiva bolezen, ki jo povzroča bakterija imenovana *legionella*. Poznamo dve vrsti legioneloz. Poznamo težjo obliko, ki se pokaže v obliki pljučnice (legionarska vročica). Poznamo pa še lažjo obliko (pontiaška vročica). Prvi zapisi legioneloze izhajajo iz leta 1976, ko je zbolelo več članov konvencije ameriških legionarjev. Veliko članov je takrat zbolelo za pljučnico, nekaj pa jih je tudi umrlo. Bolezen je takrat dobila svoje ime. Legionele se nahajajo v rekah, stoječih vodah, v blatu, zemlji in kompostu, vendar se tam nahajajo v tako majhnih količinah, da se človek ne more okužiti. Če pa legionela zaide iz naravnega okolja v vodne sisteme, ki jih uporablja človek, je pa nevarno. Okužimo se ko vdihnemo drobne razpršene kapljice v zraku, ki vsebujejo bakterije. (Društvo pljučnih in alergijskih bolnikov Slovenije: http://www.dpbs.si/Plju%C4%8Dne%20bolezni/Plju%C4%8Dnica/Plju%C4%8Dnica_zaradi_legionele.htm)

Klasična legioneloza se razvije v 2-10 dneh po infekciji, s simptomi slabega počutja, slabosti, bolečin v mišicah in glavobolom, zmedenostjo, težavami z dihanjem, suhim kašljem in povišano telesno temperaturo (39-40,5°C). Kot pravilo, je pri tej bolezni, ki traja nekaj tednov, ta posebej težka oblika pljučnice sicer ozdravljiva, vendar raziskave zdravljenja z različnimi antibiotiki še potekajo. Na žalost, pa je pri tej obliki pljučnice, smrtnost v primerjavi z »navadno« pljučnico, izredno visoka.

Pontiac mrzlica je bolj blaga oblika te bolezni, ki se razvije veliko bolj hitro, (inkubacija 1-2 dni), simptomi pa so bolečine v sklepih, kašelj, mrzlica in tresavica ter splošno slabo počutje. Bolniki si v večini primerov opomorejo že po petih dnevih (<https://www.mbvodovod.si/oskrba-z-vodo/o-pitni-vodi/boj-proti-legioneli/>, dostop 11. 12. 2019).

2.5 Pregled zakonodaje in smernic na področju obvladovanja bakterij rodu *Legionella* v pitni vodi

Pravni dokumenti, ki se upoštevajo pri obvladovanju bakterij rodu *Legionella* v pitni vodi so naslednji:

- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17) 3. člen.
- Priporočila za izdelavo načrta preprečevanja legioneloz, verzija 19. 9. 2019.
- European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation of Infections Caused by *Legionella* species, European Technical Guidelines, 2017.

Pravilnik o pitni vodi (v nadaljevanju: Pravilnik) določa zahteve, ki jih mora izpolnjevati pitna voda, z namenom varovanja zdravja ljudi pred škodljivimi učinki zaradi kakršnegakoli onesnaženja pitne vode.

Pravilnik navaja, da je pitna voda zdravstveno ustrezna, kadar:

- ne vsebuje mikroorganizmov, parazitov ter njihovih razvojnih oblik v številu, ki lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi;
- ne vsebuje snovi v koncentracijah, ki skupaj ali same z drugimi snovmi lahko predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi.

Pravilnik o pitni vodi se ne uporablja za pitno vodo iz sistemov za oskrbo s pitno vodo, ki zagotavljajo manj kot povprečno 10 m³ vode na dan ali oskrbujejo manj kot 50 oseb. O tem mora prebivalce obvestiti lokalna skupnost, razen če se voda uporablja za oskrbo javnih objektov, objektov za proizvodnjo in promet živil ter objektov za pakiranje pitne vode.

Priporočila za izdelavo načrta preprečevanja legioneloz vključujejo vsebine, ki so potrebne za izdelavo Načrta preprečevanja legioneloz (v nadaljevanju: Načrt). Vsi objekti v javni rabi namreč morajo imeti izdelan Načrt za uspešno preprečevanje razmnoževanja bakterij rodu *Legionella spp.*, ki naj bi obsegal naslednje:

- seznam strokovnjakov, ki so opravili pregled objekta in izdelali Načrt,
- odgovorno osebo za izvajanje Načrta,
- shemo objekta z vrisanimi vsemi elementi internega vodovodnega omrežja,
- povzetek ugotovitev pregleda objekta,

- seznam preventivnih in dodatnih ukrepov za obvladovanje bakterij rodu *Legionella* v internem vodovodnem omrežju,
- plan vzorčenja,
- mejno vrednost bakterij rodu *Legionella* v internem vodovodnem omrežju,
- evidenčne liste o izvajanju preventivnih in dodatnih ukrepov
- seznam osebne varovalne opreme, ki ji morajo uporabljati izvajalci preventivnih ukrepov, ki so opredeljeni v Načrtu,
- plan izobraževanja odgovorne osebe o problematiki v zvezi z bakterijami rodu *Legionella*,
- vzpostavitev dokumentacije in arhiviranje (NIJZ, 2018).

European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation of Infections Caused by *Legionella species* so evropske smernice za nadzor in preprečevanje bolezni, ki jih povzročajo bakterije rodu *Legionella*. Vključujejo vsebine, ki se nanašajo na preventivo, nadzor in raziskave v zvezi z bakterijami rodu *Legionella* (ECDC, 2017).

2.6 Dejavniki tveganja za pojav bakterij rodu *Legionella* v internem vodovodnem omrežju

V Preglednici 1 in Preglednici 2 so predstavljeni dejavniki tveganja za pojav bakterij rodu *Legionella spp.*, ki jih razdelimo na dejavnike tveganja pri človeku in dejavnike tveganja v okolju (Tajnikar, 2019).

Tabela 1: Dejavniki tveganja pri človeku (Tajnikar, 2019)

Dejavniki tveganja pri človeku
Oslabljen imunski sistem
Kronično pljučne bolezni
Rakasta obolenja
Kajenje
Alkoholizem
Starost nad 65 let

Tabela 2: Dejavniki tveganja iz okolja (Tajnikar, 2019)

Dejavniki tveganja iz okolja
Neustrezna temperatura vode v vodovodnem omrežju (hladna voda več kot 20 °C, topla manj kot 50 °C)
Zastajanje vode
Slepi vodi
Prisotnost drugih mikroorganizmov, ki omogočajo razmnoževanje bakterij rodu <i>Legionella</i>
Prisotnost kotlovca, rje, organskih snovi
Neustrezna koncentracija biocidov v vodi
Tehnični posegi v vodovodni sistem in prekinitev dobave vode ter možnost nastanka aerosola

2.7 Mejna vrednost bakterij rodu *Legionella* v pitni vodi

V priporočilih Nacionalnega inštituta za javno zdravje je določena najvišja mejna vrednost bakterij rodu *Legionella* v internem vodovodnem omrežju objekta, in sicer 100 CFU/100ml vode (NIJZ, 2018).

2.8 Preventivni ukrepi za obvladovanje bakterij rodu *Legionella* v pitni vodi

Najučinkovitejše preprečevanje zbolevanja za legionelozami je preprečevanje razmnoževanja bakterij iz rodu *Legionella* v vodnih sistemih. Primerno mesto za razvoj mikrobnih združb so ostenja cevi in vodnih naprav, saj mikrobom omogočajo oprijem in s tem zadrževanje in razmnoževanje v sistemu. Za boljše razumevanje mikrobne kontaminacije površin so najnovejše raziskave usmerjene v določanje adhezijskega potenciala mikrobov. O uspešnosti različnih metod za odstranjevanje bakterij rodu *Legionella* iz vodovodnih sistemov je bilo izvedenih veliko študij. Najpogosteje uporabljene metode so izvajanje klornega šoka (20-50 mg rezidualnega klora na liter vode), toplotnega šoka (temperatura vode nad 70 °C), ionizacija z bakrom in srebrom, ipd. Poleg tega je potrebno izvajanje preventivnih ukrepov, kot so zagotavljanje stalnega pretoka vode v sistemu, redno točenje vode iz pip, ki so manj v uporabi in čiščenje mrežic na njih ter na glavah tušev.

(<https://www.sanitarc.si/obvladovanje-bakterij-rodu-legionella/>, dostop 11. 12. 2019).

Preventivni ukrepi:

- zagotavljanje ustrezne temperature vode;
- temperatura hladne vode v omrežju naj bo pod 20 °C. Le-to preverjamo enkrat mesečno;
- temperatura tople vode v omrežju na vseh (tudi na najbolj oddaljenih) pipah in prhah ter drugih iztokih naj bo vsaj 50 °C. Le-to preverjamo enkrat mesečno;
- temperatura vode, ki teče iz grelnika naj bo vsaj 60 °C, najmanj 1 uro na dan naj bo taka temperatura v celotnem grelniku (tudi na dnu grelnika). Le-to preverjamo enkrat dnevno;
- v primeru odstopanj od ciljnih vrednosti temperatur je treba takoj ukrepati in glede na ostale ugotovljene dejavnike tveganja in rezultate vzorčenj po potrebi preveriti, ali število legionel v vodovodnem omrežju presega mejno vrednost;
- preprečevanje zastajanja vode; na mestih, kjer voda zastaja, izvajamo tedensko spiranje na hladnem in toplu vodu, dokler se temperatura vode ne stabilizira;
- redno čiščenje mrežic na pipah in glav prh (usedline, nesnaga, kamen), najmanj štirikrat letno;
- pregledovanje grelnikov in rezervoarjev za hladno vodo, najmanj enkrat letno;
- čiščenje in dezinfekcija vodovodnega omrežja v primeru vzdrževalnih del na vodovodnem omrežju (slednje izvede pooblaščen institucija);
- vzdrževanje izlivk s termostatskim mešalnim ventilom.

Učinkovitost preventivnih ukrepov preverimo z vzorčenjem pitne vode in analizo vzorca na parameter *Legionella spp.*

(https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/navodila_nacrt_legionele_190918.pdf, dostop 28. 11. 2019).

2.9 Antibakterijski materiali za preprečevanje pojava in razmnoževanja bakterij rodu *Legionella* v pitni vodi

2.9.1 Baker

Baker je kemijski element, s simbolom Cu in atomskim številom 29. V periodnem sistemu je uvrščen med prehodne kovine. Uporablja se za električne vodnike, vodovodne napeljave, elektromagnete, elektromotorje, v kuhinjskih posodah, za izdelavo nakita, kot sestavina

kovancev idr. Baker je kovina, rdečkaste barve, ki ima visoko električno in toplotno prevodnost (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Baker>, dostop: 28. 11. 2019).



Slika 1: Baker (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Baker>, dostop: 28. 11. 2019).

Baker je mikroelement za ljudi. Mikroelementi so snovi, ki so potrebne v zelo majhnih količinah (mikrogramov do miligramov) za zdravo rast in razvoj živih organizmov. Baker ima tudi antibakterijske lastnosti. Spremeni prepustnost celičnih sten mikroorganizmov tako, da se pritrdi na celično steno. Celice ne morejo več absorbirati pomembnih hranil, to pa bakterije ubije. Bakrene vodovodne cevi zmanjšujejo rast bakterij v vodi (<https://ateca.nl/sl/2018/10/01/baker-antibakterijski-mikroelement/>, dostop: 28. 11. 2019).

2.9.2 Srebro

Srebro je kemijski element s simbolom Ag in atomskim številom 47. V periodnem sistemu je uvrščen med prehodne kovine. Ima širok spekter uporabe. Uporablja se v zobozdravstvu, vedno več pa ga uporabljajo v medicini za dezinfekcijo ran in za medicinsko orodje. Deluje antibakterijsko in dezinfekcijsko (<http://www.925srebrnina.com/o-srebru.html>, dostop 28. 11. 2019).



Slika 2: Srebro (https://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Silver_crystal.jpg, dostop: 28. 11. 2019).

2.10 Rešitve in primeri dobrih praks obvladovanja bakterij rodu *Legionella* v pitni vodi v lokalnem okolju

Primer 1: *Legionella* spp. v vojašnici Celje, 26. 8. 2016

V vojašnici Franca Rozmana Staneta so leta 2016 odvzeli vzorce pitne vode iz internega vodovodnega omrežja vojašnice in gotovili prisotnost *Legionelle*. Ukrep: Dezinfekcija s toplotnim šokom – 24 ur so segrevali vodo v grelcu na temperaturo od 70 do 80 °C, nato so 30 minut izpirali na vseh izlivnih mestih z vodo pri temperaturi 65 °C. (<https://www.zurnal24.si/slovenija/v-vodovodu-vojasnice-legionela-vojakom-prepoved-tusiranja-276631>, dostop 5. 12. 2019). Po izvedenem ukrepu so ponovno odvzeli vzorce pitne vode in ugotovili, da v odvzetem vzorcu pitne vode ni več prisotne bakterije *Legionella*. (<https://novice.si/page/vojasnica-franca-rozmana-staneta-celje-legionela-uspesno-odpravljena/>, dostop 5. 12. 2019).

3 METODE DELA

3.1 Izdelava anketnega vprašalnika

Pripravili sva anketni vprašalnik za učenke in učence ter učiteljice in učitelje, ki poučujejo na osnovni šoli, ki jo oniskujeva. Vprašalnik sva pripravili v programskem orodju Microsoft Word in ga v fizični obliki razdelili med učence 7. in 9. razreda ter med učiteljice in učitelje, ki poučujejo 9. a razred. Za hitrejšo in hkrati enostavnejšo analizo rezultatov sva uporabili spletno orodje 1ka, ki je dostopno na spletni strani <https://www.1ka.si>. V spletno orodje 1ka sva vstavili vprašanja in rezultate – odgovore vprašalnika. Program je nato sam statistično izračunal in v obliki grafov oblikoval rezultate vprašalnika. Za vsako vprašanje so rezultati – odgovori predstavljeni v obliki grafa, ki sva jih vstavili v 4. poglavje raziskovalne naloge med rezultate anketnega vprašalnika. Vsak graf sva nato sami še pisno opisali.

Spletna povezava do vprašalnika: <https://www.1ka.si/a/250671>.

ANKETNI VPRAŠALNIK
Bakterija rodu *Legionella* v pitni vodi in njen vpliv na zdravje človeka

Sva Eva Cvibošek in Kaja Rojc, učenki 9. a razreda I. OŠ Celje. V sklopu projekta Mladi za Celje delava raziskovalno nalogo z naslovom *LEGI BAKRENKA – antibakterijski element za učinkovito zaščito pred legionelozo*. Prosiva vas, da izpolnite anonimno anketo in nama pomagata pri raziskavi. Zanima naju, ali ste učenci in učitelji I. OŠ Celje ozaveščeni o bakteriji rodu *Legionella* v pitni vodi in njenem vplivu na zdravje človeka.

1. OŠ **██████████** obiskujem kot: (obkrožite)
- učenec/učenka
 - učitelj/učiteljica

Če **██████████** obiskujete kot učitelj/učiteljica, na 2. vprašanje ne odgovarjajte.

2. Razred: (obkrožite)
- 6. razred - 7. razred
 - 8. razred - 9. razred

3. Spol: (obkrožite)
- moški
 - ženska

4. *Legionella* je ... (obkrožite pravilni odgovor)
- virus
 - gliva
 - bakterija
 - rastlina
 - ne vem

5. Ali *Legionella* povzroča bolezni pri človeku? (obkrožite pravilni odgovor)
- da
 - ne
 - ne vem

Če ste na prejšnje vprašanje odgovorili z DA, odgovorite na naslednji dve vprašanji.

- 6.1 Kateri organ prizadene *Legionella*, če se okužimo? (obkrožite pravilni odgovor)
- želodec
 - pljuča
 - ledvice
 - ne vem

- 6.2 Na kakšen način se okužimo? (obkrožite pravilni odgovor)
- s kapljicami vode, ki jih vdihavamo
 - s pitjem onesnažene vode
 - s hrano
 - ne vem

Slika 3: Anketni vprašalnik – prva stran

7. Kje se *Legionella* običajno zadržuje? (obkrožite pravilni odgovor)
 - na površinah pohištva
 - v vodovodnih sistemih
 - v mleku
 - ne vem
8. Pri kateri temperaturi se *Legionella* ne razmnožuje oz. jo uničimo? (obkrožite pravilni odgovor)
 - med 20°C in 50°C
 - pri temperaturi 39°C
 - manj kot 20°C in več kot 50°C
 - ne vem
9. Večja verjetnost za pojav *Legionelle* je na izlivkah (tuših, pipah), ki ... (obkrožite pravilni odgovor)
 - se redko ali nikoli ne uporabljajo
 - se redno uporabljajo
 - ne vem
10. Ali se lahko okužba z *Legionello* konča s smrtnim izidom? (obkrožite pravilni odgovor)
 - da
 - ne
 - ne vem
11. Katera skupina ljudi je najmanj dovzetna za okužbo z bakterijami rodu *Legionella*? (obkrožite pravilni odgovor)
 - starejši nad 65 let
 - bolniki z oslabiljenim imunskim sistemom
 - kadilci
 - šolarji
 - alkoholiki
 - kronični bolniki
 - ne vem
12. Legioneloza je bolezen, ki jo povzroča okužba z bakterijo rodu _____. (ustrezno dopolnite)
13. Legionarska bolezen (bolezen, ki jo povzroča *Legionella*) poteka kot ... (obkrožite pravilni odgovor)
 - gripa
 - pljučnica
 - angina
 - ne vem
14. Pontiaška vročica (bolezen, ki jo povzroča *Legionella*) poteka kot ... (obkrožite pravilni odgovor)
 - gripa
 - pljučnica
 - angina
 - ne vem

Hvala za sodelovanje!

Slika 4: Anketni vprašalnik – druga stran

3.2 Odvzem vzorcev pitne vode pred namestitvijo antibakterijskega elementa na kontrolno izlivno mesto

Prvi odvzem vzorcev pitne vode sva opravili dne, 23. 10. 2019 . Odvzeli sva vzorca pitne vode na izlivki tuš v športnem kabinetu. To izlivko sva si izbrali zato, ker se skoraj nikoli ne uporablja in ker v cevi tuša zastaja voda, kar predstavlja dejavnik tvgeanja za razvoj in razmnoževanje bakterije rodu *Legionella*. Postopek vzorčenja: najprej sva si oblekli čisto delovno halijo, si umili roke pod tekočo vodo in si nadeli zaščitne rokavice. Nato sva najprej odvzeli vzorec hladne vode in nato še vzorec tople vode v sterilno embalažo. Volumen posamezne embalaže je bil en liter. Takšno količino potrebujejo v mikrobiološkem laboratoriju, da lahko vzorec analizirajo na parameter *Legionella spp*. Takoj po odvzemu hladne vode sva izmerili temperaturo hladne vode in takoj po odvzemu tople vode še temperaturo tople vode. Uporabili sva merilnik temperature Digital thermometer 30.1018. Izmerjeni temperaturi sva zapisalni na spremna lista. Embalaži z vzorcema vode sva opremili s samolepilno nalepko, na katero sva napisali datum, številko vzorca in ime objekta. Nato sva v celoti izpolnili spremni list, t.i. *Zapisnik o odvzemu vzorcev pitne vode in terenskih meritvah*, kamor sva vpisali številko vzorca, mesto vzorčenja, odvzemno mesto, vrsto vode, način odvzema, vrsto laboratorijskega preizkušnja, temperaturo vode, temperaturo zunanjega zraka, senzorično analizo (okus, barva, vonj, motnost). Temperaturo zunanjega zraka sva odčitali iz spletne strani www.vreme.space.si.



Slika 5: Priprava na odvzem vzorca hladne vode



Slika 6: Odvzem vzorca hladne vode



Slika 7: Odvzem vzorca tople vode



Slika 8: Označitev odvzetih vzorcev



Slika 9: Odvzeti vzorci v hladilni torbi in merilna oprema

Slika 10: Izpolnjen zapisnik o odvzemu vzorca hladne vode iz dne, 23. 10. 2019



INŠTITUT ZA SANITARNO INŽENIRSTVO
Institute of Public and Environmental Health

Zaloška cesta 155 • SI -1000 Ljubljana
Tel.: + 386 (0) 1 546 83 93, Fax.: +386 (0) 1 546 83 94
Tel.: + 386 (0) 3 710 10 75, Fax.: +386 (0) 3 710 10 76
Tel.: + 386 (0) 2 620 87 17, Fax.: +386 (0) 2 620 87 18
E-mail: info@institut-isi.si, spletna stran: www.sanitarci.si

ZAPISNIK O ODVZEMU VZORCEV PITNE VODE IN TERENSKIH MERITVAH

Datum: 23.10.19 Ura: 10:30

Številka vzorca	1
Naročnik - lastnik	Inštitut za sanitarno inženirstvo
Mesto vzorčenja	[REDACTED]
Odvzemno mesto	Športni kabinet - izlivka tuš - hladni vod
Št. naročila	/

Vrsta vode	<input checked="" type="checkbox"/> Pitna voda iz omrežja <input type="checkbox"/> Drugo:
Način odvzema	<input type="checkbox"/> Pipa <input checked="" type="checkbox"/> Drugo: tuš
Mikrobiološko preizkušanje	<input type="checkbox"/> Redne preiskave: Escherichia coli, Enterokoki, Koliformne bakterije <input checked="" type="checkbox"/> Legionella <input type="checkbox"/> Drugo:
Kemijsko preizkušanje	<input type="checkbox"/> Redne preiskave: <input type="checkbox"/> Drugo:
Vremenske razmere	<input type="checkbox"/> Sončno <input type="checkbox"/> Deževno <input type="checkbox"/> Drugo:

Parameter	Rezultat	Enota	Aparat	Metoda
Temperatura vode	12,9	°C	Testo 104	SIST DIN 38404-C4:1976
Temperatura zraka	11	°C	Testo 104	SIST DIN 38404-C4:1976
Prosti klor	/	mg/L	HACH Pocket Colorimeter II	SIST EN ISO 7393-2:2008
Skupni klor	/	mg/L	HACH Pocket Colorimeter II	SIST EN ISO 7393-2:2008
pH	/	pri 25 °C	HACH Sension 156	SIST ISO 10523:2010
Elektroprevodnost	/	µS/cm pri 20 °C	HACH Sension 156	SIST EN ISO 7393-2:2008

Senzorična analiza	Sprejemljivo: DA/NE
Okus	DA
Barva	DA
Vonj	DA
Motnost	DA

*Opombe:

Vzorčevalec (ime, priimek, podpis):

[REDACTED]

Prisotna oseba (ime, priimek, podpis):

Sava Tajnikar, Tajnikar

Temperatura hladilne torbe pred vzorčenjem: 5 °C

Temperatura hladilne torbe pred oddajo vzorca: 5 °C

Sprejem CMA	Sprejem CKA
Datum/čas sprejema: <u>23.10.2019</u>	Datum/čas sprejema:
Protokol:	Protokol:
Podpis: [REDACTED]	Podpis:



ISI.III-OBR-1
Scanned with
CamScanner

Izdaja št. 3, 23. 1. 2019

Stran 1/1

Slika 11: Izpolnjen zapisnik o odvzemu vzorca tople vode iz dne, 23. 10. 2019



INŠTITUT ZA SANITARNO INŽENIRSTVO
Institute of Public and Environmental Health

Zaloška cesta 155 • SI - 1000 Ljubljana
Tel.: + 386 (0) 1 546 83 93, Fax.: +386 (0) 1 546 83 94
Tel.: + 386 (0) 3 710 10 75, Fax.: +386 (0) 3 710 10 76
Tel.: + 386 (0) 2 620 87 17, Fax.: +386 (0) 2 620 87 18
E-mail: info@institut-isi.si, spletna stran: www.sanitar.si

ZAPISNIK O ODVZEMU VZORCEV PITNE VODE IN TEREKSKIH MERITVAH

Datum: 23.10.19 Ura: 10:40

Številka vzorca	2
Naročnik - lastnik	Inštitut za sanitarno inženirstvo
Mesto vzorčenja	[REDACTED]
Odvzemno mesto	Športni kabinet - izlivka tuš - topli vod
Št. naročila	/

Vrsta vode	<input checked="" type="checkbox"/> Pitna voda iz omrežja <input type="checkbox"/> Drugo:
Način odvzema	<input type="checkbox"/> Pipa <input checked="" type="checkbox"/> Drugo: Tuš
Mikrobiološko preizkušanje	<input type="checkbox"/> Redne preiskave: Escherichia coli, Enterokoki, Koliformne bakterije <input checked="" type="checkbox"/> Legionella <input type="checkbox"/> Drugo:
Kemijsko preizkušanje	<input type="checkbox"/> Redne preiskave: <input type="checkbox"/> Drugo:
Vremenske razmere	<input type="checkbox"/> Sončno <input type="checkbox"/> Deževno <input type="checkbox"/> Drugo:

Parameter	Rezultat	Enota	Aparat	Metoda
Temperatura vode	56,1	°C	Testo 104	SIST DIN 38404-C4:1976
Temperatura zraka	11	°C	Testo 104	SIST DIN 38404-C4:1976
Prosti klor	/	mg/L	HACH Pocket Colorimeter II	SIST EN ISO 7393-2:2008
Skupni klor	/	mg/L	HACH Pocket Colorimeter II	SIST EN ISO 7393-2:2008
pH	/	pri 25 °C	HACH Sension 156	SIST ISO 10523:2010
Elektroprevodnost	/	µS/cm pri 20 °C	HACH Sension 156	SIST EN ISO 7393-2:2008

Senzorična analiza	Sprejemljivo: DA/NE
Okus	DA
Barva	DA
Vonj	DA
Motnost	DA

*Opombe:

Vzorčevalec (ime, priimek, podpis):

[REDACTED]

Prisotna oseba (ime, priimek, podpis):

Sara Tajnkar, Taj

Temperatura hladilne torbe pred vzorčenjem: 5 °C

Temperatura hladilne torbe pred oddajo vzorca: 5 °C

Sprejem CMA	Sprejem CKA
Datum/čas sprejema: 23. 10. 2019	Datum/čas sprejema:
Protokol:	Protokol:
Podpis: [REDACTED]	Podpis:

3.3 Izdelava antibakterijskega elementa LEGI BAKRENKA

Antibakterijski element LEGI BAKRENKA sva zaradi finančnih omejitev raziskave sami izdelali v tehnični učilnici. Material so nama dostavili iz Inštituta za sanitarno inženirstvo. Njihovi zaposleni so nama prav tako demonstrirali postopek izdelave bakrene žice. Pri tem je bila prisotna tudi najina učiteljica tehnike. Uporabljali sva šolsko orodje. Obe sva izdelali svojo bakreno žico. Uporabili sva le eno, ki sva jo vstavili v prozorno cev tuša.

Uporabljen material: bakrena žica

Uporabljeno orodje: primež z navojnim tulcem



Slika 12: Izdelava LEGI BAKRENKE I



Slika 13: Izdelava LEGI BAKRENKE I



Slika 14: Izdelava LEGI BAKRENKE I



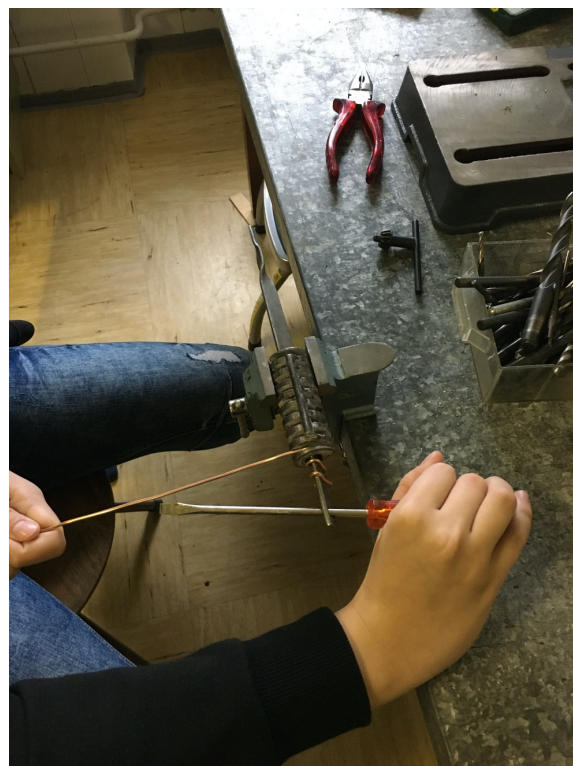
Slika 15: Izdelava LEGI BAKRENKE I



Slika 16: Izdelava LEGI BAKRENKE II



Slika 17: Izdelava LEGI BAKRENKE II



Slika 18: Izdelava LEGI BAKRENKE II



Slika 19: Izdelava LEGI BAKRENKE II



Slika 20: Izdelava LEGI BAKRENKE II

3.4 Namestitev testne proge in merilnika pretoka vode na izbrano kontrolno izlivko

Izdelano LEGI BAKRENKO sva vstavili v prozorno cev in jo zamenjali z obstoječo cevjo na izlivki tuš, v športnem kabinetu. Iztočasno sva namestili tudi merilnik pretoka vode VODNI AGENT.



Slika 21: Vstavljanje LEGI BAKRENKE v prozorno cev tuša



Slika 22: Vstavljena LEGI BAKRENKA v prozorno cev tuša

3.5 Spremljanje porabe pitne vode na kontrolni izlivki

Porabo pitne vode sva spremljali s pomočjo merilnika pretoka vode, ki se imenuje prikazovalnik vode VODNI AGENT. Uporablja se za merjenje porabljene količine vode na običajnih armaturah za vodo. Vključuje trenutni prikaz količine iztočene vode in komulativno količino iztočene vode. Deluje v temperaturnem območju od 0°C do 80°C. (<https://www.vodnaagencija.org/merilnik-pretoka-2/> , dostop 21. 11. 2019).

Postopek oz. koraki odčitavanja pretoka vode iz merilnika pretoka vode:

1. Pritisk na stranski gumb merilnika.
2. Izbira programa P2.
3. Izpiše se skupna poraba vode od zadnje ponastavitve merilnika.
4. Vpis odčitane vrednosti v tabelo.
5. Pritisk na stranski gumb dokler se ne prikaže vrednost 0.

Postopek sva ponovili vsak teden enkrat.



Slika 23: Merilnik pretoka vode nameščen na izbrani kontrolni izlivki – tuš

3.6 Odvzem vzorcev pitne vode po namestitvi bakrenke na kontrolno izlivno mesto

Drugi in zadnji odvzem vzorcev pitne vode sva opravili dne, 6. 2. 2020. Ponovno sva odvzeli vzorca vode na izlivki tuš v športnem kabinetu. Postopek vzorčenja je bil enak, kot pri prvem odvzemu vzorcev, meseca oktobra 2019. In sicer sva si najprej oblekli čisto delovno halijo, nato si umili roke pod tekočo vodo ter si naredili zaščitne rokavice. Nato sva odvzeli vzorec

hladne vode in potem še vzorec tople vode v sterilno embalažo volumna 1 liter. Takoj po odvzemu hladne vode sva izmerili temperaturo hladne vode in takoj po odvzemu tople vode še temperaturo tople vode. Tudi tokrat sva uporabili merilnik temperature Digital thermometer 30.1018. Embalaži z vzorcema vode sva opremili s samolepilno nalepko, na katero sva napisali datum, številko vzorca in ime objekta. Nato sva v celoti izpolnili spremna lista, t.i. *Zapisnik o odvzemu vzorcev pitne vode in terenskih meritvah*, kamor sva vpisali številko vzorca, mesto vzorčenja, odzemno mesto, vrsto vode, način odvzema, vrsto laboratorijskega preizkušnja, izmerjeno temperaturo vode toplega in hladnega voda, temperaturo zunanjega zraka in ocenjeno senzorično analizo (okus, barva, vonj, motnost). Podatek o temperaturi zunanjega zraka sva tudi tokrat pridobili iz spletne strani www.vreme.space.si.



Slika 24: Odzem vzorca hladne vode



Slika 25: Odvzem vzorca tople vode



Slika 26: Merjenje temperaure tople vode



Slika 27: Označitev vzorcev



Slika 28: Označen vzorec hladne vode



Slika 29: Označena vzorca hladne in tople vode ter v ozadju hladilna torba



INŠTITUT ZA SANITARNO INŽENIRSTVO
Institute of Public and Environmental Health

Zaloška cesta 155 • SI - 1000 Ljubljana
Tel.: + 386 (0) 1 546 83 93, Fax.: +386 (0) 1 546 83 94
Tel.: + 386 (0) 3 710 10 75, Fax.: +386 (0) 3 710 10 76
Tel.: + 386 (0) 2 620 87 17, Fax.: +386 (0) 2 620 87 18
E-mail: info@institut.isi.si, spletna stran: www.sanitarci.si

ZAPISNIK O ODVZEMU VZORCEV PITNE VODE IN TERENSKIH MERITVAH

Datum: 6.2.20 Ura: 11:10

Številka vzorca	1
Naročnik - lastnik	Inštitut za sanitarno inženirstvo
Mesto vzorčenja	[REDACTED]
Odvzemno mesto	Športni kabinet - izlivka tuš - hladni vod
Št. naročila	/

Vrsta vode	<input checked="" type="checkbox"/> Pitna voda iz omrežja <input type="checkbox"/> Drugo:
Način odvzema	<input type="checkbox"/> Pipa <input checked="" type="checkbox"/> Drugo: Tuš
Mikrobiološko preizkušanje	<input type="checkbox"/> Redne preiskave: Escherichia coli, Enterokoki, Koliformne bakterije <input checked="" type="checkbox"/> Legionella <input type="checkbox"/> Drugo:
Kemijsko preizkušanje	<input type="checkbox"/> Redne preiskave: <input type="checkbox"/> Drugo:
Vremenske razmere	<input checked="" type="checkbox"/> Sončno <input type="checkbox"/> Deževno <input type="checkbox"/> Drugo:

Parameter	Rezultat	Enota	Aparat	Metoda
Temperatura vode	13,7	°C	Testo 104	SIST DIN 38404-C4:1976
Temperatura zraka	8	°C	Testo 104	SIST DIN 38404-C4:1976
Prosti klor	/	mg/L	HACH Pocket Colorimeter II	SIST EN ISO 7393-2:2008
Skupni klor	/	mg/L	HACH Pocket Colorimeter II	SIST EN ISO 7393-2:2008
pH	/	pri 25 °C	HACH Sension 156	SIST ISO 10523:2010
Elektroprevodnost	/	µS/cm pri 20 °C	HACH Sension 156	SIST EN ISO 7393-2:2008

Senzorična analiza	Sprejemljivo: DA/NE
Okus	DA
Barva	DA
Vonj	DA
Motnost	DA

*Opombe: /

Vzorčevalec (ime, priimek, podpis):

[REDACTED]

Prisotna oseba (ime, priimek, podpis):

Sara Tajnikar, Tajnikar

Temperatura hladilne torbe pred vzorčenjem: 5 °C

Temperatura hladilne torbe pred oddajo vzorca: 5 °C

Sprejem CMA	Sprejem CKA
Datum/čas sprejema:	Datum/čas sprejema: <u>6.2.2020</u>
Protokol:	Protokol:
Podpis:	Podpis:

Slika 30: Izpolnjen zapisnik o odvzemu vzorca hladne vode iz dne, 6. 2. 2020



INŠTITUT ZA SANITARNO INŽENIRSTVO
Institute of Public and Environmental Health

Zaloška cesta 155 • SI-1000 Ljubljana
Tel.: + 386 (0) 1 546 83 93, Fax: +386 (0) 1 546 83 94
Tel.: + 386 (0) 3 710 10 75, Fax: +386 (0) 3 710 10 76
Tel.: + 386 (0) 2 620 87 17, Fax: +386 (0) 2 620 87 18
E-mail: info@institut-ljsi.si, spletna stran: www.sanitarci.si

ZAPISNIK O ODVZEMU VZORCEV PITNE VODE IN TERENSKIH MERITVAH

Datum: 6.2.20 Ura: 11:20

Številka vzorca	<u>2</u>
Naročnik - lastnik	Inštitut za sanitarno inženirstvo
Mesto vzorčenja	
Odvzemno mesto	<u>Športni kabinet - izlivka tuš - topli vod</u>
Št. naročila	<u>/</u>

Vrsta vode	<input checked="" type="checkbox"/> Pitna voda iz omrežja <input type="checkbox"/> Drugo:
Način odvzema	<input type="checkbox"/> Pipa <input checked="" type="checkbox"/> Drugo: <u>Tuš</u>
Mikrobiološko preizkušanje	<input type="checkbox"/> Redne preiskave: Escherichia coli, Enterokoki, Koliformne bakterije <input checked="" type="checkbox"/> <u>Legionella</u> <input type="checkbox"/> Drugo:
Kemijsko preizkušanje	<input type="checkbox"/> Redne preiskave: <input type="checkbox"/> Drugo:
Vremenske razmere	<input checked="" type="checkbox"/> Sončno <input type="checkbox"/> Deževno <input type="checkbox"/> Drugo:

Parameter	Rezultat	Enota	Aparat	Metoda
Temperatura vode	<u>45,7</u>	°C	Testo 104	SIST DIN 38404-C4:1976
Temperatura zraka	<u>8</u>	°C	Testo 104	SIST DIN 38404-C4:1976
Prosti klor	<u>/</u>	mg/L	HACH Pocket Colorimeter II	SIST EN ISO 7393-2:2008
Skupni klor	<u>/</u>	mg/L	HACH Pocket Colorimeter II	SIST EN ISO 7393-2:2008
pH	<u>/</u>	pri 25 °C	HACH Sension 156	SIST ISO 10523:2010
Elektroprevodnost	<u>/</u>	µS/cm pri 20 °C	HACH Sension 156	SIST EN ISO 7393-2:2008

Senzorična analiza	Sprejemljivo: DA/NE
Okus	<u>DA</u>
Barva	<u>DA</u>
Vonj	<u>DA</u>
Motnost	<u>DA</u>

*Opombe: /

Vzorčevalec (ime, priimek, podpis):

Prisotna oseba (ime, priimek, podpis):

Sava Tajnikar, Tajnikar

Temperatura hladilne torbe pred vzorčenjem: 5 °C

Temperatura hladilne torbe pred oddajo vzorca: 5 °C

Sprejem CMA	Sprejem CKA
Datum/čas sprejema:	Datum/čas sprejema: <u>6.2.2020</u>
Protokol:	Protokol:
Podpis:	Podpis: <u>/</u>

Slika 31: Izpolnjen zapisnik o odvzemu vzorca tople vode iz dne, 6. 2. 2020

3.7 Statistično vrednotenje rezultatov

Rezultate meritev sva statistično ovrednotili tako, da sva izračunali aritmetično sredino vseh izvedenih meritev po naslednji enačbi:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N}$$

Slika 32: Formula za izračun aritmetičnega povprečja
(<https://eucbeniki.sio.si/vega1/65/index3.html>, dostop: 10. 2. 2020)

Aritmetična sredina ali aritmetično povprečje je srednja vrednost, ki jo dobimo tako, da vsoto vseh podatkov (x_1, x_2, x_3, \dots) delimo s številom vseh podatkov (N).
(<https://eucbeniki.sio.si/vega1/65/index3.html>, dostop: 10. 2. 2020).

Rezultate ankete sva statistično ovrednostili preko spletnega orodja 1ka, ki avtomatsko izračuna skupno število posameznih odgovorov in izdela grafe (<https://www.1ka.si>, dostop 10. 2. 2020).

4 REZULTATI

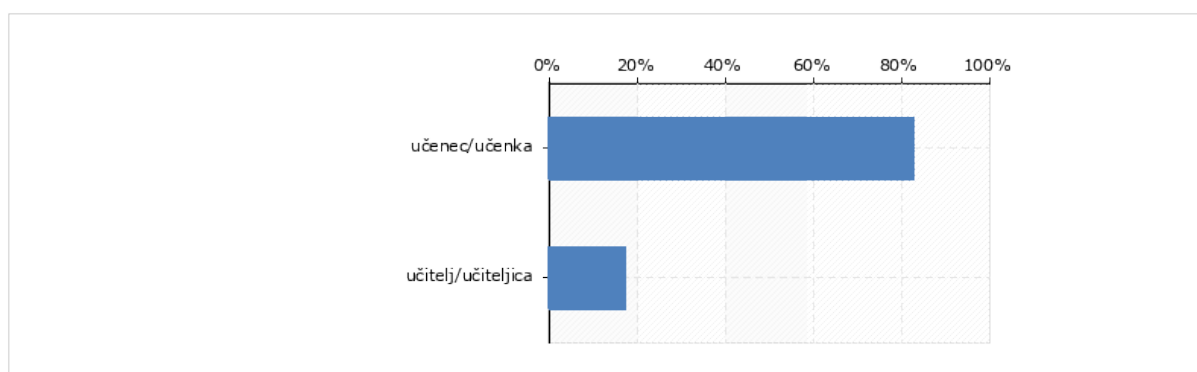
4.1 Rezultati analize anketnih vprašalnikov

V nadaljevanju so tabelarično in grafično predstavljeni rezultati analiz anketnih vprašalnikov.

Tabela 3: Tabelarični prikaz odgovorov na 1. vprašanje ankete

OŠ obiskujem kot:							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
učenec/učenka	38	46	83%	46	83%	38	83%
učitelj/učiteljica	8	46	17%	46	17%	8	17%
SKUPAJ		46		46		46	100%

Graf 1: Grafični prikaz odgovorov na 1. vprašanje ankete

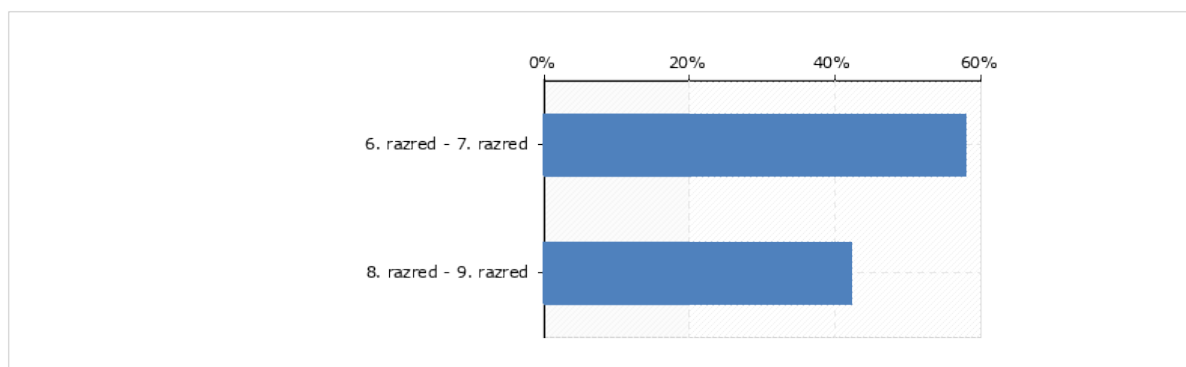


Anketni vprašalnik je izpolnilo 46 oseb, od tega 83 % učencev in učenk osnovne šole, ki jo obiskujejo ter 17 % učiteljev in učiteljic, ki nas poučujejo.

Tabela 4: Tabelarični prikaz odgovorov na 2. vprašanje ankete

2. Razred:							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
6. razred - 7. razred	22	38	58%	46	48%	22	58%
8. razred - 9. razred	16	38	42%	46	35%	16	42%
SKUPAJ		38		46		38	100%

Graf 2: Grafični prikaz odgovorov na 2. vprašanje ankete

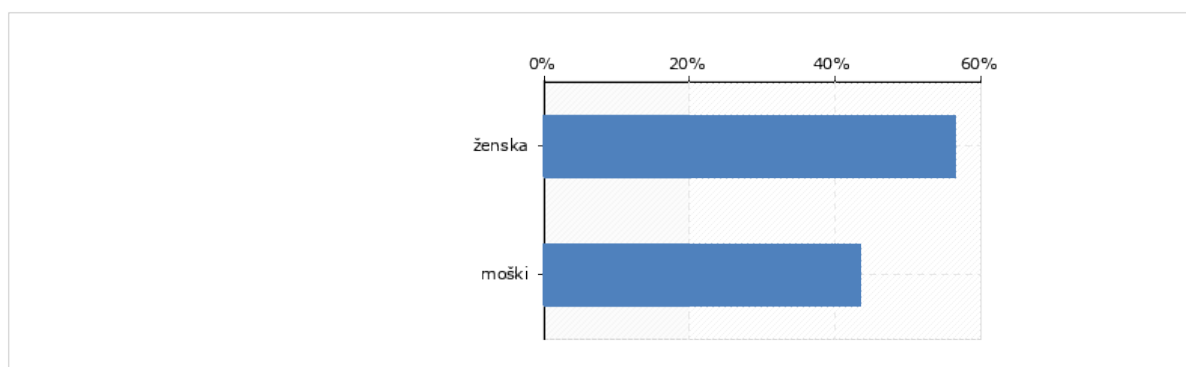


Od vseh sodelujočih učencev, 58 % sodelujočih obiskuje 6. ali 7. razred osnovne šole. Manj kot polovica (42 %) sodelujočih učencev pa obiskuje 8. ali 9. razred.

Tabela 5: Tabela prikaz odgovorov na 3. vprašanje ankete

Spol:							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
moški	20	46	43%	46	43%	20	43%
ženska	26	46	57%	46	57%	26	57%
SKUPAJ		46		46		46	100%

Graf 3: Grafični prikaz odgovorov na 3. vprašanje ankete

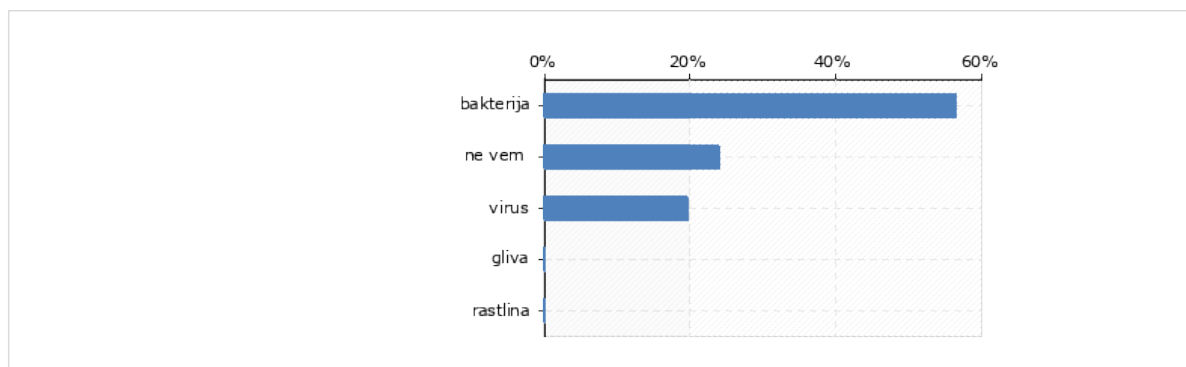


Anketni vprašalnik je izpolnilo več žensk (57 %) kot moških (43 %).

Tabela 6: Tabela prikaz odgovorov na 4. vprašanje ankete

Legionella je ...							
	Enote		Navedbe			Frekvence	
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
virus	9	46	20%	46	20%	9	20%
gliva	0	46	0%	46	0%	0	0%
bakterija	26	46	57%	46	57%	26	57%
rastlina	0	46	0%	46	0%	0	0%
ne vem	11	46	24%	46	24%	11	24%
SKUPAJ		46		46		46	100%

Graf 4: Grafični prikaz odgovorov na 4. vprašanje ankete

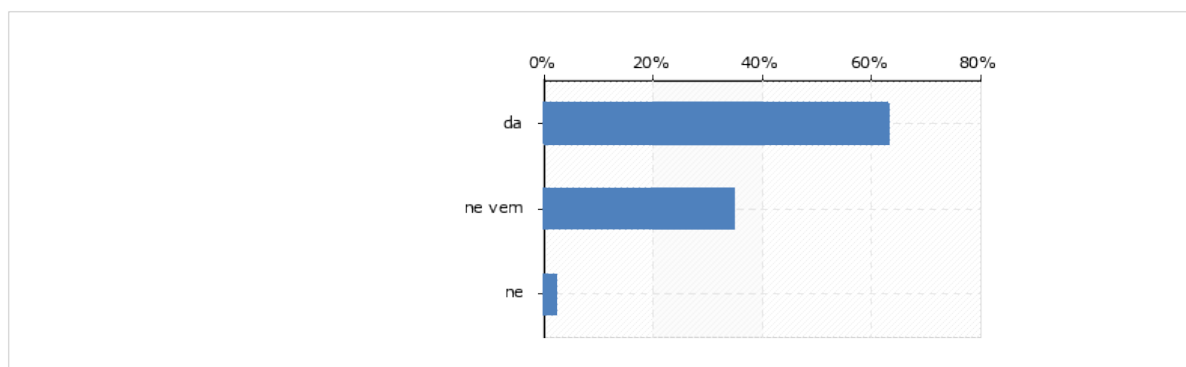


Večina vprašanih (57 %) je menila, da je *Legionella* bakterija, kar je pravilno. 20 % je menila, da je *Legionella* virus, preostalih 24 % vprašanih pa je obkrožilo »ne vem«.

Tabela 7: Tabela prikaz odgovorov na 5. vprašanje ankete

Ali Legionella povzroča bolezn pri človeku?							
	Enote		Navedbe			Frekvence	
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
da	29	46	63%	46	63%	29	63%
ne	1	46	2%	46	2%	1	2%
ne vem	16	46	35%	46	35%	16	35%
SKUPAJ		46		46		46	100%

Graf 5: Grafični prikaz odgovorov na 5. vprašanje ankete

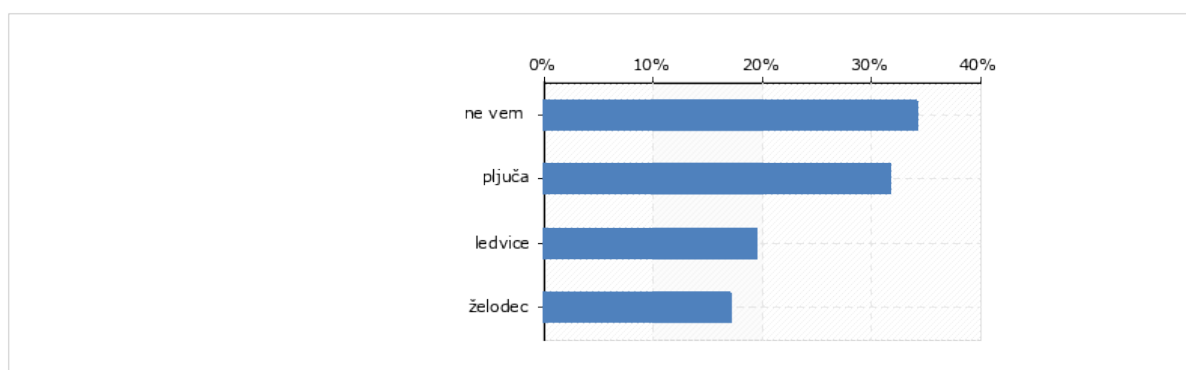


Večina vprašanih (63 %) je menila, da *Legionella* povzroča bolezni pri človeku, kar drži. Ostali (37 %) pravilnega odgovora niso poznali.

Tabela 8: Tabelarni prikaz odgovorov na 6. vprašanje ankete

Kateri organ prizadene Legionella, če se okužimo?							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
želodec	7	41	17%	46	15%	7	17%
pljuča	13	41	32%	46	28%	13	31%
ledvice	8	41	20%	46	17%	8	19%
ne vem	14	41	34%	46	30%	14	33%
SKUPAJ		41		46		42	100%

Graf 6: Grafični prikaz odgovorov na 6. vprašanje ankete

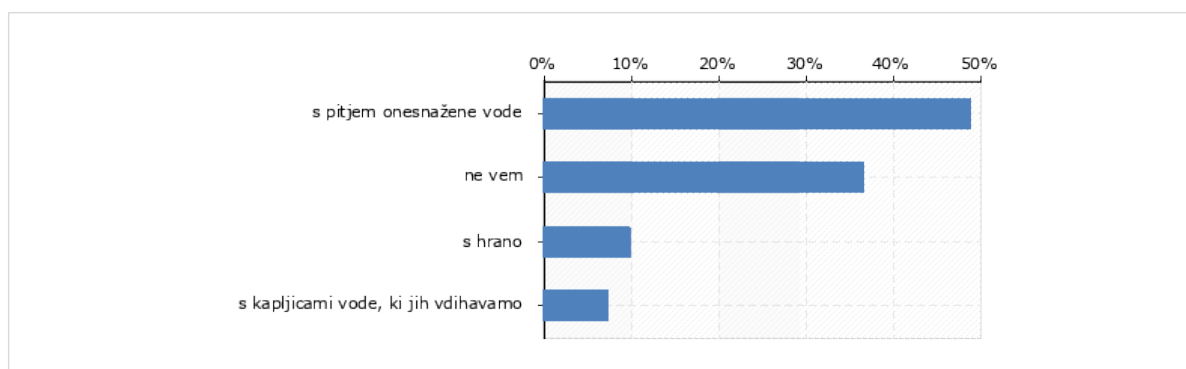


Le 32 % vprašanih se strinja, da so pljuča tisti organ, ki jih prizadene okužba z *Legionello*. 20 % vprašanih je menilo, da so to ledvice, 17 %, da je to želodec in kar 34 % je takšnih, ki se niso opredelili, ker odgovora niso poznali.

Tabela 9: Tabelarni prikaz odgovorov na 7. vprašanje ankete

Na kakšen način se okužimo?							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
s kapljicami vode, ki jih vdihavamo	3	41	7%	46	7%	3	7%
s pitjem onesnažene vode	20	41	49%	46	43%	20	48%
s hrano	4	41	10%	46	9%	4	10%
ne vem	15	41	37%	46	33%	15	36%
SKUPAJ		41		46		42	100%

Graf 7: Grafični prikaz odgovorov na 7. vprašanje ankete

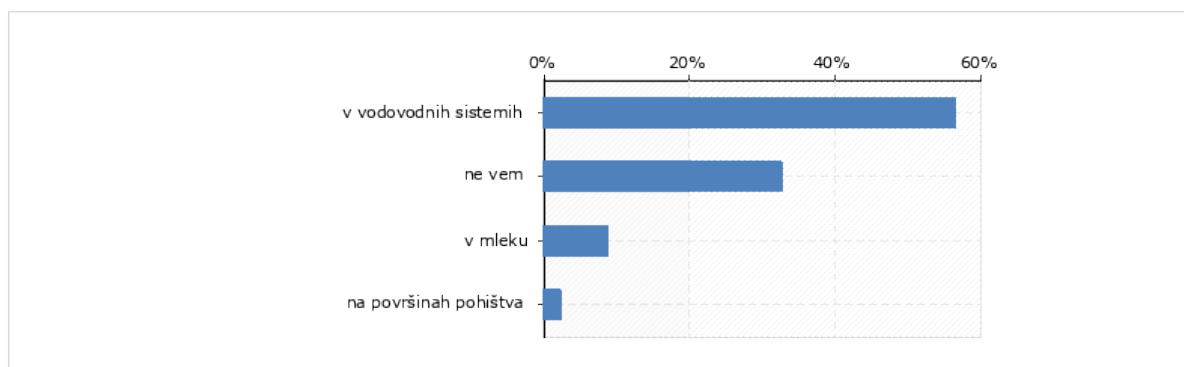


Skoraj polovica vprašanih (49 %) je menila, da se okužimo s pitjem onesnažene vode, kar ne drži. 10 % vprašanih je menilo, da se okužimo s hrano, kar prav tako ne drži. Le 7 % vprašanih je odgovorilo pravilno, da se okužimo s kapljicami vode, ki jih vdihavamo.

Tabela 10: Tabelarni prikaz odgovorov na 8. vprašanje ankete

Kje se Legionella običajno zadržuje?							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
na površinah pohištva	1	46	2%	46	2%	1	2%
v vodovodnih sistemih	26	46	57%	46	57%	26	57%
v mleku	4	46	9%	46	9%	4	9%
ne vem	15	46	33%	46	33%	15	33%
SKUPAJ		46		46		46	100%

Graf 8: Grafični prikaz odgovorov na 8. vprašanje ankete

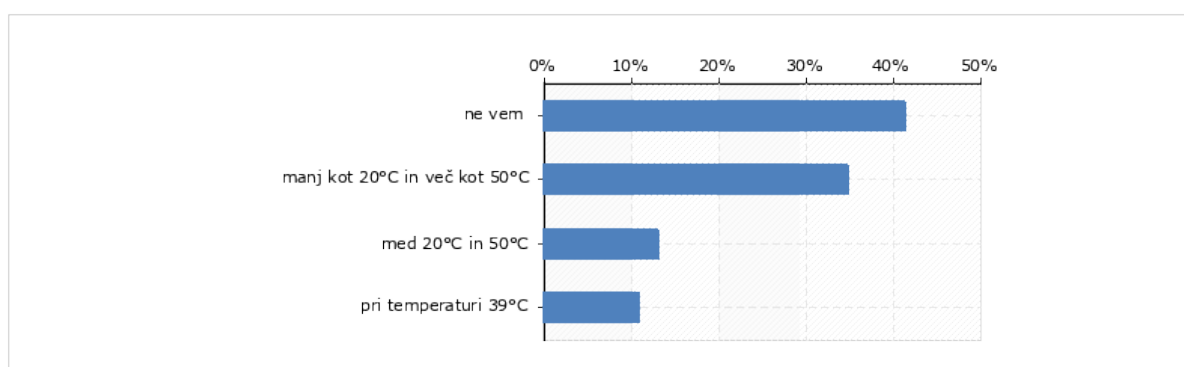


Več kot polovica vprašanih (57 %) je menila, da se *Legionella* običajno zadržuje v vodovodnih sistemih, kar drži. 2 % vprašanih je menilo, da na površinah pohištva in 9 %, da v mleku. Nič od slednjega ne drži. Kar 33 % vprašanih je na vprašanje odgovorilo z »ne vem«.

Tabela 11: Tabelarični prikaz odgovorov na 9. vprašanje ankete

Pri kateri temperaturi se <i>Legionella</i> ne razmnožuje oz. jo uničimo?							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
med 20°C in 50°C	6	46	13%	46	13%	6	13%
pri temperaturi 39°C	5	46	11%	46	11%	5	11%
manj kot 20°C in več kot 50°C	16	46	35%	46	35%	16	35%
ne vem	19	46	41%	46	41%	19	41%
SKUPAJ		46		46		46	100%

Graf 9: Grafični prikaz odgovorov na 9. vprašanje ankete

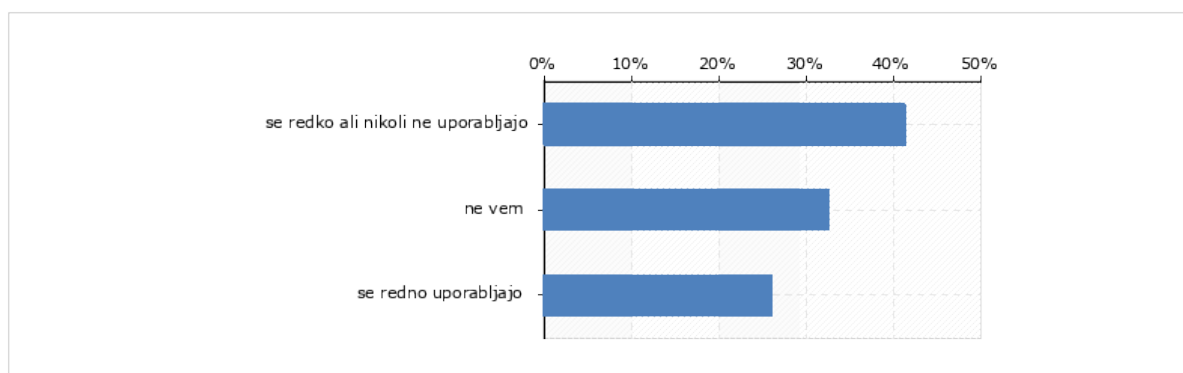


Samo 35 % vseh vprašanih je menila, da se pri temperaturi manj kot 20°C in več kot 50°C *Legionella* ne razmnožuje oz. jo uničimo, kar drži. Več kot polovica vprašanih (65 %) na vprašanje ni znala odgovoriti ali pa je odgovorila narobe.

Tabela 12: Tabelarni prikaz odgovorov na 10. vprašanje ankete

Večja verjetnost za pojav Legionelle je na izlivkah (tuših, pipah), ki ...							
	Enote		Navedbe		Ustrezni	Frekvence	%
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	% - Ustrezni			
se redko ali nikoli ne uporabljajo	19	46	41%	46	41%	19	41%
se redno uporabljajo	12	46	26%	46	26%	12	26%
ne vem	15	46	33%	46	33%	15	33%
SKUPAJ		46		46		46	100%

Graf 10: Grafični prikaz odgovorov na 10. vprašanje ankete

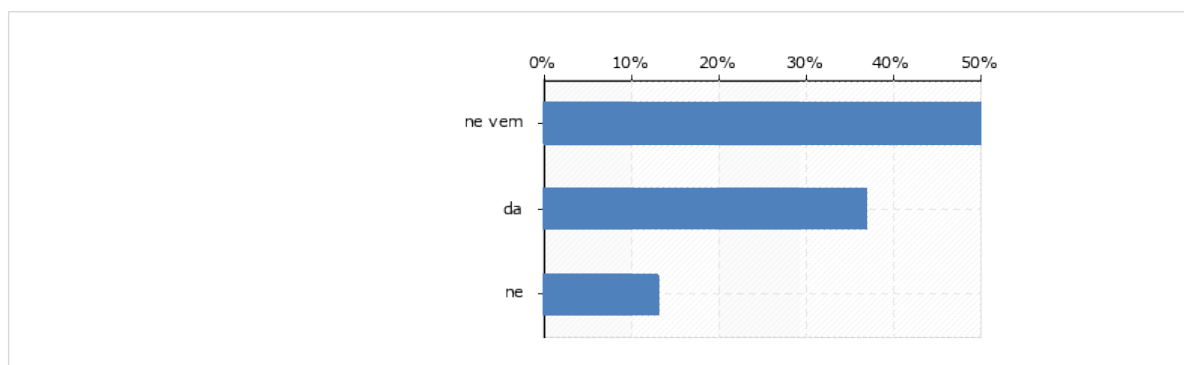


41 % vprašanih se je strinjala s trditvijo, da je večja verjetnost za pojav *Legionelle* na izlivnih mestih, ki se redko ali nikoli ne uporabljajo. Več kot polovica vprašanih (59 %) na vprašanje ni znala odgovoriti ali pa je odgovorila narobe.

Tabela 13: Tabelarni prikaz odgovorov na 11. vprašanje ankete

Ali se lahko okužba z Legionello konča s smrtnim izidom?							
	Enote		Navedbe		Ustrezni	Frekvence	%
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	% - Ustrezni			
da	17	46	37%	46	37%	17	37%
ne	6	46	13%	46	13%	6	13%
ne vem	23	46	50%	46	50%	23	50%
SKUPAJ		46		46		46	100%

Graf 11: Grafični prikaz odgovorov na 11. vprašanje ankete

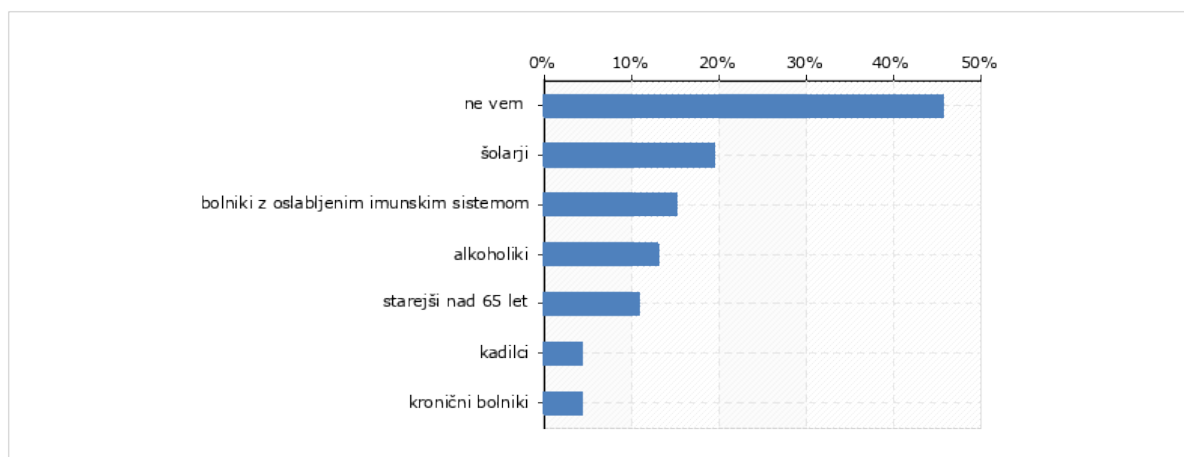


37 % vprašanih je menja, da se lahko okužba z *Legionello* konča s smrtnim izidom, kar drži. Preostalih 63 % na vprašanje ni znalo odgovoriti oz. je odgovorilo narobe.

Tabela 14: Tabelarni prikaz odgovorov na 12. vprašanje ankete

Katera skupina ljudi je najmanj dovzetna za okužbo z bakterijami rodu <i>Legionella</i> ?							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
starejši nad 65 let	5	46	11%	46	11%	5	10%
bolniki z oslajbljenim imunskim sistemom	7	46	15%	46	15%	7	13%
kadilci	2	46	4%	46	4%	2	4%
šolarji	9	46	20%	46	20%	9	17%
alkoholiki	6	46	13%	46	13%	6	12%
kronični bolniki	2	46	4%	46	4%	2	4%
ne vem	21	46	46%	46	46%	21	40%
SKUPAJ		46		46		52	100%

Graf 12: Grafični prikaz odgovorov na 12. vprašanje ankete



Na vprašanje, katera skupina ljudi je najmanj dovzetna za okužbo z bakterijami rodu *Legionella* je le 20 % vprašanih odgovorilo pravilno, da so to šolarji. Ostali so na vprašanje odgovorili narobe ali pa so odgovorili »ne vem«.

Tabela 15: Tabelarni prikaz odgovorov na 13. vprašanje ankete

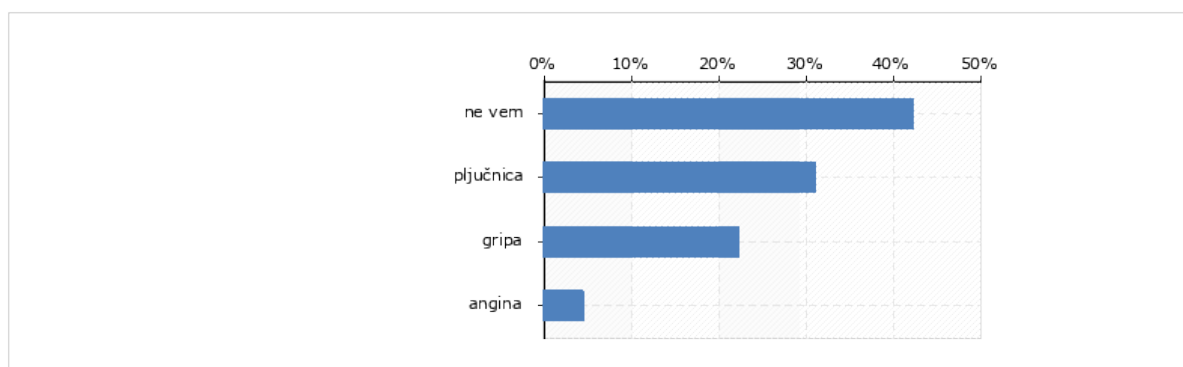
Legioneloza je bolezen, ki jo povzroča okužba z bakterijo ...				
Odgovori	Frekvenca	Odstotek	Veljavni	Kumulativa
legionella	12	26%	67%	67%
vode	1	2%	6%	72%
salmonela	1	2%	6%	78%
bacterius frcus	1	2%	6%	83%
otroka	1	2%	6%	89%
leginella	1	2%	6%	94%
banane	1	2%	6%	100%
Skupaj	18	39%	100%	

Da je legioneloza bolezen, ki jo povzroča okužba z bakterijo *Legionello*, je bilo mnenja le 28 % vprašanih. Ostali so odgovorili narobe ali pa sploh niso odgovorili.

Tabela 16: Tabelarni prikaz odgovorov na 14. vprašanje ankete

Legionarska bolezen (bolezen, ki jo povzroča Legionella) poteka kot ...							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
gripa	10	45	22%	46	22%	10	22%
pljučnica	14	45	31%	46	30%	14	31%
angina	2	45	4%	46	4%	2	4%
ne vem	19	45	42%	46	41%	19	42%
SKUPAJ		45		46		45	100%

Graf 13: Grafični prikaz odgovorov na 14. vprašanje ankete

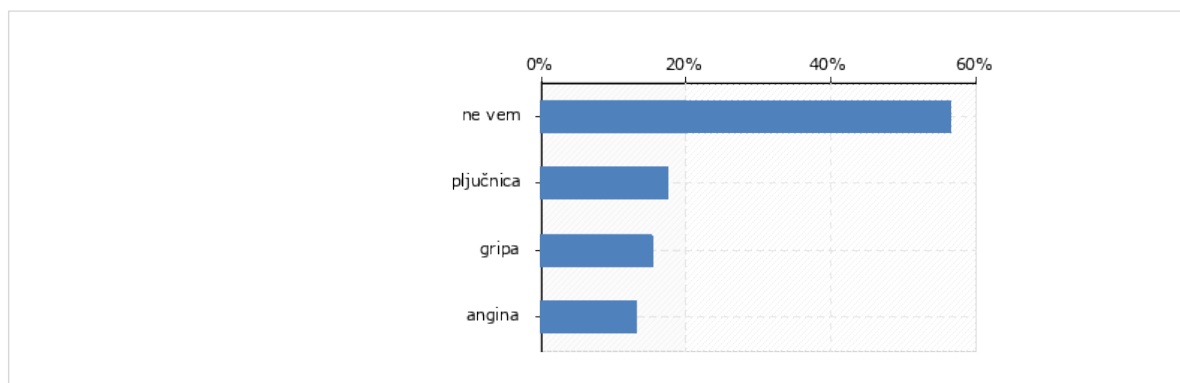


»Legionarska bolezen poteka kot pljučnica« je trditev s katero se je strinjalo le 31 % vprašanih. 22 % vprašanih je menilo, da poteka kot gripa, 4 %, da poteka kot angina, skoraj polovica vprašanih (42 %) pa se ni opredelila.

Tabela 17: Tabelarni prikaz odgovorov na 15. vprašanje ankete

Pontiaška vročica (bolezen, ki jo povzroča Legionella) poteka kot ...							
	Enote	Navedbe					
	Frekvence	Veljavni	% - Veljavni	Ustrezni	% - Ustrezni	Frekvence	%
gripa	7	46	15%	46	15%	7	15%
pljučnica	8	46	17%	46	17%	8	17%
angina	6	46	13%	46	13%	6	13%
ne vem	26	46	57%	46	57%	26	55%
SKUPAJ		46		46		47	100%

Graf 14: Grafični prikaz odgovorov na 15. vprašanje ankete



Več kot polovica vprašanih je na vprašanje v kakšni obliki poteka Pontiaška vročica odgovorilo z »ne vem«. 15 % vprašanih je vedelo, da poteka kot gripa. Preostali (30 %) pa so menili, da poteka kot angina ali pljučnica.

4.2 Rezultati odvzetih vzorcev pitne vode pred namestitvijo antibakterijskega elementa

Tabela 18: Rezultati mikrobioloških analiz iz dne, 23. 10. 2019

Odvzemno mesto	Naziv parametra	Enota	Kriterij	Rezultat
				Datum meritve (dd.mm.ll)
				23/10/2019
OŠ – športni kabinet – izlivka tuš – hladni vod	<i>Legionella spp.</i>	CFU/100 mL	100	0
OŠ – športni kabinet – izlivka tuš – topli vod				<1000

Kriterij je povzet po priporočilih Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ, 2018).

Iz rezultatov laboratorijskih analiz sva ugotovili, da v vzorcu hladne vode ni bilo najdenih bakterij rodu *Legionella spp.* dne, 23. 10. 2020. Medtem ko so v vzorcu tople vode bile najdene bakterije *Legionella spp.*, in sicer je bilo najdenih <1000 CFU/ 100 ml, kar je kot priporočena mejna vrednost, določena v priporočilih Nacionalnega inštituta za javno zdravje, to je 100 CFU/100ml (NIJZ, 2018).

4.3 Antibakterijski element LEGI BAKRENKA



Slika 33: Namestitev izdelane LEGI BAKRENKE v prozorno cev tuša



Slika 34: LEGI BAKRENKA v prozorni cevi tuša



Slika 35: Prozorna cev tuša z LEGI BAKRENKO nameščena na kontrolno izlivko – tuš

4.4 Rezultati spremljanja porabe pitne vode in temperature vode na izbrani kontrolni izlivki

Tabela 19: Rezultati spremljanja porabe pitne vode in temperature vode

Datum	Ime izlivnega mesta	Odčitana vrednost pretoka vode	Izmerjena temperatura hladne vode	Izmerejna temperatura tople vode	Zastajanje vode (DA /NE)
23. 10. 2019	Izlivka tuš v športnem kabinetu OŠ	4,5 litre	12,9 °C	56,1 °C	DA
30. 10. 2019		11 litrov	13,1 °C	51,4 °C	DA
6. 11. 2019		2 litra	12,8 °C	49,1 °C	DA
13. 11. 2019		1,1 litra	13 °C	48,1 °C	DA
21.11.2019		2,2 litra	12,1 °C	48,5 °C	DA
28. 11. 2019		2 litra	11,7 °C	45,6 °C	DA
5. 12. 2019		1 liter	12 °C	50,1 °C	DA
12. 12. 2019		4 litre	13,7 °C	44,9 °C	DA
20. 12. 2019		2,1 litra	14 °C	44,9 °C	DA
16. 1. 2020		5 litrov	13,6 °C	45,9 °C	DA
23. 1. 2020		3,4 litre	13,2 °C	45,7 °C	DA
6. 2. 2020		10 litrov	13,7 °C	45,7 °C	DA
Povprečje:		4, 03 litra	12,98 °C	48 °C	DA

Iz rezultatov pretoka pitne vode na kontrolni izlivki – tuš, v športnem kabinetu OŠ, je razvidno, da je bila povprečna tedenska poraba vode na kontrolni izlivki – tuš okoli 4 litre (Preglednica 4).

Iz rezultatov meritev temperature hladne in tople pitne vode na kontrolni izlivki – tuš, v športnem kabinetu OŠ, je razvidno, da je bila povprečna izmerjena temperatura hladne vode na kontrolni izlivki – tuš okoli 13°C, po dveh minutah točenja, in temperatura tople vode, 48 °C, po 1 minuti točenja (Preglednica 4).

Iz rezultatov vizualne ocene zastajanja vode v prozorni cevi smo ugotovili, da je voda zastajala v prozorni cevi ves čas oz. ob vsakem pregledu (Preglednica 4 in Slika 36).



Slika 36: Zastajanje vode v prozorni cevi kontrolne izlivke – tuš

4.5 Rezultati odvzetih vzorcev pitne vode po delovanju antibakterijskega elementa

Tabela 20: Rezultati mikrobioloških analiz iz dne, 6. 2. 2020

Odvzemno mesto	Naziv parametra	Enota	Kriterij	Rezultat
				Datum meritve (dd.mm.ll)
				6/2/2020
OŠ – športni kabinet – izlivka tuš – hladni vod	<i>Legionella spp.</i>	CFU/100 mL	100	0
OŠ – športni kabinet – izlivka tuš – topli vod				0

Kriterij je povzet po priporočilih Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ, 2018).

Iz rezultatov laboratorijskih analiz sva ugotovili, da v obeh odvzetih vzorcih pitne vode dne, 6. 2. 2020, ni bilo najdenih bakterij rodu *Legionella spp.*, kar je v skladu s priporočili Nacionalnega inštituta za javno zdravje.

5 RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Skladno z rezultati in ugotovitvami raziskovalne naloge potrjujeva vse tri hipoteze, ki sva jih postavili na začetku raziskovalne naloge, in sicer:

1. Učenci in učitelji smo izpostavljeni bakterijam rodu *Legionella*.

Hipotezo 1 potrjujeva, ker so bile v odvzetem kontrolnem vzorcu tople pitne vode, najdene visoke koncentracije bakterije rodu *Legionella*.

2. Učenci in zaposleni niso ozaveščeni o problematiki legioneloz.

Hipotezo 2 potrjujeva, ker je na vprašanja anketnega vprašalnika, več kot polovica vprašanih učencev in učiteljev odgovorila narobe ali pa je odgovorila z »ne vem«.

3. Antibakterijski element LEGI BAKRENKA je učinkovit pripomoček za zaviranje rasti bakterij rodu *Legionella*.

Hipotezo 3 potrjujeva, ker v odvzetih vzorcih hladne in tople vode po vzpostavitvi pilotne proge na kontrolni izlivki ni bilo najdenih bakterij rodu *Legionella*. Kljub temu, da so na isti izlivki predhodno že bile najdene bakterije rodu *Legionella* in da sva ugotovili, da se izlivka redko ali nikoli ne uporablja, da voda v cevi tuša zastaja in da temperatura tople vode ne dosega priporočene mejne vrednosti, to je vsaj 50 °C po 1 minuti točenja.

Kot predmet dodatnega preučevanja predlagava daljši čas spremljanja dejavnikov tveganja na internem vodovodnem omrežju osnovne šole in vzpostavitev več pilotnih prog na kontrolnih izlivkah, v različnih nadstropjih. Prav tako predlagava odvzem vzorcev pitne vode na različnih kontrolnih mestih internega vodovodnega omrežja in ne le na enem.

Ozaveščanje učencev in učiteljev se nama zdi pomembno, istočasno pa meniva, da je pomembnejše, da se iz tega področja izobražujejo in usposablajo odgovorne osebe za varnost pitne vode na osnovni šoli, kot so npr. ravnateljica, vzdrževalci in čistilno osebje. Slednji so namreč ključne osebe, ki lahko poskrbijo, da v pitni vodi osnovne šole, ki jo obiskujeva, ne bo bakterij rodu *Legionella*. Predlagava pripravo Načrta preprečevanja legioneloz, ki vključuje seznam preventivnih ukrepov s katerimi se preprečuje oz. obvladuje dejavnike tveganja za pojav bakterij rodu *Legionella* v internem vodovodnem omrežju objekta.

6 LITERATURA

- Ika. EnKlik Anketa: <https://www.1ka.si>, dostop 10. 2. 2020
- A. Gošnjak, N. Jakovljevič. Onesnaženje voda. Raziskovalna naloga. Mestna občina Celje. Komisija Mladi za Celje. Celje. 2013: <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201303624.pdf>, dostop: 10. 2. 2020
- Aritmetična sredina: <https://eucbeniki.sio.si/vega1/65/index3.html>, dostop: 10. 2. 2020
- ATECA the dutch water expert: <https://ateca.nl/sl/2018/10/01/baker-antibakterijski-mikroelement/>, dostop: 28. 11. 2019
- Baker: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Baker>, dostop: 28. 11. 2019
- Definicije pojmov, ki se nanašajo na pitno vodo: <http://voda.svoboda.si/gradivo/definicije/>, dostop 6. 11. 2019
- European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation of Infections Caused by Legionella species, European Technical Guidelines. European Centre for Disease prevention and Control (ECDC). 2017.
- J. Orehov. J. Kumar. Kakšno vodo pijemo. Raziskovalna naloga. Mestna občina Celje. Komisija Mladi za Celje. Celje. 2019: <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201902789.pdf>, dostop 10. 2. 2020
- Kratka zgodovina srebra : <http://www.925srebrnina.com/o-srebru.html>, dostop 28. 11. 2019
- Merilnik pretoka: <https://www.vodnaagencija.org/merilnik-pretoka-2/>, dostop 21. 11. 2019
- Nevarna voda: kateri vodovodi ogrožajo zdravje ljudi in zakaj: <https://podcrto.si/nevarna-voda-kateri-vodovodi-ogrozajo-zdravje-ljudi-in-zakaj/>, dostop 7. 12. 2019
- O posameznih parametrih na kratko: <https://www.nijz.si/sl/o-posameznih-parametrih-na-kratko>, dostop 7. 12. 2019
- Obvladovanje bakterij rodu Legionella: <https://www.sanitarci.si/obvladovanje-bakterij-rodu-legionella/>, dostop: 11. 12. 2019
- Opis mikrobioloških elementov, ki jih najdemo v pitni vodi: <https://www.kraski-vodovod.si/?stran=voda-mikrobioloski-parametri>, dostop 7. 12. 2019
- Pitna voda: <https://www.nijz.si/sl/pitna-voda>, dostop 7. 12. 2019

- Pitna voda: <https://www.nijz.si/sl/podrocja-dela/moje-okolje/pitna-voda>, dostop 7. 12. 2019
- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17) 3. člen.
- Priporočila za izdelavo načrta preprečevanja legioneloz :
https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/navodila_nacrt_legionele_190918.pdf, dostop 28. 11. 2019
- Priporočila za izdelavo načrta preprečevanja legioneloz, verzija 19. 9. 2019.
- S. Tajnikar. Holistični pristop k obvladovanju pojava bakterije *Legionella pneumophila* v pitni vodi v izbrani bolnišnici skozi prizmo dialektične teorije sistemov. Magistrsko delo. Maribor. 2019.
- Srebro: https://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Silver_crystal.jpg, dostop: 28. 11. 2019
- Vreme. Lokacija: Celje, občina Celje: <http://vreme.space.si/?locationId=19854> , dostop 23. 10. 2019 in 7. 2. 2020

7 PRILOGE

7.1 Izjava

IZJAVA*

Mentorica Breda Krajnc v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom

LEGI BAKRENKA – ANTIBAKTERIJSKI ELEMENT ZA UČINKOVITO ZAŠČITO PRED LEGIONELOZO

katere avtorici sta Kaja Rojc in Eva Cvibošek:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 2. 3. 2020

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe