



Gimnazija Jožeta Plečnika Ljubljana

Raziskovalna naloga

Ali je voda v Drtijiščici onesnažena?

Področje: Ekologija

Avtor: Kaja Žučko

Moravče, januar 2020

Mentor: Helena Kregar, profesorica kemije

Somentor: dr. Rajko Slapnik, univ. dipl. biol.

Naslov naloge: **Ali je voda v Drtijiščici onesnažena?**

Vrsta naloge: **Raziskovalna naloga**

Področje: **Ekologija**

Avtor naloge: **Kaja Žučko**

Razred: **3. C**

Mentor: **Helena Kregar, profesorica kemije**

Somentor: **dr. Rajko Slapnik, univ. dipl. biol.**

Šola: **Gimnazija Jožeta Plečnika Ljubljana**

Kraj in leto izdelave: **Ljubljana, 2020**

Vsebina

POVZETEK	6
1 UVOD	7
1.1 Raziskovalni problem	7
1.2 Namen in cilj raziskave	8
1.3 Hipoteze.....	8
2 TEORETIČNA IZHODIŠČA	9
2.2 Geološka podlaga Moravske doline.....	9
2.3 Vode v Moravški dolini	10
2.4 Kaj onesnažuje vodo?	12
2.5 Drtiščica in njeni pritoki	13
3 RAZISKOVALNE METODE	15
3.2 Parametri onesnaženja	15
3.3 METODE DELA	18
3.3.1 Instrumenti in meritve	18
4 EMPIRIČNI DEL	20
4.2 Mesta vzorčenja	20
4.2.1 Lokacije vzorcev	21
4.3 REZULTATI ANALIZ	39
4.3.1 Preglednica rezultatov	39
4.3.2 GRAFIČNI PRIKAZI REZULTATOV	46
5 INTERPRETACIJA REZULTATOV	50
5.2 Kemijske analize.....	50
5.3 Interpretacija vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov.....	50
6 RAZPRAVA	53
7 ZAKLJUČEK	54
8 LITERATURA	55
9 PRILOGE.....	56

Priloga A: Zgodovina podjetja Termit

Priloga B: LIM - Ljudska iniciativa

Moravče

Priloga C: Poročilo vzorčenja in kemijske analize sanacijskega materiala, površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa Drtija, kjer deluje podjetje Termit d. d.

Priloga D: Popisni list meritev

KAZALO SLIK

<i>Slika 1:</i> Panorama Moravč	9
<i>Slika 2:</i> Digitalna slika reliefa Moravške doline	10
<i>Slika 3:</i> Zemljepisna slika vodovja Moravške doline	11
<i>Slika 4:</i> Prikaz dolžine stalnih in občasnih vodotokov.....	13
<i>Slika 5:</i> Risba Roterjevega mlina	14
<i>Slika 6:</i> Drtiščica pri vasi Serjuče	14
<i>Slika 7:</i> Instrument STAR A 3295	18
<i>Slika 8:</i> Instrument TLC 1598.....	19
<i>Slika 9:</i> Zemljevid vzorčnih mest.....	20
<i>Slika 10:</i> Izvir Kandrše.....	21
<i>Slika 11:</i> Kandrška cerkev nad travnikom	21
<i>Slika 12:</i> Drugi izvir Drtiščice	22
<i>Slika 13:</i> Vzetje vzorca pri drugem izviru Drtiščice	22
<i>Slika 14:</i> Pogled na travnik, kjer se nahaja izvir Križate	23
<i>Slika 15:</i> Izvir Križate	23
<i>Slika 16:</i> Izvir pri razcepu za Goro pri Pečah	24
<i>Slika 17:</i> Organizmi v izviru pri razcepu za Goro pri Pečah.....	25
<i>Slika 18:</i> Tok Drtiščice pri razcepu za Goro pri Pečah	25
<i>Slika 19:</i> Izvir pri Črpališču Mrklovec.....	26
<i>Slika 20:</i> Tok Drtiščice pod Hlevam	27
<i>Slika 21:</i> Pritok v Drtiščico pod Hlevam	28
<i>Slika 22:</i> Izvir pod Polsnikom, Ples	29
<i>Slika 23:</i> Organizmi na kamnu iz izvira.....	29
<i>Slika 24:</i> Tok Mošenišnice	30
<i>Slika 25:</i> Tok Drtiščice, Dobrava.....	31
<i>Slika 26:</i> Vzetje vzorca, tok Drtiščice, Dobrava	31
<i>Slika 27:</i> Pogled na Belnek nad izlitjem potoka iz Osoletove jame.....	32
<i>Slika 28:</i> Drtiščica v Drtiji	33
<i>Slika 29:</i> Izlitje Stražce v Drtiščico	34
<i>Slika 30:</i> Vzetje vzorca z izlitja Stražce v Drtiščico	34
<i>Slika 31:</i> Pot proti izviru Stražce.....	35
<i>Slika 32:</i> Izvir Stražce	35
<i>Slika 33:</i> Drtiščica pri Serjučah.....	36
<i>Slika 34:</i> Drtiščica pri Serjučah.....	36
<i>Slika 35:</i> Drtiščica, Vinje	37
<i>Slika 36:</i> Vinje nad Drtiščico	37
<i>Slika 37:</i> Travniki, ki vodi do potoka pod deponijo	38
<i>Slika 38:</i> Vzetje vzorca v potoku pod deponijo	38
<i>Slika 39:</i> Grafični prikaz temperature vode	46
<i>Slika 40:</i> Grafični prikaz pH	47
<i>Slika 41:</i> Grafični prikaz prevodnosti	47
<i>Slika 42:</i> Grafični prikaz RDO.....	48
<i>Slika 43:</i> Grafični prikaz TDS.....	48
<i>Slika 44:</i> Grafični prikaz ORP-redoks potencial.....	49
<i>Slika 45:</i> Grafični prikaz napetosti	49

<i>Slika 46: Del obrata Peskokopi v Drtiji leta 1978.....</i>	<i>58</i>
<i>Slika 47: Logotip Ljudske iniciative Moravče</i>	<i>59</i>
<i>Slika 48: Satelitski posnetek mest opravljenih analiz na opuščenem peskokopu Drtija (slika iz poročila: Vzorčenje in kemijske analize materiala, površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa Drtija)</i>	<i>60</i>

KAZALO PREGLEDNIC

<i>Preglednica 1: Preglednica temperature vode, zraka in TDS na temperaturo vode z napravo TLC 1598</i>	<i>39</i>
<i>Preglednica 2: Preglednica meritev z napravo STAR A 3295.</i>	<i>40</i>
<i>Preglednica 3: Preglednica vzorčnih mest izvirov</i>	<i>41</i>
<i>Preglednica 4: Preglednica vzorčnih mest v toku Drtjščice</i>	<i>42</i>
<i>Preglednica 5: Preglednica vzorčnih mest potokov.....</i>	<i>43</i>
<i>Preglednica 6: Preglednica vzorčnih mest pred deponijo.....</i>	<i>44</i>
<i>Preglednica 7: Preglednica vzorčnih mest po deponiji.....</i>	<i>45</i>

POVZETEK

V raziskovalni nalogi je bil naš namen raziskati kakovost izvirskih in površinskih vod na območju Moravske doline, za katero smo se odločili zaradi problematike onesnaženja, ki so jo strogo obsodile ljudske iniciative in občinske oblasti. Odločili smo se raziskati kakovost površinskih vod, in sicer Drtijiščice, ki je glavna žila Moravske doline. V raziskavi, ki smo jo opravili, smo si zastavili tri ključna vprašanja, s katerimi smo hoteli ugotoviti, ali so pritoki Drtijiščice čisti oziroma ali so pred deponijo izviri in tok Drtijiščice bolj čisti kot po deponiji. S pridobljenimi rezultati smo hoteli ugotoviti, kako se onesnaženost Drtijiščice izraža v onesnaženosti moravske doline. Za izvedbo naloge smo uporabili metodo, kjer smo s pomočjo komparacije, z opiranjem na tujo literaturo, pridobivanjem in obdelovanjem primarnih podatkov ugotovili, da ni bilo bistvenega odstopanja med pritoki ter tokom Drtijiščice, vendar pa so bile opazne razlike med vzorčnimi mesti pred deponijo in po deponiji. Kljub temu pa priporočamo vsem raziskovalnim ustanovam in posameznikom, ki delujejo na tem področju, da temeljito raziščejo okolico vzorčnih mest ter preostale dejavnike, ki vplivajo na onesnaženje okolja.

KLJUČNE BESEDE: izvirske in površinske vode, Drtijiščica, onesnaženje.

1 UVOD

Z raziskovalno nalogo smo želeli ugotoviti onesnaženost vode, ki teče skozi Moravško dolino. V zadnjih letih je bilo veliko govoric in obtoževanja podjetja Termit za onesnaževanje okolja z odlaganjem odpadkov. Zaradi tega je bila naša pozornost usmerjena v odkrivanje posledic snovi, ki onesnažujejo vode, ter v to, kako se slednje odraža v vodi po toku oddaljenosti od izvira Drtijiščice. Za odkrivanje težkih kovin se nismo odločili, saj je že analiza, ki jo je naročila moravska občina, pokazala odstopanja oziroma prekomerno količino težkih kovin v vodi. Analize, ki smo jih izvedli, pa lahko nekaj povedo o kakovosti površinske in pitne vode glede na pravilnik.

1.1 Raziskovalni problem

Naša odločitev, da bomo pozornost usmerili samo v reko Drtijiščico in njene pritoke ter ne na vse vodotoke Moravč, je bila posledica radovednosti, ki so nam jo vzbudili mediji in razne objave iz društva LIM- Ljudska iniciativa Moravče. Njihovo letno objavljane slik z deponije in njihova zaskrbljenost zaradi čistoče Moravske doline je v nas vzbudila zanimanje za tamkajšnje razmere površinskega vodovja. Drtijiščica je od vseh rek, ki tečejo skozi Moravško dolino, neposredno v bližini tovarne Termit in njene deponije odpadkov. Želeli smo se prepričati, ali njihovo delovanje vpliva na onesnaženje doline. Z našo raziskavo skušamo dokazati onesnaženost Drtijiščice oziroma opazno razliko med kakovostjo vode od izvirov in potokov, ki se izlivajo vanjo, ter tokom Drtijiščice.

1.2 Namen in cilj raziskave

Z določanjem kakovosti vode želimo ugotoviti, ali imajo občani razlog za skrb ali ne. Rezultati analiz bodo v primeru odkritja, da je voda res onesnažena, pripomogli k osveščanju ljudi, ki naj bi skrbeli za njeno čistočo, ter k njihovem ukrepanju za izboljšanje le-te. Že vrednosti neustreznega pH v vodi lahko kmetovalce na območju ob reki ozaveščajo o pozorni uporabi fitofarmaceutskih sredstev in drugih snovi za boljše kmetovanje.

Onesnaženost vode smo merili po toku Drtjščice od njenega izvira v Kandršah do njenega izlita v Gradiško jezero. Na lokacijah vzorčenja smo merili njene fizikalne lastnosti, kot so temperatura vode in temperatura zraka ter količina popolnoma raztopljenih delcev v vodi. Z instrumentom STAR A 3295 smo se lotili analiz za določanje kakovosti vode, kot so prevodnost, napetost, koncentracija kisika in nasičenost vode s kisikom, redoks potencial vode, pH ter vzporedno še popolnoma raztopljene delce v vodi - TDS.

Vzorci smo analizirali le enkrat, kar sicer ne zadostuje, da bi dokončno določili vire ali povzročitelje onesnaževanja, saj bi bile za to potrebne nadaljnje raziskave in analize. Kljub temu smo z rezultati poskušali najti odgovore na tri vprašanja:

1. Ali so pritoki Drtjščice čisti?
2. Ali so izviri in tok Drtjščice pred deponijo bolj čisti kot izviri in tok po deponiji?
3. Ali se onesnaženje Moravske doline odraža v onesnaženosti Drtjščice?

Poleg cilja, ki smo si ga zastavili o določanju onesnaženosti vode, pa se nam je zdelo pomembno tudi sporočiti ljudem oziroma jih ozavestiti o tem, kako lahko sami poskrbijo za čisto okolje in zemljo, saj smo odgovorni zanj in moramo poskrbeti za njeno neoporečnost. Namesto tega pa danes vse bolj drži pregovor: *»Žalostno je pomisliti, da narava govori in da človeški rod ne posluša.«* (Victor Hugo)

1.3 Hipoteze

Na začetku dela smo določili tri hipoteze, ki so vodile celotno raziskovalno nalogo:

- a) HIPOTEZA 1: Pritoki Drtjščice so čisti.
- b) HIPOTEZA 2: Izviri in tok Drtjščice so pred deponijo bolj čisti kot izviri in tok po deponiji.
- c) HIPOTEZA 3: Onesnaženje Moravske doline se izraža v onesnaženosti Drtjščice.

Nobene od teh hipotez še niso potrdili strokovnjaki, ki so opravili analizo voda. Predpostavljamo, da smo z meritvami pridobili zadostno količino podatkov za svoje raziskovanje, na podlagi katerih smo lahko potrdili ali ovrgli zastavljene hipoteze. Zato so bile to dokaj primerne smernice za naše delo. Hipoteza 1 predstavlja najpomembnejše in obenem najbolj pereče vprašanje. Pred začetkom dela smo imeli le ustne vire iz medijev glede vprašanja čistosti voda v Moravski dolini. Potrditev ali zavrnitev te hipoteze bo oblikovala to raziskovalno nalogo, medtem ko je Hipoteza 2 odvisna od potrditve ali zavrnitve Hipoteze 1.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

2.2 Geološka podlaga Moravške doline

Tla Moravške doline niso enotna, so sestavljena iz mnogih različnih kamnin, ki so nastajale v različnih geoloških obdobjih; najstarejše štejejo 230 do 250 milijonov let. O različnosti geološke sestave se lahko prepričamo povsod tam, kjer je površje dovolj razgaljeno, tj. kjer ni preperine: na strmih pobočjih, kraških vzpetinah, številnih kamnolomih in peskokopih, kolovozih idr. Sliko geološke zgradbe pa nam pomembno dopolnijo globinska vrtanja. Zaradi iskanja rudnin premoga in kremenčevega peska je zlasti okolica Moravč raziskana s številnimi vrtinami. Na severnem in južnem obrobju se kažejo trše plasti, ki jih predstavlja svetlo siv apnenec, redkeje dolomit, pretežno iz zgodnje triadne starosti pred približno 180 milijoni let. Tam so številni pojavi značilni za kraški svet (jame, vrtače, razpoke idr.). Zaradi teh pojavov in apnenca, ki pokriva večino moravških tal, Moravško dolino imenujemo moravški osamljeni kras (Stražar, 1979, str. 22-33).



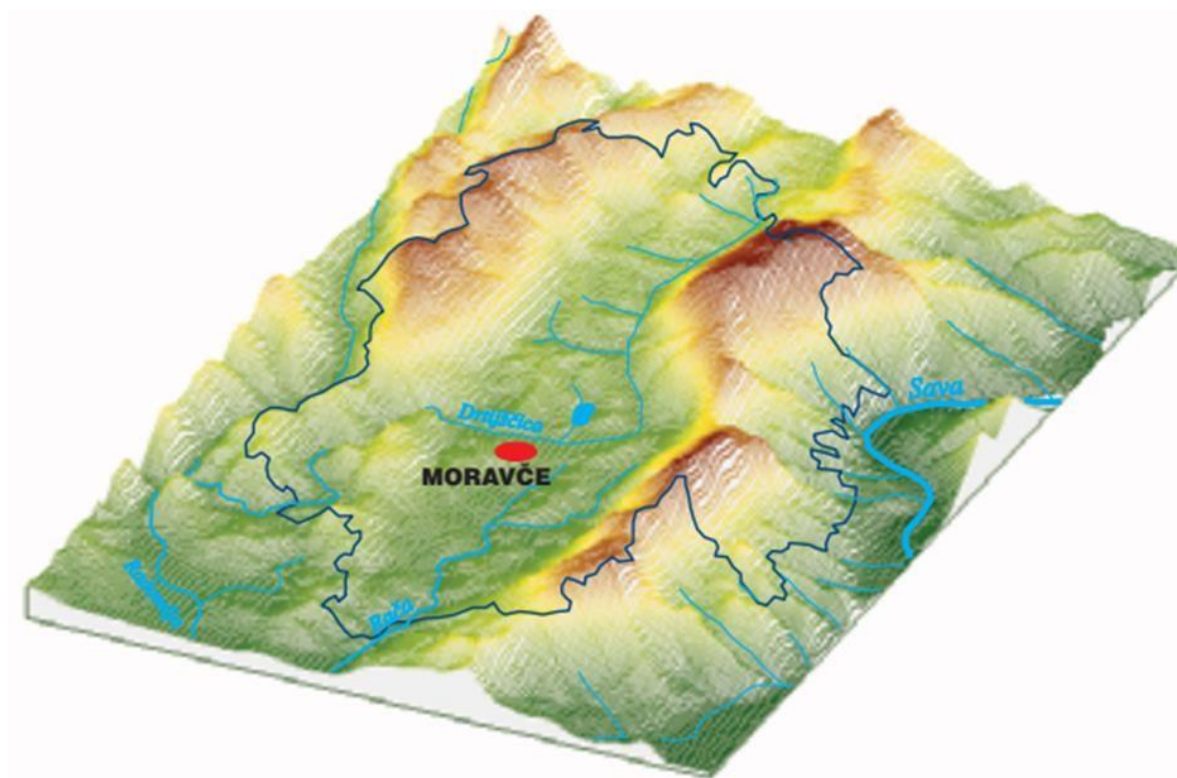
Slika 1: Panorama Moravč

Vir: Wikipedija, b.l.

Glavne poteze in njene naravne meje so Moravški dolini začrtale tektonske sile, ki so pred 25 do 30 milijoni let dvignile posavske gube. Nastali sta dve slemenici: litijska antiklinala na jugu in trojanska na severu, svet med njima pa se je upognil. Nastali sta dve sinklinali: motniška in laška, ki se nadaljujeta in končata v Moravški dolini. Znanstveniki so tudi ugotovili, da je bila Moravska dolina v svoji zgodovini večkrat pod morsko gladino, kar dokazujejo razni fosili (Stražar, 1979, str. 22-33).

2.3 Vode v Moravški dolini

Moravska občina pripada v celoti porečju Save. Hidrografska mreža obsega 45,5 km stalnih in 24,4 km občasni vodni tokovi. Njihova gostota (1139 m na km^2) je zaradi precejšnjega deleža kraškega površja nekoliko manjša od slovenskega povprečja (1330 m na km^2). Vodno omrežje ni razvito enakomerno. Površinski vodni tokovi so v glavnem prisotni le na terciarnih usedlinah v podolju in na paleozojskih kamninah v Podgorju Ciclja in Slivne, torej na območjih, zgrajenih iz vododržnih kamnin. Na kraškem površju so površinske vode prisotne le izjemoma. Podrobneje ločimo štiri hidrografske enote. Največja pripada rečju Drtijaščice, meri 31 km^2 ter vključuje 25,5 km stalnih in 13,6 km občasni vodni tokovi. Njihova gostota je 1255 m na km^2 , pri tem pa niso upoštevani drenažni jarki na poplavni ravnici med Drtijo in Sotesko, ki skupno merijo okoli 6 km. Hidrografska enota porečja Rače meri $18,7 \text{ km}^2$, stalni vodni tokovi so 11 km, občasni 4,7 km. Zaradi velikega deleža kraškega površja je gostota precej pod povprečjem (840 m na km^2). Vodotoki, ki neposredno odteka v Savo, pripadajo $9,1 \text{ km}^2$ veliki hidrografski enoti. Ta obsega 9 km stalnih in 4,6 km občasni potokovi z gostoto 1498 m na km^2 . Najmanjša hidrografska enota vključuje 1,5 km občasni vodotokovi, ki neposredno odteka v Radomljo. Njihova gostota je vsega 612 m na km^2 (Stražar, 1979, str. 40, 41).

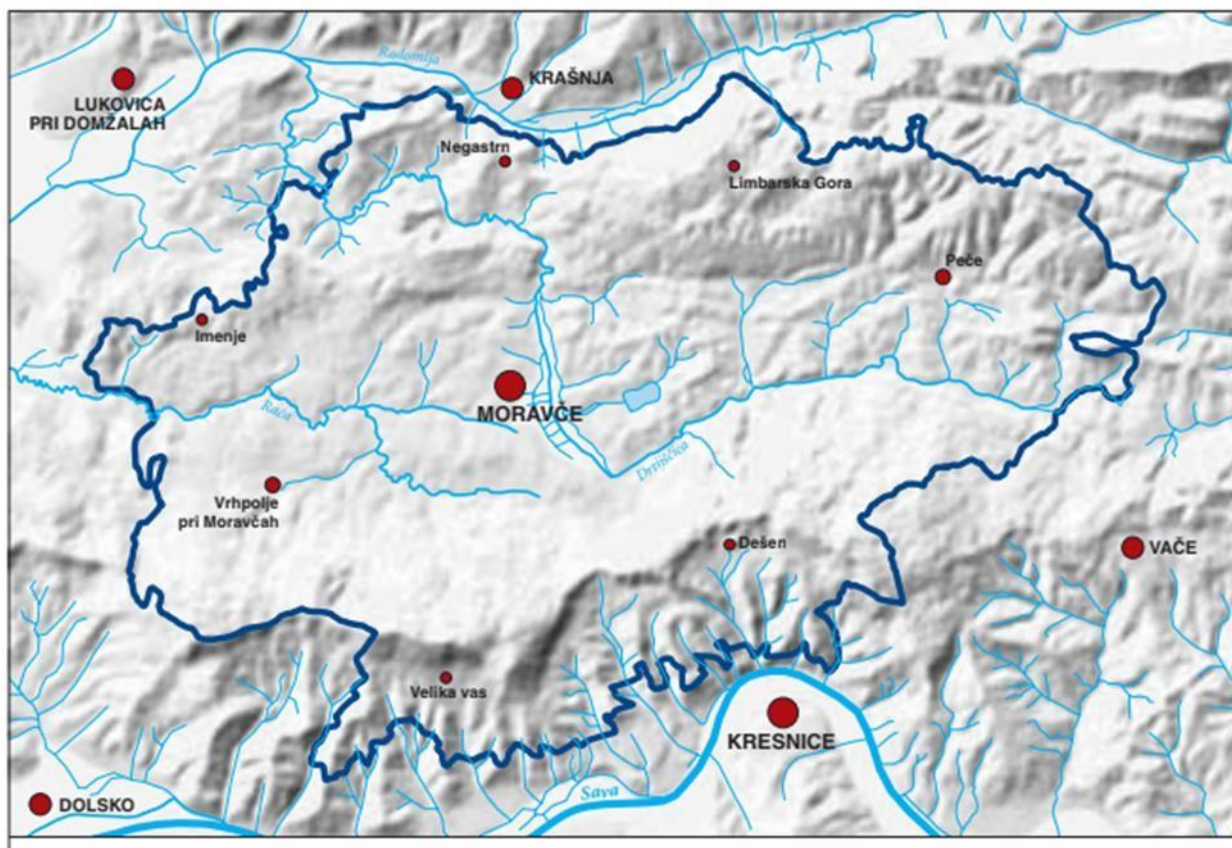


Slika 2: Digitalna slika reliefa Moravske doline

Vir: Topole, 2003, str. 14.

Drtijaščica se ob svojem toku zaganja proti jugu in teče ob vznožju severnega posavskega grebena. Vanjo večinoma priteka voda iz kraškega območja, kar jim daje značaj nižinskih potokov. Padavine, ki pronikajo skozi kraški teren pod površje, kasneje dosežejo strugo kot tiste, ki odteka na površju. Površinske vode z nepropustnih kvartarnih naplavinjskih plasti iz Moravske doline že odteka po strugah Rače in Drtijaščice, preden se jima pridruži kraške

vode. Vse to ugodno vpliva na trajnejšo vodno gladino zlasti ob neurjih ter preprečuje hujše poplave (Stražar, 1979, str. 40).



Slika 3: Zemljepisna slika vodovja Moravške doline

Vir: Topole, 2003, str. 79.

2.4 Kaj onesnažuje vodo?

Vodo lahko onesnažujejo različni dejavniki. Med glavnimi so:

1. STRUPENE IN NEVARNE SNOVI

- pesticidi (sredstva, ki se v kmetijstvu uporabljajo za zaščito rastlin)
- detergenti (v vodo pritekajo iz kanalov komunalnih in industrijskih odplak)
- strupi (fluoridi, cianidi itd.)
- radioaktivne snovi
- ogljikovodiki (izpušni plini avtomobilov, ki vsebujejo nezgorele ogljikovodike; izlitje olj zaradi malomarnosti)
- kisline in baze (večje količine lahko pritekajo iz industrijskih obratov, galvan, vinskih kleti itd.)
- ioni težkih kovin, bakra, cinka, niklja, kroma, kadmija, svinca idr.
- odplake iz laboratorijev, bolnic (organske snovi predvsem beljakovine in ogljikovi hidrati, zdravila, kužne snovi itd.)

2. SNOVI, KI PORABLJAJO KISIK V VODI

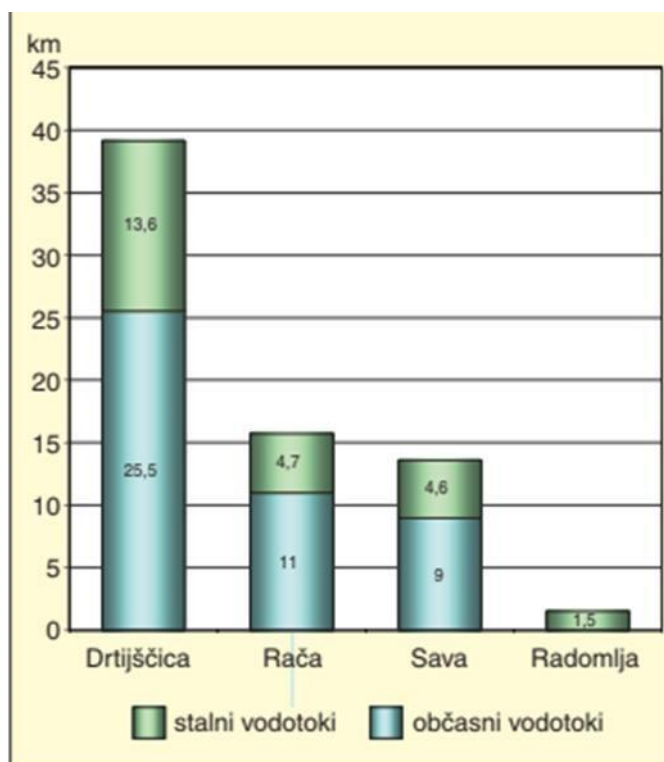
- reducenti
- blato, iztrebki, odmrli živalski in rastlinski organizmi
- površinsko aktivne snovi (mila, detergenti, fosfati ...)
- topla voda

3. POSREDNO NEVARNE SNOVI

- obarvane snovi
- visoka koncentracija raztopljenih snovi
- veliko suspendiranih trdnih delcev

2.5 Drtiščica in njeni pritoki

Drtiščica je kot nekakšna vodna žila Moravske doline. Izvira na kandrškem razvodju in je hkrati tudi naravna meja Moravske doline na vzhodu. Pripada ji 39,2km², vanjo pa se iztekajo še Mošenišnica v Mošeniku, Stražca v Straži, Velika reka pod Kandršami ter Žvirca pod Velikim vrhom. Drtiščica se nato izliva v Radomljo kot njen največji pritok. Nekoč je poganjala več mlinov, žag, fužin in drugih naprav. V njej je bilo lahko zaslediti ribe, ki jih, odkar so v njej začeli prati kremenčev pesek, ni več (Topole, 2003, str. 73).



Slika 4: Prikaz dolžine stalnih in občasnih vodotokov

Vir: Topole, 2003, str. 73



Slika 5: Risba Roterjevega mlina

Vir: Rotarjev mlin, Moravče, b.l.



Slika 6: Drtiščica pri vasi Serjuče

Vir: Kaja Žučko

3 RAZISKOVALNE METODE

3.2 Parametri onesnaženja

a. TEMPERATURA VODE

Reke imajo svojo naravno temperaturo glede na letni čas. Človek s svojim poseganjem v naravo, predvsem z izpusti odplak in spreminjanjem ekosistemov, spreminja tudi temperaturo reke. Tudi če gre le za manjše odstopanje od naravne temperature, to lahko močno vpliva na kemijsko in biološko sestavo vode (Gošnjak, Jakoljevič, 2013, str.14).

Ogrevanje tal je posledica globalnega dviga temperatur zraka in sprememb klimatskih dejavnikov. Temperatura tal je pokazatelj sprememb v okolju, prav tako kot druge klimatske spremenljivke, čeprav je manjkrat omenjena. Temperatura tal kot del klimatskega sistema se viša skladno z rastjo temperature zraka in trajanja sončnega obsevanja ter nihanjem količine in razporeditve padavin (Vodovod sistema B d.o.o., Pijmo dobro vodo).

b. pH

pH vrednost je merilo za kislost in bazičnost vodnih raztopin in se giblje med 0 in 14. pH vrednost vode je pri 25 °C okoli 7, kar pomeni, da je nevtralna, torej ni ne kislila ne bazična. Če v vodi raztopimo kislino, se pH vrednost zniža, če raztopimo bazo, se pH poveča. pH vrednost vode se z naraščanjem temperature nekoliko znižuje in je povezana s trdoto vode:

- mehka voda ima nižjo pH vrednost
- trda voda ima višjo pH vrednost
- pH vrednost za pitno vodo je določena med 6,5 in 9,5.

V Pravilniku o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17) je za koncentracijo vodikovih ionov, ki jih izražamo kot pH vrednost, določena mejna vrednost med 6,5 in 9,5.

c. PREVODNOST

Je lastnost vode, da prevaja električni tok. Odvisna je od prisotnosti ionov v vodi: od njihove koncentracije, gibljivosti in naboja ter od temperature vode ob merjenju. Na električno prevodnost pitne vode običajno vplivajo koncentracije kalcijevih, magnezijevih, natrijevih, kalijevih, hidrogekarbonatnih, sulfatnih in kloridnih ionov. Morska voda ima električno prevodnost približno 50.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, deževnica pa 5-30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Mejna vrednost za pitno vodo pa je 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pri 20 °C. Raztopine anorganskih snovi so večinoma dobri prevodniki, molekule organskih snovi, ki ne disociirajo v vodi, pa prevajajo električni tok slabo ali pa ga sploh ne.

Električna prevodnost je indikatorski parameter in njena sprememba kaže na morebitno onesnaženost pitne vode. Vrednost oziroma spremembo električne prevodnosti ocenjujemo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov.

d. RDO - raztopljeni kisik

V zadnjih desetletjih je kakovost vode v potokih, rekah, jezerih in ribnikih močno upadla. Vzrok so najrazličnejše odplake. Eden najpomembnejših dejavnikov za upad kakovosti vode je zmanjšanje količine raztopljenega kisika. Zmanjšanje povzročijo mnogi dejavniki, med katerimi je najpomembnejši odlaganje organskih odpadkov v vodo. Ko odpadki razpadajo, se raztopljen kisik v vodi porablja. Kisik je plin, ki ga najdemo praktično povsod, tako v zraku kot v vodi. V vodi je slabo topen. Njegova topnost je odvisna od temperature in tlaka. Višja kot je temperatura vode, manjša je topnost ter višji kot je hidrostatski tlak, višja je topnost. Na koncentracijo kisika v vodi močno vplivata tudi fotosinteza in dihalna aktivnost vodnih živali in rastlin. V vodi so rastlinske organske snovi, ki se v vodi razkrajajo. Pri procesu razkrajanja pa potekajo kemijske reakcije, pri katerih se porablja kisik.

e. TDS delci (total dissolved solids) - popolnoma raztopljeni delci v vodi

Delci TDS so popolnoma raztopljeni delci v vodi. Vrednost TDS nam pove, koliko je vseh v vodi raztopljenih snovi, ne pove pa nam, katerih. V naravi vsebnost delcev TDS niha v odvisnosti od tipa in vira vodotoka. Z zviševanjem koncentracije delcev TDS se zmanjšuje uporabnost vode za različne namene. Dovoljena zgornja meja pitnosti vode je 500 mg/L.

f. ORP - redoks potencial

Merimo ga v milivoltih (mV). Imenovan je tudi kot oksidacijsko-redukcijski potencial (ORP). Njegova vrednost nam pove, kakšna je težnja vodnega okolja, da bodisi oksidira bodisi reducira snov. Negativni predznak pove, da v vodnem okolju poteka anaerobna razgradnja. Nižja kot je vrednost potenciala, večja je redukcijska energija. Naraščajoče pozitivne vrednosti kažejo povečano oksidacijsko energijo. Vodovodna voda, izpostavljena zraku, ima pri sobni temperaturi približno + 500 mV. Mejna vrednost za pitno vodo pa je od 300 do 500 mV.

ORP ali redoks potencial nastaja pri redoks reakcijah. To je verjetno najštevilčnejši tip reakcij, ki potekajo v naravi. Obsegajo npr.: gorenje (reakcije s kisikom), večino metaboličnih reakcij, ekstrakcije kovin iz rud in mnogo drugih reakcij v okolju. Izraz oksidacija je sprva opisoval reakcije z elementarnim kisikom O₂. Obraten proces je reakcija redukcije.

g. POVRŠINSKA NAPETOST

Površinska napetost je posledica privlačnih van der Waalsovih sil med molekulami kapljavine. V notranjosti kapljavine je vsaka molekula obdana z vseh strani z drugimi molekulami, zato jo van der Waalove sile vlečejo enako v vse smeri in je rezultanta sil enaka nič. Za plast molekul na gladini pa to ne velja – molekule iz notranjosti kapljavine delujejo nanje s privlačnimi silami, ki jih pa molekule plina z druge strani ne uravnovesijo, tako da jih uravnovesi le nestisljivost kapljavine. Vodikova vez odločilno vpliva na povišanje povečanja površinske napetosti pri kapljevinah, kot so: voda, amonijak, vodikov fluorid in vrsta organskih spojin. Zaradi vodikovih vezi v strukturi vode ima voda pri standardnih pogojih površinsko napetost približno 70 mN/m.

h. Amonij NH_4^+

V Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št.:19/04 in 35/04) je amonij uvrščen med indikatorske parametre (Priloga 1, del C).

Amonijak se zelo dobro topi v vodi in pri reakciji z vodo nastane amonijev ion (NH_4^+), ki ga določimo pri preskušanju vode in ga imenujemo amonij. Amonij v vodi je posledica komunalnega, kmetijskega in industrijskega onesnaženja. Koncentracije v podzemni in površinski vodi so običajno pod 0,2 mg/l, v anaerobnih pogojih v podzemni vodi so lahko več kot 3 mg/l. Koncentracija amonija v pitni vodi, ki je višja od koncentracije amonija geogenega porekla, je lahko indikator svežega organskega oziroma fekalnega onesnaženja.

Toksični učinek amonija na organizem se pojavi pri izpostavljenosti nad 200 mg/kg telesne teže. V koncentracijah, ki jih pričakujemo v pitni vodi, ne predstavlja neposredne nevarnosti za zdravje. Prag zaznavanja vonja v vodi za amonij je približno 1,5 mg/l, prag zaznavanja okusa pa je 35 mg/l. Amonij v vodnem okolju vstopa v oksidacijski proces in s pomočjo bakterij oksidira do oksidiranih dušikovih oblik, predvsem do nitrata. Sama oksidacija vpliva tudi na kisikove razmere v vodi, ker predstavlja dodatno porabo kisika, zato se zmanjša mikrobiološka sposobnost presnove organskih spojin v vodi. V nekaterih okoliščinah (kombinacija temperature vode, slanosti in pH-vrednosti) amonij lahko preide v plinasto obliko amonijaka, ki je za vodne organizme strupen že v manjših količinah.

i. Sulfati SO_4^{2-}

V Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št.:19/04, 35/04, 26/06 in 92/06) je sulfat uvrščen v Prilogo 1, del C, med indikatorske parametre.

Sulfati so naravno prisotni v mnogih kamninah. Pogosto se uporabljajo v kemijski industriji. V okolje lahko pridejo preko odpadkov oziroma odplak ali pa iz atmosfere – preko emisij žveplovega dioksida - in se nato vežejo v vodo, kar imenujemo »kisli dež«. Sulfat je v pitni vodi lahko vzrok spremenjenega okusa vode pri koncentracijah nad 250 mg/l, kar je odvisno tudi od spremljajočega kationa. Pri koncentracijah v pitni vodi 1000–1200 mg/l ima sulfat odvajalni učinek. Delovanje sulfatov v organizmu je odvisno tudi od kationa (magnezijev sulfat ima večji učinek, ker se manj absorbira) ter od drugih osmotsko aktivnih snovi v črevesju v vodi ali v živilih.

3.3 METODE DELA

3.3.1 Instrumenti in meritve

Podatke, ki so naštet v Preglednici 2, smo zbirali 3. januarja 2020 od 9. ure zjutraj do 17. ure popoldan in 4. januarja 2020 od 9. ure zjutraj do 12. ure s pomočjo naprave STAR A 3295. Temperaturo zraka in vode smo izmerili s pomočjo inštrumenta TLC 1598 in z AP-1 smo izmerili TDS/T vode.



Slika 7: Instrument STAR A 3295

Vir: Kaja Žučko

Na Sliki 7 je prikaz instrumenta STAR A 3295, s katerim smo merili fizikalne lastnosti vode. K merilniku so dodani še senzorji za merjenje različnih parametrov. Po vsakem merjenju posameznih vzorcev smo senzor očistili, da na novi meritvi ni bilo sledi prejšnjega vzorca.



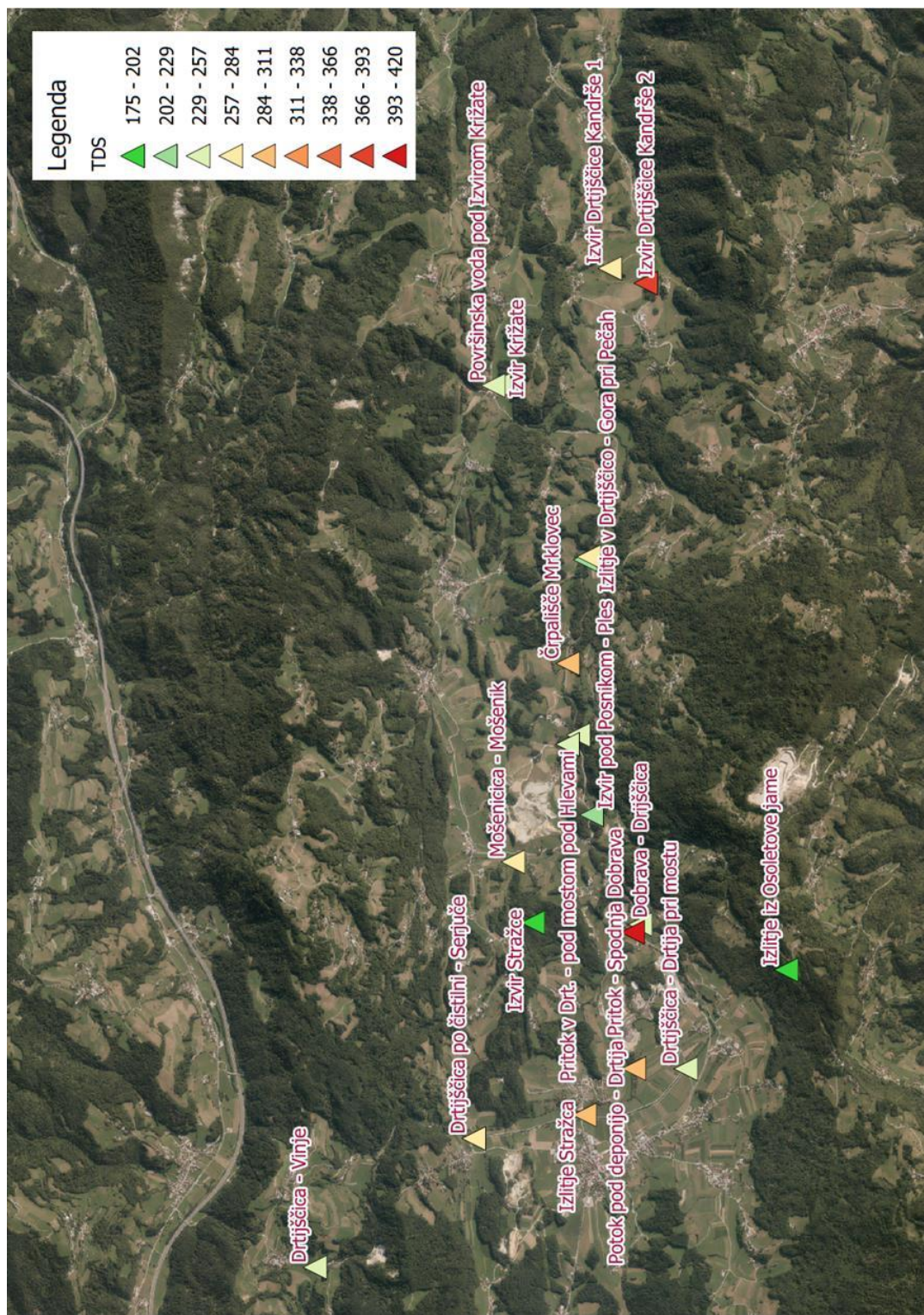
Slika 8: Instrument TLC 1598

Vir: Kaja Žučko

Ko smo zajeli vzorec vode, smo najprej z instrumentom TLC 1598 izmerili temperaturo vode in temperaturo zraka ter TDS v vodi.

4 EMPIRIČNI DEL

4.2 Mesta vzorčenja



Slika 9: Zemljevid vzorčnih mest

Vir: Klemen Kregar

4.2.1 Lokacije vzorcev

LOKACIJA ŠT. 1: IZVIR DRTIJSČICA KANDRŠE 1

Koordinate:

Y 488022	X 110399	nmv 481m
-----------------	-----------------	-----------------

Izvir Drtijsčice se nahaja v Kandršah pod cerkvijo. Izvir je zelo majhen (0,01L/s) ter se postopoma v toku povečuje. Do njega je možna hitra petminutna hoja od glavne ceste ali pa le manjši spust od cerkve. Izvir lepo prikrivajo drevesa in grmovja, ki dajejo občutek nekakšne izoliranosti od ostale odprte pokrajine.



Slika 10: Izvir Kandrše

Vir: Kaja Žučko



Slika 11: Kandrška cerkev nad travnikom

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 2: IZVIR DRTIJSČICA KANDRŠE 2

Koordinate:

Y 487834	X 109869	nmv 469m
-----------------	-----------------	-----------------

Drtijsčica ima dva izvira, ki se pred Križatami združita v en tok. Prvi izvir je pod kandrško cerkvijo, drugi pa se nahaja pod glavno cesto, ki se izliva iz hriba nad njim. Do izvira je pot malo otežena, saj je potrebno prečkati nekaj posušenih rečnih jarkov, preden lahko dosežemo izvir.



Slika 12: Drugi izvir Drtijsčice

Vir: Kaja Žučko



Slika 13: Jemanje vzorca pri drugem izviru Drtijsčice

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 3: IZVIR KRIŽATE

Koordinate:

Y 487438	X 111080	nmv 458m
-----------------	-----------------	-----------------

Izvir Križate se nahaja nad travnikom na obrobju gozda. Domačini ga uporabljajo tudi kot vir vode za kmetovanje. Površje, ki vodi do izvira, je zelo močvirnato, a obenem tudi zelo tipično za Moravško dolino.



Slika 14: Pogled na travnik, kjer se nahaja izvir Križate

Vir: Kaja Žučko



Slika 15: Izvir Križate

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 4: POTOK POD IZVIROM KRIŽATE

Koordinate:

Y 487834	X 109869	nmv 469m
-----------------	-----------------	-----------------

Naslednje mesto vzorčenja je bilo izlitje izvira Križate v reko Drtjščico. Potok teče ob makadamski cesti od Križat do glavne ceste.

LOKACIJA ŠT. 5: IZVIR PRI RAZCEPU ZA GORO PRI PEČAH

Koordinate:

Y 485919	X 110304	nmv 415m
-----------------	-----------------	-----------------

Izvir pri razcepu za Goro pri Pečah je bil edini izvir, ki je pritekal iz kamnitega površja. V njem smo našli sledi vodnih organizmov na kamnih znotraj votline, iz katere je izvirala voda. Dostop do njega je enostaven. Temperaturo vode je bila kar 10,4 °C. Ta izvir je bil najtoplejši na celotnem območju Drtjščice.



Slika 16: Izvir pri razcepu za Goro pri Pečah

Vir: Kaja Žučko



Slika 17: Organizmi v izviru pri razcepu za Goro pri Pečah

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 6: IZLITJE V DRTIJSČICO GORA PRI PEČAH

Koordinate:

Y 0485911	X 0110315	nmv 418m
------------------	------------------	-----------------

Ker je tok od izvira potoka pri razcepu za Goro pri Pečah zelo kratek, smo naslednjo meritev opravili pri njegovem izlitju v Drtjščico, ki je bila le nekaj metrov stran od izvira. Sedaj je bil tok Drtjščice že veliko močnejši, pretok je bil večji kot tok na mestu zadnje opravljene meritve.



Slika 18: Tok Drtjščice pri razcepu za Goro pri Pečah

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 7: IZVIR POD ČRPALIŠČEM MRKLOVEC

Koordinate:

Y 485000	X 110490	nmv 405m
-----------------	-----------------	-----------------

Naslednje vzorčno mesto je bil izvir pri črpališču Mrklovec. Voda naj bi v izvir pritekala s hribov, ki se dvigajo nad njim, izvir pa se nahaja pod cesto v luknji, do katere je razhojena pot. Izvir se izliva v zbirni bazen, voda pod zajetjem pa nato teče pod most in se izlije v Drtjščico.



Slika 19: Izvir pri črpališču Mrklovec

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 8: DRTIJŠČICA POD HLEVAMI

Koordinate:

Y 484323	X 110388	nmv 397m
-----------------	-----------------	-----------------

Vzorec Drtijščice smo vzeli, preden se je vanjo zlije potok izpod Hlev. Pot do vode je bila otežena, saj je bilo vse okoli nje zaraščeno in spolzko. Pri toku Drtijščice se je vse odprlo, saj je bil sedaj širok dobra dva metra. Ob straneh in po dnu je bilo vidno nalaganje peska oziroma mivke, ki je povzročala motnost vode.



Slika 20: Tok Drtijščice pod Hlevam

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 9: PRITOK DRTIJŠČICE POD MOSTOM POD HLEVAMI

Koordinate:

Y 484309	X 110412	nmv 397m
-----------------	-----------------	-----------------

Po vzorčnem mestu 8 je sledilo vzorčenje potoka pri izlivu v Drtjščico. Potok je bil pod mostom pod glavno cesto skoraj v celoti zamrznjen, zato smo vzorec vzeli tik pred njegovim izlitjem v Drtjščico. Drugi del potoka pa je bil preveč zaraščen, da bi se lahko spustili do njega, a tudi obrežje je bilo onesnaženo, saj tam ljudje odlagajo vreče smeti, ki skrunijo izgled potoka.



Slika 21: Pritok v Drtjščico pod Hlevam

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 10: IZVIR POD POSNIKOM

Koordinate:

Y 483697	X 110258	nmv 399m
-----------------	-----------------	-----------------

Izvir na Plesu pod domačijo Polsnik se nahaja sredi travnika, do katerega vodi iz glavne ceste gozdna pot. Tudi ta izvir je imel temperaturo vode okoli 10 °C in v njem smo prav tako kot v izviru pri razcepu za Goro pri Pečah (lokacija št. 5) našli sledi organizmov.



Slika 22: Izvir pod Polsnikom, Ples

Vir: Kaja Žučko



Slika 23: Organizmi na kamnu iz izvira

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 11: MOŠENIŠNICA, MOŠENIK

Koordinate:

Y 483335	X 111123	nmv 396m
-----------------	-----------------	-----------------

Pod to točko smo vzeli vzorec potoka Mošenišnica v Mošeniku, ki se nahaja v neposredni bližini mlina, kjer se izlije v Drtijščico, okoli njega pa se razprostirajo le travniki in pašniki za živali.



Slika 24: Tok Mošenišnice

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 12: DOBRAVA, DRTIJŠČICA

Koordinate:

Y 482741	X 109869	nmv 388m
-----------------	-----------------	-----------------

Pritok potoka v Dobravi v Drtijščico se nahaja na drugi strani glavne ceste. Tok Drtijščice je bil v tem delu umirjen in dno reke je bilo pokrito s kamni ter glini podobnim materialom.



Slika 25: Tok Drtijščice, Dobrava

Vir: Kaja Žučko



Slika 26: Jemanje vzorca, tok Drtijščice, Dobrava

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 13: PRITOK SPODNJA DOBRAVA

Potok v Dobravi se nahaja le nekaj metrov vzhodno od ribogojnice in podjetja Termit. Potok teče preko travnika med dvema hriboma in se zliva v Drtjščico na drugi strani glavne ceste.

LOKACIJA ŠT. 14: IZLITJE IZ OSOLETOVE JAME

Naslednja lokacija je izlitje iz Osoletove jame. Jama je globoka 260 m. Voda, ki teče skozi jamo, pa se izlije v Spodnji Drtiji. Potok priteče s hriba oziroma iz Ušt ter preide na plano na travniku, ki se nahaja nekaj sto metrov pod mestom, kjer je včasih stal grad Belnek.



Slika 27: Pogled na Belnek nad izlitjem potoka iz Osoletove jame

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 15: DRTIJŠČICA V DRTIJI PRI MOSTU

Koordinate:

Y 0481535	X 0109456	nmv 377m
------------------	------------------	-----------------

V vasi Drtija smo vzeli vzorec Drtijščice pod mostom, kjer je sedaj narejena sprehajalna pot vzdolž Drtijščice vse od Drtije do Serjuč.



Slika 28: Drtijščica v Drtiji

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 16: IZLITJE STRAŽCE

Koordinate:

Y 481086	X 110345	nmv 371m
-----------------	-----------------	-----------------

Ob toku Drtjščice smo prispeli do izlitja potoka Stražca. Izlije se tik pred glavno cesto v Zalogu pri Moravčah, njegova pot se začne že v Straži in teče skozi deponijo v Drtiji, preden se izlije v Drtjščico.



Slika 29: Izlitje Stražce v Drtjščico

Vir: Kaja Žučko



Slika 30: Jemanje vzorca z izlitja Stražce v Drtjščico

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 17: IZVIR STRAŽCE

Koordinate:

Y 482736	X 110621	nmv 411m
-----------------	-----------------	-----------------

Izvir Stražce se nahaja v vasi Straža, kamor vodi asfaltna cesta, nato pa je preostanek poti potrebno iti peš zaradi neravnega in strmega terena. Potok teče vzdolž gozda čez odprto jaso pod vasjo. Izvir Stražce je vse do izlitja le manjši potok, ki teče skozi jezero Havaji v Drtiji.



Slika 31: Pot proti izviru Stražce

Vir: Kaja Žučko



Slika 32: Izvir Stražce

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 18: DRTIJŠČICA PO ČISTILNI NAPRAVI V SERJUČAH

Koordinate:

Y 480906	X 111337	nmv 377m
-----------------	-----------------	-----------------

Drtijščica teče mimo čistilne naprave Moravče, zato je bilo naše naslednje mesto vzorčenja pri Serjučah za čistilno napravo. Nedolgo nazaj je bil ta del razkopan, saj je bil na novo postavljen most čez Drtijščico, kar bi bilo lahko razlog za rjavo in motno vodo v tem delu vodnega toka.



Slika 33: Drtijščica pri Serjučah

Vir: Kaja Žučko



Slika 34: Drtijščica pri Serjučah

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 19: DRTIJSČICA VINJE

Koordinate:

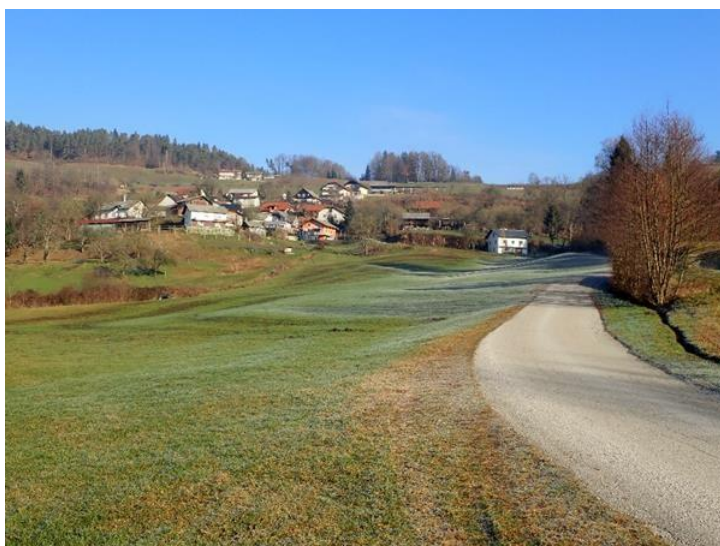
Y 479792	X 112654	nmv 360m
-----------------	-----------------	-----------------

Kot predzadnje vzorčno mesto je bila Drtijsčica v Vinjah. V tem delu je tok Drtijsčice zadnjič mogoče doseči, preden se izgubi v soteski in gozdu in se potem ponovno prikaže pri izlitju v Gradiško jezero. Kljub temu da za tem delom Drtijsčica izgine, je njen tok še vedno širok in močan tako kot pred Vinjami.



Slika 35: Drtijsčica, Vinje

Vir: Kaja Žučko



Slika 36: Vinje nad Drtijsčico

Vir: Kaja Žučko

LOKACIJA ŠT. 20: POTOK POD DEPONIJO DRTIJA

Koordinate:

Y 0481513	X 0109879	nmv 381m
------------------	------------------	-----------------

Zadnja lokacija je bil vzorec vode iz potoka, ki teče iz deponije v Drtiji. Struga potoka je bila delno zamrznjena, dno pa je bilo rjavo obarvano. Potok teče ob robu poljedelskih zemljišč. V neposredni bližini potoka je bila opravljena raziskava onesnaženosti tal s pomočjo izkopa vrtine.



Slika 37: Travnik, ki vodi do potoka pod deponijo

Vir: Kaja Žučko



Slika 38: Jemanje vzorca v potoku pod deponijo

Vir: Kaja Žučko

4.3 REZULTATI ANALIZ

4.3.1 Preglednica rezultatov

Preglednica 1: Preglednica temperature vode, zraka in TDS na temperaturo vode z napravo TLC 1598

št. lokacije	Lokacija meritve	T zraka °C	T vode °C	TDS/Tv ppm/°C
1	izvir Drtjščice Kandrše 1	1,1	5,8	279/5,9
2	izvir Drtjščice Kandrše 2	0,6	9	388/8,3
3	izvir Križate	2,7	7,9	240/7,7
4	površinska voda pod izviro Križate	2,7	3,8	244/4,7
5	izvir pri razcepu za Goro pri Pečah	4,5	10,4	220/10,6
6	izlitje v Drtjščico, Gora pri Pečah	4,5	4,3	281/4,4
7	črpališče Mrklovec	3,4	10,1	288/10,1
8	tok Drtjščice pod Hlevami	1,2	5,6	254/5,6
9	pritok v Drt. pod mostom pod Hlevami	1,2	1,9	237/2,2
10	izvir pod Posnikom, Ples	3	9,3	207/9,3
11	Mošenica, Mošenik	6,4	9,9	268/9,6
12	Dobrava, Drtjščica	5	7,2	248/7,5
13	pritok, Spodnja Dobrava	3,8	3	420/3
14	izlitje iz Osoletove jame	3	8,4	198/8,4
15	Drtjščica, Drtija pri mostu	3	5,8	249/6,1
16	izlitje Stražca	2,8	3,3	300/2,8
17	izvir Stražce	-2,3	7	175/6,5
18	Drtjščica po čistilni napravi v Serjučah	0	5,2	260/5,2
19	Drtjščica, Vinje	0	4,7	248/5,3
20	potok pod deponijo, Drtija	4,5	3,2	288/3,4

Vir: Žučko, 2020

Preglednica 2: Preglednica meritev z napravo STAR A 3295.

LOKACIJE	Temperatura vode °C	PREVODNOST (μS/cm)	ORP (mV)	RDO (mg/L)	pH	NAPETOST (mV)
1	4,9	591,3	306,2	11,88	7,66	-34,3
2	6,01	794,7	391,7	11,21	7,51	-26,1
3	6,9	560,8	390,4	12,9	7,85	-45,2
4	3,6	473,1	382,9	12,41	8,23	-64,8
5	8,4	452,2	429,3	10,23	7,44	-22,6
6	4,6	574,2	417,5	12,35	8,39	-73,9
7	7,6	636,5	428,1	11,3	7,47	-24,1
8	4,1	504,6	415,6	12,64	8,19	-62,9
9	3	486,5	418,8	12,14	8	-52,3
10	8	628,4	424,9	11,5	7,95	-50,7
11	8,2	547,5	420,4	11,28	8	-53,6
12	6,7	509,4	418	11,7	8,14	-60,6
13	3,7	1023	406,9	12,68	8,28	-67,9
14	6,9	417,8	406,8	11,99	7,89	-47,8
15	5,3	517,6	405	12,41	8,24	-66,2
16	2,8	657,9	390	12,39	8,08	-56,8
17	3,6	364,3	387,8	12,33	8,22	-64,5
18	4,4	535,9	386,7	12,54	8,34	-71,2
19	4,2	526,3	387,4	12,73	8,37	-72,9
20	4	604,4	285,3	8,34	6,36	36,2

Vir: Žučko, 2020

Preglednica 3: Preglednica vzorčnih mest izvirov

Št vzorca	lokacija	Temperatura vode °C	Prevodnost (μ S/cm)	ORP (mV)	TDS (ppm)	RDO (mg/L)	pH	Napetost (mV)
1	Drtiščica izvir 1	4,9	591,3	306,22	290,8	11,88	7,6	-34,3
2	Drtiščica izvir 2	6,01	794,7	391,7	389,9	11,21	7,5	-26,1
3	izvir Križate	6,9	560,8	390,4	275,6	12,9	7,9	-45,2
5	izvir pri razcepu za Goro pri Pečah	8,4	452,2	429,3	220,3	10,23	7,4	-22,6
7	črpališče Mrklovec	7,6	636,5	428,1	321,7	11,28	7,5	-24,1
10	izvir pod Polsnikom Ples	8,0	628,4	424,9	306,8	11,5	8,0	-50,7
14	izlitje iz Osoletove jame	6,9	417,8	406,8	203,5	11,99	7,9	-47,8
17	izvir Stražce	3,6	364,3	387,4	179,5	12,33	8,2	-64,5

Vir: Žučko, 2020

Preglednica 4: Preglednica vzorčnih mest v toku Drtjščice

Št vzorca	lokacija	T vode °C	Prevodnost (μ S/cm)	ORP (mV)	TDS (ppm)	RDO (mg/L)	pH	Napetost (mV)
6	izlitje v Drtjščico Gora pri Pečah	4,6	574,2	417,5	282,7	12,35	8,39	-73,9
8	tok Drtjščice pod Hlevami	4,1	504,6	415,6	248,6	12,64	8,19	-62,9
12	Dobrava Drtjščica	6,7	509,4	418	251,5	11,7	8,14	-60,6
15	Drtjščica Drtja pri mostu	5,3	517,6	405	252,5	12,41	8,24	-66,2
18	Drtjščica po čistilni, Serjuče	4,4	535,9	386,7	263,1	12,54	8,34	-71,2
19	Drtjščica Vinje	4,2	526,3	387,4	258,5	12,73	8,37	-72,9

Vir: Žučko, 2020

Preglednica 5: Preglednica vzorčnih mest potokov

Št vzorca	lokacija	T vode °C	Prevodnost (μ S/cm)	ORP (mV)	TDS (ppm)	RDO (mg/L)	pH	Napetost (mV)
4	površinska voda pod izvirom Križate	3,6	473,1	382,9	232,6	12,41	8,23	-64,8
9	pritok v Drt. pod mostom pod Hlevami	3,0	486,5	418,8	239,9	12,14	8,0	-52,3
11	Mošenica Mošenik	8,2	547,5	420,4	268,8	11,28	8,0	-53,6
13	pritok, Spodnja Dobrava	3,7	1023	406,9	500,7	12,68	8,28	-67,9
16	izlitje Stražca	2,8	657,9	387,8	327	12,39	8,08	-56,8
20	potok pod deponijo, Drtija	4,0	604,4	285,3	296,8	8,34	6,36	36,2

Vir: Žučko, 2020

Preglednica 6: Preglednica vzorčnih mest pred deponijo

Št. vzorca	Lokacija pred deponijo	T vode °C	Prevodnost (μS/cm)	ORP (mV)	TDS (ppm)	RDO (mg/L)	pH	Napetost (mV)
1	Drtiščica izvir 1	4,9	591,3	306,22	290,8	11,88	7,6	-34,3
2	Drtiščica izvir 2	6,01	794,7	391,7	389,9	11,21	7,5	-26,1
3	izvir Križate	6,9	560,8	390,4	275,6	12,9	7,9	-45,2
4	površinska voda pod izvirom Križate	3,6	473,1	382,9	232,6	12,41	8,23	-64,8
5	izvir pri razcepu za Goro pri Pečah	8,4	452,2	429,3	220,3	10,23	7,4	-22,6
6	izlitje v Drtiščico, Gora pri Pečah	4,6	574,2	417,5	282,7	12,35	8,39	-73,9
7	črpališče Mrklovec	7,6	636,5	428,1	321,7	11,28	7,5	-24,1
8	tok Drtiščica, pod Hlevami	4,1	504,6	415,6	248,6	12,64	8,19	-62,9
9	pritok v Drtiščico pod mostom pod Hlevami	3,0	486,5	418,8	239,9	12,14	8,0	-52,3
10	izvir pod Polsnikom Ples	8,0	628,4	424,9	306,8	11,5	8,0	-50,7
11	Mošenica, Mošenik	8,2	547,5	420,4	268,8	11,28	8,0	-53,6
12	Dobrava, Drtiščica	6,7	509,4	418	251,5	11,7	8,14	-60,6
13	pritok, Spodnja Dobrava	3,7	1023	406,9	500,7	12,68	8,28	-67,9

Vir: Žučko, 2020

Preglednica 7: Preglednica vzorčnih mest po deponiji

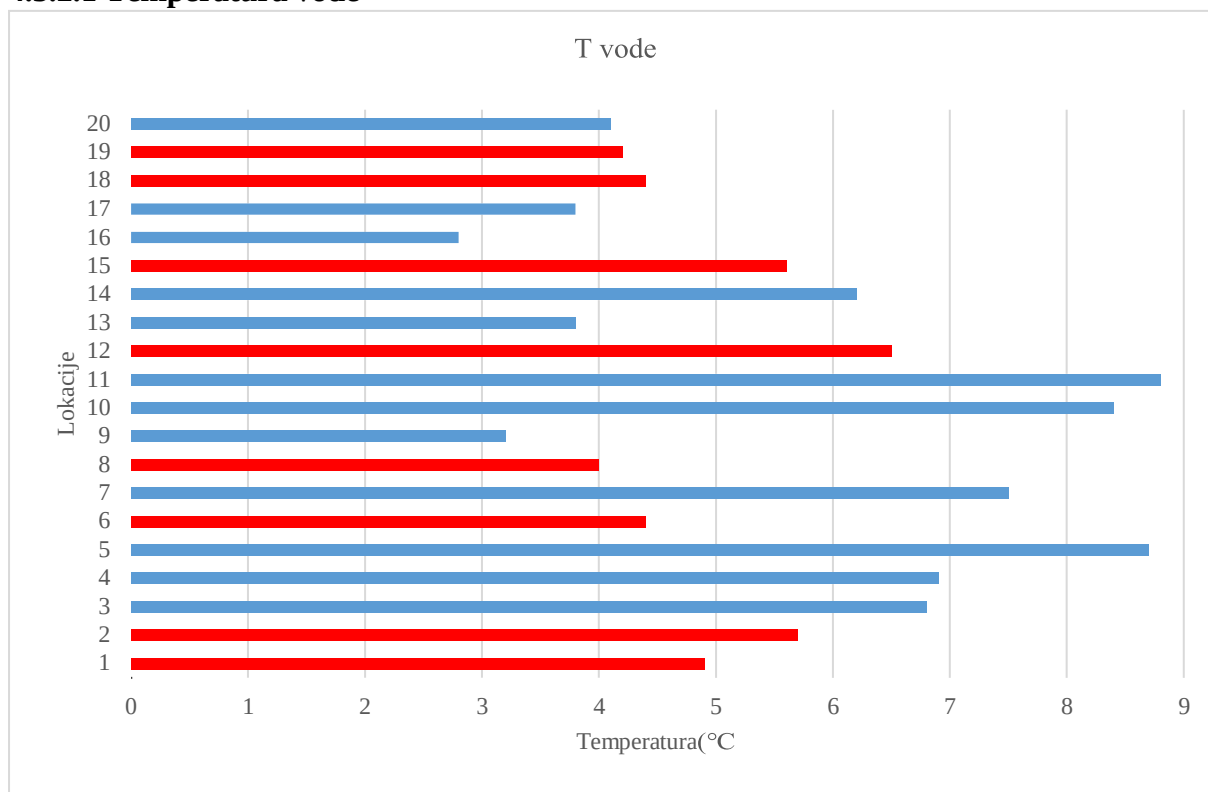
Št. vzorca	Lokacija po deponiji	T vode °C	Prevodnost (μS/cm)	ORP (mV)	TDS (ppm)	RDO (mg/L)	pH	Napetost (mV)
14	Izlitje iz Osoletove jame	6,9	417,8	406,8	203,5	11,99	7,9	-47,8
15	Drtiščica, Drtija pri mostu	5,3	517,6	405	252,5	12,41	8,24	-66,2
16	izlitje Stražce	2,8	657,9	387,8	327	12,39	8,08	-56,8
17	izvir Stražce	3,6	364,3	387,4	179,5	12,33	8,2	-64,5
18	Drtiščica po čistilni, Serjuče	4,4	535,9	386,7	263,1	12,54	8,34	-71,2
19	Drtiščica, Vinje	4,2	526,3	387,4	258,5	12,73	8,37	-72,9
20	potok pod deponijo Drtija	4,0	604,4	285,3	296,8	8,34	6,36	36,2

Vir: Žučko, 2020

4.3.2 GRAFIČNI PRIKAZI REZULTATOV

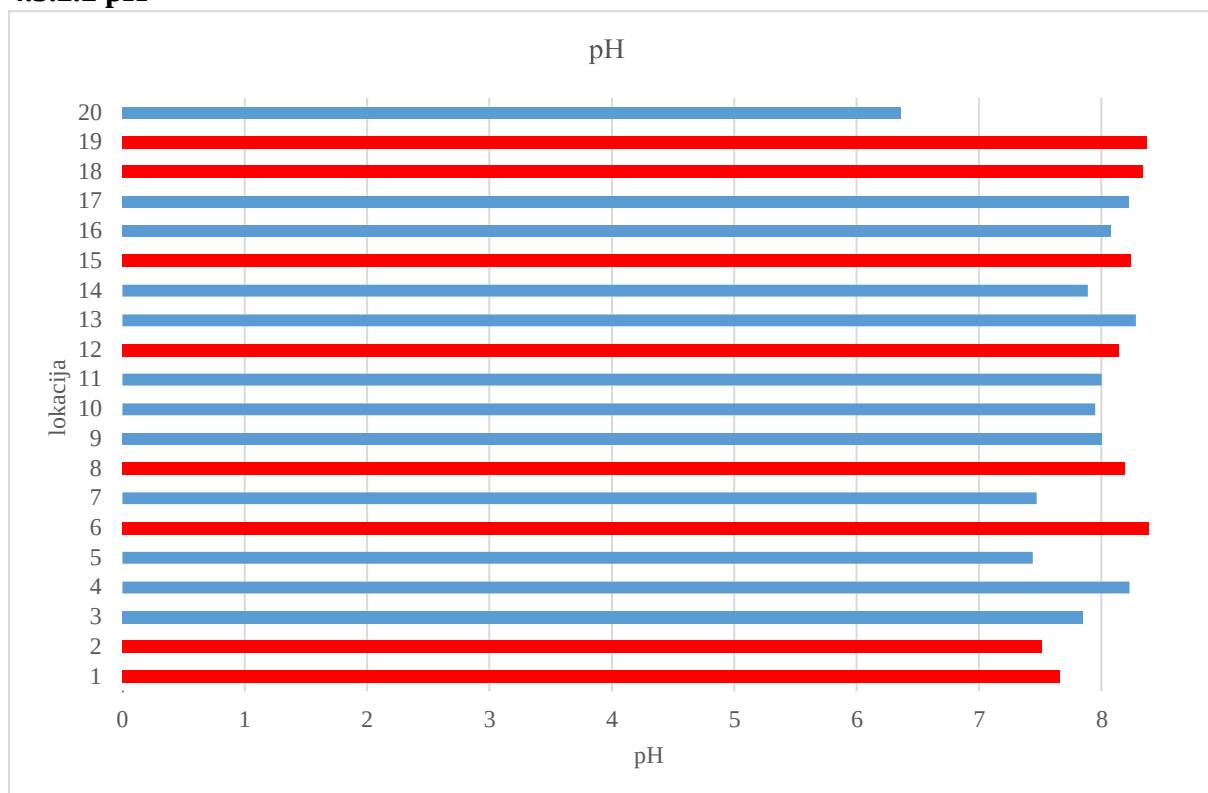
V grafičnih prikazih je z rdečo obarvano vzorčno mesto izvirov, z modro barvo pa so označeni pritoki in tok Drtjščice.

4.3.2.1 Temperatura vode



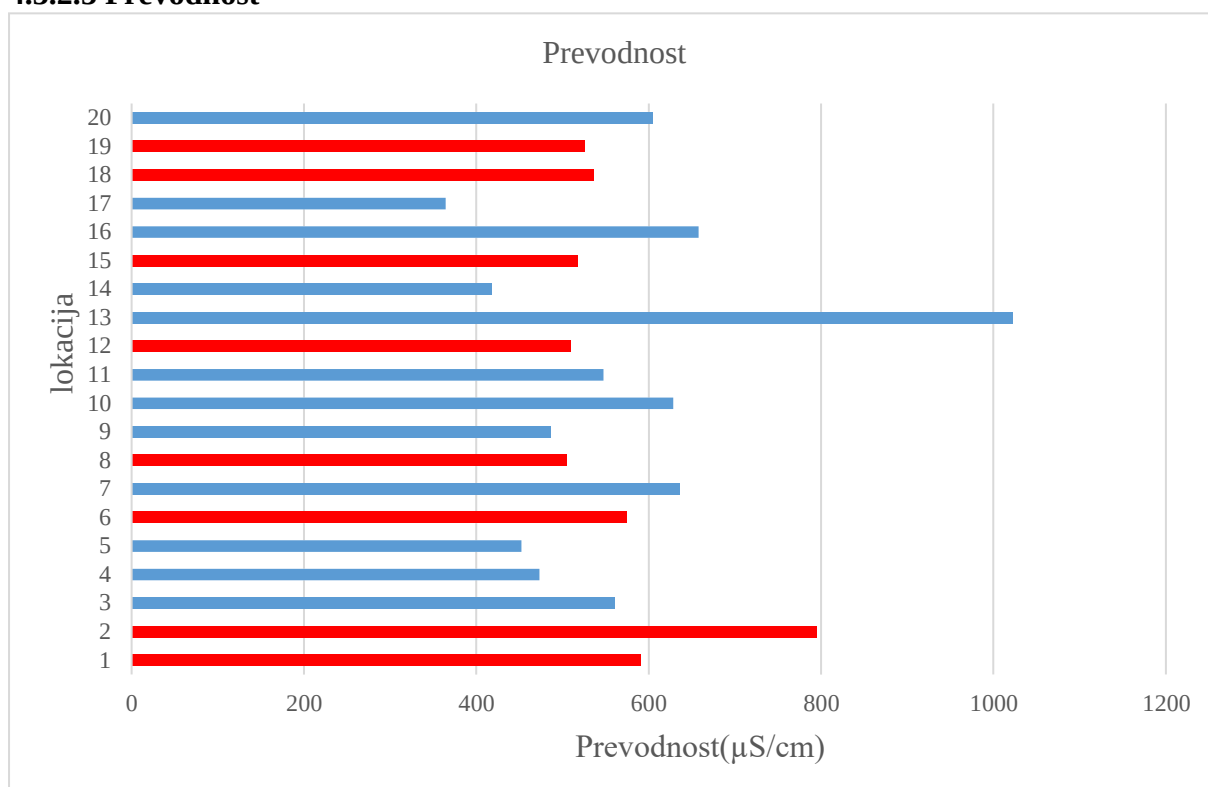
Slika 39: Grafični prikaz temperature vode

4.3.2.2 pH



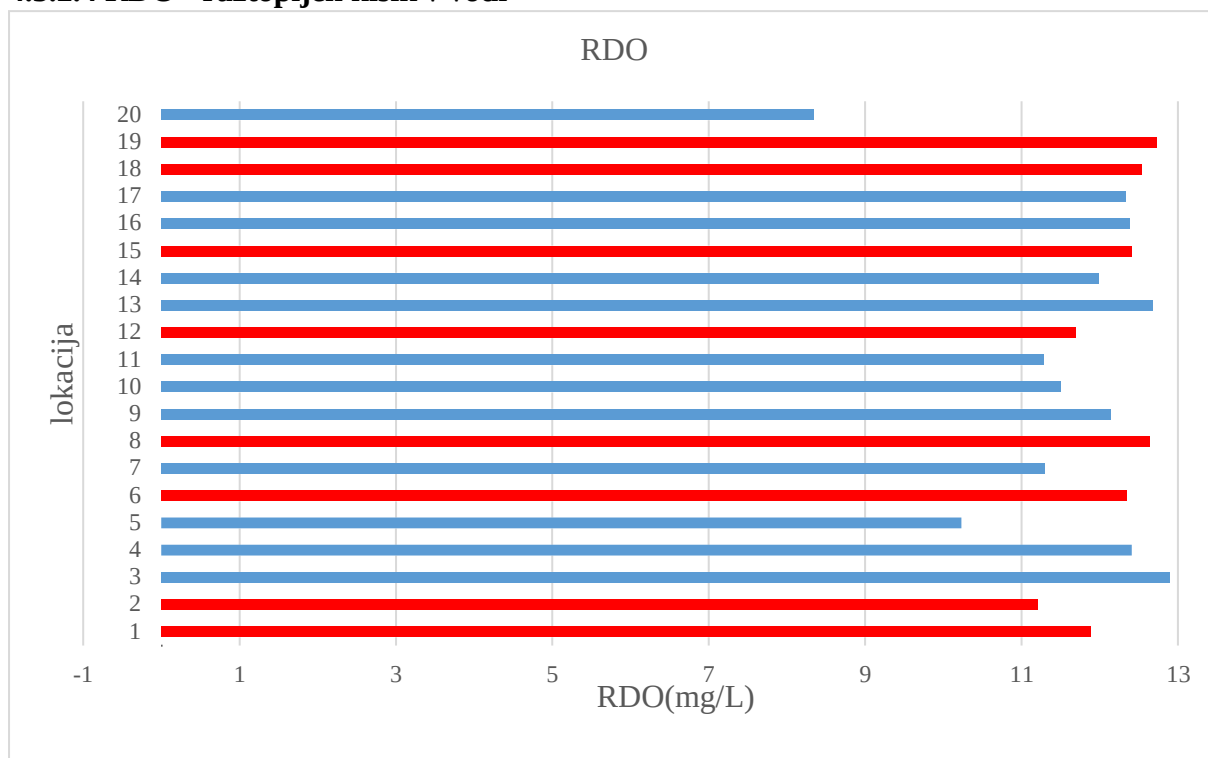
Slika 40: Grafični prikaz Ph

4.3.2.3 Prevodnost



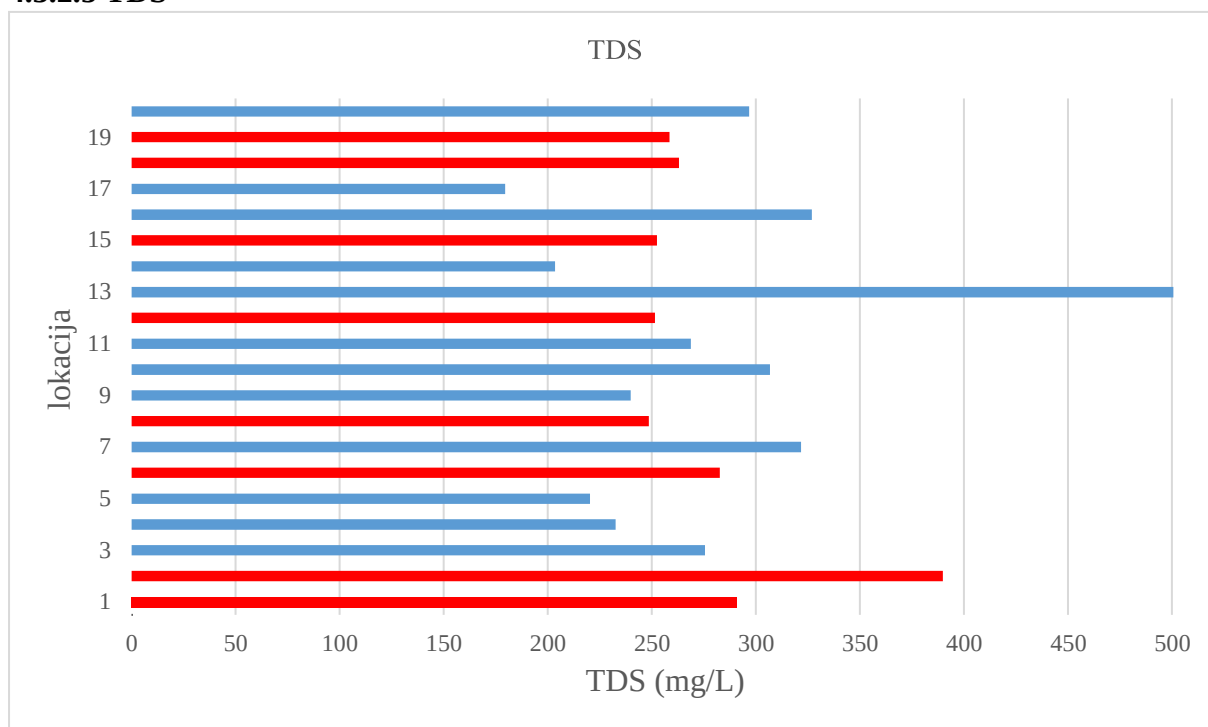
Slika 41: Grafični prikaz prevodnosti

4.3.2.4 RDO - raztopljen kisik v vodi



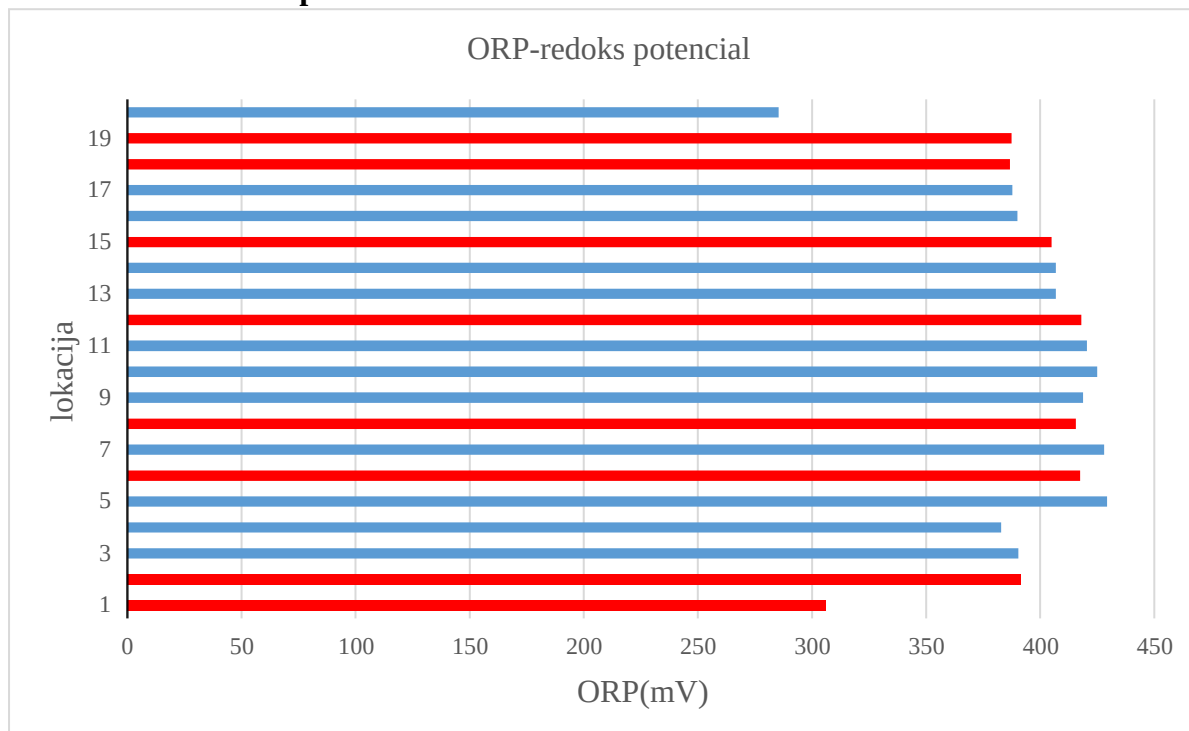
Slika 42: Grafični prikaz RDO

4.3.2.5 TDS



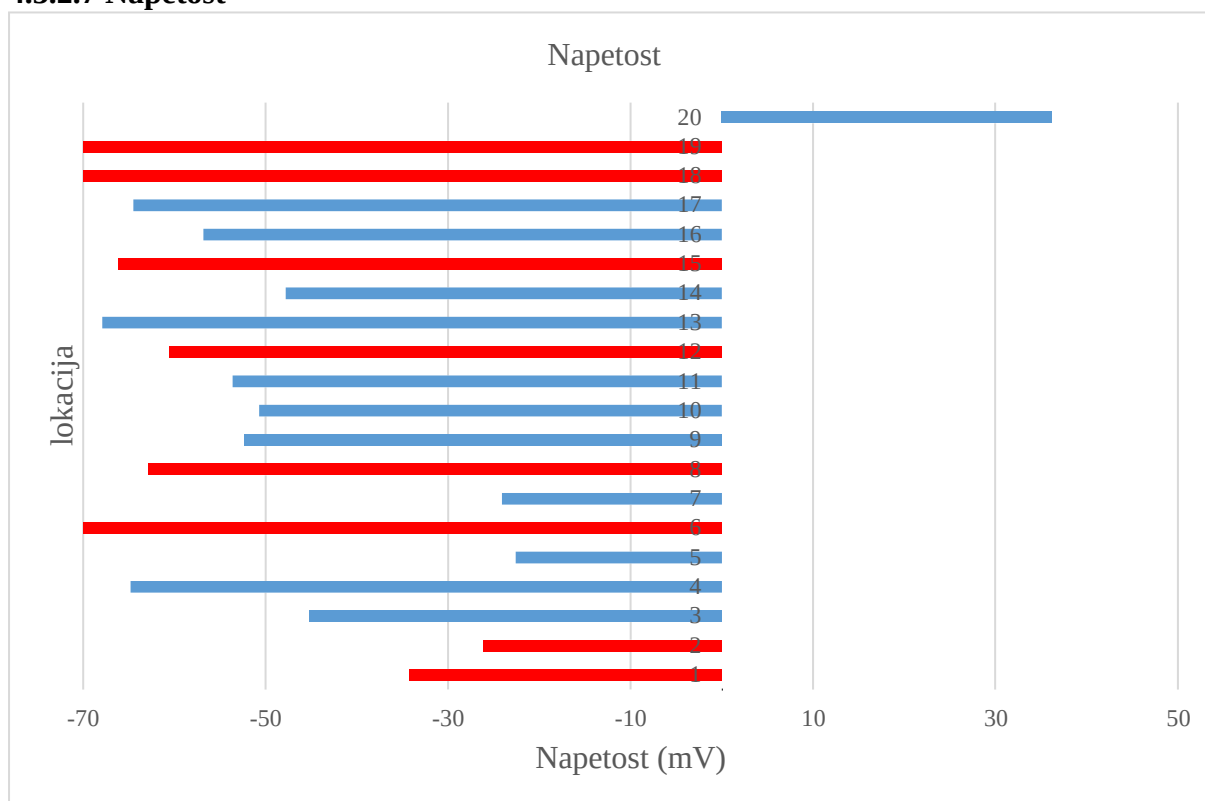
Slika 43: Grafični prikaz TDS

4.3.2.6 ORP - redoks potencial



Slika 44: Grafični prikaz ORP - redoks potencial

4.3.2.7 Napetost



Slika 45: Grafični prikaz napetosti

5 INTERPRETACIJA REZULTATOV

5.2 Kemijske analize

Bolj podrobno smo analizirali vzorca številka 16 (izlitje Stražce) in vzorec številka 20 (potok pod deponijo). Vzorca smo si izbrali, ker sta v neposredni bližini nekdanjega peskokopa v Drtiji in so nas zanimala vrednosti amonija in sulfata, saj sta zelo pomembna indikatorja onesnaženja.

Amonij:

Vzorec 16; $\text{NH}_4^+\text{-N} = 2,07 \text{ mg/L}$ (LCK 303)

Vzorec 20; $\text{NH}_4^+\text{-N} =$ pod merilnim območjem (manj kot 2 mg/L) (LCK 303)

Sulfat:

Vzorec 16; $\text{SO}_4^{2-} = 52,7 \text{ mg/L}$ (LCK 153)

Vzorec 20; $\text{SO}_4^{2-} =$ nad merilnim območjem (več kot 150 mg/L) (LCK 303)

Iz rezultatov je razvidno, da ima vzorec 16 povečano vsebnost amonijaka in sprejemljivo vrednost sulfata. Vzorec 20 pa ima sprejemljivo vrednost amonijaka in povečano vrednost sulfata.

5.3 Interpretacija vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov

1. Temperatura vode

Glede na to, da smo analize opravljali v začetku januarja, je bilo pričakovati nizke vrednosti temperature vode, saj je bila tudi temperatura zraka pod 8°C . Te temperature so imele na nekatere meritve vpliv, saj se s spreminjanjem temperature vode spreminja tudi prevodnost ter in predvsem topnost kisika v vodi. Zanimiva pa je razmeroma visoka temperatura vode v izvirih (Preglednica 3). Ta voda verjetno priteče iz globine, v kateri je majhno nihanje temperature. Navadno je to povprečna letna temperatura površja, s katerega se voda steka v ta izvir.

2. pH-merilo za kislost ali bazičnost

Po naših analizah je vrednost pH v določeni meji med 6,5 in 9,5 za vse raziskovalne vzorce. Najmanjšo vrednost pH 6,36 ima vzorec 20 (potok pod deponijo) in najvišjo vrednost 8,39 ima vzorec 6 (izlitje v Drtijiščico, Gora pri Pečah).

Iz Preglednice 3 je razvidno, da se vrednost pH v vseh izvirih giblje med 7,5 in 8,0. Tudi potoki in tok Drtijiščice imajo vrednost pH med 6,36 in 8,39. Zanimivo je to, da se pH v toku reke viša. Izviri imajo manjšo vrednost kot pa potoki in tok Drtijiščice. Razlog je morda v kamninski zgradbi površja, iz katerega pritekajo potoki, saj apnenčaste kamnine višajo vrednost pH, kremenaste in silikatne pa ga rahlo zakisajo oziroma znižajo pH vode. S tem bi lahko potrdili

predpostavko, da imajo dotoki vpliv na kakovost Drtjščice. Z vsakim pritokom, ki se zlije v Drtjščico, se pH rahlo zviša. A vseeno je vrednost pH v vseh vzorcih v okviru določene meje.

3. Prevodnost

Prevodnost je pri vseh vzorcih pod določeno mejo -2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pri 20 °C. Zato moramo pogledati izvire, potoke in tok Drtjščice posebej, saj le tako lahko opazimo morebitne razlike med njimi.

Pri izvirih (Preglednica 3) je videti, da ima večina med njimi vrednost med 420-700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le izvir Stražce ima nižjo vrednost prevodnosti - 364,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sklepamo lahko, da je izvir Stražce najčistejši med izviri. To bi sicer lahko potrdili le, če bi določali še trdoto vode, ki prav tako bistveno vpliva na prevodnost. V vseh izviri pa je prevodnost vedno pod določeno mejno vrednostjo 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Prevodnost vzorcev skozi tok Drtjščice (Preglednica 4) se giblje okoli 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le pri potokih (Preglednica 5), ki se izlivajo v Drtjščico, so nekoliko višje vrednosti prevodnosti, in sicer pri potoku v Spodnji Dobravi, ki ima vrednost 1023 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ostali potoki imajo zelo podobne vrednosti kot tok Drtjščice. Potok v Spodnji Dobravi je v neposredni bližini deponije Termita, kar je lahko tudi vzrok visoke vrednosti prevodnosti.

4. RDO - raztopljeni kisik v vodi

Iz grafa lahko razberemo, da so vse meritve pokazale razmeroma visoko koncentracijo raztopljenega kisika. Skoraj vsi vzorci so pokazali koncentracijo kisika nad 9 mg/L oziroma 10 mg/L, kar naj bi bili idealni pogoji za vodno življenje. Poudariti moramo tudi razmeroma nizke temperature vode, pri katerih je topnost kisika dobra, kar kaže tudi podatek RDO v % o nasičenosti vode s kisikom. Le vzorec številka 20 (potok pod deponijo v Drtiji) ima nižjo vsebnost kisika, a tudi ta je nad mejno vrednostjo -6 mg/L. Iz teh rezultatov torej lahko sklepamo, da je kvaliteta vode glede na kisik dobra in ne kaže na pretirano organsko onesnaženje.

5. TDS - popolnoma raztopljeni delci v vodi

Lokacije izvirov potokov (1, 3, 5, 7, 10, 17) imajo približno enako koncentracijo raztopljenih delcev in vsi so pod mejo, ki je določena za pitne vode. Le lokacija številka 13 (potok Spodnja Dobrava) je na meji te vrednosti, ki znaša 500 mg/L. Na tej lokaciji bi bilo zanimivo in potrebno izvesti še dodatne analize, ki bi pokazale razlog za tako visoko vrednost. Večina vzorcev ima vrednost med 200 mg/L in 300 mg/L, le vzorca 16 (izlitje Stražce), 7 (črpališče Mrklovec), 10 (izvir pod Polsnikom) in 2 (Kandrše pod mostom - drugi izvir Drtjščice) imajo koncentracijo TDS nad 300 mg/L. Zanimivo je, da so vse te lokacije (16,7,10,2) izviri, kar potrjuje dejstvo, da so TDS delci odvisni od tipa in vira vodotoka ter da parameter TDS žal ne pove, ali je visok zaradi delcev onesnaževanja ali zaradi delcev naravnega izvora.

6. ORP - redoks potencial vode

Iz rezultatov razberemo, da so vrednosti ORP na posameznem mestu vzorčenja odvisne od vrste razgradnje v vodnem okolju. Vseh dvajset vzorcev ima zelo podobne vrednosti ORP. Le vzorca 20 (potok pod deponijo) in 1 (izvir Drtjščice Kandrše 1) imata bistveno manjšo vrednost kot ostali vzorci. Med njima in največjo vrednostjo je razlika skoraj za 100 mV. Po mejni vrednosti za pitno vodo, ki je med 300 in 500 mV, je prvi vzorec pod to mejo.

Od vzorca št. 2 do približno vzorca št. 12 vrednost ORP narašča, kar je lahko indikator za povečano oksidacijsko energijo vode. Ker nobena meritev nima negativne vrednosti, lahko trdimo, da v tem okolju ne poteka nobena zaznavna anaerobna razgradnja. Rezultati so zelo skladni z velikim oksidacijskim potencialom vode, ki ga določa visoka koncentracija raztopljenega kisika.

Če med seboj primerjamo izvire, potoke in tok Drtjščice, opazimo, da imajo izviri višjo vrednost ORP kot pa potoki in Drtjščica, v kateri ORP postopoma upada. Če gledamo mejo za pitno vodo, ki je med 300 in 500 mV, je večina vzorcev znotraj te meje. Večina izvirov presega to mejo, potok pod deponijo (vzorec številka 20) pa je pod to vrednostjo.

7. Površinska napetost

Po naših rezultatih so vse vrednosti napetosti negativne razen dvajsetega vzorca, ki ima vrednost 36,2 mV. Večina vzorcev ima napetost pod -30mV.

Kljub temu da so skoraj vse vrednosti napetosti negativne, je pri izvirih (Preglednica 3) bistveno večja vrednost kot pa v toku Drtjščice in v potokih. Izviri imajo vrednost približno med -30 do -50 mV, medtem ko ima tok Drtjščice in njeni pritoki (Preglednici 4 in 5) vrednost med -50 do približno -70. Potok pod deponijo (vzorec številka 20) ima najvišjo vrednost napetosti, saj je edina pozitivna vrednost izmed vzorcev.

8. Primerjava vzorcev pred deponijo in po deponiji

Primerjava vzorcev nam pokaže vrsto ugotovitev. Temperatura vode se v vzorcih ne razlikuje in je med 3-8,5 °C. Vrednosti prevodnosti so v vzorcih pred deponijo nekoliko večje kot po deponiji. Vrednosti za ORP, ki pred deponijo naraščajo, se začnejo nižati po deponiji. Vrednosti TDS so pred deponijo in po deponiji dokaj podobne. Izstopa le pritok v Dobravi (vzorec 13), ki ima točno 500mg/L, kar je daleč najvišja vrednost izmed vseh vzorcev. Pri RDO vrednostih ne opazimo bistvenih sprememb, ki bi bile za ovrednotenje te hipoteze pomembne, saj imajo skoraj vsi vzorci vrednost med 8 in 12 mg kisika/L. Pri pH vrednosti pa je možno opaziti postopno naraščanje od mest pred deponijo do mest po deponiji. Tudi pri napetosti bi lahko trdili enako kot za pH z izjemo nekaterih vzorcev, ki imajo bolj povišano vrednost kot drugi vzorci v isti ravnini. Na podlagi vseh teh rezultatov lahko potrdimo, da so izviri in tok Drtjščice pred deponijo bolj čisti kot izviri in tok po deponiji.

6 RAZPRAVA

V naši raziskavi smo se delno opirali na že narejeno raziskavo in opravljeno analizo površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa kremenčevega peska Drtija. Rezultati te raziskave in ugotovitev so dostopni vsem v javno objavljenem poročilu, ki ga povzemamo v Prilogi C (Vzorčenje in kemijske analize sanacijskega materiala, površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa Drtija, kjer deluje podjetje Termit d. d., 2019).

Na podlagi vseh dobljenih in opisanih rezultatov pa lahko ovrednotimo naše tri hipoteze.

Hipoteza 1: Pritoki Drtjščice so čisti.

Predvidevali smo, da so pritoki Drtjščice čisti. Po vseh analiziranih vzorcih in po dobljenih rezultatih lahko trdimo, da se pritoki in tok Drtjščice bistveno ne razlikujejo. Voda pritoka pa se od izvira do izliva v Drtjščico večinoma zelo spremeni. Kot smo že prej opisali, se vrednosti prevodnosti, ORP, pH in TDS razlikujejo med izviri in tokom potoka ter tudi v toku Drtjščice. Vse to ne potrjuje naše hipoteze, temveč jo ovrže.

Hipoteza 2: Izviri in tok Drtjščice so pred deponijo bolj čisti kot izviri in tok po deponiji.

Drugo hipotezo se najlepše razloži s primerjavo rezultatov v Preglednicah 6 in 7. Po nadaljnji analizi vrednosti vzorčnih mest pred deponijo in po njej smo opazili manjše razlike med vzorčnimi mesti, ki jih lahko pojasnimo z njihovo lokacijo. Tista vzorčna mesta, ki se nahajajo pred deponijo, imajo nižje vrednosti kot tista, ki se nahajajo po deponiji. Izmed vzorcev najbolj izstopata vzorca 13 (potok Spodnja Dobrava) in vzorec 20 (potok pod deponijo), kar je lahko posledica neposredne bližine deponij. S temi ugotovitvami lahko Hipotezo 2 potrdimo, saj je opazna razlika med izviri in tokom Drtjščice pred deponijo in po njej.

Hipoteza 3: Onesnaženje Moravske doline se izraža v onesnaženosti Drtjščice

Hipoteza 3 je bila obrnjena bolj v družboslovno smer, na katero bi odgovor dali rezultati prve in druge hipoteze. Če bi onesnaženje Moravske doline presojali le po rezultatih analiz vode v Drtjščici, bi lahko rekli, da Moravska dolina ni onesnažena. Če primerjamo vrednosti vseh parametrov zadnjega vzorčnega mesta Drtjščice v Vinjah (vzorec 19) z vodo v Kamniški Bistrici, lahko vidimo sledeče: vrednost TDS Drtjščice v Vinjah je skoraj za dvesto ppm-jev večja od vrednosti TDS Kamniške Bistrice (Slapnik, Kregar 2018), ki ne presega 100 mg/L. Vrednosti ORP in RDO Drtjščice v Vinjah in Kamniške Bistrice sta si zelo podobni, saj je med njima razlika le za 1 mg/L. Tudi pH vrednost je skoraj enaka.

Iz teh rezultatov in primerjav bi lahko trdili, da Drtjščica ni onesnažena. Potrebno bi bilo izvesti dodatne raziskave in analize, da bi lahko potrdili našo trditev. Onesnaženje Moravske doline pa je zaradi vsega dogajanja v okolici podjetja Termit in na njegovi deponiji veliko bolj kompleksno, kot je slika, ki jo daje voda v Drtjščici. S temi ugotovitvami Hipotezo 3 zavrnamo.

7 ZAKLJUČEK

V začetku raziskovalne naloge smo imeli cilj, da ugotovimo kakovost vode, a med raziskovanjem in delom ter medsebojnim sodelovanjem smo dosegli veliko več kot le to. Z raziskovalno nalogo smo se naučili brati in interpretirati rezultate ter razširili svoje znanje kemije in ekologije. Pomembna je bila tudi komunikacija med udeleženci, saj brez nje ne bi prišli tako daleč in ne bi dokončali te naloge.

S hipotezami smo tako dokazali ne le razlike med izviri in tokom Drtjščice, ampak smo tudi uspeli dokazati spremembe vrednosti parametrov pred deponijo in po njej ter tudi presežke amonija in sulfata v vzorcih, ki so v neposredni bližini deponije. Natančnejših povzročiteljev oziroma dejavnikov, ki so odgovorni za to stanje rezultatov, nismo uspeli določiti, saj je možnih več dejavnikov, ki pa se jih ne da določiti na tej ravni raziskovanja. Lahko samo sklepamo možne vzroke, med katerimi smo tudi ljudje. Naše ne zavedanje o čistoči in lepoti narave ter vsega, kar ta predstavlja, nas je privedlo do tega, da se vedno bolj spopadamo s problemom odpadkov v naravi in onesnaženjem. A nihče izmed nas se ne vpraša, zakaj je prišlo do tega. Ali bi lahko to preprečili? Kako bi to lahko preprečili? Naše mnenje je, da je do teh problemov prišlo, ker ne znamo več skrbeti za okolje okoli sebe, saj mislimo, da nam je vsa narava na voljo in lahko delamo z njo, kakor se nam zahoče, a takšno ravnanje bo imelo le še slabše in trajne posledice za nas in za naše potomce v prihodnosti.

Čeprav bi bilo potrebno izvesti še dodatne analize za natančnejše rezultate, smo kljub temu uspeli doseči svoj cilj.

8 LITERATURA

1. Gošnjak, A., Jakoljevič, N. (2013). *Onesnaženje voda (raziskovalna naloga)*. Celje.(27.1.2020)
2. Kregar K. (2020). *Zemljevid vzorčenih mest*. Ljubljana.
3. Mednarodni inštitut za javno zdravje. (b.l.). Pridobljeno s <https://www.nijz.si/sl/oznake/kemijski-parametri> (27.1.2020)
4. Moravče. (b.l.). Pridobljeno s <https://sl.wikipedia.org/wiki/Morav%C4%8De>(3.2.2020)
5. Polonec, I. (2016). *Modeliranje onesnaževanja površinskih voda (seminar iz fizike)*. Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor.
6. Pravilnik o pitni vodi (PPV). (2004). *Uradni list Republike Slovenije št.19/04, 35/04, 26/06 in 92/06*
7. Pravilnik o pitni vodi (PPV). (2004). *Uradni list Republike Slovenije št. 19/04 in 35/04*.
8. *Reka: Priročnik za terensko delo*. 1999. Zavod Republike Slovenije za šolstvo. M. T. Škraba. Ljubljana, Littera picta, 90 str.
9. Republika Slovenije GOV.SI. (b.l.). Pridobljeno s <https://www.gov.si/novice/2019-07-11-analiza-vzorcev-neodvisne-kemijske-analize-in-sanacijskega-materiala-na-obmocju-nekdanjega-odkopa-drtija-v-moravcah-pokazala-na-okoljsko-skodo/> (20.1.2020)
10. Rotarjev mlin. (b.l.). Pridobljeno s <http://mlin-rotar.si/> (5.3.2020)
11. Slapnik R., Kregar V. (2018). *Zaključno poročilo o izvedbi aktivnosti »Analiza vodnih virov«*. Kamnik: Jarmski klub Kamnik.
12. Stražar, S. (1979). *Moravska dolina: Življenje pod Limbarsko goro*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
13. Topole, M. (2003). *Geografija občine Moravče*. Ljubljana: Založba ZRC. Pridobljeno s <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-DDPTP77M?&language=eng> (21.1.2020)
14. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. (2012). *Uradni list Republike Slovenije št. 64/12, 64/14 in 98/15*.
15. Uredba o stanju podzemnih voda (USPV). (2009). *Uradni list Republike Slovenije št. 25/09, 68/12 in 66/1*

9 PRILOGE

Priloga A: Zgodovina podjetja Termit

Priloga B: LIM - Ljudska iniciativa Moravče

Priloga C: Poročilo vzorčenja in kemijske analize sanacijskega materiala, površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa Drtija, kjer deluje podjetje Termit d. d.

Priloga D: Popisni list meritev

Priloga A: Zgodovina podjetja Termit

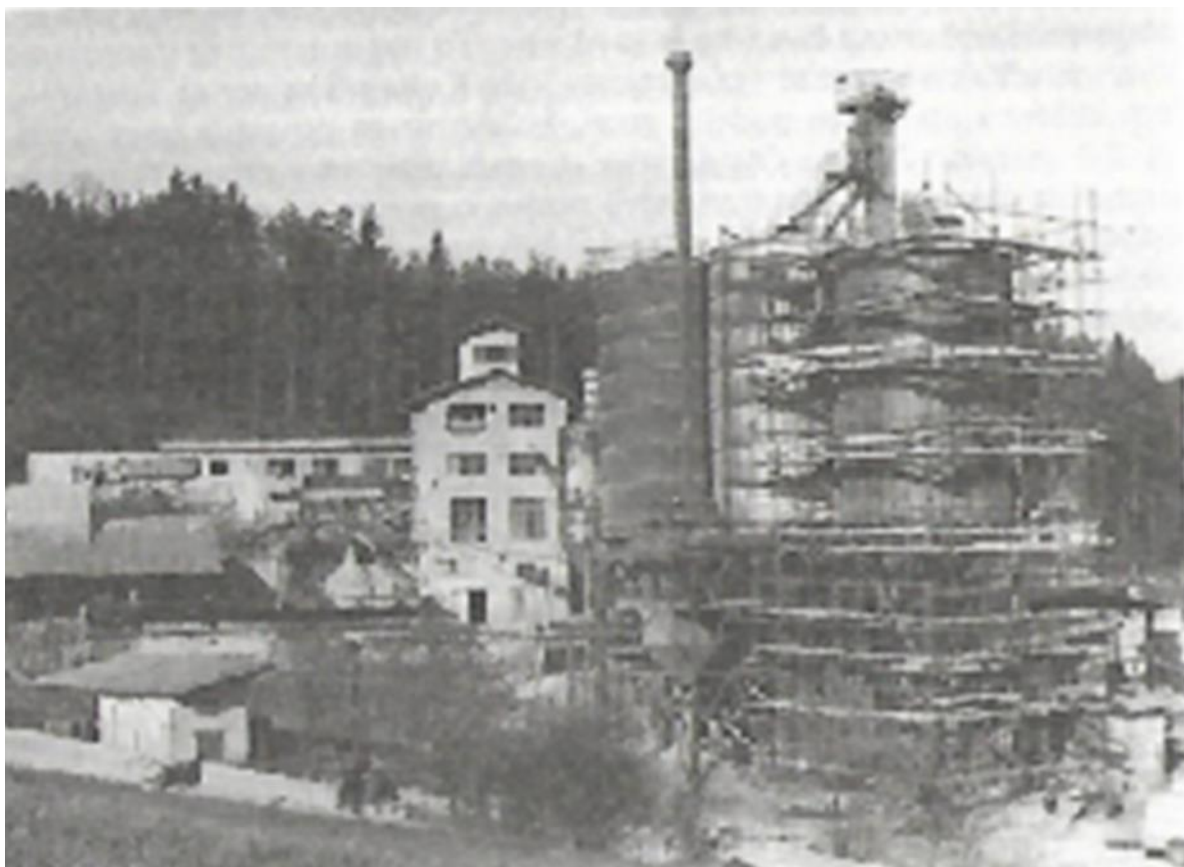
Moravski reveži so kremenčev pesek uporabljali kot čistilno sredstvo za posode, kozarce itd. ter jih nosili v vrečah, koših od hiše do hiše, na trge in sejme, kjer so jih nato prodali ali zamenjali za živino in drugo. Ker se je povpraševanje po tem pesku večalo, so ga v vrečah in lesenih sodih vozili prek Grmač do Save, kjer so ga natovarjali na ladje, ko je stekla železnica, pa na železniške vagone. Z večjim povpraševanjem in dograditvijo »nove moravske ceste« leta 1898 je bilo prevoznikov vedno več. Leta 1900 so z Moravškega vsak drugi dan odpeljali po osem do deset voz kremenčevega peska, v letu 1935 pa že po 25-30 vozov na dan.

Prvi trgovec s kremenčevim peskom je bil Tone Gale iz Ljubljane, ki je bil avstrijski oficir. Veliko je trgoval s peskom tudi Jernej Grašek iz Kamnika, ki je okrog leta 1904 uredil prvo pralnico kremenčevega peska na Količevem, ki je obratovala vse do leta 1910, ko je skupaj z mlinom pogorela. Leta 1935 so kupili tovorni avtomobil in pesek prevažali na železniško postajo v Domžale, le izjemoma so pesek vozili strankam na dom. Med okupacijo je s peskokopi gospodaril nemški komisar. Po osvoboditvi je poraba peska hitro naraščala, zato je število zaposlenih naraslo na 10-15 delavcev, ki so delo izvajali povsem ročno. Pridobivali so štirinajst vrst peska, ki so ga izvažali v Trst in na Dunaj. Nekateri pa so pesek izkopavali sami na svojih zemljiščih in ga prodajali v Ljubljani. Po nepopolnih podatkih je leta 1938 znašala proizvodnja 5400 ton, v letu 1946 pa že 11 520 ton peska. Zaradi vedno večje porabe kremenčevega peska, ki ga privatniki niso mogli priskrbeti, so januarja 1947 predlagali, naj bi se proizvajalci peska združili v delniško družbo, zadrugo ali državno podjetje. Okrajni ljudski odbor v Kamniku je 14. istega meseca izdal odlok, s katerim je razveljavil vse tedanje zakupne pogodbe in ustanovil Okrajno podjetje Kremen Domžale. Za obratovodja je pooblastil Janeza Smolnikarja iz Domžal. Že nekaj mesecev po ustanovitvi je bilo tam zaposlenih okoli trideset delavcev. Število zaposlenih pa je stalno naraščalo, do leta 1957 ji je bilo že šestdeset.

Na pobudo Janeza Utrina, takratnega direktorja Kremena Domžale, so zgradili v Drtiji pralnico peska, ki so jo dokončali in odprli 7. septembra 1958. To je bil prvi korak k industrijskemu izkoriščanju in oplemenitenju surovin, ki so jih do tedaj kar naravne odvažali k potrošnikom. Do leta 1960 je obrat spadal h Keramično-kemični industriji Kamnik, ki se je kasneje preimenovala v Svit Kamnik. Potem pa se je priključil k novo ustanovljenemu podjetju Termit Domžale. Podjetje Termit z obratom Peskokopi in obratom v Ihanu je z uvedbo proizvodnje livarskega pomožnega materiala prvo v državi postavilo temelje proizvodnje v obliki livarskega servisa, saj je bil proizvodnji program usmerjen izključno v oskrbovanje železarn in livarn s pomožnimi livarskimi sredstvi. V letu 1965 pa je bila postavljena prva sušilnica kremenčevega peska.

Separacijo, ki je doživela več sprememb in tehničnih izboljšav, so leta 1971 popolnoma rekonstruirali in ji dogradili stolp s sodobnimi napravami za pranje in klasiranje. Leta 1972 so rekonstruirali sušilnico peska, postavili so večje peči in oprasnevalne naprave. Leta 1979 so

80 % peska porabile livarne, 15 % gradbeništvo, drugi potrošniki pa le 5 %. Največjo proizvodnjo peskov je obrat dosegel leta 1975, znašala je 115 230 ton. Po večletnih pripravih so leta 1977 začeli obnavljati in širiti separacijo in sušilnico kremenčevega peska v Moravčah. V Termitu so zatrjevali, da bodo ob rekonstrukciji zgradili več čistilnih naprav, v katerih se bo mulj, ki sedaj onesnažuje potok in okolico, usedal, Drtijiščica pa bo odtekala čista. (Stražar, 1979, str. 571-579)



Slika 46: Del obrata Peskokopi v Drtiji leta 1978

Vir: S. Stražar, 1979, str. 578.

Priloga B: LIM - Ljudska iniciativa Moravče

Iniciativa je bila ustanovljena, da bi ljudi ozaveščali o zakopavanju in odlaganju odpadkov podjetja Termit. Sprva naj bi jo sestavljali le domačini, ki so bili najbolj prizadeti glede delovanja podjetja. Njihov cilj je bil dokumentirati in presoditi, kaj natančno se vozi v njihovo dolino, ter zagotoviti lepo in čisto deželo za svoje potomce. Tako so bili prvi, ki so začeli iskati odgovore na vprašanja, ki jih Moravska občina še ni poznala. Kmalu je iniciativa dobila veliko novih privržencev, a žal jim še mnogo ljudi ni verjelo, dokler niso bile opravljene raziskave, ki so pokazale nepravilnosti v delovanju podjetja. Danes se LIM oziroma Ljudska iniciativa Moravče še vedno bori za čistočo svoje doline, obenem se trudijo ozaveščati ljudi, da je to skrb vsakega državljana Slovenije, saj bi se vsi morali potruditi za ohranitev zelene in čiste dežele.



Slika 47: Logotip Ljudske iniciative Moravče

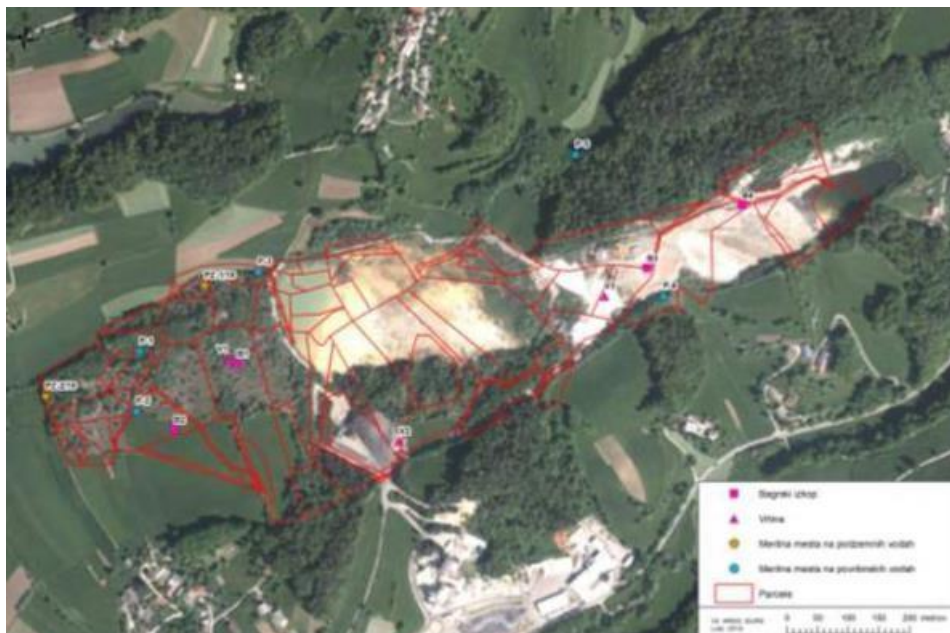
Vir: Facebook stran Ljudska iniciativa Moravče

Priloga C: Poročilo vzorčenja in kemijske analize sanacijskega materiala, površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa Drtija, kjer deluje podjetje Termit d. d.

Ministrstvo za okolje in prostor je zapisalo v poročilu po kemijski analizi, ki jo je izvedel Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano v Mariboru (NLZOH) julija 2019: »Tok podzemne vode je v neorganskih sedimentih sicer počasnejši in omejen, vendar zaradi infiltracije padavin, vertikalno in lateralno precejanje onesnaževalcev v vodonosniku kljub vsemu obstaja. To se odraža tako v podzemni vodi kot tudi v izcednih vodah. Izcedne vode na območju podjetja Termit d. d. so obremenjene z onesnaženjem, značilnim za odpadne vode. Najbolj je onesnažen saniran zahodni del odkopa, ki je zasut z glinami, s krovnimi materiali ter gradbenimi materiali. Tako v podzemni vodi kot tudi v izcedni vodi se je v tem delu odkopa pokazalo onesnaženje s kovinami in visokimi vsebnostmi formaldehida ter fenolov. Glede na navedeno bi bilo potrebno izcedne vode na območju podjetja Termit d. d. zbirati in pred odvajanjem v okolje zagotoviti ustrezno čiščenje.«

Vzorčenje je potekalo med 1. in 9. aprilom 2019, ko so bile narejene tri raziskovalne vrtine in štirje bagrski izkopi. 16. aprila 2019 je bilo odvzetih 5 vzorcev površinskih vod ter dva vzorca podzemnih vod na širšem območju nekdanjega peskokopa Drtija, ki je v lasti podjetja Termit. (Vzorčenje in kemijske analize sanacijskega materiala, površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa Drtija, kjer deluje podjetje Termit d. d.)

Z raziskovalno nalogo smo se predvsem opirali na rezultate kemijske analize površinskih in podzemnih voda, ki so pokazale vpliv podjetja Termit d. d. na kakovost podzemne vode in izcedne vode. V podzemni vodi je bilo prisotno organsko onesnaženje z visoko prisotnostjo organskega ogljika, kemijske potrebe po kisiku ter visoko vrednost amonija (Vzorčenje in kemijske analize sanacijskega materiala, površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa Drtija, kjer deluje podjetje Termit d. d., 2019).



Slika 48: Satelitski posnetek mest opravljenih analiz na opuščnem peskokopu Drtija (slika iz poročila: Vzorčenje in kemijske analize materiala, površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa Drtija).

Navedeni parametri v Uredbi o stanju podzemne vode (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) sicer nimajo navedenih mejnih vrednosti, vendar koncentracije v podzemni vodi v vrtini PZ-2/18 presegajo celo mejne vrednosti za odpadne vode iz Uredbe o emisiji snovi in toplote v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15). V podzemni vodi so bile izmerjene tudi izjemno visoke vsebnosti formaldehida, ki v obeh piezometrih presegajo mejne vrednosti za odpadne vode iz Uredbe o emisiji snovi in toplote v vode in javno kanalizacijo (Priloga 1). Visoke so tudi vsebnosti silicija in mangana, kar pripisujemo geogenemu značaju tega območja. V skladu z 9. členom Uredbe o stanju podzemnih vzorcev vode iz vrtine PZ-1/18 izkazuje slabo kemijsko stanje, ker koncentracija formaldehida izkazuje vdor onesnažene vode v podzemno vodo. Vzorec iz vrtine PZ-2/18 pa izkazuje slabo kemijsko stanje, ker koncentracije celokupnega organskega ogljika (TOC), kemijske potrebe po kisiku, amonija in formaldehida izkazujejo vdor onesnažene vode v podzemno vodo. Pri izcednih vodah pa so glede na mejne vrednosti iz Uredbe o emisiji snovi in toplote v vode in javno kanalizacijo presežene mejne vrednosti za celokupni organski ogljik TOC, prav tako tudi za kemijsko in biokemijsko potrebo po kisiku ter za amonij. Presežene so tudi mejne vrednosti za formaldehid, fenol in nekatere mikroelemente: arzen, bor in molibden (Vzorčenje in kemijske analize sanacijskega materiala, površinskih in podzemnih voda na območju nekdanjega odkopa Drtija, kjer deluje podjetje Termit d. d., 2019).

Lokaliteta:	30.7.2019 (K1)		
Datum:			
Koordinate: GP5MAP60C3x			
N-koordinata	N-koordinata-GPS	N-koordinata-GPS	m. n. m. s. - GPS
482336	110621		441

Prilazna analiza - Tz, v(TLC 1598), TDS, Tv(AP.1)

ara	pretok (l/s)	T zraksa (oC)	T vode (oC)	TDS/Tv	vonj
S. At		-2,3	3,0	175/115	

Prilazna analiza STAR A 3295

ura	redox (ORP) mV	T vode oC	prevodn (Cond) µS/cm	TDS (TDS) mg/L	stanost	T vode oC
9.40	384,8	3,6	364,3	159,5	0,210	3,8
ura	O2 (RDO) mg O2/l	O2 (RDO) %	T vode/ABP oC/salt	pH (pH)	stanost (mV)	T vode oC
	12,23	97,6	3,6	8,22	-64,5	3,8