

Gimnazija Ledina



## **KAKOVOST KOPALNIH**

### **VODA V SLOVENIJI**

HIDROSFERA - GLOBE

Raziskovalna naloga

Avtorji: Aljaž Starič  
Maša Šijanec  
Julija Zver  
Zala Jenko  
Mentorica: Nika Cebin

Ljubljana, januar 2023

## **ZAHVALA**

Zahvaljujemo se mentorici, profesorici Niki Cebin za podporo in pomoč pri pisanju raziskovalne naloge in vso oskrbo s kemikalijami in pripomočki, ki smo jih za merjenja potrebovali. Zahvaljujemo se tudi doktorju Gregorju Maroltu s Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo (Univerza v Ljubljani), ki nam je omogočil, da smo lahko prisostvovali na predavanju skupaj s študenti in nam opisal potek ionske kromatografije, ki smo jo uporabili kot analizno metodo tudi v naši raziskovalni nalogi.

## KAZALO

1	UVOD.....	9
2	TEORETIČNI DEL/PREGLED OBJAV .....	10
2.1	OPIS NARAVNIH KOPALNIH VODA .....	10
2.1.1	SAVA.....	10
2.1.2	PODPEŠKO JEZERO .....	12
2.1.3	KOČEVSKO JEZERO .....	13
2.1.4	BLOŠKO JEZERO.....	14
2.2	HIDROLOGIJA .....	15
2.2.1	SPLOŠNO O HIDROLOGIJI .....	15
2.2.2	KROŽENJE VODE V NARAVI .....	18
2.2.3	PRIMERJAVA TEKOČIH IN STOJEČIH VODA .....	20
2.2.4	HIDROLOGIJA ONESNAŽENJA.....	22
2.3	GLOBE PROTOKOLI.....	24
2.3.1	UVOD V GLOBE PROTOKOLE.....	24
2.3.2	IZBIRA MESTA.....	24
2.3.3	PROTOKOL O MERJENJU TEMPERATURE VODE.....	25
2.3.4	PROTOKOL O PROSOJNOSTI VODE .....	25
2.3.5	PROTOKOL O ELEKTRIČNI PREVODNOSTI .....	26
2.3.6	PROTOKOL O MERJENJU pH VODE .....	26
2.3.7	PROTOKOL ZA RAZTOPLJENI KISIK .....	27
2.3.8	PROTOKOL O ALKALNOSTI (BAZIČNOSTI) VODE .....	27
2.3.9	PROTOKOL O SLANOSTI VODE .....	27
2.3.10	PROTOKOL O DOLOČANJU NITRATOV .....	28
2.3.11	PROTOKOL O SLADKOVODNIH MAKRONEVREtenČARJIH.....	28
3	EKSPERIMENTALNI/RAZISKOVALNI DEL.....	29
3.1	RAZISKOVALNO VPRAŠANJE IN HIPOTEZE .....	29
3.2	METODE DELA .....	29
3.3	OPIS LABORATORIJA .....	30
4	REZULTATI.....	32
4.1	NITRIT .....	32
4.1.1	POSTOPEK POSKUSA .....	32
4.1.2	BLOŠKO JEZERO.....	33
4.1.3	PODPEŠKO JEZERO .....	34
4.1.4	KOČEVSKO JEZERO .....	35

4.1.5	SAVA.....	36
4.2	NITRAT.....	37
4.2.1	POSTOPEK POSKUSA .....	37
4.2.2	BLOŠKO JEZERO.....	38
4.2.3	PODPEŠKO JEZERO .....	39
4.2.4	KOČEVSKO JEZERO .....	40
4.2.5	SAVA.....	41
4.3	FOSFAT .....	42
4.3.1	POSTOPEK POSKUSA .....	42
4.3.2	BLOŠKO JEZERO.....	43
4.3.3	PODPEŠKO JEZERO .....	44
4.3.4	KOČEVSKO JEZERO .....	45
4.3.5	SAVA.....	46
4.4	AMONIJEV ION.....	47
4.4.1	POSTOPEK POSKUSA .....	47
4.4.2	BLOŠKO JEZERO.....	48
4.4.3	PODPEŠKO JEZERO .....	49
4.4.4	KOČEVSKO JEZERO .....	50
4.4.5	SAVA.....	51
4.5	SKUPNA TRDOTA.....	52
4.5.1	POSTOPEK POSKUSA .....	52
4.5.2	BLOŠKO JEZERO.....	53
4.5.3	PODPEŠKO JEZERO .....	54
4.5.4	KOČEVSKO JEZERO .....	55
4.5.5	SAVA.....	56
4.6	pH.....	57
4.6.1	POSTOPEK POSKUSA .....	57
4.6.2	BLOŠKO JEZERO.....	58
4.6.3	PODPEŠKO JEZERO .....	59
4.6.4	KOČEVSKO JEZERO .....	60
4.6.5	SAVA.....	61
4.7	TEMPERATURA.....	62
4.7.1	POSTOPEK POSKUSA .....	62
4.7.2	BLOŠKO JEZERO.....	63
4.7.3	PODPEŠKO JEZERO .....	64
4.7.4	KOČEVSKO JEZERO .....	65

4.7.5	SAVA.....	66
4.8	IONSKA KROMATOGRAFIJA.....	67
4.8.1	POSTOPEK POSKUSA .....	67
4.8.2	REZULTATI .....	68
5	RAZPRAVA.....	69
6	ZAKLJUČEK/SKLEPI .....	73
7	VIRI IN LITERATURA.....	74
7.1	VIRI LITERATURE.....	74
7.2	VIRI SLIK.....	76

## KAZALO SLIK

Figure 1: Plaža na reki Savi danes. ....	10
Figure 2: Sava v preteklosti. ....	10
Figure 3: Šport na Savi. ....	11
Figure 4: Podpeško jezero pozimi. ....	12
Figure 5: Podpeško jezero pozimi. ....	12
Figure 6: Kočevsko jezero iz ptičje perspektive. ....	13
Figure 7: Kočevsko jezero. ....	13
Figure 8: Bloško jezero včasih. ....	14
Figure 9: Bloško jezero danes. ....	14
Figure 10: Reka Sava. ....	15
Figure 11: Vodovje v Sloveniji. ....	15
Figure 12: Logotip agencije RS za okolje. ....	16
Figure 13: Kroženje vode. ....	18
Figure 14: Potek kroženja vode v naravi. ....	19
Figure 15: Ribnik. ....	20
Figure 16: Mlaka. ....	20
Figure 17: Blejsko jezero. ....	20
Figure 18: Potok Kroparica. ....	21
Figure 19: Reka. ....	22
Figure 20: Onesnažena voda. ....	22
Figure 21: Reka polna odpadkov. ....	23
Figure 22: Logotip GLOBE. ....	24
Figure 23: Izbira mesta. ....	24
Figure 24: Termometer. ....	25
Figure 25: Znak za elektriko. ....	26
Figure 26: PH lističi. ....	26
Figure 27: Molekula kisika. ....	27
Figure 28: Sol. ....	27
Figure 29: Molekula nitrata. ....	28
Figure 30: Kemikalije, ki smo jih uporabljali za izvedbo kemijskih poskusov. ....	29
Figure 31: Območje merjenja na Bloškem jezeru. ....	30
Figure 32: Območje merjenja na reki Savi. ....	30
Figure 33: Območje merjenja na Podpeškem jezeru. ....	30
Figure 34: Kočevsko jezero. ....	30
Figure 35: Kemijski laboratorij gimnazije Ledina. ....	31
Figure 36: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Ljubljana. ....	31
Figure 37: Kemikalije s katerimi smo merili nitrit. ....	32
Figure 38: Merjenje nitritov. ....	32
Figure 39: Kemikalije s katerimi smo merili nitrat. ....	37
Figure 40: Merjenje nitratov. ....	37
Figure 41: Kemikalije s katerimi smo merili fosfat. ....	42
Figure 42: Merjenje fosfatov. ....	42
Figure 43: Kemikalije s katerimi smo merili amonijev ion. ....	47
Figure 44: Merjenje amonijevega iona. ....	47
Figure 45: Kemikalije s katerimi smo merili skupno trdoto. ....	52
Figure 46: Merjenje skupne trdote. ....	52

Figure 47: PH lističi, ki smo jih uporabili za merjenje pH. ....	57
Figure 48: Merjenje pH. ....	57
Figure 49: Termometer, ki smo ga uporabili za merjenje temperature. ....	62
Figure 50: Merjenje temperature. ....	62
Figure 51: Ionski kromatograf, s katerim smo izvedli ionsko kromatografijo. (posnel: Gregor Marolt). .....	67

## **KAZALO TABEL**

Table 1: Količina nitritov v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9.2022 in 17.12.2022 .....	33
Table 2: Količina nitritov v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022. ....	34
Table 3: Količina nitritov v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10 in 12.11. 2022. ....	35
Table 4: Količina nitritov v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12.2022. ....	36
Table 5: Količina nitratov v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	38
Table 6: Količina nitratov v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	39
Table 7: Količina nitratov v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10. in 12.11. 2022. ....	40
Table 8: Količina nitratov v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12.2022. ....	41
Table 9: Količina fosfatov v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	43
Table 10: Količina fosfatov v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	44
Table 11: Količina fosfatov v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10. in 12.11.2022. ....	45
Table 12: Količina fosfatov v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12.2022. ....	46
Table 13: Količina amonijevega iona v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	48
Table 14: Količina amonijevega iona v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022. ....	49
Table 15: Količina amonijevega iona za obdobje med 5.10. in 12.11.2022. ....	50
Table 16: Količina amonijevega iona v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12. 2022. ....	51
Table 17: Količina skupne trdote v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	53
Table 18: Količina skupne trdote v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	54
Table 19: Količina skupne trdote v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10. in 12.11.2022. ....	55
Table 20: Količina skupne trdote v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12.2022. ....	56
Table 21: Vrednost pH v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	58
Table 22: Vrednost pH v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	59
Table 23: Vrednost pH v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10. in 12.11.2022. ....	60
Table 24: Vrednost pH v reki Savi za obdobje med 24.9 in 10.12.2022. ....	61
Table 25: Temperatura Bloške jezera za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	63
Table 26: Temperatura v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12.2022. ....	64
Table 27: Temperature Kočevskega jezera za obdobje med 5.10. in 12.11.2022. ....	65
Table 28: Temperatura v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12.2022. ....	66
Table 29: Rezultati ionske kromatografije. ....	68

## **KAZALO GRAFOV**

Graph 1: Prikazuje ionsko kromatografijo. ....	68
--	----

## **POVZETEK**

Naša raziskovalna naloga se osredotoča na analizo fizikalnih in kemijskih pokazateljev kakovosti vode. Za proučevanje smo si izbrali štiri vodna telesa, med njimi tri stoječe in eno tekočo vodo. Raziskovali smo vodo v Kočevskem, Podpeškem in Bloškem jezeru ter v reki Savi.

Cilj naloge je bil s pomočjo analize različnih parametrov lastnosti vode določiti, ali voda ustreza zahtevanim standardom za kopanje in rekreacijo ter ali je varna za zdravje ljudi. Merili smo pH in temperature vode ter s pomočjo reagentov določali koncentracijo različnih ionov. Vse te vrednosti so pomemben pokazatelj kakovosti vode, ki nam lahko pove, ali je voda primerna za kopanje.

**KLJUČNE BESEDE:** naravna kopališča, ioni, reagenti, vodni krog, hidrologija, ionska kromatografija, analiza

## **ABSTRACT**

Our research work focuses on the analysis of physical and chemical indicators of water quality. We analysed water from four different locations, including three lakes and one river. We researched the water in Kočevsko jezero, Podpeškojezero and Bloško jezero and in the river Sava.

The goal of our assignment was to determine whether the water meets the required standards for swimming and recreation and whether it is safe for human health by analyzing various parameters of water properties. We measured the pH and temperature of the water and determined the concentration of various ions with the help of reagents. All these values are important indicators of water quality, which can tell us whether the water is suitable for swimming.

**KEY WORDS:** natural bathing areas, ions, reagents, water cycle, hydrology, ion chromatography, analysis



# 1 UVOD

Ker se poleti radi kopamo v naravnih kopališčih, nas je zanimala kakovost le-teh. Odločili smo se, da raziščemo kakovost bližnjih naravnih kopalnih voda. Za predmet proučevanja smo izbrali Bloško, Kočevsko in Podpeško jezero, ter dva dela Save (Tomačevo in Savska plaža). Zanimalo nas je, ali so za kopanje bolj primerne stoječe vode (jezera) ali tekoče vode (reke).

Voda je ena najbolj dragocenih virov, ki nam jih ponuja ta planet. Potrebna je za življenje in funkcioniranje vseh živih bitij na svetu. Vendar vode ne znamo pravilno uporabljati in nam jo zato hitro zmanjkuje. Tu nam pride prav znanje iz hidrologije, ki je veda, ki se ukvarja z vsemi vodnimi telesi po svetu. Hidrologija obravnava tako kroženje vode kot njeno pretočnost.

Kroženje vode oziroma vodni krog je neprestano kroženje vode v Zemljini hidrosferi. Spremlja ga voda, ki izhlapi iz zemeljske površine, oblikuje oblake in se vrača na zemljino površino kot padavine. Sevanje sonca povzroča kroženje vode, tako da voda v ozračje prehaja v obliki vodnih hlapov. Voda izhlapeva iz ledenikov, snega, ribnikov, jezer, morij in oceanov. Ta izhlapela voda se pri ohladitvi s pomočjo dviganja zračnih mas kondenzira in se spremeni v meglo ali roso in tvori oblake. S padavinami (dež, toča, sneg) se cikel kroženja vode sklene.

Le 1 % vse vode na Zemlji predstavljajo sladke celinske vode. Najdemo jih po celem svetu in so glavni vir pitne vode. Lahko nastanejo naravno, ali pa so posledica delovanja človeka. Celinske vode delimo na stoječe in tekoče vode. V stoječih vodah imajo pomembno vlogo mikroorganizmi. Na dnu stoječih voda pogosto uspevajo večje rastline, predvsem alge. Stoječe vode so prav tako pomembne za razmnoževanje dvoživk in žuželk.

Ker voda hitro izginja, obstaja tudi hidrologija onesnaženja. To je veja hidrologije, ki je med drugim kot znanost del geofizike. Ukvarja se s kakovostjo voda, skladiščenjem, razkrajanjem in širjenjem onesnaženja v vodi. V tej raziskovalni nalogi je fokus usmerjen v kakovost kopalnih voda.

Cilji raziskovalne naloge:

- S pomočjo GLOBE protokolov na področju hidrosfere ugotoviti, ali obstajajo significantne razlike v kemijskih in bioloških lastnostih stoječih in tekočih slovenskih kopalnih vodah.
- Glede na rezultate določiti kakovost slovenskih kopalnih voda.
- Ugotoviti, kateri dejavniki naredijo kopalno vodo bolj kvalitetno.

## 2 TEORETIČNI DEL/PREGLED OBJAV

### 2.1 OPIS NARAVNIH KOPALNIH VODA

#### 2.1.1 SAVA

Sava je reka v Srednji in Jugovzhodni Evropi, desni pritok Donave, najdaljša reka v Sloveniji. Povirje Save leži v celoti v Sloveniji, njenemu porečju pripada več kot polovica slovenskega ozemlja. Ima dva povirna kraka, vendar navadno štejemo Savo Dolinko kot njen glavni krak. Izvira v Zelencih pri Podkorenu, teče proti vzhodu in jugovzhodu ter se pod Radovljico združi s Savo Bohinjko, ki priteka iz Bohinjskega jezera. Združena reka nadaljuje svoj tok po Ljubljanski kotlini, se v ozki soteski prebije skozi Posavsko hribovje, prečka Krško kotlino in pod Brežicami vstopi v Panonsko nižino. Višinska razlika med Savo in širokim dnom Ljubljanske kotline je pri Radovljici okoli 90 m, pri Ljubljani pa komaj okoli 20 m.

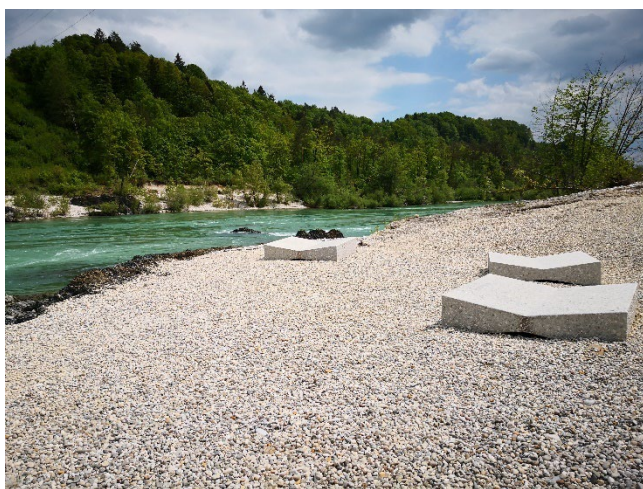


Figure 1: Plaža na reki Savi danes.

Oba povirna dela Save imata alpski snežno-dežni režim s prvim viškom junija in drugim viškom oktobra zaradi jesenskih deževij in zmanjšane evapotranspiracije. Najmanjši pretoki so februarja, ko padavine ostajajo večinoma v porečju kot snežna odeja, drugi nižek pa je v mesecu avgustu. Od Ljubljane navzdol ima reka alpski dežno-snežni režim, saj prevlada jesenski dežni višek nad snežnim.

Sava je v zgornjem in srednjem toku sicer izrazit hudournik. V Ljubljanski kotlini tudi ne poplavlja veliko, saj teče večinoma po ozki in redko poseljeni dolini.

Še v 90. letih prejšnjega stoletja je bila Sava med najbolj onesnaženimi rekami v Sloveniji, z izjemo povirnih delov Save Bohinjke in Save Dolinke. Obremenjevala so jo je predvsem industrija in mesta, ki takrat sploh še niso imela čistilnega sistema. V vodi so bile tudi večje količine težkih kovin. Dokler Ljubljana še ni imela čistilne naprave, je bila Sava pod izlivom Ljubljanice v najslabšem kakovostnem razredu, enako v Zasavju, kjer so se vanjo stekali izpusti iz rudnikov, industrije in mestna kanalizacija. Še posebno močno je bilo bakteriološko onesnaženje, tako da je bila Sava skoraj v celotnem toku neprimerna celo za kopanje.



Figure 2: Sava v preteklosti.

Današnje razmere so neprimerljive s takratnimi. V letu 2010 je bilo kemijsko stanje Save v celotnem toku skozi Slovenijo dobro, ekološko stanje reke pa je bilo dobro do zelo dobro, z izjemo nekaj krajših odsekov, kjer je bilo stanje ocenjeno kot zmerno.

Prva hidroelektrarna na Savi je bila zgrajena že leta 1955 (HE Moste) in še vedno gradijo načrtovano verigo hidroelektrarn. Sava ima veliko manj vode kot Drava, zato je tu tudi manj elektrarn.

Sava je bila že v davnini pomembna prometna pot med Jugovzhodno in Srednjo Evropo. Že stara grška pripovedka govori o potovanju Argonavtov s Črnega morja po Donavi, Savi in Ljubljanici do Vrhnike. Tovorni promet po reki se je ohranjal skozi stoletja srednjega veka, v novem veku pa je reka postala še pomembnejša zaradi oskrbe čet v vojnah s Turčijo. Prevažali so predvsem žito, vino, les in kovine. Ko je avstrijska vojska leta 1717 osvojila Beograd in 1718 s Turčijo podpisala mir v Požarevcu, je prišlo do hitrega razcveta trgovine z novo osvojenimi deželami. Leta 1735 je avstrijska vojska začela z obsežnimi regulacijskimi deli, s katerimi so uredili predvsem odseke z nevarnimi brzicami. Pri prevažanju blaga po reki navzgor so večino poti od Brežic navzgor uporabljali vlečno živino, za katero so vzdolž reke zgradili posebno vlečno pot. Promet po reki je zamrl šele z izgradnjo južne železnice (1849) in železnice Zidani Most-Sisak (1862).

Plovna pot danes ni urejena za redno plovbo, promet po reki je dovoljen samo podnevi.



Figure 3: Šport na Savi.

Sava je na nekaterih odsekih pomembna za šport in rekreacijo. Najbolj znana je umetna proga za kajak in kanu v Tacnu pod Šmarno goro, kjer poteka svetovni pokal v kajaku in kanuju na divjih vodah. Za vodne športe je zanimiv zgornji tok Save do Kranja, za rekreacijo prebivalstva tudi Trbojsko in Zbiljsko jezero.

(Vir 1, vir 2)

### 2.1.2 PODPEŠKO JEZERO

Podpeško ali Krimsko jezero je kraško jezero pri vasi Jezero v bližini Podpeči v Občini Brezovica. Leži na nadmorski višini 289 m. Nahaja se na južnem robu Ljubljanskega barja, vanj pa se stekajo vode iz sedmih površinskih kraških izvirov. Posebnost jezera je podzemni odtok lijakaste oblike, skozi katerega vodi ozko globoko brezno, doslej raziskano do globine 51 metrov.



Figure 4: Podpeško jezero pozimi.

Tako je Podpeško jezero eno najglobljih v Sloveniji. Voda preko tega lijaka odteka v 300 m oddaljeni Hruški potok, ki je desni pritok Ljubljanice. Ravno dno z izjemo lijaka je na povprečni globini 10 m. Jezero ima površino okrog 1,2 ha, njegova obala tvori skoraj popoln krog s premerom okrog 130 m. Jezero z okoliško močvirno ravnico je razglašeno za naravni spomenik Slovenije. Ekosistem jezera tvorijo številne rastlinske in živalske vrste, vodni prebivalci so raki, različne rečne školjke in ribe (ščuka, ostriž, klen, som, idr.).



Figure 5: Podpeško jezero pozimi.

V okolici jezera je urejeno manjše kopališče, v jezeru pa je možem tudi ribolov. Jezero ima tudi tri pomole.

(Vir 3, vir 4)



### 2.1.3 KOČEVSKO JEZERO

Kočevsko jezero se nahaja na Kočevskem polju, v severovzhodnem delu Kočevja. Leži na nadmorski višini 471 metrov. Je umetno, nepretočno jezero, ki je nastalo kot posledica delovanja rudnika. Velja za enega najčistejših in najglobljih jezer v Sloveniji. Nastalo je na dnu rudniške kotanje, v kateri so kopali rjavi premog. V času delovanja rudnika je v kotanjo pritekal Rudniški potok, polnil je dve večji luži, katerih vodo pa so v času obratovanja rudnika prečrpavali in jo uporabljali pri separaciji premoga. Vodo so po velikih ceveh odvajali v bližnjo reko Rinžo. Leta 1978 se je delo v rudniku prenehalo, voda pa je počasi napolnila kotanjo. Jezero je globoko do 36 m, njegova površina je okrog 39 ha, obala pa meri okrog 3 km.



Figure 6: Kočevsko jezero iz ptičje perspektive.

Okoli jezera je speljana naravoslovna učna pot. Jezero danes ponuja številne rekreacijske možnosti; čolnarjenje, plavanje, potapljanje ter drsanje pozimi. V zadnjem času so v jezero umetno naselili tudi ribe. V jezeru so kleni, linji, krapci, somi, rdečeperke, ščuke, amurji, idr. V jezeru je z dovolilnico mogoč tudi ribolov.

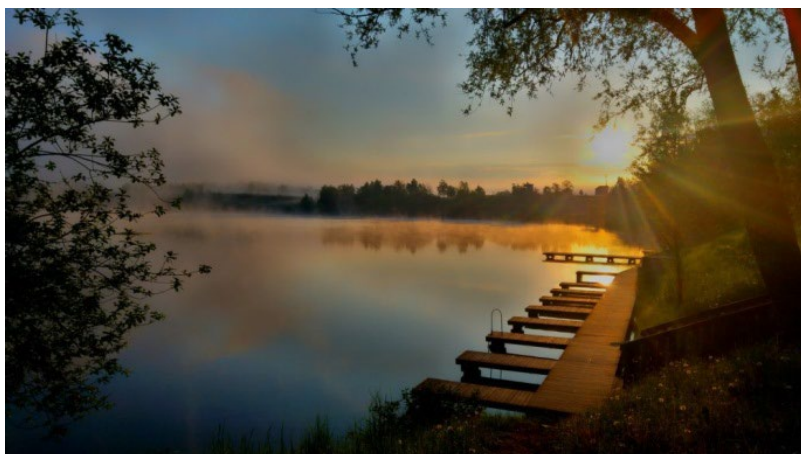


Figure 7: Kočevsko jezero.

Okolica jezera je poseljena z različnimi vrstami rastlin in živali, jezero je tudi gnezdišče za mnoge vrste ptic, med katerimi je precej vrst na »Rdečem seznamu«<sup>1</sup> ogroženih gnezdil v Sloveniji. Na skrajni severni strani območja jezera je borov gozd, ki predstavlja rastiščno posebnost na Kočevskem. Na obali jezera rastejo tudi breze.

(Vir 5, vir 6)

## 2.1.4 BLOŠKO JEZERO

### ZGODOVINA

O nastanku današnjega jezera ni nobenih urejenih papirjev ali načrtov. Po ustnem pričevanju in spominih starejših prebivalcev Volčjega je skozi luknjo v starodavnem nasipu tekkel potoček iz izvirov pod Ogrnikom in Suhim hribom. Jezero naj bi domačini naredili okoli leta 1964 ali 1965. Iz vode so takrat še rasla drevesa. Prva leta so jeseni vodo iz jezera izpustili in drugo leto ponovno opravili košnjo in sečnjo. Voda je bila v jezeru čista, po tleh pa je bilo mogoče čutiti sveže pokošen travnik. V naslednjih letih vode niso več spuščali in potoček je čez jez spet tekkel v Bloščico. Turistično društvo je skrbelo, da so počasi na jezero začeli prihajati izletniki. Poleti kopalci, po naselitvi krapov, klenov in rdečeperk tudi ribiči. Po letu 1970 so po pobočju Ogrnika začele rasti prve počitniške hišice. Ob jezeru so postavili letno okrepčevalnico. Jezero se je začelo zaraščati, prekrilo ga je vodno rastlinje, ki se je kopalcem ovijalo okoli nog. Dno se je počasi spreminjalo v mulj, vode pa je bilo v jezeru vedno manj. Bloška občina je leta 2003 izpustila vodo iz jezera in uredila okolico, dno jezera, race in druge vodne ptice pa so dobile svoj majhen otoček. Zgradili so nov jez in vstope v jezero za kopalce. Ribe so v jezero umetno naselili, nekatere druge živali pa so v jezero prišle iz okolice. Večji del leta so prisotne race mlakarice, spomladi in jeseni pa se na obrežjih jezera ustavljajo ptice ob selitvi. Na vodni gladini cvetijo v poletnih mesecih lokvanji.



Figure 8: Bloško jezero včasih.

### DANES



Figure 9: Bloško jezero danes.

Bloško jezero je umetnega nastanka in je veliko 0,8 hektarja ter globoko do 3 metre. Polni se s povirnimi vodami potoka Bloščice, vanj se stekata dva izvira, en manjši izvir je celo na samem dnu jezera. Jezero je nekoliko trikotne oblike. Je največja površinska voda na Bloški planoti in leži na nadmorski višini 748 metrov. Temperatura vode poleti doseže 26 °C.

Danes je jezero zelo obiskana turistična točka. Poleti je v jezeru veliko kopalcev, pozimi pa drsalcev. Čez celo leto je prisotno ribarjenje, ki se je razširilo predvsem z naselitvijo krapov v jezero. V jezeru so poleg krapov še avtohtone vrste, kot so pisanci, potočni raki, jezerske školjke in globočki.

(Vir 7, vir 8, vir 9, vir 10, vir 11, vir 12, vir 13, vir 14, vir 15, vir 16)

## 2.2 HIDROLOGIJA

### 2.2.1 SPLOŠNO O HIDROLOGIJI

Voda je zelo pomembna in dragocena dobrina. Ključna je za življenje in naše delovanje. Zelo moramo paziti pri ohranitvi vode za našo prihodnost, zato se je razvila veda, ki se ukvarja s stanjem voda po svetu. (Vir 17)



Hidrologija ali drugače tudi vodoslovje je fizično geografska veda o vodovjih. Hidrologija preučuje gibanje, distribucijo in kakovost vode po celem svetu. V hidrologijo spada preučevanje tako površinske kot podtalne vode ter kroženje in lastnosti vode v naravi.

(Vir 18)

Figure 10: Reka Sava.

Slovenija je sestavljena iz štirih glavnih porečij. Največje porečje je porečje Save. To obsega Gorenjsko, Dolenjsko in Notranjsko, kar zavzema okoli polovico celotne Slovenije. Naslednje porečje je porečje Drave. Zajema kar velik del Štajerske in Koroške. Nato sledi porečje Mure, ki obsega Prekmurje in severovzhodni del Štajerske. Zadnje je porečje Soče. To obsega večji del Primorske. Jugozahod Slovenije ne pripada nobenemu od teh štirih porečji, saj se reke tega območja stekajo v Jadransko morje.

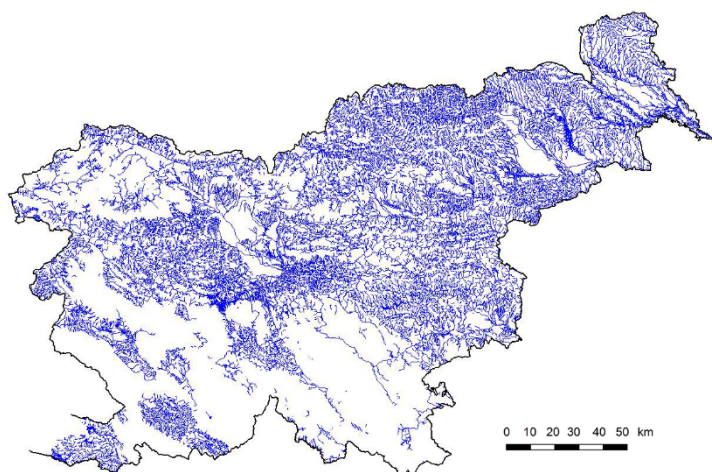


Figure 11: Vodovje v Sloveniji.

Slovenija je najbogatejša evropska država po količini rečne vode na prebivalca. Velik problem slovenskih rek je onesnaženje. Te so onesnažene zaradi industrije in kmetijstva, ki sta prisotna v njihovi neposredni bližini. Slovenske reke imajo tudi velik energetski potencial, še posebej reka Drava. Žal pa ta potencial v Sloveniji ni najbolj izkoriščen.

Veliko slovenske vode je pod tlemi, torej je podtalna. To se zelo dobro vidi na Krasu, kjer sta površinska in podtalna voda zelo dobro povezani.

(Vir 19)

### 2.2.1.1 ARSO

S hidrologijo se ukvarjajo državne hidrološke službe po vsem svetu. V Sloveniji se s hidrologijo ukvarja ARSO (Agencija republike Slovenije za okolje). ARSO ocenjuje verjetnost nastanka nevarnih vremenskih in hidroloških razmer ter kakšen vpliv imajo te razmere na človeka in njegovo kakovost življenja.

(Vir 20)



Figure 12: Logotip agencije RS za okolje.

Naloge ARSO v zvezi s hidrologijo so:

- analiza in napoved hidroloških razmer, vključno z napovedmi neugodnih in nevarnih hidroloških razmer,
- analiza in napoved vodne balance,
- ocena in napoved količinskega stanja voda in ocena razpoložljivih vodnih virov,
- spremljanje sprememb vseh elementov hidrološkega cikla.

### ANALIZA IN NAPOVED HIDROLOŠKIH RAZMER

Hidrološke razmere se meri z naslednjimi parametri:

- vodostaj (višina gladine vode),
- pretok,
- temperatura vode,
- vsebnost strupenih snovi,
- motnost vode,
- višina gladine morja,
- temperatura morja,
- valovanje morja,
- morski tok.

(Vir 21)



## ANALIZA IN NAPOVED VODNE BILANCE

Z vodno bilanco določimo stanje vode. (Vir 22)

Na vodno bilanco vpliva:

- količina padavin,
- površinski talni pritoki in odtoki,
- evapotranspiracija (premik vode s površja Zemlje v ozračje), (Vir 23)
- sprememba zaloge vode v tleh.

## OCENA IN NAPOVED KOLIČINSKEGA STANJA VODA IN VODNIH VIROV

Stanje površinskih voda in vodnih virov se določa na podlagi uredbe o stanju površinskih voda.

(Vir 24)

Na kakovost površinskih voda vpliva:

- kemijsko stanje,
- ekološko stanje,
- ekološki potencial pri umetno nastalih vodnih telesih.

Stanje podzemnih voda in vodnih virov se določa na podlagi Uredbe o stanju podzemnih voda.

(Vir 25)

Na kakovost podzemnih voda vpliva:

- kemijsko stanje,
- količinsko stanje,
- obremenjenost vodnega vira.

## SPREMEMBE ELEMENTOV HIDROLOŠKEGA CIKLA

Največjo spremembo hidrološkemu ciklu predstavlja globalno segrevanje, ki prinaša podnebne spremembe. ARSO spremlja vse podnebne spremembe in njihov vpliv na vodne razmere v Sloveniji.

## 2.2.2 KROŽENJE VODE V NARAVI

Kroženje vode oziroma vodni krog je neprestano kroženje vode v Zemljini hidrosferi. Vodni krog je biogeokemijski cikel (pretok vode nad in pod zemljo). Je ključni element drugih biogeokemijskih ciklov. Vodni krog opisuje procese, ki poganjajo pretok vode prek hidrosfere. Veliko vode je shranjeno za dlje časa, kot se je dejansko premika skozi vodni krog. Največ vode na Zemlji se skladišči v oceanih. V hladnejših obdobjih se ustvari več ledenikov, kjer se shrani voda, ki bi morala potovati v vodnem krogu, zato se zmanjšajo njene količine v drugih delih vodnega kroga. V toplih obdobjih je obratno. Ledeniki se topijo, zato je na voljo več vode za potovanje v vodnem krogu.

Tudi človek ima vpliv na vodni krog. Na vodni krog vpliva s kmetijstvom, industrijo, gradnjo jezov, krčenjem gozdov in pogozdovanjem, odvzemom vode iz rek, urbanizacijo in s spremembami kemijske sestave ozračja.

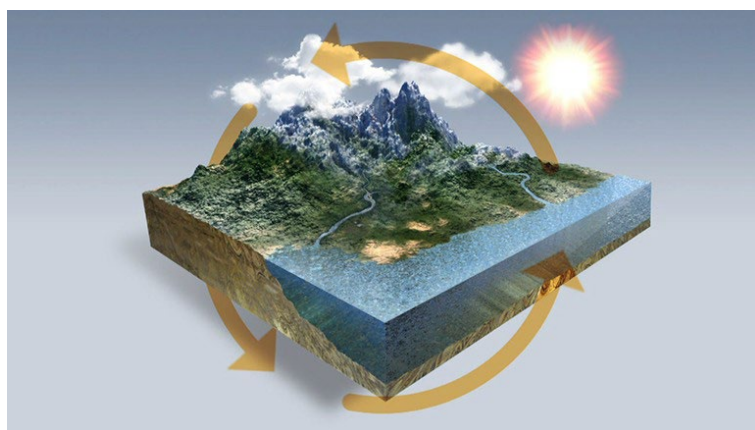


Figure 13: Kroženje vode.

**POTEK:** Sonce segreje vodo v oceanih in drugih površinskih vodnih telesih. Voda izhlapeva (izhlapevanje je transformacija vode iz tekočega v plinasto agregatno stanje in premik iz vodnih teles v ozračje) kot vodna para v zraku, led in sneg pa lahko takoj sublimirata neposredno v vodno paro. Okoli 90 % svetovnega izhlapevanja vode pride iz oceanov, saj pokrivajo velik del zemeljske površine. Vodna para pride v zrak tudi s transpiracijo (sprostitvev vodne pare iz rastlin v zrak). Zračni tokovi, ki se dvigajo, lahko dvignejo vodno paro v ozračje, kjer so hladnejše temperature, ki povzročijo, da se vodna para strne v oblake. Vodna para se torej v zraku dviguje s konvekcijo, kar pomeni, da se bo tople, vlažen zrak dvigoval, medtem ko bo hladnejši, suh zrak teklen navzdol. Ob dvigovanju toplejšega zraka, izgublja zrak energijo, zaradi česar mu pada temperatura, zato se vodni pari spremeni agregatno stanje v kapljevino ali led. Oblaki se z zračnimi tokovi premikajo po vsem svetu in ko trčijo med sabo oziroma zrastejo, padejo z neba kot padavine. Začnejo se, ko vodna para, ki se je kondenzirala v atmosferi, postane pretežka, da bi ostala v atmosferskih zračnih tokovih. Padavine so kondenzirane vodne pare, ki padejo na površino Zemlje. Nekaj padavin pade kot sneg ali toča, največ je dežja. Voda se lahko nabere v ledu in ledenikih, kjer zamrzne in se shrani v njih tudi za več tisoč let. Večina vode pade v oceane ali na zemljo. Padavine, ki dosežejo površino Zemlje, vendar ne prodrejo v zemljo, so imenovane odtok. Kadar je veliko padavin in so tla že dovolj nasičena z vodo, dodatne padavine ne morejo več prodreti v tla. Del odvečne vode, ki je zemlja ne more vpiti, steče v doline in reke. Površinske vode vedno potujejo proti najnižji možni točki, kar so običajno oceani. Pri tem nekaj vode ponovno izhlapi, nekaj jo pronica v tla, ali pa se uporabi za kmetijske in industrijske namene ali za pitno vodo. Odvečne vode in podzemne vode so shranjene kot sladke vode v jezerih. Nekatere izmed vod

prodrejo globoko v zemljo in napolnijo vodonosnike, ki so zaloge sladke vode za dolgo časa. Del padavin, ki doseže zemeljsko površino, prodre v zemljo in ta proces se imenuje infiltracija. Količina vode, ki se infiltrira v zemljo, se spreminja glede na stopnjo nagiba zemljišča, količino in vrsto rastlelnstva, tip tal in kamnin ter nasičenosti tal z vodo. Spet druge vode ostanejo blizu zemljine površine in pronicajo nazaj v površinska vodna telesa. Podzemna voda se na površino vrne (z izčrpavanjem) ali pa sčasoma pronica v oceane. Voda se na površino Zemlje vrne na nižji nadmorski višini, od tam kjer je stekla v zemljo zaradi sile gravitacije. Podzemna voda teče počasi in se počasi tudi polni, zato lahko ostane v vodotokih tudi tisoč let. Do podzemne vode lahko pridemo z vrtanjem ali jo napeljemo v vodovod, lahko pa pride na površje kot izvir sladkovodne vode. Sčasoma se vsa voda vrne v morja oziroma oceane, kjer se vodni cikel pravzaprav tudi začne.

(Vir 26)



Figure 14: Potek kroženja vode v naravi.

## 2.2.3 PRIMERJAVA TEKOČIH IN STOJEČIH VODA

### 2.2.3.1 STOJEČE VODE

Med stoječimi vodami razlikujemo ribnike ali bajerje, mlake in jezera.

Ribnik ali bajer je manjša kotanja, napolnjena s stoječo vodo. Običajno je manjši od jezera in večji od mlake. Pogosto so narejeni umetno, za vzrejo rib ali za estetski okras pokrajine. Ekosistem v ribniku je najpogosteje zaprt.



Figure 15: Ribnik.

Mlaka je zelo majhna in plitka stoječa voda. Količina vode v njej skozi leto niha in čez poletje pogosto v njej ni vode, saj jo praviloma napolnjuje deževnica. Mlake so pomemben ekosistem za dvoživke, predvsem žabe. Ob njih živijo tudi kačji pastirji in druge žuželke, želve, belouške in druge živali. V mlaki za razliko od jezera in ribnika ribe ne živijo.



Figure 16: Mlaka.

Jezero (Podpeško, Kočevsko in Bloško) je kotlina, ki je napolnjena z vodo. Je večje od mlak in ribnikov. Gre za stalna vodna zajetja z značilno stoječo vodo, s počasno izmenjavo. Jezera delimo glede na nastanek. Poznamo naravna in umetna jezera.



Figure 17: Blejsko jezero.

Naravna jezera so nastala zaradi preoblikovalnih procesov na zemeljskem površju, na katere človek ni imel vpliva.

- a) TEKTONSKA JEZERA nastanejo v procesu ugrezanja zemeljske površine, ko nastane globoka kotlina, ki jo zapolni voda.
- b) OGNJENIŠKA ALI VULKANSKA JEZERA nastanejo v kraterjih ugaslih vulkanov, zato so po obliki pogosto okrogli.
- c) LEDENIŠKA JEZERA nastajeno zaradi delovanja ledenika. Ledenik, ki pred seboj rine material, pušča za seboj kotanje in morene, v katerih se oblikujejo jezera.
- d) NARAVNA ZAJEZITVENA JEZERA nastanejo za pregradami, ki so nastale z usadi v rečno dolino ali za naravnimi jezovi (bobri).
- e) PRESIHAJOČA JEZERA so jezera na krasu, ki se v obdobju padavin in taljenja snega zapolnijo z vodo, v sušnem obdobju pa se zaradi površinskega in podzemnega odtekanja vode osušijo.

Umetna jezera so nastala zaradi človekove dejavnosti in kot posledica gospodarskih dejavnosti. Najpogosteje nastanejo zaradi jezov za hidroelektrarnami. Ta jezera uporabljajo tudi za namakanje ali kot vir pitne vode. Poseben primer umetnih jezer so jezera, ki so nastala z ugrezanjem površja nad opuščeni rudniki (Kočevsko jezero).

Glede na pretok ločimo dve vrsti jezer; pretočna in nepretočna. Za pretočna jezera je značilno, da imajo stalni nadzemljski pritok in odtok vode, nepretočna jezera pa tega nimajo.

### **2.2.3.2 TEKOČE VODE**

Teke vode so vode, ki zaradi svojega pretoka in hitrosti lahko povzročajo erozijo in preoblikujejo površje. Tako nastane poseben tip reliefa-rečni relief, za katerega so značilne soteske, vrezane v površje. Voda v rekah teče od višje točke k nižji-nanjo vpliva gravitacija. Povzročajo lahko tudi poplave, kar okoliškim prebivalcem povzroča veliko gospodarsko škodo, v nekaterih primerih pa celo ogroža življenje.

Glede na pretok vode ločimo reke in potoke.

Potok ima manjši pretok kot reka. Ima majhno, plitvo in ozko strugo. Voda, ki je v njem, sproti odnaša material, ki je v njem in ob strugi. Navadno se izlivajo v večje potoke ali v reke, ter nato posredno v morje. Ob pomanjkanju vode ali suši presahne prej kot reka. Potoki tečejo po vseh vrstah površja. Poznamo gozdne, travniške, obcestne,...potoke.



Figure 18: Potok Kroparica.



Reka (Sava) ima večji pretok, kot potok. Ima globljo, večjo in širšo strugo. Običajno se izliva v jezero, večjo reko ali v morje. Povzroča večjo erozijo kot potoki in v primeru poplav je škoda večja kot pri potokih.

(Vir 27, vir 28, vir 29, vir 30, vir 31, vir 32, vir 33, vir 34, vir 35)



Figure 19: Reka.

#### **2.2.4 HIDROLOGIJA ONESNAŽENJA**

Hidrologija onesnaženja je veja hidrologije, ki je med drugim kot znanost del geofizike. Ukvarja se s kakovostjo voda, skladiščenjem, razkrajanjem in širjenjem onesnaženja v vodi. V tej raziskovalni nalogi je fokus usmerjen v kakovost kopalnih voda.

Kakovost je izraz za fizikalne, kemične in biološke značilnosti vode, ki jih ponavadi ocenimo glede na namen uporabe. Kopalne vode ne smejo vsebovati mikroorganizmov, kajti le-ti lahko povzročijo številne bolezni. Da se mikroorganizmi v kopalnih vodah ne razmnožijo preveč, je potrebna zaščita voda. S tem namenom je Evropska skupnost leta 2000 sprejela *Vodno direktivo*, ki daje državam članicam pravna in strokovna izhodišča za celovit pristop za zaščito in upravljanje z vodami. Glavni cilj *Vodne direktive* je doseganje dobrega kemijskega in ekološkega stanja voda.

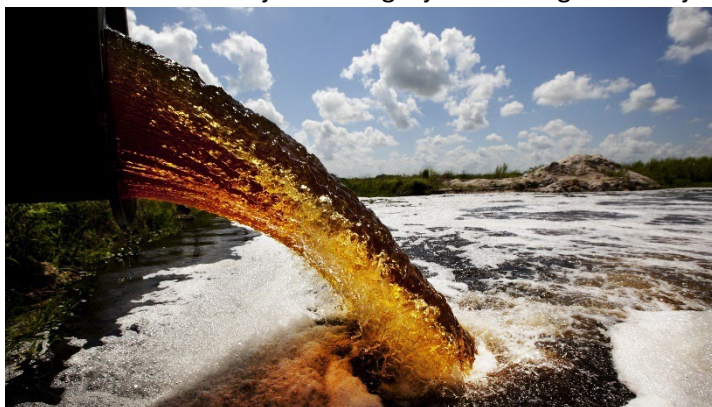


Figure 20: Onesnažena voda.

Vode onesnažujejo kemikalije, delci, industrijski, kmetijski in stanovanjski odpadki, hrup in širjenje invazivnih organizmov. Onesnaženost zraka je tudi dejavnik, ki prenaša pesticide ali umazanijo. Ko so pesticidi vključeni v vodni ekosistem, se hitro absorbirajo v prehranjevalno verigo. Ko so v prehranjevalni verigi, lahko povzročijo mutacije, kakor tudi bolezni, ki so lahko škodljive za celotno verigo prehrane. Pomembno je, da prehranska veriga v vodnem telesu ostaja stabilna, saj to drži ves ekosistem v vodnem telesu v ravnovesju. Če se ta podre, bo ena ali več živalskih ali rastlinskih vrst prevladala in se prekomerno razširila.



Figure 21: Reka polna odpadkov.

Ena izmed oblik onesnaževanja vode se nanaša na okužbo s čezmernim vnosom hranil. To je največkrat glavni razlog za eutrofikacijo površinskih voda, v katerih presežek hranil (običajno dušika ali fosforja), spodbudi rast alg. Eutrofikacija je proces večanja količine biomase v vodi kot posledica povečane koncentracije anorganskih hranil (nitrato in fosfatov) v ekosistemu. Ta fenomen največkrat opazimo pri stoječih ali počasi tekočih vodnih telesih, kjer te snovi največkrat zastajajo. Večja količina hranilnih snovi omogoči hitro razmnoževanje alg, ki prerastejo površino vodnega telesa. Ta pojav imenujemo cvetenje voda. Ta množica alg tudi množično odmira in ob bakterijski razgradnji odmrlega organskega materiala se intenzivno porablja kisik. To povzroči znižanje koncentracije kisika v vodotoku, ki postane nezadostna za preživetje drugih organizmov (žuželk, rib ipd.). Njihovo odmiranje še pospeši eutrofikacijo. Največkrat je eutrofikacija posledica vnašanja odpadne vode iz kanalizacije in gnojnih kmetijskih površin v naravno okolje. Posebej je opazna v gosto poseljenih območjih in območjih z intenzivnim kmetijstvom. Eutrofikacijo smatramo za onesnaženost, saj gre navadno za umetno spremembo naravnega kroženja snovi.

(Vir 36, vir 37, vir 38, vir 39, vir 40)

## 2.3 GLOBE PROTOKOLI

### 2.3.1 UVOD V GLOBE PROTOKOLE



Voda je glavni vir za življenje in je pomembna v številnih kemijskih reakcijah. Globe protokoli so zasnovani tako, da se ob upoštevanju vseh navodil dobi natančne podatke. Tako kot tudi v drugih sferah, je potrebno tudi v hidrosferi upoštevati različne protokole, saj različne značilnosti vode vplivajo druga na drugo. Znotraj posameznega protokola je zapisano, kdaj je potrebno opraviti dodatne meritve, da se poveča natančnost meritev. Priporočljivo je, da se podatke o hidrosferi zbira enkrat tedensko. Hidrosfera se osredotoča na vodo in vodna telesa. Hidrološki protokoli vključujejo merjenje temperature vode, prosojnost vode, njen pH, raztopljeni kisik, električno prevodnost, slanost, alkalnost, nitrate, nitrite,

fosfate in amonijeve ione.

Figure 22: Logotip GLOBE.

### 2.3.2 IZBIRA MESTA

Vse meritve morajo biti izvedene na istem mestu. To mesto je lahko katerokoli površinsko vodno območje, ki ga je mogoče varno obiskovati in redno spremljati. Informacije o svojem mestu preučevanja je možno podati na 3 načine: s pisnimi komentarji (opisati mesto merjenja, spremembe, ki lahko vplivajo na rezultate), s fotografijami (4 fotografije - proti vsaki glavni smeri neba, medtem ko stojš tam, kjer jemlješ vzorec vode) in s pomočjo zemljevidov.



Figure 23: Izbira mesta.

Najprej zberemo podatke o položaju s pomočjo GPS sprejemnika. Sledi zapis imena vodnega telesa, slanost ali sladkost vode in, ali je voda tekoča ali stoječa (če je tekoča, zapišeš širino, če je stoječa



približno površino in globino). Sledi zapis mesta odvzema vzorca (ali se vidi dno, vrsta podlage). Zapisati je potrebno tudi vsa opažanja. To so lahko npr. kakršnikoli izpusti v vodno telo, ali je umetno ali naravno, opažene rastlinske in živalske vrste, količina rastlinstva, pomen vode za človeka.

### 2.3.3 PROTOKOL O MERJENJU TEMPERATURE VODE



Figure 24: Termometer.

Merjenje temperature vode določa, kako topla ali hladna je voda. Voda ima večjo specifično toploto (toplotno zmogljivost) kot zrak, zato se segreva in ohlaja počasneje. Temperaturi vode lahko rečemo glavna spremenljivka, saj vpliva na skoraj vse lastnosti vode in na kemijske reakcije, ki potekajo v njej. Določa tudi, kateri organizmi lahko živijo v določenem vodnem telesu. Jezera, ki so hladna in imajo malo rastlinskega sveta pozimi, zacvetijo pomladi in poleti, ko se temperatura vode dvigne in se s hranili bogate spodnje vode premešajo z zgornjimi vodami.

Veliko rib in drugih vodnih živali drsti v tem letnem času, ko so temperature višje in je hrane v izobilju. Plitva jezera so izjema, saj se spodnje bogate vode mešajo z zgornjimi vse leto. Temperatura vode je pomembna tudi zato, ker je previsoka temperatura lahko usodna za občutljive vrste (postrv, losos). Raztopljenega kisika je v vodah z višjimi temperaturami manj. Voda tudi pomaga pri temperaturi zraka z izhlapevanjem in kondenzacijo.

Temperaturo lahko merimo s pomočjo alkoholnega termometra ali s pomočjo temperaturne sode.

### 2.3.4 PROTOKOL O PROSOJNOSTI VODE

Prosojnost vode je ena od meritev, ki se uporablja za opis stanja vodnega telesa. Meri se globina prodiranja svetlobe v vodo. Odvisna je od količine suspendiranih delcev v vodi. Delci omejujejo prodiranje svetlobe skozi vodo in prispevajo k barvi in prosojnosti vode. Delci bodo svetlobo odbijali, absorbirali ali razpršili in tako določili globino, na kateri svetloba ne more več pronicati. Ti delci so lahko organski (fitoplankton, alge), anorganski (usedline) ali druge raztopljene nečistoče (organski ali anorganski karbonati). Temen ali črn material absorbira večino valovnih dolžin svetlobe, beli materiali pa odbijajo večino valovnih dolžin svetlobe. Reke z visoko vsebnostjo sedimentov so ponavadi iste barve kakor sedimenti.

Za merjenje lahko uporabljamo Secchijev disk (za globoke in mirne vode) in prozorno cev (plitka in tekoča voda). Secchijev disk meri stolp vode. Prodiranje svetlobe se lahko razlikuje glede na globino vode v tem stolpu. Vsa svetloba, ki se odbija od Secchijevega diska gre skozi vodo s površine. Prosojna cev pa meri prosojnost vzorca vode vzetea tik pod površino. Svetloba lahko vstopi v prosojno cev tako od strani, kot od zgoraj. Vzorčenje vode je pri obeh metodah drugačno, zato rezultati niso neposredno primerljivi.

### 2.3.5 PROTOKOL O ELEKTRIČNI PREVODNOSTI



Figure 25: Znak za elektriko.

Električna prevodnost meri sposobnost vode za prevajanje električnega toka. Meri, koliko elektrike se prevaja skozi en centimeter vode. Merska enota je  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Zagotavlja splošno merjenje kakovosti tekoče vode. Električna prevodnost je dober kazalnik skupne ravni nečistoč v sladki vodi. Vsebnost mineralnih in solnih nečistoč v vodi predstavlja celokupno vrednost raztopljenih snovi (skrajšano TDS – total dissolved solids; merimo jo kot del na milijon (ppm)).

Na električno prevodnost vpliva temperatura. Višja kot bo temperatura, večja bo električna prevodnost vode. Čista voda slabo prevaja električni tok. Čim več bo ionov v vodi, tem bolje bo voda prevajala elektriko.

### 2.3.6 PROTOKOL O MERJENJU pH VODE

Koncentracija dejavnosti vodikovih ionov ( $\text{H}^+$ ) določa pH raztopine. pH je naveden v logaritemskih enotah od 0 do 14. 0 je najbolj kislo, 14 pa najbolj bazično. Vrednost okoli 7 pomeni, da je pH nevtralen. Večina jezer ima pH vrednosti med 6,5 in 8,5. Bazične vode se pojavljajo na območjih, kjer je prst bogata z minerali. Kisline in baze v vodo vstopajo tudi kot stranski produkti človekovih dejavnosti. pH vode vpliva na večino kemijskih in bioloških procesov, ki potekajo v vodi.



Figure 26: pH lističi.

Vpliva na topnost in na biološko razpoložljivost hranil. Določa tudi stopnjo topnosti potencialno strupenih materialov (npr. težke kovine).

Vrednost pH med 0 in 3 je smrtonosna za vsa živa bitja v vodi. Vrednost pH v intervalu 6,5-8,2 je najbolj optimalno okolje za vse organizme. Vrednost pH med 11 in 14 je smrtonosna za vsa živa bitja v vodi.

Za merjenje lahko uporabimo pH-meter ali pH-lističe (univerzalne indikatorske papirje). Natančnost je odvisna od električne prevodnosti, ki mora biti vsaj  $200 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

### 2.3.7 PROTOKOL ZA RAZTOPLJENI KISIK

Molekule kisika, ki so raztopljene v vodi, so potrebne za dihanje vodnih živali, kot so ribe in zooplankton. Količina raztopljenega kisika je odvisna od mnogih dejavnikov, to so npr. temperatura vode, zračni tlak in slanost. V hladnejši vodi je raztopljenega več kisika kot v toplejši vodi. Prav tako ima voda na višjih legah manj raztopljenega kisika, ker je zračni tlak manjši. Z naraščanjem slanosti pa se topnost kisika manjša. Vodi lahko raztopljeni kisik dodajo rastline med fotosintezo, v vodo lahko pride tudi z difuzijo iz ozračja.



Figure 27: Molekula kisika.

Merimo ga lahko s pomočjo kisikove sonde. Potrebno je vedeti, da se po odvzemu vzorca količina raztopljenega kisika hitro spremeni, zato je najbolje, da opravimo testiranje na terenu.

### 2.3.8 PROTOKOL O ALKALNOSTI (BAZIČNOSTI) VODE

Alkalnost in pH sta si sorodni lastnosti vode, a različni. Alkalnost je merilo odpornosti vode na znižanje pH, ko so v vodi dodane kisline, ki v vodo pridejo z dežjem, snegom, raztopljenimi kamninami ali iz tal. Alkalnost je izražena kot količina kalcijevega karbonata v vodi. Velik dotok kislin zaradi velikih padavin ali hitrega taljenja snega povzroči padec pH na takšno raven, ki škoduje organizmom, ki živijo v vodi. Kadar ima voda visoko alkalnost, pravimo, da je dobro puferirana (lahko se upre zniževanju pH, ko vanjo vstopi kislava voda). Jezera in potoki, ki so na območjih z bogato apnenčasto podlago, so bolj alkalni kot tisti v pokrajinah z nekarbonatno podlago. Enota za alkalnost je mg/L. Vode z višjo alkalnostjo so bolj odporne na spremembe pH. Alkalnost vode se zmanjša z velikim donosom dežja oziroma snega v vodo.

### 2.3.9 PROTOKOL O SLANOSTI VODE

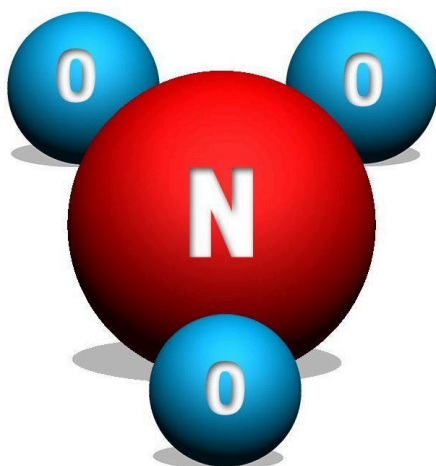


Slanost je merilo za vsebnost vseh soli v gramih, raztopljenih v 1 kg slaniče. Izražena je v odstotkih ali promilih. Največ k slanosti prispevajo natrijevi in kloridni ioni. Sladkovodni organizmi so bolj slani od vode, v kateri živijo. V jezerih in rekah je slanost manjša od 35 ppt zaradi stalnega dotoka sladke vode iz prsti ali dežja; lahko je tudi večja od 35 ppt zaradi visoke stopnje izhlapevanja. Poznamo tudi slana jezera, kot so Kaspijsko morje (srednja Azija), Veliko slano jezero (Severna Amerika) in več jezer v vzhodni Afriki.

Figure 28: Sol.

Slana so zato, ker voda teče v njih in potem izhlapi, sol pa pusti v celinskem morju ali jezeru. Sladkovodna jezera imajo za razliko od slanih iztoke, zato se soli namesto, da bi se v jezerih kopičile, premikajo skozi. Podatke zbiramo s hidrometrom ali s titracijo slanosti. Metoda s hidrometrom je hitra in enostavna, ne ustvarja dodatnih stranskih kemičnih produktov, ki bi jih bilo treba odstraniti kot kemične odpadke. Metoda titriranja slanosti traja dalj časa in ustvari kromov stranski produkt, ki mora biti odstranjen kot kemični odpadek.

### 2.3.10 PROTOKOL O DOLOČANJU NITRATOV



V vodnih telesih obstaja dušik v mnogih oblikah, kot so raztopljeni molekularni dušik, organske spojine, amonij, nitrit in nitrat. Nitrat je pomembna anorganska oblika dušika, saj je bistveno hranilo za rast in razmnoževanje številnih alg in drugih vodnih rastlin. Na povečane koncentracije nitratov v vodi se hitro odzivajo enocelične alge, ki se namnožijo prekomerno in sprožijo procese eutrofikacije (proces obogatitve vode), kar dolgoročno vodi v pomanjkanje kisika za ostale vodne organizme. Posledična prekomerna rast lahko povzroči težave z okusom in vonjem v jezerih, ki se uporabljajo za pitno vodo.

Figure 29: Molekula nitrata.

Zaradi zaraščanja vode lahko pride do zmanjšane ravni svetlobe v vodnih telesih. Ko rastline in alge odmrejo, se bakterije namnožijo in porabljajo raztopljeni kisik v vodi. Količina raztopljenega kisika se zato zmanjša, kar je nevarno za ostale vodne živali. Nitrati so pogosti onesnaževalci, ki jih s preveč pognojenih kmetijskih polj prenese odtok. Nitrit najdemo v vodah z nizko vsebnostjo raztopljenega kisika. Dušik omejuje količino rastlin v vodi, ker rastline porabijo ves razpoložljivi dušik v vodi in zato ne morejo več rasti in se razmnoževati. Nitratna oblika dušika prihaja v vodo iz ozračja z dežjem, snegom, meglo, podzemno vodo ter iz površinskih in podzemnih vod, ki tečejo po prsti. Tudi človek s svojimi dejavnostmi vpliva na količine nitratov v vodnih telesih.

### 2.3.11 PROTOKOL O SLADKOVODNIH MAKRONEVRETEŃARJIH

Predstavniki makrovretenčarjev so različne žuželke in njihove ličinke, raki, mehkužci, črvi in druge majhne živali brez hrbtenice. Živijo v blatu, pesku ali na potopljenih rastlinah in podvodnih predmetih. So bistven člen v prehranjevalni verigi in so vir hrane za druge večje živali. Nekateri makrovretenčarji (sladkovodne školjke) filtrirajo vodo, spet drugi živijo kot saprofiti, ostali pa kot plenilci ali zajedalci. Številni so občutljivi na spremembe pH, raztopljenega kisika, temperature, slanosti in prosojnosti. Vzorci makrovretenčarjev nam omogočajo, da ocenimo biotsko raznovrstnost, preučimo ekologijo vodnega telesa in odnose med kemičnimi lastnostmi vode in organizmi na izbranem področju. Vzorčenje poteka dvakrat letno, spomladi in jeseni.

(Vir 41, vir 42, vir 43)

## 3 EKSPERIMENTALNI/RAZISKOVALNI DEL

### 3.1 RAZISKOVALNO VPRAŠANJE IN HIPOTEZE

Ljudje se zelo radi kopamo v naravi. Ni pomembno, ali je to jezero, slap, potok ali reka. Ker smo opazili ogromno kopalcev v vodnih telesih v bližini naših domov, se nam je pojavilo raziskovalno vprašanje, kakšna je kakovost kopalnih voda v Sloveniji.

Postavili smo nekaj hipotez, ki jih bomo sprejeli ali pa ovrgli na podlagi našega raziskovalnega dela.

Hipoteza 1: Zaradi večjega pretoka vode je reka Sava bolj primerna za kopanje kot so jezera.

Hipoteza 2: Temperatura vode bo višja v stoječih vodnih telesih (jezerih) kot v reki Savi.

Hipoteza 3: Koncentracija nitratov vpliva na koncentracijo nitritov. Kjer bo večja koncentracija nitratov, bo tudi večja koncentracija nitritov.

Hipoteza 4: Koncentracija nitratov v vodi je večja v reki Savi kot v jezerih. Vzrok bi lahko bila bližina pridelovalnih površin, ki ponekod segajo v neposredno bližino reke.

Hipoteza 5: Vsebnost amonijevih ionov bo povečana v stoječih vodnih telesih zaradi slabšega čistilnega sistema, saj pride v vodo iz živalskih iztrebkov.

Hipoteza 6: Koncentracija fosfatov je povečana v reki Savi zaradi bližine naselij in industrijskih obratov.

Hipoteza 7: Vrednost pH bo višja v jezerih kot v reki Savi.

Hipoteza 8: Trdota in pH vode sta med seboj sorazmerno odvisna, saj pH vode vpliva na njeno trdoto.

### 3.2 METODE DELA

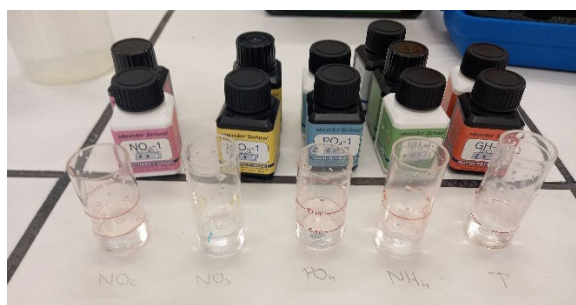


Figure 30: Kemikalije, ki smo jih uporabljali za izvedbo kemijskih poskusov.

Analizirali smo vodo s štirih lokacij; Kočevsko jezero, Bloško jezero, Kočevsko jezero in reka Sava. Nekatere poskuse smo izvajali na samem mestu, ob vodnem telesu, nekatere v laboratoriju. Na terenu smo merili temperaturo in pH vode. V šolskem laboratoriju smo testirali trdoto vode, vsebnost nitratov ( $\text{NO}_3^-$ ), nitritov ( $\text{NO}_2^-$ ), amonijevih ionov ( $\text{NH}_4^+$ ), sulfatov ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) in fosfatov ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

Na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo (Iniverza v Ljubljani) smo s pomočjo ionske kromatografije določali vsebnost kloridnih ionov ( $\text{Cl}^-$ ), nitratov ( $\text{NO}_3^-$ ), nitritov ( $\text{NO}_2^-$ ), sulfatov ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) in fosfatov ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).



### 3.3 OPIS LABORATORIJA

Meritve temperature in pH smo izvajali na mestu preučevanega vodnega telesa, torej ob Bloškem, Kočevskem, Podpeškem jezeru in reki Savi.



Figure 31: Območje merjenja na Bloškem jezeru.

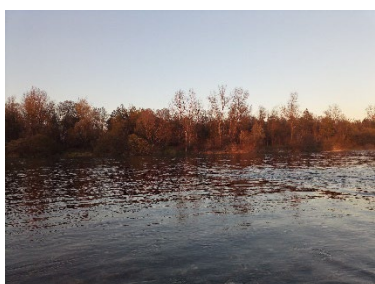


Figure 32: Območje merjenja na reki Savi.



Figure 33: Območje merjenja na Podpeškem jezeru.

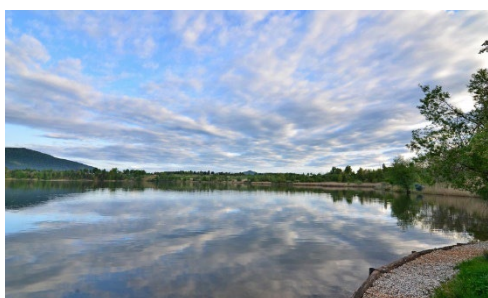
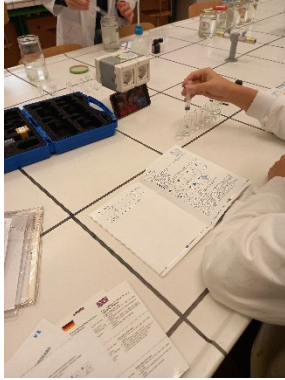


Figure 34: Kočevsko jezero.

Kemijske eksperimente smo izvajali v laboratoriju na Gimnaziji Ledina pod mentorstvom profesorice Nike Cebin.

Na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani smo pod mentorstvom dr. Gregorja Marolta izvedli ionsko kromatografijo vzorcev opisanih vodnih teles.



*Figure 35: Kemijski laboratorij gimnazije Ledina.*



*Figure 36: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Ljubljana.*

## 4 REZULTATI

### 4.1 NITRIT

Nitrit je anion, sestavljen iz enega atoma dušika in dveh negativno nabitih atomov kisika. Formula za nitrit je  $\text{NO}_2^-$ . Lahko si ga predstavljamo kot sol ali ester dušikove(III) ali dušikaste kisline. Za človeka, predvsem otroke, predstavlja veliko nevarnost, ker je strupen in v določenih primerih lahko povzroči smrt. Nitratne(III) ione se uporablja kot konzervanse v suhomesnih izdelkih, pršutih, prekajenem mesu, v žitu in v ribah. V vodi se nahajajo predvsem zaradi uporabe umetnih in naravnih gnojil, nahajajo se v komunalnih odpadkih, uporabljajo se v industriji. V vodi so dobro topni. Nitritni ioni so toksični za vsa živa bitja. V črevesju reagirajo nitratni(III) ioni z amini, pri tem nastanejo kancerogeni nitrozoamini.

Po slovenski zakonodaji je mejna vrednost nitrita v vodi 0,50 mg/L oziroma 0,10 mg/L v pitni vodi. Merilno območje je od 0,02-0,5 mg/L  $\text{NO}_2^-$ .



Figure 37: Kemikaliji, s katerima smo določali koncentraciji nitritov v vodi.

#### 4.1.1 POSTOPEK POSKUSA

1. Odmerili smo 5 mL vzorca v 2 kivetih in ju postavili v primerjalnik, eno smo označili z A, drugo pa z B.
2. V kiveto B smo dodali 4 kapljice reagenta  $\text{NO}_2^-$ -1 in jo zaprli s pokrovčkom ter dobro premešali.
3. V kiveto B smo nato dodali 1 merilno žličko reagenta  $\text{NO}_2^-$ -2.
4. Kiveto B smo zaprli in premešali, dokler se reagent v prašku ni popolnoma raztopil.
5. Počakali smo 10 minut in nato odprli pokrovčka na obeh kivetah ter s pomočjo barvne skale odčitati rezultat.

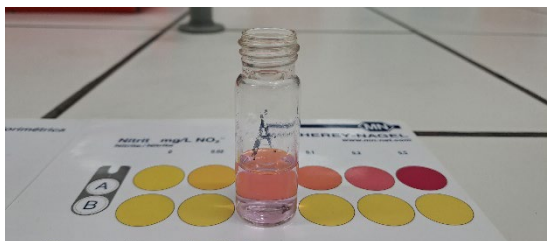


Figure 38: Določanje koncentracije nitritov.



#### 4.1.2 BLOŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) [mg/L]
24.09.2022	0
01.10.2022	0
08.10.2022	0
15.10.2022	0.02
22.10.2022	0
29.10.2022	0.02
05.11.2022	0.02
12.11.2022	0
19.11.2022	0
26.11.2022	0.02
03.12.2022	0.50
10.12.2022	0.01
17.12.2022	0.01

Table 1: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) nitritov v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. 2022 in 17.12. 2022

V času meritev se je masna koncentracija nitritov v vodi gibala od 0 do 0.02 mg/L. Izjema je le dne 3. 12. 2022, ko smo v vodi namerili koncentracijo 0,50 mg/L nitritnih ionov. Koncentracije nitratnih(III) ali nitritnih ionov ustrezajo slovenski zakonodaji, vendar se občasno približajo maksimumu, ki ga slovenska zakonodaja še dovoljuje.

#### 4.1.3 PODPEŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) [mg/L]
24.09.2022	0
01.10.2022	0
08.10.2022	0
15.10.2022	0
22.10.2022	0.50
29.10.2022	0.50
05.11.2022	0.02
12.11.2022	0.02
19.11.2022	0.01
26.11.2022	0
03.12.2022	0.05
10.12.2022	0
17.12.2022	0

Table 2: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) nitritov v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

V času meritev se je masna koncentracija nitritov vodi gibala od 0 do 0.02 mg/L. 22.10.2022 in 29.10.2022 smo izmerili maksimalno, še dovoljeno koncentracijo nitritov (0,50 mg/L). Koncentracije nitritnih ionov ustrezajo zahtevam slovenske zakonodaje, se pa občasno približajo najvišji, še dovoljeni vrednosti.

#### 4.1.4 KOČEVSKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) [mg/L]
05.10.2022	0
12.10.2022	0
19.10.2022	0.01
26.10.2022	0.02
05.11.2022	0.02
12.11.2022	0.02

Table 3: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) nitritov v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10 in 12.11. 2022.

V času meritev se je količina nitritnih ionov gibala od 0 do 0.02 mg/L. Masne koncentracije nitritnih ionov so bile dokaj nizke, najvišja in največkrat določena je bila masna koncentracija 0.02 mg/L NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ionov. Količine nitritnih ionov so nizke in zato tudi ustrezajo merilom slovenske zakonodaje.

#### 4.1.5 SAVA

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) [mg/L]
24.09.2022	0.01
01.10.2022	0.01
08.10.2022	0
15.10.2022	0.01
22.10.2022	0
29.10.2022	0.01
05.11.2022	0.01
12.11.2022	0.01
19.11.2022	0.01
26.11.2022	0.02
03.12.2022	0.02
10.12.2022	0.03

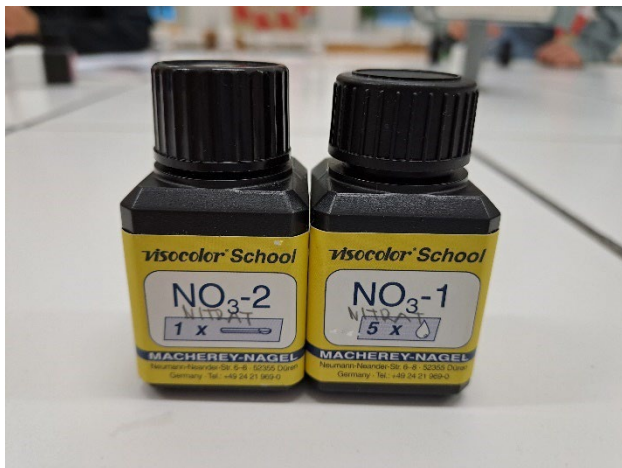
Table 4: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) nitritov v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12. 2022.

V času meritev so bile masne koncentracije nitritnih ionov v Savi večinoma 0 ali pa 0.01 mg/L. Višje so bile le 26. 11. 2022 in 3.12. 2022, ko je bila koncentracija nitritnih ionov 0.02 mg/L. Najvišja vrednost je bila 10. 12. 2022, ko je dosegla 0.03 mg/L. Vse vrednosti ustrezajo merilom slovenske zakonodaje.

## 4.2 NITRAT

Nitratni ion ( $\text{NO}_3^-$ ) je konjugirana baza dušikove kisline ( $\text{HNO}_3$ ), ki je sestavljen iz centralnega dušikovega atoma in treh kisikovih atomov v trigonalni planarni razporeditvi.

Povečanje nitratov je posledica odtekanja vode s površin, ki so prejela prevelike količine dušikovih gnojil (npr. polja). Povečana koncentracija pogosto vodi do pojava cvetenja alg, kar posledično privede do pomanjkanja kisika v vodnem ekosistemu. Med drugim lahko povečana koncentracija ovira rast, oslabi imunski sistem in povzroči stres nekaterim vrstam vodnih organizmov.



Po slovenski zakonodaji je mejna vrednost 50 mg/L. Merilno območje ionov  $\text{NO}_3^-$  je med 1–90 mg/L.

Figure 39: Kemikaliji, s katerima smo določali koncentracijo nitratov v vodi.

### 4.2.1 POSTOPEK POSKUSA

1. Odmerili smo 5 mL vzorca v 2 kivetih in ju postavili v primerjalnik, eno smo označili z A, drugo z B.
2. V kiveto B smo dodali 5 kapljic reagenta  $\text{NO}_3^-$ -1 in jo zaprli s pokrovčkom.
3. Kiveto B smo dobro premešali.
4. V kiveto B smo dodali 1 merilno žličko reagenta  $\text{NO}_3^-$ -2, jo zaprli in konstantno mešali 1 minuto.
5. Počakali smo 10 minut in nato odprli pokrovčka na obeh kivetah ter s pomočjo barvne skale odčitali rezultat.

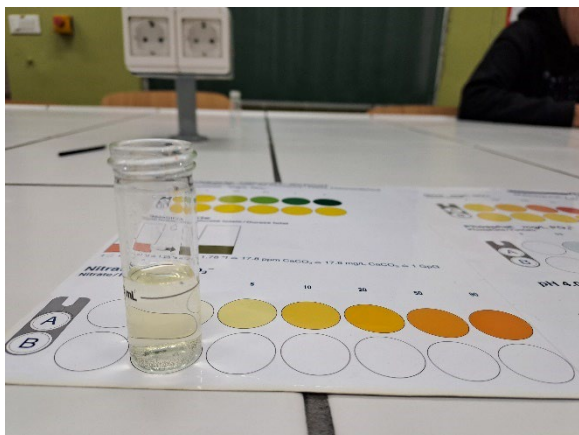


Figure 40: Določanje nitratov.

#### 4.2.2 BLOŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [mg/L]
24.09.2022	1.00
01.10.2022	1.00
08.10.2022	1.00
15.10.2022	1.00
22.10.2022	1.00
29.10.2022	1.00
05.11.2022	1.00
12.11.2022	1.00
19.11.2022	1.00
26.11.2022	1.00
03.12.2022	2.50
10.12.2022	1.00
17.12.2022	2.00

Table 5: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) nitratov v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

V čsu meritev z izjemo dne 3. 12. 2022 (ko je bila vrednost 2,50 mg/L) in 17. 12. 2022 (ko je bila vrednost 2,00 mg/L) je bila masna koncentracija nitratnih ionov v Bloškem jezeru 1,00 mg/L. Te vrednosti ustrezajo meji slovenske zakonodaje.

#### 4.2.3 PODPEŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [mg/L]
24.09.2022	1.50
01.10.2022	1.50
08.10.2022	1.00
15.10.2022	1.50
22.10.2022	5.00
29.10.2022	7.50
05.11.2022	1.50
12.11.2022	1.00
19.11.2022	1.00
26.11.2022	1.00
03.12.2022	5.00
10.12.2022	1.00
17.12.2022	1.00

Table 6: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) nitratov v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

Masna koncentracija nitratnih ionov v Podpeškem jezeru je bila večinoma med 1,00 in 1,50 mg/L. Izjema so bile masne koncentracije 22. 10. 2022, 3. 12. 2022 in 29.10. 2022. Vse te koncentracije ustrezajo merilom slovenske zakonodaje.

#### 4.2.4 KOČEVSKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [mg/L]
05.10.2022	0
12.10.2022	0.01
19.10.2022	0
26.10.2022	0
05.11.2022	0.50
12.11.2022	0.50

Table 7: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) nitratov v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10. in 12.11. 2022.

Masne koncentracije nitratnih ionov v Kočevskem jezeru so se gibale med 0,00 mg/L in 0,50 mg/L. So v skladu z merili slovenske zakonodaje.



#### 4.2.5 SAVA

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [mg/L]
24.09.2022	1.00
01.10.2022	0.50
08.10.2022	1.00
15.10.2022	1.00
22.10.2022	0.50
29.10.2022	1.50
05.11.2022	1.50
12.11.2022	1.50
19.11.2022	1.00
26.11.2022	1.00
03.12.2022	2.50
10.12.2022	2.50

Table 8: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) nitratov v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12. 2022.

Masne koncentracije so nihale od septembra do decembra, saj so bile znotraj intervala 0,50 – 2,50 mg/L. Vse določene koncentracije ustrezajo merilom slovenske zakonodaje.

### 4.3 FOSFAT

Fosfati so soli fosforjeve kisline ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Fosfatni ion  $\text{PO}_4^{3-}$  sestoji iz osrednjega atoma fosforja, ki je obdan s štirimi atomi kisika v tetraedrični obliki. Fosfati so pomembni v biokemiji. Vključeni so v pomembne molekule za celoten rastlinski in živalski svet (npr. DNA- deoksiribonukleinska kislina, ATP-adenozintrifosfat).

Onesnaženje vode s fosfati je največkrat posledica gospodinjskih odpadkov, ki vsebujejo veliko količino pralnih praškov in detergentov. Pogost je tudi pojav izpiranja umetno gnojnih površin (velika vsebnost fosfatov) v podtalnico. Fosfat je poleg nitrata glavni krivec za pojav cvetenja alg in bolezni rib.

Merilno območje je od 0,5 do 15 mg/L.

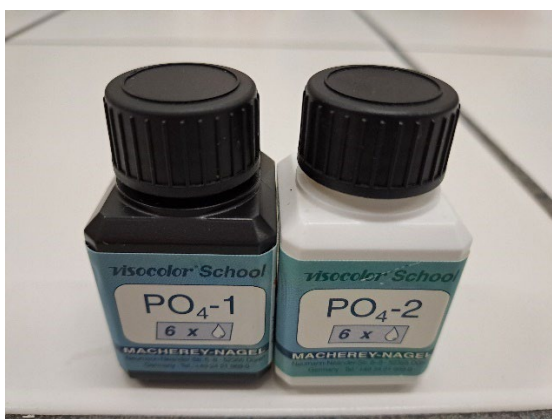


Figure 41: Kemikaliji, s katerimi smo določali fosfate v vodi.

#### 4.3.1 POSTOPEK POSKUSA

1. Odmerili smo 5 mL vzorca v 2 kivetih in ju postavili v primerjalnik, eno smo označili z A, drugo z B.
2. V kiveto B smo dodali 6 kapljic reagenta  $\text{PO}_4-1$  in jo zaprli s pokrovčkom ter dobro premešali.
3. V kiveto B smo dodali 1 merilno žličko reagenta  $\text{PO}_4^{3-}-2$ .
4. Zaprli smo kiveto B in jo premešali, da se je reagent v prašku popolnoma raztopil.
5. Počakali smo 10 minut, nato smo odprli pokrovčka na obeh kivetah in s pomočjo barvne skale odčitali rezultate.

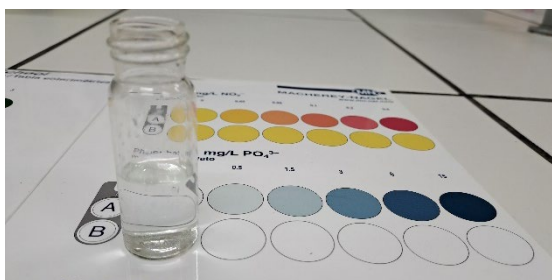


Figure 42: Določanje fosfatov.

#### 4.3.2 BLOŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ ( $\text{PO}_4^{3-}$ )[mg/L]
24.09.2022	0.25
01.10.2022	0
08.10.2022	0.50
15.10.2022	0
22.10.2022	0
29.10.2022	0.50
05.11.2022	0.50
12.11.2022	1.00
19.11.2022	0
26.11.2022	0
03.12.2022	0.25
10.12.2022	0
17.12.2022	0.25

Table 9: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) fosfatov v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

Masna koncentracija fosfatnih ionov v vzorcih Bloškega jezera se je gibala od 0 do 0.50 mg/L. Vrednost je bila večja le 12. 11. 2022, ko je dosegla 1,00 mg/L.

### 4.3.3 PODPEŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )[mg/L]
24.09.2022	0.50
01.10.2022	0.50
08.10.2022	0
15.10.2022	0
22.10.2022	0
29.10.2022	0
05.11.2022	0
12.11.2022	0
19.11.2022	0
26.11.2022	0.25
03.12.2022	0.50
10.12.2022	0
17.12.2022	0.25

Table 10: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) fosfatov v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

V času meritev so se količine fosfatnih ionov v vzorcu vode Podpeškega jezera gibale od 0 do 0.50 mg/L. V času od 8. 10. 2022 do vključno 19. 11. 2022 fosfatnih ionov nismo določili.

#### 4.3.4 KOČEVSKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ ( $\text{PO}_4^{3-}$ )[mg/L]
05.10.2022	0
12.10.2022	0
19.10.2022	0
26.10.2022	0
05.11.2022	0
12.11.2022	0

Table 11: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) fosfatov v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10. in 12.11. 2022.

V Kočevskem jezeru nismo določili prisotnosti fosfatnih ionov.

#### 4.3.5 SAVA

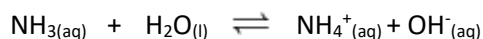
Datum vzorčenja	$\gamma$ ( $\text{PO}_4^{3-}$ )[mg/L]
24.09.2022	0.50
01.10.2022	0.50
08.10.2022	1,00
15.10.2022	0.50
22.10.2022	0.50
29.10.2022	0.50
05.11.2022	0
12.11.2022	0
19.11.2022	0
26.11.2022	0.10
03.12.2022	0.10
10.12.2022	0

Table 12: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) fosfatov v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12. 2022.

Masne koncentracije fosfatnih ionov so se v vzorcih vode iz Save gibale med 0 in 0.50 mg/L. Izjema je bil le 8. 10. 2022, ko smo v vzorcu izmerili največjo koncentracijo fosfatnih ionov, in sicer 1 ,00 mg/L. Največkrat smo določili koncentracijo  $\text{PO}_4^{3-}$  ionov z vrednostjo 0.50 mg/L.

## 4.4 AMONIJEV ION

Amonijev ion  $\text{NH}_4^+$  je pozitivno nabit kation, ki nastane s protolizo amonijaka:



Za organizme je toksičen, zato so le-ti razvili različne načine izločanja, npr. ribe in drugi vodni organizmi ga izločajo neposredno v vodo, sesalci in dvoživke ga izločajo v obliki sečnine, ptiči in plazilci pa v obliki sečne kisline. Nastane pri reakciji med amonijakom, ki predstavlja šibko bazo in neko kislino, ki ima vlogo donorja protonov. Je močna konjugirana kislina in lahko reagira z bazo, pri čemer pride do deprotonacije in posledičnega nastanka amonijaka. Pri raztapljanju amonijaka v vodi znaten del amonijaka reagira z oksonijevim ionom, pri čemer tudi nastanejo amonijevi ioni. Nahajajo se v gnojnicah in umetnih gnojilih, zelo je strupen za življenje v vodi, za zdravje človeka ne predstavlja velike nevarnosti. Prisotnost amonija v vodi nam pove, da je bila voda izpostavljena razpadajočim organskim snovem iz kmetijskih, komunalnih ali industrijskih odpadkov. V koncentracijah, ki jih pričakujemo v pitni vodi, ne predstavlja neposredne nevarnosti za zdravje ljudi.

Po slovenski zakonodaji je mejna vrednost 0,50 mg/L. Merilno območje je od 0,2 do 3 mg/L.



Figure 43: Kemikalije, s katerimi smo določali amonijev ion.

### 4.4.1 POSTOPEK POSKUSA

1. Odmerili smo 5 mL vzorca v 2 kivetih in ju postavili v primerjalnik, eno smo označili z A, drugo pa z B.
2. V kiveto B smo dodali 10 kapljic reagenta  $\text{NH}_4^+$  -1 in jo zaprli s pokrovčkom ter dobro premešali.
3. V kiveto B smo dodali 1 merilno žličko reagenta  $\text{NH}_4^+$  -2 in jo zaprli, ter premešali, dokler se reagent v prašku ni popolnoma raztopil. Počakali smo 5 minut.
4. Odprli smo kiveto B in dodali 4 kapljice  $\text{NH}_4^+$  -3 in jo zaprli ter dobro premešali.
5. Počakali smo 7 minut in odprli pokrovčka na obeh kivetih ter s pomočjo barvne skale odčitali masno koncentracijo amonijevega iona.

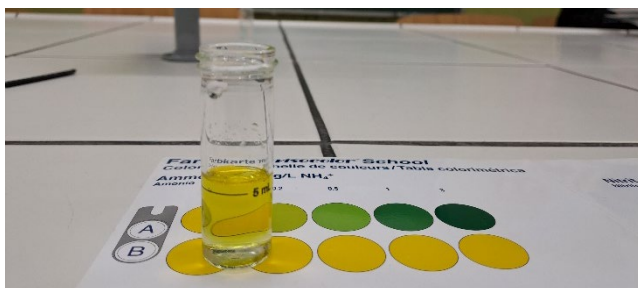


Figure 44: Merjenje amonijevega iona.

#### 4.4.2 BLOŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )[mg/L]
24.09.2022	0
01.10.2022	0
08.10.2022	0
15.10.2022	0
22.10.2022	0
29.10.2022	0.10
05.11.2022	0.10
12.11.2022	0.10
19.11.2022	0.10
26.11.2022	0.10
03.12.2022	0.10
10.12.2022	0.10
17.12.2022	0.10

Table 13: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) amonijevega iona v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

V vzorcih vode iz Bloškega jezera je bila masna koncentracija amonijevih ionov med 0 in 0,10 mol/L.



#### 4.4.3 PODPEŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )[mg/L]
24.09.2022	0.10
01.10.2022	0.10
08.10.2022	0.10
15.10.2022	0.10
22.10.2022	0.10
29.10.2022	0.10
05.11.2022	0.10
12.11.2022	0.10
19.11.2022	0.10
26.11.2022	0.10
03.12.2022	0.10
10.12.2022	0.10
17.12.2022	0.10

Table 14: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) amonijevega iona v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

Masne koncentracije amonijevih ionov so bile v vseh vzorcih vode iz Podpeškega jezera 0.10 mg/L.

#### 4.4.4 KOČEVSKO JEZERO

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )[mg/L]
05.10.2022	0.10
12.10.2022	0.10
19.10.2022	0.10
26.10.2022	0.10
05.11.2022	0.10
12.11.2022	0.10

Table 15: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) amonijevega iona za obdobje med 5.10. in 12.11. 2022.

Masne koncentracije amonijevih ionov so bile v vseh vzorcih vode iz Kočevskega jezera 0.10 mg/L.

#### 4.4.5 SAVA

Datum vzorčenja	$\gamma$ (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )[mg/L]
24.09.2022	0
01.10.2022	0
08.10.2022	0
15.10.2022	0
22.10.2022	0
29.10.2022	0
05.11.2022	0
12.11.2022	0
19.11.2022	0,10
26.11.2022	0,10
03.12.2022	0
10.12.2022	0,10

Table 16: Masna koncentracija ( $\gamma$ ) amonijevega iona v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12. 2022.

Večinoma ni bilo zaznati prisotnost amonijevih ionov. V času meritev 19. 11. 2022, 26. 11. 2022 in 10. 12. 2022 je bila koncentracija NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ionov 0,10 mg/L.

## 4.5 SKUPNA TRDOTA

Trdota vode je odvisna predvsem od matične podlage po kateri teče. Z izrazom skupna trdota v grobem označujemo koncentracijo kovinskih ionov, predvsem kalcija in magnezija. Povečana koncentracija kalcijevih in magnezijevih soli povečuje alkalnost in trdoto vode. Deževnica velja za izredno mehko vodo in ima vrednosti blizu 0° d (nemška trdotna stopnja --> 1°d = 10 mg kalcijevega oksida na liter). Medtem ko vodovodna voda lahko preseže vrednost 20° d. Glavna težava, ki jo prinaša trda voda, je vodni kamen. (1kapljica=17,8 mg/L CaCO<sub>3</sub>).

Trdoto vode v splošnem opredelimo kot mehko, če je vrednost kovinskih ionov v njej manjša od 231,4 mg/L. Če je ta vrednost med 231,4 in 480,6 mg/L, je voda srednje trda. Če je vsebnost teh ionov med 480,6 in 658,6 mg/L, je voda trda. V primeru, da je ta vrednost večja od 658,6 mg/L, opredelimo to vodo kot zelo trdo vodo.



Figure 45: Kemikaliji s katerimi smo določali skupno trdoto.

### 4.5.1 POSTOPEK POSKUSA

1. S pomočjo majhnega merilnega valja smo odmerili 5 mL vzorca v kiveto.
2. Dodali smo 2 kapljici reagenta GH-1 in zaprli kiveto s pokrovčkom.
3. Kiveto smo nežno premešali, vzorec vode se je obarval rdeče. (Če bi se vzorec obarval zeleno, bi to pomenilo, da voda ne vsebuje elementov, ki vplivajo na trdoto oziroma so ti v zelo majhni koncentraciji).
4. Reagenčno stekleničko GH-2 smo držali pod pravim kotom in reagent ob počasnem mešanju po kapljicah dodajali v kiveto z vzorcem, dokler ni prišlo do opazne spremembe barve na zeleno.
5. Ob dodajanju reagenta GH-2 smo šteli število kapljic, ki smo jih dodali vzorcu do spremembe barve vzorca in preračunali rezultate tako, da smo število kapljic množili s 17,8.

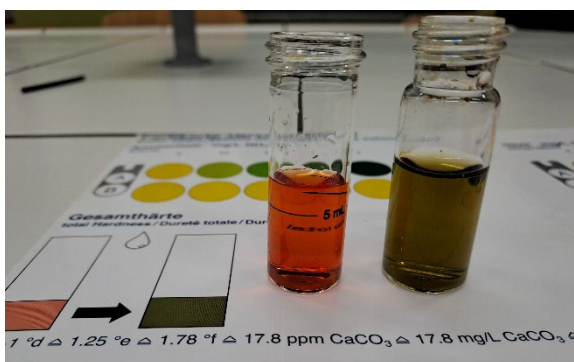


Figure 46: Merjenje skupne trdote.

#### 4.5.2 BLOŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	Skupna trdota [mg/L]
24.09.2022	267.0
01.10.2022	267.0
08.10.2022	267.0
15.10.2022	267.0
22.10.2022	302.6
29.10.2022	284.8
05.11.2022	302.6
12.11.2022	267.0
19.11.2022	302.6
26.11.2022	302.6
03.12.2022	284.8
10.12.2022	267.0
17.12.2022	249.2

Table 17: Količina skupne trdote v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

V času meritev je bila vrednost trdote v Bloškem jezeru med 249,2 in 302,6 mg/L. Povprečna vrednost trdote je 267,0 mg/L. Voda v Bloškem jezeru je srednje trda.

#### 4.5.3 PODPEŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	Skupna trdota [mg/L]
24.09.2022	231.4
01.10.2022	195.8
08.10.2022	231.4
15.10.2022	231.4
22.10.2022	231.4
29.10.2022	249.2
05.11.2022	195.8
12.11.2022	231.4
19.11.2022	249.2
26.11.2022	213.6
03.12.2022	231.4
10.12.2022	267.0
17.12.2022	249.2

Table 18: Količina skupne trdote v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

Povprečna vrednost za trdoto Podpeškega jezera je 231,4 mg/L. Najnižja vrednost skupne trdote je bila 1. 10. in 5. 11. 2022 (195,8 mg/L), najvišja vsebnost skupne trdote pa je bila v vzorcu vode dne 10. 12. 2022 (267,0 mg/L). Podpeško jezero je na meji med trdo in mehko vodo.

#### 4.5.4 KOČEVSKO JEZERO

Datum vzorčenja	Skupna trdota [mg/L]
05.10.2022	284.8
12.10.2022	284.8
19.10.2022	284.8
26.10.2022	284.8
05.11.2022	249.2
12.11.2022	302.6

Table 19: Količina skupne trdote v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10. in 12.11. 2022.

Povprečna vrednost trdote vode Kočevskega jezera je znašala 281,8 mg/L. V mesecu novembru 2022 se je koncentracija skupne trdote povečala na 302,6 mg/L. Voda je srednje trda.

#### 4.5.5 SAVA

Datum vzorčenja	Skupna trdota [mg/L]
24.09.2022	195.8
01.10.2022	160.2
08.10.2022	178.0
15.10.2022	178.0
22.10.2022	178.0
29.10.2022	195.8
05.11.2022	178.0
12.11.2022	195.8
19.11.2022	195.8
26.11.2022	195.8
03.12.2022	195.8
10.12.2022	195.8

Table 20: Količina skupne trdote v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12. 2022.

Vrednost trdote v Savi je večino časa pri večini preiskovanih vzorcev znašala 195,8 mg/L (to je bila tudi največja vrednost skupne trdote). Reka Sava spada glede na določene vrednosti skupne trdote med mehke vode.



## 4.6 pH

pH je merilo za koncentracijo oksonijevih ionov v raztopini, in s tem posledično merilo za njeno kislost ali bazičnost. pH se izraža kot število med 0 in 14. Raztopine z manjšim pH od 7 so kisle, v okolici 7 so raztopine nevtralne, nad 7 pa so bazične. Čim bolj je raztopina kislja, tem manjša je njena vrednost pH. Čim bolj je raztopina bazična, tem večja je njena vrednost pH. V večini naravnih vod je pH povezan z ravnotežjem ogljikovega dioksida, hidrogenkarbonata in karbonata in s tem s trdoto vode. Mehke vode imajo namreč nižji pH, trde vode pa višji. pH vrednost se z naraščanjem temperature nekoliko znižuje. Vpliv koncentracije vodikovih ionov na zdravje ljudi je lahko posreden ali neposreden. Neposredna izpostavljenost ekstremno visokemu ali nizkemu pH povzroča draženje oči, sluznic in kože ter poškodbe tkiva.



Figure 47: Lističi pH (univerzalni indikatorski papir), ki smo jih uporabili za določanje vrednosti pH.

### 4.6.1 POSTOPEK POSKUSA

Univerzalni indikatorski papir za določanje vrednosti pH smo pomočili v vodo in nato na pH-lestvici odčitali vrednosti pH vzorcev vode in s tem sklepali na pH določenega vodnega telesa.



Figure 48: Merjenje pH.

#### 4.6.2 BLOŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	pH
24.09.2022	7
01.10.2022	7
08.10.2022	7
15.10.2022	7
22.10.2022	7
29.10.2022	7-8
05.11.2022	7
12.11.2022	7
19.11.2022	7
26.11.2022	7
03.12.2022	7
10.12.2022	7
17.12.2022	7

Table 21: Vrednost pH v Bloškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

Vrednosti pH vseh analiziranih vzorcev vode iz Bloškega jezera je bila 7. Bloško jezero spada med nevtralne vode.

#### 4.6.3 PODPEŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	pH
24.09.2022	7
01.10.2022	7
08.10.2022	7.5
15.10.2022	8
22.10.2022	8
29.10.2022	8
05.11.2022	8
12.11.2022	8
19.11.2022	8
26.11.2022	8
03.12.2022	8
10.12.2022	8
17.12.2022	8

Table 22: Vrednost pH v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

Prevladujoča vrednost pH v analiziranih vzorcih vode iz Podpeškega jezera je bila 8. Podpeško jezero spada med nevtralne vode.

#### 4.6.4 KOČEVSKO JEZERO

Datum vzorčenja	pH
05.10.2022	7
12.10.2022	6,5
19.10.2022	7
26.10.2022	7
05.11.2022	7
12.11.2022	7,5

Table 23: Vrednost pH v Kočevskem jezeru za obdobje med 5.10. in 12.11. 2022.

Vrednost pH se je v Kočevskem jezeru gibala med 6,5 in 7,5. Najnižjo vrednost je dosegla 12. 10. 2022, najvišjo pa 12. 11. 2022. Kočevsko jezero spada med nevtralne vode.

#### 4.6.5 SAVA

Datum vzorčenja	pH
24.09.2022	8
01.10.2022	8
08.10.2022	7
15.10.2022	8
22.10.2022	8
29.10.2022	8
05.11.2022	7
12.11.2022	8
19.11.2022	7
26.11.2022	7
03.12.2022	7.5
10.12.2022	7.5

Table 24: Vrednost pH v reki Savi za obdobje med 24.9 in 10.12. 2022.

Vrednosti pH v vzorcih vode iz Save so bile med 7 in 8. Reka Sava spada med nevtralne do rahlo bazične vode.

## 4.7 TEMPERATURA

Temperatura vode v vodnem telesu je odvisna predvsem od temperature okolice, količine padavin in pretočnosti vodnega telesa. Za temperaturo je normalno, da se spreminja sorazmerno s temperaturo okolice, zato se občutno spreminja skozi leto. V hladnejših mesecih je temperatura nižja, v toplejših pa višja. Temperatura ima velik vpliv na lastnosti vode, predvsem na vodno telo kot ekosistem. Odločilno vpliva na razvoj rastlinstva in živalstva v vodi, ter tudi na razvoj raznovrstnih mikroorganizmov.



Figure 49: Termometer, ki smo ga uporabili za merjenje temperature.

### 4.7.1 POSTOPEK POSKUSA

Termometer smo pomočili v vodo in počakali in, da se alkohol v termometru stabilizira. Nato smo odčitali temperaturo. Ta postopek smo ponovili trikrat.



Figure 50: Merjenje temperature.

#### 4.7.2 BLOŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	Temperatura [°C]
24.09.2022	13
01.10.2022	15
08.10.2022	16
15.10.2022	16
22.10.2022	13
29.10.2022	16
05.11.2022	12
12.11.2022	11
19.11.2022	8
26.11.2022	5
03.12.2022	2
10.12.2022	6
17.12.2022	4

Table 25: Temperatura Bloške jezera za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

Izmerjena temperatura vode Bloškega jezera je bila dne 24. 9. 2022 13 °C. Teden kasneje se je temperatura dvignila na 15 °C. Temperatura je po tem datumu še narasla in 8. 10. 2022 je merila 16 °C. Ta temperatura je bila enaka tudi teden kasneje. Temperatura je nato 22. 10. 2022 padla na 13 °C, nato pa 29. 10. 2022 spet narasla na 16 °C. Po 5. novembru so bile nižje temperature vode, najnižja temperatura je bila 17. 12. 2022 (4 °C).

#### 4.7.3 PODPEŠKO JEZERO

Datum vzorčenja	Temperatura [°C]
24.09.2022	13
01.10.2022	14
08.10.2022	14
15.10.2022	13
22.10.2022	14
29.10.2022	13
05.11.2022	10
12.11.2022	10
19.11.2022	10
26.11.2022	9
03.12.2022	7
10.12.2022	5
17.12.2022	2

Table 26: Temperatura v Podpeškem jezeru za obdobje med 24.9. in 17.12. 2022.

Temperatura v Podpeškem jezeru je od 24. 9. do 29. 10. 2022 znašala med 13 °C in 14 °C. Dne 24. 9., 15. 10. in 29. 10. 2022 je znašala 13 °C, dne 1., 8. in 22. 10. 2022 pa 14 °C. Nato so zabeležene nižje temperature vode, najnižja je bila 17. 12., ko je znašala 2 °C.



#### 4.7.4 KOČEVSKO JEZERO

Datum vzorčenja	Temperatura [°C]
05.10.2022	18
12.10.2022	20
19.10.2022	17
26.10.2022	19
05.11.2022	14
12.11.2022	11

Table 27: Temperature Kočevskega jezera za obdobje med 5.10. in 12.11. 2022.

Temperatura Kočevskega jezera je 5. 10. 2022 znašala 18 °C. Nato je temperatura 12. 10. 2022 narasla na 20 °C. Dne 19. 10. 2022 se je temperatura znižala na 17 °C, nato pa 26. 10. 2022 ponovno narasla na 19 °C. Zatem je temperatura spet začela padati. Dne 5. 11. 2022 je znašala 14 °C, dne 12. 11. 2022 pa 11 °C.

#### 4.7.5 SAVA

Datum vzorčenja	Temperatura[°C]
24.09.2022	12
01.10.2022	11
08.10.2022	11
15.10.2022	12
22.10.2022	11
29.10.2022	10
05.11.2022	9
12.11.2022	8
19.11.2022	7
26.11.2022	6
03.12.2022	6
10.12.2022	6

Table 28: Temperatura v reki Savi za obdobje med 24.9. in 10.12. 2022.

Dne 24. 9. in 15. 10. 2022 je bila izmerjena temperatura vode v Savi 12 °C, kar je maksimalna zabeležena temperatura. Od druge polovice oktobra do druge polovice decembra 2022 se je temperatura vode nižala do 6 °C, kar je bila tudi minimalna zabeležena temperatura.

## 4.8 IONSKA KROMATOGRAFIJA

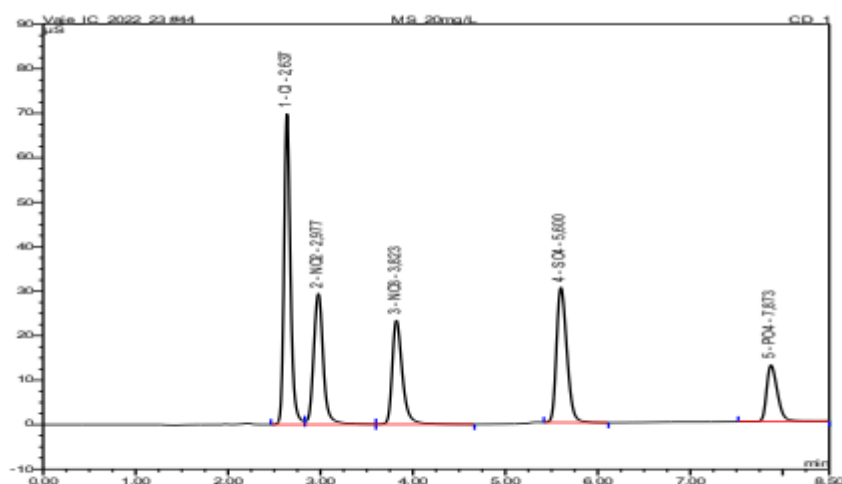
Kromatografija je metoda analitične kemije za ločevanje zmesi. Vzorec potuje po mobilni fazi s tokom topila skozi stacionarno fazo. V stacionarni fazi je snov, ki nudi komponentam raztopine vzorca upor. Vsaka komponenta zmesi ima separacijsko hitrost, na podlagi katere določimo komponente, ki sestavljajo prvotno zmes.



Figure 51: Ionski kromatograf, s katerim smo izvedli ionsko kromatografijo. (posnel: Gregor Marolt).

### 4.8.1 POSTOPEK

Iz kartuše črpamo skozi črpalko 0.1 molarno raztopino KOH, ki jo uporabljamo za potiskanje analitov skozi kolono s pridobljenimi hidroksidnimi ioni. V raztopino preko injektorja vstavimo naš vzorec. Raztopina vzorca potuje v kolono. V koloni je veliko kationov, na katere se vežejo analiti. Najšibkeje se vežejo enkrat negativni ioni, nato dvakrat negativni itd. Retenzijski čas se večja z močjo vezi med analitom in kationi v koloni. Odplaknjeni analiti so speljani skozi detektor. Detektor meri velikost toka, ki teče med dvema platinskima elektrodama. Velikost toka se večja s prihodom analitov. S pomočjo detektorja računalniška oprema izriše graf toka v odvisnosti od časa. Na grafu opazimo več vrhov in glede na retenzijski čas določimo vrh, ki prikazuje posamezni analit. Koncentracijo izračunamo tako, da konstanto analita pomnožimo s ploščino vrha na grafu. Testirali smo koncentracijo kloridnih, nitratnih, nitritnih, sulfatnih in fosfatnih ionov. Prvi vrh je bil klorid (najmanjši retenzijski čas), drugi je bil nitrit, tretji nitrat, četrti sulfat in zadnji fosfat (najvišji retenzijski čas).



Kromatogram za multistandardno raztopino s koncentracijo posameznih analitov 20 mg/L.

Graph 1: Prikazuje ionsko kromatografijo.

#### 4.8.2 REZULTATI

Rezultati masnih koncentracij nitrita in fosfata, ki smo jih pridobili z ionsko kromatografijo, so primerljivi z našimi rezultati, pridobljenimi s preprostimi hitrimi testi. Razlike so v količini nitratov, za kar je lahko več vzrokov: npr. nenatančnost pri odčitavanju vrednosti pri preprostih testih, kontaminacija ali nepravilno delovanje reagentov zaradi neustreznega shranjevanja oziroma roka uporabe.

Tabela 1. Rezultati določitev izbranih anionov v vzorcih površinskih vod (jezera, reke)

No.	Sample Name	Cl [mg/L]	NO <sub>2</sub> [mg/L]	NO <sub>3</sub> [mg/L]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/L]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mg/L]
1	Vz_PODPEŠKO_J.	1.602	/	4.266	3.602	/
2	Vz_BLOŠKO_J.	4.032	/	4.157	2.577	/
3	Vz_KOČEVSKO_J.	3.734	/	/	126.623	/
4	Vz_SAVA	4.068	/	4.544	5.594	/

Table 29: Rezultati ionske kromatografije.

## 5 RAZPRAVA

Glede na rezultate lahko odgovorimo na naše raziskovalno vprašanje, ki se glasi »Kakšna je kakovost kopalnih voda v Sloveniji?«. Na osnovi preprostega raziskovalnega dela smo ugotovili, da je kakovost kopalnih voda dobra in so preiskovana jezera in reka primerni za kopanje.

### NITRITI

V vseh opazovanih vodnih telesih so vrednosti nitritnih ionov ustrezale meji, ki jo določa slovenska zakonodaja in niso presegale vrednosti 0.50 mg/L. Najnižje vrednosti smo namerili v vzorcih reke Save in Kočevskega jezera, kjer vrednost ni presegla 0.02 mg/L, z izjemo vzorca reke Save 10. 12. 2022, ko smo izmerili 0.03 mg/L. Sklepamo lahko, da v bližini Kočevskega jezera in Save ni večjih obdelovalnih površin oz. ravno v tistem času niso gnojili zemlje. Sklepamo tudi, da se v vodno telo ne izlivajo komunalne odplake. Najvišje vrednosti smo izmerili v vzorcih Bloškega in Podpeškega jezera, v katerih se je vrednost trikrat povzpela do najvišje še dovoljene koncentracije nitritnih ionov (po slovenski zakonodaji). Sklepamo lahko, da je to posledica gnojenja obdelovalnih površin, ki jih je v okolici obeh jezer veliko. Komunalnih izlivov v obe jezera ni.

### NITRATI

V vseh opazovanih vodnih telesih so vrednosti nitratnih ionov v primerjavi z mejami slovenske zakonodaje precej nizke. Najnižje vrednosti tega iona smo izmerili v Kočevskem jezeru, kjer vrednost ni presegla 1,00 mg/L. Sklepamo, da je to posledica tega, da ob jezeru ni obdelovalnih površin. Posledično ni gnojenja z gnojili, ki vsebujejo velike količine dušika. Najvišjo izmerjeno vrednost smo izmerili v Podpeškem jezeru, in sicer 7,50 mg/L. Sklepamo, da je to posledica tega, da se ob Podpeškem jezeru nahaja veliko kmetijskih obdelovalnih površin. V času ko je bila vrednost nitratnega iona največja, so z veliko verjetnostjo ravno gnojili. Bloško jezero in reka Sava sta imeli podobne vrednosti nitratnega iona, ki ni presegla masne koncentracije 2,50 mg/L. Pričakovali smo, da bo vrednost nitratov v Savi večja, saj se tudi ob njej nahaja veliko obdelovalnih površin.

### FOSFATI

V vseh opazovanih vodnih telesih vrednosti fosfatnih ionov v vzorcih niso presegle vrednosti masne koncentracije 1 mg/L. Omenjeni vrednosti so se najbolj približali analizirani vzorci vode iz Save in Bloškega jezera, v katerih smo izmerili največjo količino fosfatnih ionov. Sklepamo lahko, da so v tem času gnojili obdelovalne površine, ki so v bližini obeh vodnih teles. Predvidevamo tudi, da je nato deževalo in da so padavine izpirale umetna gnojila v vodo, ki se je izlivala v jezero. Fosfatnih ionov nismo določili v Kočevskem jezeru. Četudi bi gnojili obdelovalne površine in ni deževalo, se umetna gnojila niso izpirala v zemljo in posledično v jezero. V nobeno izmed vodnih teles se ne izlivajo odpadne vode.

## AMONIJ

V vseh opazovanih vodnih telesih so vrednosti amonijevih ionov v primerjavi z mejami slovenske zakonodaje precej nizke. V vseh vodah smo izmerili nizke vrednosti amonijevih ionov. Sklepamo torej, da ni prišlo do večjih izlivov gnojnice in umetnih gnojil v vodna telesa. V vseh jezerih je tudi pestro vodno življenje, kar pomeni, da so količine amonijevih ionov dovolj majhne, da ne ogrožajo življenja vodnih organizmov. V vzorcih vode iz Podpeškega in Kočevskega jezera so bili rezultati merjenja – določanja amonijevih ionov konstantni (povprečna masna koncentracija ionov  $\text{NH}_4^+$  0.10 mg/L).

## TRDOTA

Bloško in Kočevsko jezero imata največjo trdoto, takoj za njima je po vrednostih Podpeško jezero. Sava ima opazno manjšo trdoto. Sklepamo, da je razlog za to razliko različna kamninska sestava tal. Ob Kočevskem, Bloškem in Podpeškem jezeru prevladujeta apnenec ( $\text{CaCO}_3$ ) in dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ). Ti dve kamnini vsebujeta veliko kalcijevih in magnezijevih ionov, ki povečajo trdnost vode. Savina kamninska podlaga ni tako bogata s temi ioni, zato je voda tam mehkejša.

### Vrednost pH

Vse vrednosti analiziranih vzorcev vseh vodnih teles so bile v nevtralnem območju. pH je bil v vseh vodnih telesih, ki smo jih proučevali, zelo podoben (v bližini vrednosti  $\text{pH} = 7$ ). V vzorcih vode iz Kočevskega jezera smo namerili najnižje vrednosti pH. Izjema je bila voda, vzorčena iz Bloškega jezera z dne \_\_\_\_ Ta dan je bilo sončno in voda je bila topla, zato so se v vodi kopali v ljudje. To bi lahko vplivalo na višjo vrednost pH. Vrednosti pH analizirane vode iz Podpeškega jezera in reke Save se nekoliko razlikujejo – imajo rahlo višji pH. Sklepamo, da je temu tako zaradi vsebnosti oziroma majhnih koncentracij umetnih gnojil v posameznih vzorcih.

Predvidevamo, da bi dobili bolj zanesljive rezultate, če bi merili vrednosti pH celo leto in jih primerjali po obdobjih kmetovanja v letu. Vrednosti pH smo določali v času pozne jeseni in zgodnje zime, kar pa ni najbolj primerljivo z ostalim delom leta.

## TEMPERATURA

Temperatura vode se je pri vseh opazovanih vodnih telesih nižala, ko je ozračje postajalo hladnejše. Največja razlika med temperaturami je bila v Bloškem jezeru, najmanjša pa v Kočevskem jezeru. V toplejših mesecih je bila Sava najhladnejša, saj je najbolj pretočna. Najvišjo izmerjeno temperaturo (20 °C) smo namerili v Kočevskem jezeru, najnižja temperature pa je bila v Bloškem in Podpeškem jezeru in sicer 2 °C.

Ovrgli in sprejeli smo naslednje hipoteze.

Hipoteza 1: Zaradi večjega pretoka vode je reka Sava bolj primerna za kopanje kot so jezera.

To hipotezo smo ovrgli, saj so vrednosti izmerjenih parametrov v Savi povsem primerljive z vrednostmi parametrov v jezerih. Vsa vodna telesa so podobno primerna za kopanje.

Hipoteza 2: Temperatura vode bo višja v stoječih vodnih telesih (jezerih) kot v reki Savi.

Ta hipoteza delno drži. V toplejših mesecih je bila temperatura vode v Savi občutno manjša kot temperature vode v vseh treh jezerih. V hladnejših mesecih pa je bila temperature vode v Savi višja od temperature vode v Podpeškem in Bloškem jezeru. Sklepamo torej, da je temperaturna amplituda v Savi manjša od temperaturne amplitude jezer.



*Hipoteza 3: Koncentracija nitratov vpliva na koncentracijo nitritov. Na princip, kjer je večja koncentracija nitratov je tam večja koncentracija nitritov.*

To hipotezo drži. V Podpeškem jezeru je količina nitritov in nitratov občutno večja, medtem, ko sta koncentraciji obeh ionov v Kočevskem jezeru zelo majhni. Tudi v Bloškem jezeru in Savi so masne koncentracije obeh ionov primerljive.

*Hipoteza 4: Koncentracija nitratov v vodi je večja v reki Savi kot v jezerih, zaradi bližine pridelovalnih površin, ki ponekod segajo čisto do reke.*

To hipotezo smo ovrgli. Masna koncentracija nitratov v Podpeškem jezeru je večja od masne koncentracije nitratov v reki Savi. Koncentraciji nitratov v Savi in Bloškem jezeru sta približno enaki. Koncentracija nitratov v Kočevskem jezeru je zelo nizka.

*Hipoteza 5: Vsebnost amonijjevega iona je povečana v stoječih vodnih telesih zaradi slabšega čistilnega sistema, saj se ta izloča iz živalskih iztrebkov.*

To hipotezo smo potrdili. Koncentracija amonijjevega iona sicer v nobenem od vodnih teles ni velika, a je večja v stoječih vodah kot v reki Savi.

*Hipoteza 6: Zaradi bližine naselij in industrijskih obratov je koncentracija fosfatov je povečana v reki Savi.*

To hipotezo smo potrdili. Koncentracija fosfatov je res največja v Savi.

*Hipoteza 7: Vrednost pH bo večja v jezerih (kot v reki Savi).*

To hipotezo smo ovrgli. Vrednosti pH so v vseh analiziranih vzorcih vode iz vseh vodnih telesih nevtralne (vrednost pH je v bližini 7).

*Hipoteza 8: Trdota in pH vode sta med seboj sorazmerno odvisna, saj pH vode vpliva na njeno trdoto.*

To hipotezo smo ovrgli. Med vrednostjo pH in trdoto vode nismo na osnovi našega preprostega eksperimentalnega dela zaznali nikakršne povezave.



## 6 ZAKLJUČEK/SKLEPI

Kopanje in rekreacija v naravnih kopalnih vodah sta pogost in kvaliteten način preživljenja prostega časa predvsem v poletnih mesecih. Pomembno je, da je kvaliteta voda, v katerih se kopamo, dobra in, da je voda čista. V nasprotnem primeru lahko voda negativno vpliva na naše zdravje. Če voda ni čista, pogosto pride do težav s kožo in izpuščaji. Poleg tega, da taka voda ni primerna za naše kopanje, pa prav tako ni primerna za organizme, ki živijo v njej. Ekosistemi, v katerih voda vsebuje veliko škodljivih snovi, se spreminjajo in izgubljajo pestrost.

Naravne vode pogosto vsebujejo različne ione, ki v vodo prihajajo kot posledica gnojenja obdelovalnih površin v bližini. Gnojila, ki vsebujejo veliko dušika, se z deževnico izpirajo v vodo, kot posledica pa voda vsebuje veliko nitritnih, nitratnih in amonijevih ionov.

V raziskovalni nalogi nas je zanimalo, koliko ionov vsebujeju kopalne vode, v katerih se sami pogosto kopamo. Zanimalo nas je, če so te vode primerne za kopanje. Primerjali smo rezultete v različnih vodnih telesih in si poskušali razložiti, zakaj imajo nekatera vodna telesa večjo koncentracijo določenih ionov. Pri tem so bile velik dejavnik predvsem obdelovalne površine v bližini vodnih teles.

Na koncu smo ugotovili, da so vsa vodna telesa, ki smo jih proučevali, dovolj čista in primerna za kopanje. Seveda so se vrednosti med različnimi vodnimi telesi nekoliko razlikovale, a prav vsa so primerna za kopanje. Vse vrednosti so bile znotraj meja slovenske zakonodaje in smernic.

## 7 VIRI IN LITERATURA

### 7.1 VIRI LITERATURE

VIR 1: <https://za-savo.si/hidrologija/> (5.11.2022)

VIR 2: <https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Sava> (5.11.2022)

VIR 3: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Podpe%C5%A1ko\\_jezero](https://sl.wikipedia.org/wiki/Podpe%C5%A1ko_jezero) (4.11.2022)

VIR 4: <https://kamzavikend.si/ideja/podpesko-jezero> (4.11.2022)

VIR 5: (4.11.2022)

[https://mojajezera.si/seznam\\_mojih\\_jezer/6/kocevsko\\_jezero\\_moje\\_domace\\_jezero/](https://mojajezera.si/seznam_mojih_jezer/6/kocevsko_jezero_moje_domace_jezero/)

VIR 6: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Rudni%C5%A1ko\\_jezero](https://sl.wikipedia.org/wiki/Rudni%C5%A1ko_jezero) (4.11.2022)

VIR 7: <https://stareslike.cerknica.org/2020/11/18/1966-volcje-prvi-obiskovalec-na-bloskem-jezeru/> (5.11.2022)

VIR 8: <http://www.argonavt.si/sl/biseri-narave-1> (5.11.2022)

VIR 9: <https://vnaravo.si/naravna-kopalisca-v-okolici-ljubljane/> (5.11.2022)

VIR 10: (5.11.2022)

<https://www.metropolitan.si/novice/slovenija/katera-jezera-v-sloveniji-so-primerna-za-kopanje/>

VIR 11: <https://www.radio2.si/16724> (5.11.2022)

VIR 12: (5.11.2022)

<https://www.nestcampers.com/sl/blog/kje-se-kopati-poleti-10-najlep%C5%A1ih-naravnih-kopali%C5%A1%C4%8D>

VIR 13: (5.11.2022)

<https://kamzmulcem.si/22-naravnih-kopalisc-v-sloveniji-kjer-smo-se-z-mulci-osvezili/>

VIR 14: [https://krajie.eu/slovenija/volcje\\_blosko\\_jezero/slo](https://krajie.eu/slovenija/volcje_blosko_jezero/slo) (5.11.2022)

VIR 15: (5.11.2022)

<https://www.generali-zame.si/zdravje/zdravi-namigi/jezera-slovenije-primerna-za-kopanje>

VIR 16: [https://mojajezera.si/seznam\\_mojih\\_jezer/57/blosko\\_jezero/](https://mojajezera.si/seznam_mojih_jezer/57/blosko_jezero/) (5.11.2022)

VIR 17: <https://www.gov.si/podrocja/okolje-in-prostor/okolje/voda/> (5.11.2022)

VIR 18: <https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Hidrologija> (5.11.2022)

VIR 19: [https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Hidrologija\\_Slovenije](https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Hidrologija_Slovenije) (5.11.2022)

VIR 20: <https://www.gov.si/drzavni-organi/organi-v-sestavi/agencija-za-okolje/o-agenciji/drzavna-hidroloska-sluzba/> (5.11.2022)

VIR 21: Pregled hidroloških razmer površinskih voda v Sloveniji Poročilo o monitoringu za leto 2018 (5.11.2022)

VIR 22: [https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Vodna\\_bilanca](https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Vodna_bilanca) (5.11.2022)

VIR 23: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Evapotranspiration> (5.11.2022)

VIR 24: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5010> (5.11.2022)

VIR 25: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5121> (5.11.2022)

VIR 26: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEenje\\_vode](https://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEenje_vode) (5.11.2022)

VIR 27: <https://zivljenjskaokolja.splet.arnes.si/stojece-in-tekoce-vode/> (5.11.2022)

VIR 28: <https://www.park-goricko.org/vsebina/1942> (5.11.2022)

VIR 29: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Ribnik> (5.11.2022)

VIR 30: <https://euibeniki.sio.si/nar7/2024/index3.html> (5.11.2022)

VIR 31: <http://www.primavoda.si/vse-o-vodi/kako-nastane-jezero> (5.11.2022)

VIR 32: [https://dijaski.net/gradivo/geo\\_ref\\_jezera\\_03](https://dijaski.net/gradivo/geo_ref_jezera_03) (5.11.2022)

VIR 33: <https://euibeniki.sio.si/geo9/2603/index9.html> (5.11.2022)

VIR 34: <http://www.primavoda.si/vse-o-vodi/kaj-so-tekoce-vode> (5.11.2022)

VIR 35: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Potok> (5.11.2022)

VIR 36: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Evtrofikacija> (5.11.2022)

VIR 37: (5.11.2022)  
<https://www.arso.gov.si/vode/poročila%20in%20publikacije/kakovost%20voda/Kakovost%20voda-SLO.pdf>

VIR 38: [http://ksh.fgg.uni-lj.si/e\\_ucbenik\\_OH/01Frameset.htm](http://ksh.fgg.uni-lj.si/e_ucbenik_OH/01Frameset.htm) (5.11.2022)

VIR 39: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060> (5.11.2022)

VIR 40: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1907-20210705> (5.11.2022)

VIR 41: <https://globe.pomsk.hr/prirucnik/voda.PDF> (5.11.2022)

VIR 42: <https://www.globe.gov/do-globe/globe-teachers-guide/hydrosphere> (5.11.2022)

VIR 43: <https://www.kraski-vodovod.si/default.asp?stran=voda-kemijski-parametri> (5.11.2022)

VIR 44: <https://www.hydrovod.si/trdota-vode.html> (30.1.2023)

VIR 45: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060> (30.1.2023)

## 7.2 VIRI SLIK

- SLIKA 1: <https://www.ljubljana.si/assets/Uploads/IMG-20190508-132228.jpg> (27.1.2023)
- SLIKA 2: [Reka Sava - njena zgodovina in pomen za Litijo - Naše Zasavje \(nase-zasavje.si\)](https://nase-zasavje.si) (27.1.2023)
- SLIKA 3: [Kajak Sava Dolinka \(skok-sport.si\)](https://skok-sport.si) (27.1.2023)
- SLIKA 4: [Podpeško jezero - Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](https://wikipedia.org) (27.1.2023)
- SLIKA 5: [Jezero pri Podpeči | Občina Brezovica | MojaObčina.si \(mojaobcina.si\)](https://mojaobcina.si) (27.1.2023)
- SLIKA 6: [Kočevsko jezero | Slovenia.si](https://slovenia.si) (27.1.2023)
- SLIKA 7: [Rudniško jezero - Izletko](https://izletko.si) (27.1.2023)
- SLIKA 8: <https://stareslike.cerknica.org/2020/11/18/1966-volcje-prvi-obiskovalec-na-bloskem-jezeru/> (27.1.2023)
- SLIKA 10: [https://za-savo.si/wp-content/uploads/2020/11/ZaSavo\\_MitjaLegat-35-1024x682.jpg](https://za-savo.si/wp-content/uploads/2020/11/ZaSavo_MitjaLegat-35-1024x682.jpg) (28.1.2023)
- SLIKA 11: [Vodovje \(sio.si\)](https://sio.si) (28.1.2023)
- SLIKA 12: [INCOME, upravljanje onesnaženih vodonosnikov \(life-income.si\)](https://life-income.si) (28.1.2023)
- SLIKA 13: [Kroženje vode - video - Digitalno poučevanje in učenje Mozaik \(mozaweb.com\)](https://mozaweb.com) (28.1.2023)
- SLIKA 14: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEenje\\_vode](https://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEenje_vode) (27.1.2023)
- SLIKA 15: [Sinjgoriški ribnik | Kam za vikend](https://kam-za-vikend.si) (27.1.2023)
- SLIKA 16: [Mlaka - Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](https://wikipedia.org) (27.1.2023)
- SLIKA 17: [Jezero - Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](https://wikipedia.org) (27.1.2023)
- SLIKA 18: [Potok Kroparica - Turistična ponudba - GeaGo](https://gea-go.com) (27.1.2023)
- SLIKA 19: [Najbolj slavne in mogočne reke sveta - Aktivni.si \(metropolitan.si\)](https://aktivni.si) (27.1.2023)
- SLIKA 20: [Emergency Lake pumping started Wednesday, polluted water coming to Fort Myers \(news-press.com\)](https://news-press.com) (28.1.2023)
- SLIKA 21: [Polluted Water - YouTube](https://youtube.com) (28.1.2023)
- SLIKA 22: [GLOBE ENSO Student Research Campaign -Phase II 2016-2017 | Museum & Informal Education Alliance \(nasa.gov\)](https://nasa.gov) (28.1.2023)
- SLIKA 23: [Dots world map with location pins 1214042 Vector Art at Vecteezy](https://vecteezy.com) (28.1.2023)
- SLIKA 25: [253 Pinterest](https://pinterest.com) (28.1.2023)
- SLIKA 27: [Kisik - Kemija-7.razred \(google.com\)](https://google.com) (28.1.2023)
- SLIKA 28: [Strangely Magic \(debcro.blogspot.com\)](https://debcro.blogspot.com) (28.1.2023)
- SLIKA 29: [Nitrate – Nitrite | GenX RO Water Purifier](https://genx-ro.com) (28.1.2023)
- SLIKA 36: [Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo - Student.si](https://student.si) (28.1.2023)