



Bazične lastnosti Kamniške Bistrice

Tjaša Klopčič, Aja Petrović

Srednja šola Domžale

Mentorica: Alenka Lenarčič

Februar 2024

ZAHVALA

Zahvaljujeva se najinim GLOBE sošolcem Eli, Evi, Lauri, Luciji, Maji, Marku, Maticu, Pavlu, Samo in Sebastjanu, ki so izvajali meritve na drugih lokacijah ob reki in prispevali svoje znanje ter pomagali pri zbiranju informacij za to raziskovalno nalogo.

Zahvaljujeva se tudi najini mentorici prof. Alenki Lenarčič za podporo in pomoč pri pisanju raziskovalne naloge.

POVZETEK

Na reki Kamniški Bistrici, ki teče v bližini naše šole, sva izvedli osnovne GLOBE meritve (temperatura zraka in vode, električna prevodnost, pH). Ko sva ugotovili, da je pH vode rahlo bazičen, sva obseg meritev razširili še z merjenjem skupne trdote. Po končanih meritvah sva začeli iskati povezave med njimi in razlage teh povezav.

Ugotovili sva, da sta temperaturi zraka in vode povezani, vendar so bile spremembe temperature vode manjše od sprememb temperature zraka, kar lahko pojasnimo z njeno večjo specifično toploto v primerjavi z zrakom. Voda v Kamniški Bistrici je trda, kar pomeni, da je v njej raztopljenih veliko mineralnih snovi. Električna prevodnost rečne vode je večja od električne prevodnosti destilirane vode. Koncentracija ionov, ki lahko prispevajo k električni prevodnosti, je visoka, kar je verjetno tudi povezano z veliko trdoto vode. pH vode v reki je rahlo bazičen zaradi raztopljenih karbonatnih kamnin, ki sva jih našli na brežini in naplavinah ter testirali s kislinskim testom, in je zato verjetno povezan z alkalnostjo vode.

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	2
1. Raziskovalno vprašanje in hipoteze	5
2. Uvod in pregled literature	6
2.1 Hidrosfera in Zemlja kot sistem	6
2.2 Reka Kamniška Bistrica	6
2.3 GLOBE protokoli hidrosfere	9
2.3.1 Protokol za temperaturo zraka	9
2.3.2 Protokol za temperature vode	9
2.3.3 Protokol za alkalnost	10
2.3.4 Protokol za električno prevodnost	11
2.3.5 Protokol za pH	11
2.3.6 Ostali GLOBE protokoli, ki se lahko uporabljajo za hidrosfero	12
2.4 ARSO	12
2.5 Kislinski test	13
3. Raziskovalne metode in materiali	14
3.1 Merilno mesto	14
3.2 Temperatura zraka	15
3.3 Temperatura vode	15
3.4 Alkalnost/skupna trdota	16
3.5 Električna prevodnost	16
3.6 pH vode	17
3.7 Test karbonatnih kamnin – kislinski test	17
4. Rezultati in razprava	18
4.1 Temperatura zraka in vode	18
4.2 Skupna trdota	19
4.3 Električna prevodnost	21
4.4 pH	21
4.5 Kislinski test (test karbonatnih kamnin)	22
5. Zaključek	23
Bibliografija	24

KAZALO SLIK

Slika 1. Zemlja kot sistem	6
Slika 2. Vodni cikel	6
Slika 3. Izvir reke	6
Slika 4. Dolina Kamniške Bistrice, zgornji del	7
Slika 5. Poplavna območja in protipoplavni ukrepi v občini Domžale	8
Sliki 6 in 7. Poplave v Domžalah, 4. avgust 2023	8
Slika 8. GLOBE Data Entry Logo	9
Slika 9. Termometer	9
Slika 10. Temperatura vode	9
Slika 11. Ioni in molekule karbonatnega sistema	10
Slika 12. Skupna trdota vode	10
Slika 13. Vodni kamen	10
Slika 14. Električna prevodnost	11
Slika 15. pH	11
Slika 16. pH skala	11
Slika 17. ARSO Logo	12
Slika 18. Kislinski test	13
Slika 19. Fotografije merilnega mesta	14
Slika 20. Podatkovni list za raziskavo hidrosfere	14
Slika 21. Pripomočki za terensko delo	14
Slika 22. Merjenje temperature zraka	15
Slika 23. Merjenje temperature vode	15
Slika 24. Določanje skupne trdote	16
Slika 25. Merjenje električne prevodnosti	16
Slika 26. Merjenje pH	17
Slika 27. Del reke v bližini šole	17
Slika 28. Kislinski test	17
Slika 29. Povprečna zimska temperatura zraka (1981/82-2009/10)	18
Slika 30. Rezultati kislinskega testa	22
Slika 31. Kamniška Bistrica	23

KAZALO TABEL

Tabela 1. Lestvica skupne trdote vode	10
Tabela 2. Opis merilnega mesta	14
Tabela 3. Temperatura zraka in vode, trdota vode, prevodnost in pH za obdobje od 16. novembra 2023 do 14. februarja 2024	18
Tabela 4. Padavine v Domžalah v obdobju med 14. novembrom 2023 in 31. januarjem 2024	20

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Korelacija trenutne temperature zraka in vode za obdobje od 16. novembra 2023 do 14. februarja 2024	19
Graf 2: pH za obdobje med 16. novembrom 2023 in 14. februarjem 2024	21

1. Raziskovalno vprašanje in hipoteze

Ko sva se pridružili projektu GLOBE in začeli uporabljati GLOBE protokole v reki Kamniški Bistrici, sva najprej izbrali osnovne meritve hidrosfere, temperaturo zraka in vode ter pH. Ko sva preverili rezultate meritev, sva ugotovili, da je rečna voda rahlo bazična in ne nevtralna (pH 7), kot sva pričakovali.

Zato se je postavilo vprašanje, kateri so razlogi za specifično vrednost pH 8 v reki Kamniški Bistrici in kakšne učinke ima lahko na lastnosti vode in življenje v in ob reki?

Odgovore sva najprej začeli iskati v literaturi in naleteli na koncept alkalnosti – alkalnost in pH sta lastnosti vode, ki sta povezani, a različni. Alkalnost je merilo puferske zmogljivosti vode, kar pomeni odpornost vode na znižanje pH, ko ji dodamo kisline, pH pa je kislost vode. Alkalnost nastane, ko voda raztaplja kamnine, ki vsebujejo kalcijev karbonat, kot sta kalcit in apnenec.

Ko sva primerjali rezultate najinega merilnega mesta z rezultati meritev na dveh mestih višje ob reki, sva ugotovili, da so tam izmerili podoben pH. Na podlagi tega in po splošnem pregledu dogajanja ob reki sva sklepali, da je verjetnost bazičnega pH zaradi človekove dejavnosti majhna in je bolj verjetno, da je višji pH posledica raztapljanja karbonatnih kamnin v tleh.

Odločili sva se, da bova Kamniško Bistrico bolje raziskali in začeli meriti električno prevodnost in skupno trdoto rečne vode. Žal nisva imeli dovolj časa in možnosti za drugi del raziskovalnega vprašanja (kakšen vpliv bi lahko imelo na lastnosti vode in življenje v in ob reki), zato sva ga pustili za naslednjo raziskovalno nalogo.

Postavili sva naslednje hipoteze:

1. Voda v Kamniški Bistrici je trda.
2. Električna prevodnost rečne vode je veliko višja od električne prevodnosti destilirane vode.
3. pH rečne vode je rahlo bazičen.
4. Vzorci kamnin z rečnih bregov in naplavin vsebujejo karbonatne kamnine.

2. Uvod in pregled literature

2.1 Hidrosfera in Zemlja kot sistem

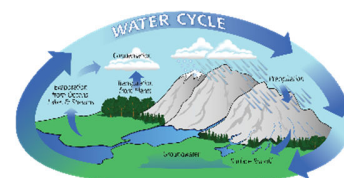


Slika 1. Zemlja kot sistem

Zemljin sistem sestavljajo atmosfera (zrak), hidrosfera (voda) in litosfera, ki vključuje pedosfero (tla, zemljo) in biosfero (življenje). Procesi v sistemu so medsebojno fizično, kemijsko in biološko povezani. Spreminjanje katerega koli dela zemeljskega sistema lahko vpliva na preostali del sistema. Raziskovanje hidrosfere z GLOBE

protokoli je pomembno – uporabljamo ga za dokumentiranje kemijskih in fizikalnih značilnosti naših vodnih teles, ki so pomembna za življenje, prav tako pa dokumentiramo, kdaj in kje so ugotovljene spremembe v vodnih telesih naše Zemlje.

Hidrološki (vodni) cikel aktivno povezuje vse dele zemeljskega sistema. Ko Sonce segreva vodo v oceanih, rekah, jezerih, prsti in rastlinju, povzroča izhlapevanje vode – voda prehaja iz tekočega v plinasto agregatno stanje in se premika iz vodnih teles v ozračje. Vodna para se nato ohladi in spremeni v tekočo vodo ali led, da postanejo oblaki. Ko kapljice vode ali ledeni kristali postanejo dovolj veliki, padejo nazaj na površje kot dež ali sneg.

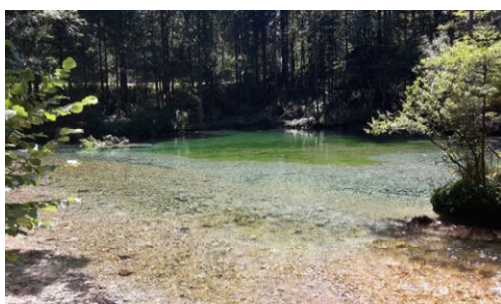


Slika 2. Vodni cikel

Popolnoma čista voda je v naravi redka, saj je voda dobro topilo. Med potovanjem skozi hidrološki cikel dež in sneg zajemata aerosole iz zraka. Ko kisli dež pronica v tla, počasi raztaplja kamnine. Raztopljene ali suspendirane nečistoče določajo kemično sestavo vode. S proučevanjem sprememb v kakovosti in sestavi vodnih teles zbiramo tudi namige o spremembah v drugih delih zemeljskega sistema.

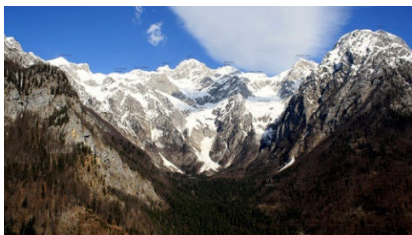
Področje hidrološkega raziskovanja se osredotoča na vodo in vodna telesa. Hidrološki protokoli vključujejo temperaturo vode, prosojnost, pH, raztopljeni kisik, bodisi prevodnost ali slanost, alkalnost, nitrata, kot tudi dokumentacijo o makro nevretenčarjih, najdenih v sladki vodi [1] [2].

2.2 Reka Kamniška Bistrica



Slika 3. Izvir reke

Kamniška Bistrica je reka v osrednji Sloveniji. Dolga je 33 km in izvira v kraškem izviru na nadmorski višini 623 m na začetku istoimenske doline. V osrednjem delu, to je od Kamnika do Domžal v dolžini dobrih 17 km, je skoraj popolnoma urbanizirana. V tem delu Kamniška Bistrica večinoma teče v togo regulirani strugi.



Slika 4. Dolina Kamniške Bistrice, zgornji del

Dolina Kamniške Bistrice je ledeniško oblikovana alpska dolina na južni strani Kamniško-Savinjskih Alp. Dolga je 7,5 km in široka 3,4 km. Nad njo se sklanjajo vrhovi Krvavca, Kalškega grebena, Grintovca, Skute, Turske gore, Brane, Planjave, Ojstrice, Velike planine in Kamniškega vrha. Dolina je strma in sprva ozka, v obliki črke V, zato je težko dostopna in posledično redko poseljena [3] - [5].

Kamniška Bistrica je največji slovenski hudournik, kar pomeni, da je zelo hitra, zlasti v času taljenja snega in deževja, ko se vanjo s pobočij doline stekajo hudourniške vode. Hudourniški značaj se kaže v zelo veliki razliki med nizkimi in visokimi pretoki, v razmerju približno 1:300 [6] [7].

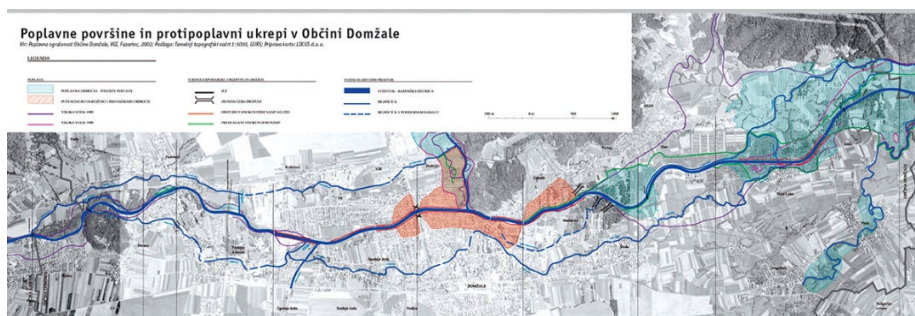
Reka nosi kamenje iz zgornjih predelov porečja. Ostre robove proda, ki se kruši s strmih skalnih sten, voda zajame in skotali po dnu, kjer se drgnejo drug ob drugega in meljejo. Tako nastanejo kamenčki različnih velikosti in oblik. Na gramoznicah pod Homškim hribom najdemo prodnike najrazličnejših sedimentnih in v manjši meri magmatskih kamnin. Gorski del povodja je večinoma iz triasnih in deloma jurskih, pretežno karbonatnih kamnin (apnenec in dolomit) [8].

Reko imenujemo tudi salmonidna reka, saj ima hiter tok in visoko vsebnost kisika. Spada v porečje Save in se vanjo izliva malo pred reko Ljubljanico. Razvodje obsega Korošico, Bistričico in Pšato kot desne pritoke ter Kamniško Belo, Nevljico in Račo kot leve pritoke. Zgornji tok se močno razlikuje od srednjega in spodnjega: v zgornjem toku je prava deroča gorska reka z velikim prepadom, v srednjem in spodnjem toku pa teče po ravnini po prodnatem drobirju skozi urbanizirano območje. Večino površine, po kateri teče reka, sestavljajo karbonatne kamnine (apnenec, dolomit, ...) Kot prava kraška reka tudi občasno presahne, predvsem v obdobjih hude suše [9].

Reka najprej teče kot velik meander skozi iglaste gozdove, nato pa se izliva v dno ledeniške doline. Teče po široki prodnati terasi proti Kamniku, kjer se združi z Nevljico in nadaljuje skozi neprekinjeno območje naselij v okolici Kamnika in Domžal. Z leve se vanjo izliva Rača. Teče po široki poplavni ravnici, kjer se nahaja čistilna naprava Domžale. Združi se s Pšato in se malo pred izlivom v Ljubljanico izlije v Savo [3] - [5].

Kamniška Bistrica je izjemno vodnata in ima deževno-snežni režim, kar pomeni, da so vodostaji jeseni in spomladi v času taljenja snega in jesenskega deževja visoki, poleti in pozimi pa nizki. Ob močnem deževju lahko zaradi visokega vodostaja pride do poplav. Danes so njene poplavne ravnice gosto poseljene, kar je velik problem. Za preprečevanje poplav so zgradili številne prečne pregrade in jezove, marsikje so uredili brežine, vodo odvajajo tudi v umetne struge, ki so bile zgrajene za oskrbo z vodo mlinov in žag (11 mlinov) [10].

4. avgusta 2023 je Kamniška Bistrica zaradi obilnega in dolgotrajnega deževja prestopila bregove. Voda se je razlila več sto metrov od struge, poplavila več hiš, zaprla ceste in poškodovala most na pomembni vpadnici v mesto [11] [12].



Slika 5. Poplavna območja in protipoplavni ukrepi v občini Domžale



Sliki 6 in 7. Poplave v Domžalah, 4. avgust 2023

Danes je celotna struga Kamniške Bistrice zožana in izravnana, nekdanje poplavne ravnice pa urbanizirane. Podnebne spremembe v zadnjih desetletjih in zahteve po novih in strožjih regulacijah so povečale hudourniški značaj vodotoka, hkrati pa poslabšale poplavno varnost dolvodnih območij.

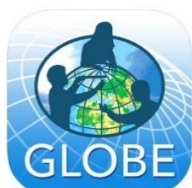
Reka je že od nekdaj izjemno gospodarsko pomembna, saj je prvotno oskrbovala mline in žage. Njen visok vodostaj in padec sta bila uporabljena za pridobivanje vodne energije. Hkrati napaja tudi podtalnico in s tem v veliki meri prispeva k oskrbi celotne Ljubljanske kotline s pitno vodo. Hidroenergija je bila tudi razlog za razvoj industrijske infrastrukture in večjih mest ob njenih bregovih. V prejšnjem stoletju je gosta industrija z izpusti močno onesnažila reko. V spodnjem toku je tako veljala za "mrtvo reko". Na srečo je bilo na prelomu tisočletja postavljenih veliko čistilnih naprav, npr. v Študi, med Domžalami in Kamnikom, poleg tega so bili sprejeti številni okoljevarstveni zakoni, ki od tovarn zahtevajo čiščenje izpuščenih voda. Danes je reka veliko bolje očiščena, vendar je onesnaženje še vedno velik problem. Poleti je v strugi malo vode, zato je samočistilna sposobnost reke zmanjšana in se težje prečisti. Onesnažena je tudi ob poplavah zaradi odpadnih voda iz naselij in strupenih snovi, pesticidov [6] ...

Podrobnejša analiza alg bi pokazala, da je reka bolj onesnažena, predvsem v spodnjem delu. Prodniki so gosto poraščeni s plastjo alg, ki se hranijo s hranili, raztopljenimi v vodi. Čista reka vsebuje manj hranilnih snovi, zato je alg manj [13].

V srednjem in spodnjem toku je vodotok močno spremenjen, a še vedno poraščen z gozdom. Tudi odkar je reka čistejša, so se populacije rib in drugih živih organizmov obnovile. Najpogostejše vrste so potočna postrv, klen, ščuka, lipan ... Danes jih najbolj ogrožata izguba življenjskega prostora in pomanjkanje vode v glavni strugi zaradi čezmernega odtekanja v umetne stranske struge.

Kamniška Bistrica je torej gospodarsko in okoljsko zelo pomembna reka, ki ima velik vpliv na svojo okolico, naravno ali urbanizirano. Ljudem je omogočila obstoj in razvoj na tem območju. Prilagodili so ga svojim potrebam, kar ima pogosto posledice še danes (npr. poplave). Resen problem je onesnaževanje, ki se je začelo z razvojem okoliške industrije, danes pa je zaradi čistilnih naprav in okoljske zakonodaje veliko bolj pod nadzorom.

2.3 GLOBE protokoli hidrosfere



Slika 8. GLOBE Data Entry Logo

Z GLOBE protokoli pridobimo točne podatke, če upoštevamo vsa navodila. V zemeljskem sistemu je »vse povezano z vsem drugim«, zato moramo pogosto upoštevati več kot en protokol, ker različne lastnosti vode vplivajo druga na drugo. S protokoli GLOBE Hydrosphere Investigation Protocols lahko odgovorimo tudi na mnoga vprašanja v zvezi z vodami v bližini naše šole [14].

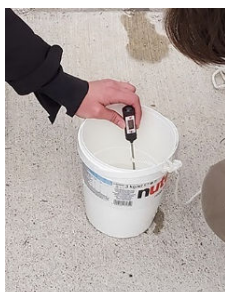
2.3.1 Protokol za temperaturo zraka



Slika 9. Termometer

Atmosfera je del zemeljskega sistema. To je zelo tanek sloj zraka, ki sega od površine Zemlje do roba vesolja. Temperatura zraka meri toploto v zraku. Najtoplejše je na površini Zemlje, temperatura pa z višino pada. Neenakomerno segrevanje zemeljske površine poganja kroženje zraka in vode ter povzroča spreminjanje podnebja glede na zemljepisno širino. Lastnosti tekočine se nenehno spreminjajo s časom in lokacijo. Tej spremembi pravimo vreme. Temperatura zraka vpliva na vrste rastlin in živali, ki živijo na določeni lokaciji ter na nastanek tal [15].

2.3.2 Protokol za temperature vode

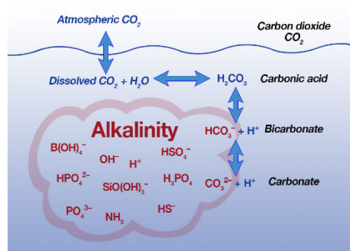


Slika 10. Temperatura vode

Merjenje temperature vode pove, kako vroča ali hladna je voda. Nenadna zvišanja ali znižanja temperature vode so nenavadna. Voda ima večjo toplotno kapaciteto (specifično toploto) kot zrak, zato se počasneje segreva in ohlaja.

Temperaturo vode včasih imenujemo glavna spremenljivka, ker vpliva na skoraj vse lastnosti vode in kemične reakcije, ki potekajo v njej. Temperatura vode je tudi pomembna spremenljivka, ki določa, kateri organizmi lahko živijo v nekem vodnem telesu [14].

2.3.3 Protokol za alkalnost



Slika 11. Ioni in molekule karbonatnega sistema

Alkalnost in pH sta lastnosti vode, ki sta povezani, vendar različni. Alkalnost je merilo pH puferske zmogljivosti vode, kar pomeni odpornost vode na znižanje pH, ko so ji dodane kisline, pH pa je kislost vode.

Alkalnost nastane, ko voda raztaplja kamnine, ki vsebujejo kalcijev karbonat. Ko ima jezero ali potok nizko alkalnost, običajno pod približno 100 mg CaCO₃/L, bi lahko velik dotok kisle vode zaradi močnega dežja ali hitrega taljenja snega (vsaj začasno) znižal pH vode na ravni, ki so škodljive za dvoživke, ribe ali zooplankton.

Kadar ima voda visoko alkalnost, pravimo, da ima veliko pufrno sposobnost in je manj občutljiva na kemične spremembe, ki bi lahko povzročile spremembo kislosti. Upira se znižanju pH, ko vanjo vstopi kislá voda, na primer dež ali staljen sneg. Jezera in potoki imajo na območjih, bogatih z apnenčasto podlago, višjo alkalnost kot tista v regijah z nekarbonatno podlago [14].

Trdota vode



Slika 12. Skupna trdota vode

Trdoto vode povzročajo raztopljene mineralne snovi. Njihova količina in vrsta sta odvisni od območja, kjer voda izvira, ter od kemične sestave substrata, čez katerega in skozi katerega teče voda, preden doseže površje. Več ko jih naravna voda raztopi iz prsti in kamnin, bolj trda je.

Trdota vode je sestavljena iz začasne in trajne trdote. Začasno trdoto vode lahko odstranimo s prekuhavanjem. Pri segrevanju vode se kalcijevi in magnezijevi hidrokarbonati pretvorijo v netopne karbonate. Izločeni karbonati so tako imenovani kamen ali vodni kamen, ki se pri 60 °C in več hitro nabira v ceveh, parnih kotlih, bobnih pralnih strojev itd. Trda voda zmanjšuje tudi moč pralnih praškov in drugih detergentov. Vse druge mineralne snovi, ki se pri vrenju ne izločijo, spadajo med trajne trdote (sulfati, kloridi, natrijev karbonat itd.) [16].



Slika 13. Vodni kamen

Trdota vode se najpogosteje izraža v nemških stopinjah trdote (°dH), kjer ena stopnja pomeni vsebnost 10 mg CaO na liter vode oziroma 17,8 mg CaCO₃ na liter vode. [17].

°dH	mg CaCO ₃ /L (ppm)	Klasifikacija
0-3	0-54	Zelo mehka
4-7	71-125	Mehka
8-11	142-196	Srednje trda
12-16	214-285	Precej trda
17-29	303-516	Trda
več kot 29	> 516	Zelo trda

Tabela 1. Lestvica skupne trdote vode

2.3.4 Protokol za električno prevodnost



Slika 14. Električna prevodnost

Električna prevodnost meri sposobnost vode za prenos električnega toka. Ta je neposredno povezana s koncentracijo soli ali nečistoč v vodi in je odvisna od prisotnosti ionov v vodi: od njihove koncentracije, mobilnosti in naboja ter od temperature vode v času merjenja. Raztopine anorganskih snovi so večinoma dobri prevodniki, molekule organskih snovi, ki v vodi ne disociirajo, pa slabo ali sploh ne prevajajo električnega toka. Enota za električno prevodnost je mikro-Siemens na cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Morska voda ima električno prevodnost približno $50.000 \mu\text{S}/\text{cm}$, medtem ko ima deževnica električno prevodnost $5\text{--}30 \mu\text{S}/\text{cm}$. Količino mineralnih nečistoč v vodi imenujemo skupne raztopljene trdne snovi (okrajšano TDS).

Električno prevodnost uporabljamo kot posredno merilo za določitev TDS vode. Znatne spremembe v prevodnosti so lahko znak onesnaženja zaradi izpusta v vodno telo.

Temperatura vpliva tudi na električno prevodnost: višja kot je temperatura vode, večja je električna prevodnost. Zato se pri merjenju električne prevodnosti odčitava tudi temperatura [14].

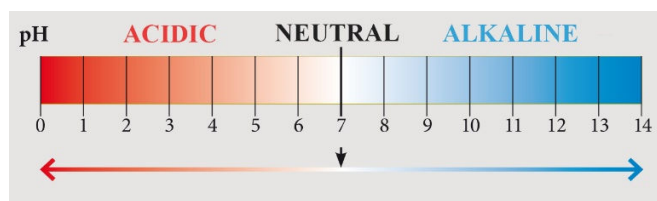
2.3.5 Protokol za pH



Slika 15. pH

pH v raztopini določa koncentracija aktivnosti vodikovega iona (H^+) v raztopini.

pH je izražen v enotah od 0 do 14, pri čemer je 0 najbolj kisel in 14 najbolj bazičen, 7 pa je definiran kot nevtralen pH. Vsaka številka predstavlja 10-kratno spremembo kislosti ali alkalnosti vode.



[18]

Slika 16. pH skala

pH vode vpliva na večino kemičnih in bioloških procesov, ki potekajo v njej. Vpliva na topnost snovi v vodi (količina, ki se lahko raztopi v vodi) in biološko razpoložljivost hranil. Določa tudi stopnjo, do katere so topni potencialno strupeni materiali, kot so težke kovine.

pH vodnega telesa je mogoče izmeriti s pH metrom ali pH papirjem. Natančnost obeh metod je odvisna od električne prevodnosti vode (biti mora vsaj $200 \mu\text{S}/\text{cm}$, da te metode poročajo natančno) [14].

2.3.6 Ostali GLOBE protokoli, ki se lahko uporabljajo za hidrosfero

Protokol prosojnosti vode – meri globino prodiranja svetlobe v vodo, ki je odvisna od količine suspendiranih delcev – organskih (fitoplankton in alge) ali anorganskih (sedimenti) ter drugih raztopljenih nečistoč, kot so organski ali anorganski karbonati. Ti delci omejujejo prodor svetlobe skozi vodni stolpec in prispevajo k barvi in prosojnosti vode.

Protokol za raztopljeni kisik – vodne živali, kot so ribe, in zooplankton, s katerim se hranijo, vdihavajo molekule kisika, raztopljene v vodi. Brez zadostne količine raztopljenega kisika v vodi se vodno življenje zaduši. Količina plinastega kisika, ki je topen v vodi, je odvisna od številnih dejavnikov, vključno s temperaturo vode, atmosferskim tlakom in slanostjo. Hladnejša voda lahko raztopi več kisika kot toplejša voda. Voda na višjih nadmorskih višinah vsebuje manj raztopljenega kisika, saj je atmosferski tlak nižji. Ko se slanost poveča, se topnost kisika zmanjša.

Protokol za slanost vode – voda v morjih in oceanih je slana in ima veliko večjo vsebnost raztopljenih trdnih snovi kot voda v sladkovodnih jezerih, potokih in ribnikih. Slanost je izražena v delih nečistoče na tisoč delov vode. Povprečna slanost zemeljskih oceanov je 35 delcev na tisoč (35 ppt).

Protokol vodnih nitratov – rastline v sladki in slani vodi potrebujejo tri glavna hranila za rast: ogljik, dušik in fosfor. Dušik obstaja v vodnih telesih v številnih oblikah: raztopljeni molekularni dušik (N_2), amonij (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-) in druge organske dušikove spojine. Vodni nitrat je pogosto omejevalni dejavnik za rast rastlin. Prekomerni dušik v vodnem telesu lahko povzroči prekomerno rast rastlinskega sveta, kar na koncu povzroči slabo oksigenacijo vodnih organizmov.

Protokol za sladkovodne makronevretenčarje – makronevretenčarji imajo ključno vlogo v ekosistemu – zagotavljajo bistven člen v prehranjevalni verigi in so vir hrane za številne večje živali. Nekateri pomagajo tudi pri filtriranju vode. Vzorci makronevretenčarjev nam omogočajo, da ocenimo biotsko raznovrstnost, preučimo ekologijo vodnega telesa in raziščemo odnose med kemijskimi meritvami vode in organizmi na mestu študije hidrosfere.

Protokol za habitate komarjev – komarji so vir hrane za številne vrste ptic, dvoživk in plazilcev. Samci komarjev so opaševalci in tako pomagajo pri nastajanju sadja in zelenjave. Vendar pa nekatere vrste prenašajo bolezni, ki prizadenejo ljudi, vključno z malarijo, virusom chikungunya, mrzlico denga, ziko in virusom Zahodnega Nila. Prepoznavanje območij razmnoževanja komarjev, ki so vzrok bolezni za ljudi, je pomembna sestavina lokalnega obvladovanja in izkoreninjenja bolezni [14].

2.4 ARSO



Slika 17. ARSO Logo

Agencija RS za okolje je osrednja okoljska organizacija v Republiki Sloveniji, ustanovljena leta 2001. Delovne naloge te organizacije so na področju spremljanja, analiziranja in napovedovanja naravnih pojavov in procesov v okolju ter zmanjševanja nevarnosti za ljudi in njihovo premoženje [19].

ARSO ima v lasti <https://meteo.arso.gov.si/> ali www.meteo.si, kjer najdemo aktualne vremenske razmere in napovedi ter arhivirane podatke [20].

2.5 Kislinski test



Slika 18. Kislinski test

Izraz "kislinski test" pomeni, da kapljico razredčene klorovodikove kisline ali kisa kanemo na kamen ali mineral in opazujemo, ali se sproščajo mehurčki ogljikovega dioksida. Mehurčki signalizirajo prisotnost karbonatnih mineralov, kot so kalcit ali aragonit (oba CaCO_3), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), magnezit (MgCO_3) ali kateri koli drug karbonatni mineral.

Mehurčki ogljikovega dioksida na vzorcu minerala so dokaz, da poteka reakcija:



Mnogi karbonatni minerali reagirajo s klorovodikovo kislino. Vsak od teh mineralov je sestavljen iz enega ali več kovinskih ionov v kombinaciji s karbonatnim ionom (CO_3^{2-}). Kemija teh reakcij je podobna zgornji reakciji kalcita.

Nastajanje mehurčkov ogljikovega dioksida je lahko močno ali šibko zaradi vrste prisotnih karbonatnih mineralov, količine prisotnega karbonata, velikosti delcev karbonata in temperature kisline.

Apnenec je skoraj v celoti sestavljen iz kalcita in bo povzročil močno šumenje s kapljico klorovodikove kisline.

Doloston je kamnina, sestavljena skoraj v celoti iz dolomita. Povzročil bo zelo šibko šumenje, če nanj kanemo kapljico hladne klorovodikove kisline, bolj očitno šumenje, ko se testira doloston v prahu, in močnejše šumenje, če uporabimo vročo klorovodikovo kislino.

Marmor je metamorfiziran apnenec ali doloston. Imel bo kislo reakcijo, ki je podobna apnencu ali dolostonu, iz katerega je nastal.

Nekatere sedimentne kamnine so povezane s kalcitnim ali dolomitnim cementom. **Peščenjak, meljevec in konglomerat** včasih vsebujejo kalcitni cement, ki povzroči močno šumenje s hladno klorovodikovo kislino.

Kalcit in drugi karbonatni minerali imajo nizko odpornost proti vremenskim vplivom in jih lahko napadejo kisline v naravnih vodah in tleh. Pri preskušanju materiala, ki je bil izpostavljen na Zemljini površini, je zelo pomembno, da testiramo material, ki ni preperel. Svežo površino običajno dobimo z lomljenjem kamnine.

Nekatere kamnine so porozne in vsebujejo rezervoar zraka. Majhne količine zraka, ki uhajajo v kapljico kisline od spodaj, lahko dajejo videz nežne kisle reakcije, ker se iz por pojavi nekaj mehurčkov. Da bi se izognili tej težavi, lahko kamnino opraskamo in preizkusimo prah ali zrna, ki nastanejo [21].

3. Raziskovalne metode in materiali

3.1 Merilno mesto

Ime	Most za stadionom (Skupina RiverScout03)				
Zemlj. širina	46.135807°	Zemlj. dolžina	14.602626°	Nadm. višina	294.4 m
Mesto za atmosfero	Ovire	most			
	Stavbe	ne			
	Tip termometra	Drugo: prst ali zrak			
Mesto za hidrologijo	Ime vodnega telesa	Kamniška Bistrica			
	Tip vodnega telesa	sladkovodno			
	Vrsta vodnega telesa	reka			
	Širina od brega do brega	22,0 m			
	Lokacija vzorčenja	breg			
	Vidnost dna	da			
	Material brega	prst			
	Tip temeljne skale	apnenec			
Sladkovodni habitat	vsebuje skale, blato, debla				

Tabela 2. Opis merilnega mesta



Slika 19. Fotografije merilnega mesta

Raziskovanje hidrosfere

Podatkovni list

Šole: SS DOMŽALE Dijaški: _____

Ime mesta: _____

Čas meritev: * Leto: _____ Mesec: _____ Dan: _____ Ura: _____ (okrajšano)

Stanje vode: (Dobro / Slabo) *

* 1) normalno 2) nepopolno 3) slabo 4) katastrofično 5) neznosno

Opomba: Če ste zbirali vzorce za druge namene, navedite pri obeh straneh obeh na morebitne ovire.

Temperatura zraka _____ °C

Trdota (alkalinitet)

Komplet: Diteh Molest vektorji: Sifon, Moshery-Hagel

1. meritev: _____ kapljic x 17,8 = _____ mg CaCO₃/l

2. meritev: _____ kapljic x 17,8 = _____ mg CaCO₃/l

3. meritev: _____ kapljic x 17,8 = _____ mg CaCO₃/l

Povprečna vrednost: _____ mg CaCO₃/l

Temperatura vode

Merilo: zrak: siloboklirni termometrom: sondo

1. meritev: _____ °C

2. meritev: _____ °C

3. meritev: _____ °C

Povprečna temperatura: _____ °C

Vše izvajanje temperature merilo: 10 s, 10 °C od povprečne vrednosti.

Električna prevodnost vode

Temperatura testirane vode: _____ °C

1. meritev: _____ µS/cm

2. meritev: _____ µS/cm

3. meritev: _____ µS/cm

Povprečna prevodnost: _____ µS/cm

Previdnost: _____ µS/cm

Težko merilo lahko odstopa najprej 40% pri prvi od povprečne vrednosti.

pH vode

Merilo: s: pH lističi pH merilnik

	Črna skala: vsi vrednosti: 0-14	pH
1.		
2.		
3.		

Povprečni pH: _____

Vrednosti za fenol: nadpH: pH 4 pH 7 pH 10

Merilo: naj bodo vsaj 0,2 vrednosti vode pH (povprečne vrednosti) pH

Opombe

Slika 20. Podatkovni list za raziskavo hidrosfere



Slika 21. Pripomočki za terensko delo

3.2 Temperatura zraka

Uporabili sva protokol za trenutno temperaturo zraka.



Slika 22. Merjenje temperature zraka

Temperaturo zraka sva izmerili tako, da sva termometer tri minute držali v višini prsi, v senci in stran od svojega telesa, zabeležili odčitek temperature na podatkovni list in nato termometer držali na enak način še eno minuto. Nato sva še enkrat zabeležili temperaturo. Če je bila temperatura znotraj $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ prejšnjega odčitka, sva odčitek zabeležili na podatkovnem listu. Če sta se odčitka temperature razlikovala za več kot $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, sva meritev ponovili.

Če dva zaporedna odčitka temperature po 7 minutah nista bila v razmaku $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, sva zadnjo meritev zabeležili na podatkovni list in poročali o drugih štirih meritvah v razdelku za komentarje skupaj z opombo, da odčitek po sedmih minutah ni bil stabilen.

3.3 Temperatura vode

Uporabili sva protokol za temperaturo vode s termometriško sondo (digitalnim termometrom).



Slika 23. Merjenje temperature vode

Sondo termometra sva potopili v vzorčno vodo do globine 10 cm in jo pustili v vodi 3 minute. Odčitali sva temperaturo, ne da bi sondo odstranili iz vode, in jo pustili v vzorcu vode še 1 minuto. Ponovno sva odčitali temperaturo in če se temperatura ni spremenila, sva temperaturo zapisali na podatkovni list. Če se je temperatura od zadnjega odčitavanja spremenila, sva meritev ponavljali, dokler ni ostala enaka.

Meritev sva ponovili z dvema novima vzorcema vode in izračunali povprečje treh meritev. Vse temperature morajo biti znotraj $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ povprečja. Če niso bile, sva meritev ponovili.

Po meritvah sva sondo splaknili z destilirano vodo in jo posušili.

3.4 Alkalnost/skupna trdota

Uporabili sva VISOCOLOR® School reagent case (Macherey-Nagel), testni komplet za izvajanje titrimetričnih testov skupne trdote.



Slika 24. Določanje skupne trdote

V posodico za vzorce sva s plastično brizgo nalili 5 mL vzorca vode, dodali 2 kapljici reagenta GH-1 in pretresli, da se je vsebina premešala. Vzorec vode se je obarval rdeče. Če se vzorec vode obarva zeleno, to pomeni, da v njej ni snovi, ki povzročajo trdoto.

Kapalno posodico z reagentom GH-2 sva držali navpično in po kapljicah dodajali reagent ter hkrati stresali vzorec, dokler barva ni postala zelena.

Prešteli sva število kapljic. Ena kapljica ustreza eni stopnji skupne trdote vode –

1 kapljica $\triangleq 1,3 \text{ }^\circ\text{e} \triangleq 17,8 \text{ mg/L CaCO}_3$.

Po uporabi sva kapalne posodice takoj zaprli in posodo za vzorce temeljito izprali [18].

3.5 Električna prevodnost

Uporabili sva protokol za električno prevodnost.



Slika 25. Merjenje električne prevodnosti

Temperatura vzorca vode naj bo med 20-30 °C, preden izmerimo njeno električno prevodnost. Temperatura najin角度zvetih vzorcev vode je bila vedno pod 20 °C, zato sva tri čiste plastenko napolnili z vzorci vode in jih prinesli nazaj v šolski laboratorij. Počakali sva, da je temperatura vode dosegla vsaj spodnjo mejo, temperaturo zabeležili in nato izmerili električno prevodnost.

Dve 100 mL čaši sva dvakrat splaknili z vzorčno vodo in v čaši nalili približno 50 mL vode za testiranje.

Sondo sva splaknili z destilirano vodo in jo osušili s papirnato brisačko. Nato sva jo potopili v vzorec vode v prvi čaši in nežno mešali nekaj sekund. Merilnik ne sme počivati na dnu čaše ali se dotikati sten. Nato sva sondo vzeli iz prve čaše, jo nežno otresli, da sva odstranili odvečno vodo, in jo (brez spiranja z destilirano vodo) potopili v drugo čašo. Ko so se številke prenehale spreminjati (merili sva vsaj 1 minuto), sva vrednost zapisali na podatkovni list.

Meritev sva dvakrat ponovili, vsakič z novim vzorcem, in izračunali povprečje treh meritev. Vsako od opazovanj mora biti znotraj 40 $\mu\text{S/cm}$ povprečja. Če ena ali več vrednosti ni bila znotraj 40 $\mu\text{S/cm}$, sva meritve ponovili z vzorcem sveže vode in izračunali novo povprečje.

Sondo sva splaknili z destilirano vodo, jo popivnili in na merilnik natakneli pokrovček.

3.6 pH vode

Uporabili sva protokol za merjenje pH s metrom (električna prevodnost večja od 200 mS/cm).



Slika 26. Merjenje pH

Najprej sva umerili pH meter v skladu z navodili proizvajalca.

Nato sva elektrodni del merilnika potopili v vodo in enkrat premešali. Merilnik se ni smel dotikati dna ali sten posode. Počakali sva 1 minuto in če se je vrednost na pH metru še vedno spreminjala, sva počakali še eno minuto in nato zabeležili pH vrednost na podatkovni list.

Meritev sva dvakrat ponovili z novimi vzorci vode in pH vrednosti zapisali na podatkovni list. Izračunali sva povprečje vrednosti pH. Vse tri meritve morajo biti znotraj 0,2 povprečja; če niso, je potrebno meritve ponoviti.

Po končanem merjenju sva elektrodo splaknili z destilirano vodo in jo osušili, izklopili merilnik in nadeli pokrovček za zaščito elektrode.

3.7 Test karbonatnih kamnin – kislinski test



Slika 27. Del reke v bližini šole

Za test karbonatnih kamnin oziroma kislinski test sva uporabili 10% raztopino klorovodikove kisline, ki sva jo nakapali na izbrane kamne. Opazovali sva pojavljanje mehurčkov ogljikovega dioksida in moč penjenja. Po potrebi sva površino kamna podrgnili, da je kislina bolje prišla v stik s površino kamna.



Slika 28. Kislinski test

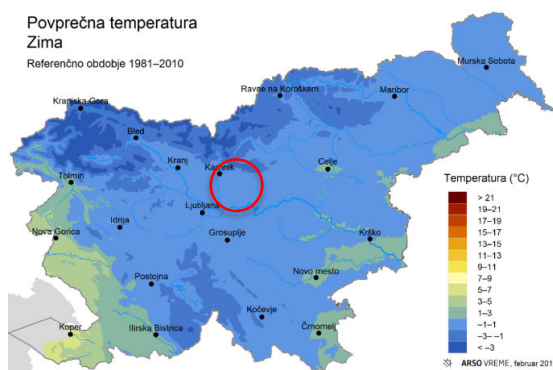
4. Rezultati in razprava

Št.	Čas meritve		Trenutna temperatura zraka (°C)	Temperatura vode (°C)	Trdota (mg/L CaCO ₃)	Prevodnost (μS/cm)	pH
	Datum	Čas (lokalni)					
1	2023-11-16	12:50	10.2	8.0	178	293	8.1
2	2023-11-22	11:55	10.8	8.2	160	332	8.2
3	2023-11-29	12:50	5.7	7.1	166	347	7.9
4	2023-12-06	13.01	4.6	7.0	125	285	7.9
5	2023-12-13	11:50	poplavljeno	poplavljeno	poplavljeno	poplavljeno	poplavljeno
6	2023-12-20	13:05	3.1	6.1	154	322	7.9
7	2024-01-03	12:52	8.5	7.9	148	334	7.6
8	2024-01-10	12:55	2.7	4.8	137	326	7.9
9	2024-01-17	13:00	1.8	5.3	148	347	8.1
10	2024-01-24	12:03	0.1	4.6	142	330	8.0
11	2024-01-31	12:55	5.1	4.6	160	355	7.9
12	2024-02-14	12:55	9.2	7.1	148	341	8.3

Tabela 3. Temperatura zraka in vode, trdota vode, prevodnost in pH za obdobje od 16. novembra 2023 do 14. februarja 2024

4.1 Temperatura zraka in vode

Temperatura je pomembna spremenljivka, saj vpliva na številne fizikalne, kemijske in biološke procese v vodi ter vpliva na izmerjene vrednosti drugih količin.



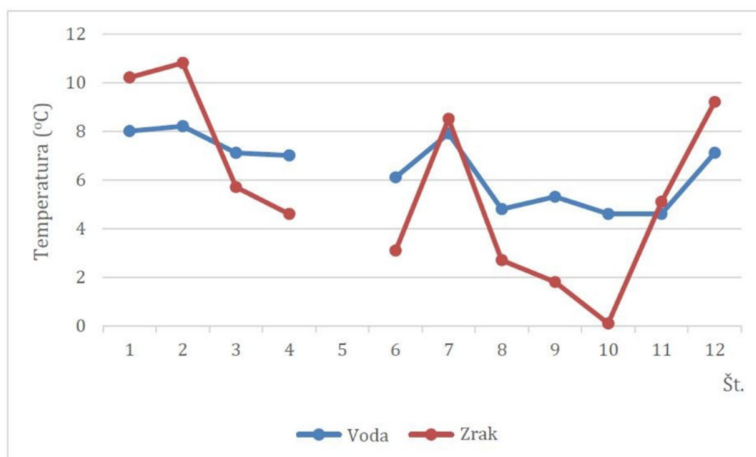
Slika 29. Povprečna zimska temperatura zraka (1981/82-2009/10)

Ker so bile meritve opravljene pozimi, so bile temperature zraka in vode pričakovano nizke, vendar glede na zimsko povprečno temperaturo zraka v obdobju med 1981 in 2010 (Tabela 3) ne ravno značilne za zimo [22].

Podnebne spremembe bi bilo smiselno in pomembno opazovati skozi daljše obdobje, da bi ugotovili, kako vplivajo na življenje v in ob reki in posledično na naša življenja.

Ko sva primerjali temperaturo zraka in vode, sva ugotovili, da se s spreminjanjem temperature zraka spreminja tudi temperatura vode. Ko se je temperatura zraka nižala, se je nižala tudi temperatura vode, z višanjem temperature zraka pa se je višala tudi temperatura vode. Opazili pa sva, da spremembe temperature vode niso bile tako velike kot spremembe temperature zraka, kar lahko pojasnimo z različno specifično toploto zraka in vode: $c(\text{voda}) = 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, $c(\text{zrak}) = 1000 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

Specifična toplota nam pove, koliko toplote (energije) v joulih moramo dovesti 1 kg snovi, da jo segrejemo za 1 K. Da segrejemo 1 kg vode za 1 K potrebujemo 4200 J toplote; če 1 kg vode ohladimo za 1 K, se sprosti 4200 J toplote [23]. Voda ima nenavadno visoko specifično toplotu, zaradi česar se morje ali jezero spomladi dolgo segrevata, jeseni in zgodaj pozimi pa počasi ohlajata, kar ugodno vpliva na klimo. Meniva, da v primeru hitro tekoče reke, kot je Kamniška Bistrica, ta lastnost vode ni tako očitna [24].



Graf 1: Korelacija trenutne temperature zraka in vode za obdobje od 16. novembra 2023 do 14. februarja 2024





4.2 Skupna trdota

Rezultati meritev (Tabela 3) kažejo, da je voda v reki srednje trda [25]. Glede na meje trdote iz drugih virov [26] pa lahko oceniva, da je trda. Tako lahko rečeva, da sva potrdili prvo hipotezo, da je voda v reki Kamniški Bistrici trda.

Sklepava, da je v rečni vodi raztopljena precejšnja količina mineralnih snovi, ki lahko vplivajo tako na električno prevodnost kot na pH.

Pričakovali sva višje vrednosti skupne trdote, a če upoštevava, da je Kamniška Bistrica hitro tekoča reka in da je na dan meritve ali nekaj dni pred ali po njej padal dež ali je snežilo (Tabela 4), sklepava, da reka morda ni imela časa, da v večji meri raztopi kamnine, dež pa bi tako lahko zmanjšala skupno trdoto vode.

Svojo ugotovitev bi lahko preverili tako, da bi reko opazovali dalj časa in v drugih letnih časih (na primer poleti), ko je njen vodostaj nižji.

DOMŽALE lon=14.6022, lat=46.1343, viš=296m	 dež	 sneg	DOMŽALE lon=14.6022, lat=46.1343, viš=296m	 dež	 sneg
2023-11-14	da	ne	2023-12-21	da	ne
2023-11-15	ne	ne	2023-12-22	da	ne
2023-11-16 (M)	da	ne	2023-12-23 - 2023-12-28	ne	ne
2023-11-17	ne	ne	2023-12-29	ne	ne
2023-11-18	ne	ne	2023-12-30	ne	ne
2023-11-19	ne	ne	2023-12-31	da	ne
2023-11-20	ne	ne	2024-01-01	da	ne
2023-11-21	da	ne	2024-01-02	da	ne
2023-11-22 (M)	ne	ne	2024-01-03 (M)	da	ne
2023-11-23	ne	ne	2024-01-04	ne	ne
2023-11-24	da	ne	2024-01-05	da	ne
2023-11-25	ne	ne	2024-01-06	da	ne
2023-11-26	ne	ne	2024-01-07	da	ne
2023-11-27	da	ne	2024-01-08	ne	da
2023-11-28	da	ne	2024-01-09	ne	ne
2023-11-29 (M)	ne	ne	2024-01-10 (M)	ne	ne
2023-11-30	da	da	2024-01-11	ne	ne
2023-12-01	da	ne	2024-01-12	ne	ne
2023-12-02	da	da	2024-01-13	ne	ne
2023-12-03	ne	ne	2024-01-14	ne	ne
2023-12-04	ne	da	2024-01-15	da	ne
2023-12-05	da	ne	2024-01-16	ne	ne
2023-12-06 (M)	ne	ne	2024-01-17 (M)	da	ne
2023-12-07	ne	ne	2024-01-18	da	ne
2023-12-08	ne	da	2024-01-19	da	da
2023-12-09	da	da	2024-01-20	ne	ne
2023-12-10	da	ne	2024-01-21	ne	ne
2023-12-11	da	ne	2024-01-22	ne	ne
2023-12-12	ne	ne	2024-01-23	ne	ne
2023-12-13 (M)	da	ne	2024-01-24 (M)	ne	ne
2023-12-14	da	ne	2024-01-25	da	ne
2023-12-15	ne	ne	2024-01-26	ne	ne
2023-12-16	ne	ne	2024-01-27	ne	ne
2023-12-17	ne	ne	2024-01-28	ne	ne
2023-12-18	ne	ne	2024-01-29	ne	ne
2023-12-19	ne	ne	2024-01-30	ne	ne
2023-12-20 (M)	da	ne	2024-01-31 (M)	ne	ne

[27]

Tabela 4. Padavine v Domžalah v obdobju med 14. novembrom 2023 in 31. januarjem 2024

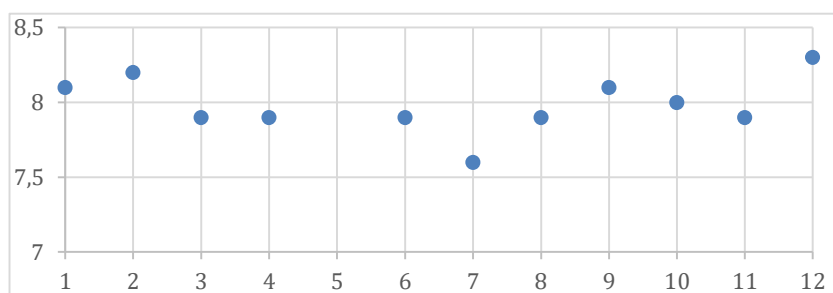
4.3 Električna prevodnost

Električna prevodnost destilirane vode je od 0,5 do 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [28], pitne vode od 50 do 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in površinske vode od 100 do 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [29]. Prevodnost v srednjem območju od 200 do 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ je normalna vrednost za večino večjih rek [30]. Najini rezultati meritev (Tabela 3) so v spodnjem delu srednje prevodnosti, zato kažejo, da ima voda normalno in ne prekomerno koncentracijo ionov, ki lahko prispevajo k električni prevodnosti. Potrdili sva drugo hipotezo, električna prevodnost rečne vode je veliko večja od električne prevodnosti destilirane vode.

Električna prevodnost izven tega območja ali znatno povišana električna prevodnost lahko pomenita, da je v reko prišlo onesnaženje. Večjih odstopanj v rezultatih meritev nisva opazili.

Začeli sva razmišljati, kako lahko človekova dejavnost spremeni ali začasno poveča električno prevodnost? Vsaka človeška dejavnost, ki reki dodaja kemikalije, lahko spremeni električno prevodnost (kloridi in fosfati iz gospodinjskih izdelkov, zimski odtoki s cest, ki vsebujejo sol ...).

4.4 pH



Graf 2: pH za obdobje med 16. novembrom 2023 in 14. februarjem 2024

Najnižja izmerjena vrednost pH je bila 7,6, najvišja pa 8,3 (Tabela 3). Potrdili sva tretjo hipotezo – pH vode je bazičen, vendar se je v obdobju merjenja nekoliko spreminjal.

Ker naju je zanimalo, zakaj prihaja do razlik, je bila ena od predpostavk večja količina padavin na dan meritve ali nekaj dni pred tem. Ko sva raziskovali vreme v obdobju meritev, se je izkazalo, da nižje vrednosti pH sovpadajo z obdobjem padavin na isti dan ali nekaj dni prej (Tabela 4). Ko sva izmerili najnižjo vrednost (3. 1. 2014), je deževalo štiri dni zapored, vključno z dnem meritve.

Glede na to, da sva ugotovili, da so kamnine v reki pretežno karbonatne, da vrednosti električne prevodnosti kažejo na večjo prisotnost raztopljenih ionov v vodi in da je rečna voda srednje trda/trda, lahko sklepava, da je rečna voda rahlo alkalna zaradi prisotnosti ionov, ki so posledica raztapljanja karbonatnih kamnin.

Najina naslednja naloga bi bila preveriti pufersko sposobnost rečne vode in povezanost oziroma vpliv te zmogljivosti na floro in favno v reki in posredno tudi na ljudi, ki živijo v bližini reke ali jo uporabljajo za rekreacijo.

4.5 Kislini test (test karbonatnih kamnin)



Slika 30. Rezultati kislinskega testa

Na rečnem bregu in rečnih sedimentih sva zbirali različne vzorce kamnov. Žal do skal na dnu reke zaradi večje globine reke oziroma njenega hitrega toka nisva mogli dostopati. Vzorce sva testirali z raztopino klorovodikove kisline.

Pri večini vzorcev sva opazili močno reakcijo s kislino in močno penjenje, pri nekaterih pa so bile reakcije manj očitne. Našli sva tudi kamne, ki niso reagirale na kislinski test, vendar so bile v manjšini.

Potrdili sva četrto hipotezo, da bodo vzorci kamnin z rečnih obrežij in naplavin vsebovali karbonatne kamnine.

Na podlagi podatkov iz literature in rezultatov kislinskega testa sklepava, da so v in ob reki karbonatne kamnine, ki jih rečna voda in kisli dež lahko raztapljata in tako prispevata k prisotnosti raztopljenih mineralnih snovi v vodi.

5. Zaključek



Slika 31. Kamniška Bistrica

Kamniška Bistrica je gospodarsko in okoljsko zelo pomembna reka, ker ima velik vpliv na svojo okolico, naravno ali urbanizirano. Ljudem je omogočila obstoj in razvoj na tem območju, oni pa so jo prilagodili svojim potrebam. Resen problem je onesnaževanje, ki se je začelo z razvojem okoliške industrije, danes pa je zaradi čistilnih naprav in okoljske zakonodaje veliko bolj pod nadzorom.

Reka se nahaja v bližini naše šole, zato je bila odločitev za njeno raziskovanje logična in enostavna. Ker jo veliko ljudi uporablja za sprehode in druge vrste rekreacije, se nama je zdelo pomembno, da začneva raziskovati njene lastnosti in opazujeva, ali se morda spreminjajo, da bi v primeru poslabšanja lahko opozorili na negativne spremembe in pravočasno ukrepali.

Začeli sva s preprostimi meritvami, kot sta temperatura in pH, nato pa sva na podlagi dobljenih rezultatov in vprašanj, ki so se porajala, raziskavo razširili z merjenjem električne prevodnosti in trdote.

Skozi najino raziskovalno delo, tako eksperimentalno kot teoretično, sva ugotovili naslednje:

- 💧 Temperaturi zraka in vode sta povezani, vendar so spremembe temperature vode manjše od sprememb temperature zraka, kar lahko pojasnimo z njeno večjo specifično toploto v primerjavi s specifično toploto zraka.
- 💧 Voda v Kamniški Bistrici je trda, kar pomeni, da je v njej raztopljenih veliko mineralnih snovi; visoka trdota vode lahko povzroči, da rečna voda ni neposredno primerna za uporabo v ogrevalnih sistemih, saj lahko izločanje vodnega kamna oteži delovanje teh naprav.
- 💧 Električna prevodnost rečne vode je veliko višja od električne prevodnosti destilirane vode, zato je koncentracija ionov, ki lahko prispevajo k električni prevodnosti, visoka, kar je verjetno tudi posledica visoke trdote vode.
- 💧 pH vode je rahlo bazičen, kar je posledica raztopljenih karbonatnih kamnin (ki smo jih našli na brežinah in naplavinah ter testirali s kislinskim testom) in je povezan z alkalnostjo vode.

V prihodnje načrtujemo raziskovanje in iskanje odgovorov na naslednja vprašanja:

- Ali raven pH ostane nespremenjena skozi vse leto ali se sezonsko spreminja?
- Ali obstajajo določene lokacije ob reki, kjer je pH konstantno višji ali nižji?
- Kako pH in karbonatna trdota delujeta kot pufer v vodnih sistemih?
- Kako pH-karbonatni sistem deluje kot blažilnik pred zunanji spremembami pH?
- Kako razlike v pH in karbonatni trdoti vplivajo na vodno življenje, vključno z ribami in drugimi organizmi?
- Kateri so viri in dejavniki (naravni ali antropogeni), ki vplivajo na pH in karbonatno trdoto v reki? Kako ti dejavniki vplivajo na splošno kakovost vode in zdravje vodnega ekosistema?

Bibliografija

- [1] <https://www.globe.gov/>
- [2] <https://www.globe.gov/get-trained/protocol-ettraining/etraining-modules/16867649/12273>
- [3] https://sl.wikipedia.org/wiki/Kamni%C5%A1ka_Bistrica
- [4] <https://365.rtvlo.si/arhiv/slovenski-magazin/174810114>
- [5] [https://sl.wikipedia.org/wiki/Kamni%C5%A1ka_Bistrica_\(reka\)](https://sl.wikipedia.org/wiki/Kamni%C5%A1ka_Bistrica_(reka))
- [6] <https://www.zelena-os.si/reka.html>
- [7] <https://www.evreka.si/reka-kamniska-bistrica.html>
- [8] <https://www.visitdomzale.si/dozivetja/zelena-os-regije/homska-ucna-pot>
- [9] <https://www.zelena-os.si/zivalstvo.html>
- [10] https://www.zelena-os.si/odtocni_rezim_poplave.html
- [11] <https://www.domzale.si/objava/800197>
- [12] <https://www.domzalske-novice.si/2023/08/05/pri-lidlu-zaprto-most-cez-kamnisko-bistrico-5-8-2023/>
- [13] https://www.zelena-os.si/rastlinski_svet.html
- [14] <https://www.globe.gov/web/hydrosphere>
- [15] <https://www.globe.gov/get-trained/protocol-ettraining/etraining-modules/16867642/12267>
- [16] <https://www.komunala-kranj.si/oskrba-s-pitno-vodo/trdota-vode>
- [17] [VISOCOLOR School reagent case, MACHEREY-NAGEL, MN | MACHEREY-NAGEL \(mn-net.com\)](https://www.mn-net.com/VISOCOLOR_School_reagent_case_MACHEREY-NAGEL_MN)
- [18] SMRDU, Andrej; SNOV IN SPREMEMBE 2, Učbenik za kemijo v 2. letniku gimnazije, III. izdaja po učnem načrtu iz leta 2008; Založništvo Jutro
- [19] https://en.wikipedia.org/wiki/Slovenian_Environment_Agency
- [20] <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/about/>
- [21] <https://geology.com/minerals/acid-test.shtml>
- [22] https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/climate/archive/2023/2023_03-Podnebne%20znacilnosti%20zime%202023.pdf
- [23] http://www.nauk.si/materials/4412/out/index.html?printSlides= slide_1335338528
- [24] https://www2.arnes.si/~morel/Raziskava/Kontrolna%20skupina%20-%20april/visoka_specifina_toplota_vode.html
- [25] <https://www.mn-net.com/media/pdf/ce/b9/c1/Instruction-933100-VISOCOLOR-School-reagent-case-DE-EN.pdf>
- [26] https://en.wikipedia.org/wiki/Hard_water
- [27] <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/> (Arhiv)
- [28] <https://atlas-scientific.com/blog/conductivity-of-distilled-water/>
- [29] <https://in-situ.com/en/faq/water-quality-information/what-are-typical-conductivity-values-in-natural-environments>
- [30] <https://www.gov.nt.ca/sites/ecc/files/conductivity.pdf>

Viri slik

- Slika 1. Zemlja kot sistem: <https://www.globe.gov/> (4. februar 2024)
- Slika 2. Vodni cikel: <https://gpm.nasa.gov/education/water-cycle> (4. februar 2024)
- Slika3. Izvir reke (Osebni arhiv, 18. julij 2017)
- Slika 4. Dolina Kamniške Bistrice, zgornji del: Avtor: Borut Kantuser – lastno delo; licenca: CC BY-SA 3.0; URL: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17943212> (21. februar 2024)
- Slika 5. Poplavna območja in protipoplavni ukrepi v občini Domžale: https://www.zelena-os.si/odtocni_rezim_poplave.html (4. februar 2024)
- Sliki 6 and 7. Poplave v Domžalah, 4. avgust 2023: <https://www.domzale.si/objava/800197> (objavljeno 4. avgusta 2023), <https://www.domzalske-novice.si/2023/08/05/pri-lidlu-zaprto-most-cez-kamnisko-bistrico-5-8-2023/> (objavljeno 4. avgusta 2023)
- Slika 8. GLOBE Data entry Logo: <https://www.globe.gov/globe-data/data-entry> (4. februar 2024)
- Slika 9. Termometer: https://market.mikro-polo.si/files/shop/c30195/P_21/2/il-060.01.001.jpg (21. februar 2024)
- Slika 10. Temperatura vode (Osebni arhiv, 18. maj 2023)
- Slika 11. Ioni in molekule karbonatnega sistema: <https://salinity.oceansciences.org/highlights03.htm> (18. februar 2024)
- Slika 12. Skupna trdota vode (Osebni arhiv, 17. februar 2024)
- Slika 13. Vodni kamen: <https://en.wikipedia.org/wiki/Limescale#/media/File:Limescale-in-pipe.jpg> (18. februar 2024)
- Slika 14. Električna prevodnost (Osebni arhiv, 1. marec 2023)
- Slika 15. pH (Osebni arhiv, 28. februar 2023)
- Slika 16. pH skala: SMRDU, Andrej; SNOV IN SPREMEMBE 2, Učbenik za kemijo v 2. letniku gimnazije, III. izdaja po učnem načrtu iz leta 2008; Založništvo Jutro (4. februar 2024)
- Slika 17. ARSO Logo: <http://www.life-income.si/arso-eng.html> (20. februar 2024)
- Slika 18. Kislinski test (Osebni arhiv, 1. februar 2024)
- Slika 19. Fotografije merilnega mesta (Osebni arhiv, 15. marec 2023)
- Slika 20. Podatkovni list za raziskavo hidrosfere (Osebni arhiv, 10. februar 2024)
- Slika 21. Pripomočki za terensko delo (Osebni arhiv, 11. maj 2023)
- Slika 22. Merjenje temperature zraka (Osebni arhiv, 14. februar 2024)
- Slika 23. Merjenje temperature vode (Osebni arhiv, 14. februar 2024)
- Slika 24. Določanje skupne trdote (Osebni arhiv, 14. februar 2024)
- Slika 25. Merjenje električne prevodnosti (Osebni arhiv, 14. februar 2024)
- Slika 26. Merjenje pH (Osebni arhiv, 14. februar 2024)
- Slika 27. Del reke v bližini šole (Osebni arhiv, 1. februar 2024)
- Slika 28. Kislinski test (Osebni arhiv, 1. februar 2024)
- Slika 29. Povprečna zimska temperatura zraka (1981/82-2009/10): https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by_variable/temperature/leto_in_sezone/temperatura_zima_8100.png (20. februar 2024)
- Slika 30. Rezultati kislinskega testa (Osebni arhiv, 1. februar 2024)
- Slika 31. Kamniška Bistrica (Osebni arhiv, 12. maj 2022)