

OSNOVNA ŠOLA ŠALEK VELENJE
Šalek 87, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA

**KAKOVOST VODE V ŠALEŠKIH JEZERIH
IN REKI PAKI**

Tematsko področje: EKOLOGIJA Z VARSTVOM OKOLJA

Avtorici:

Liana Bečirović, 9. razred

Ajda Jahić, 9. razred

Mentorja:

dr. Igor Košak, prof. fiz. in proiz. teh. vzg.

Marko Moškotevc, prof. zgo. in geo.

Velenje, 2025

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Šalek Velenje.

Mentorja: dr. Igor Košak, prof. fiz. in proiz. teh. vzg., Marko Moškotevc, prof. zgo. in geo.

Datum predstavitve: marec 2025

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Osnovna šola Šalek Velenje, šolsko leto 2024/2025

KG jezero/reka/fizikalne lastnosti/onesnaženje/voda

AV BEČIROVIĆ, Liana/JAHIĆ, Ajda

SA KOŠAK, Igor/MOŠKOTEVC, Marko

KZ 3320 Velenje, SLO, Šalek 87

ZA Osnovna šola Šalek Velenje

LI 2025

IN **KAKOVOST VODE V ŠALEŠKIH JEZERIH IN REKI PAKI**

TD Raziskovalna naloga

OP VII, 36 str., 2 tab., 14 sl., 3 pril., 23 vir.

IJ SL

JI sl/en

AI V raziskovalni nalogi sva raziskovali fizikalne lastnosti vode v Šaleških jezerih in reki Paki. Voda je življenjsko pomembna tekočina in meniva, da je ustrezna kakovost vode bistvena za naše zdravje in dobro počutje. Najprej sva s pomočjo Digitalne knjižnice Slovenije in Knjižnice Velenje pregledali ustrezno literaturo. S pomočjo Premogovnika Velenja sva pridobili podatke o monitoringu Šaleških jezer in reke Pake od leta 2020 dalje. Opravili sva tudi intervju z gospo Ano Kočar, ki je zaposlena na Medobčinski službi za varstvo okolja. Z raziskovalnim delom sva ugotovili, da je kvaliteta tekočih in stoječih voda na območju Mestne občine Velenje ustrezna. Z empiričnimi meritvami, ki sva jih opravili, sva ugotovili, da je stanje voda celo boljše od pričakovanega. Za primerjavo sva opravili tudi analizo vzorcev iz Šmartinskega jezera in reke Hudinje, ki sta po velikosti primerljiva z Velenjskim jezerom in reko Pako. Mestna občina Velenje v zadnjih letih s podjetjem Eurofins Erico izvaja redni monitoring tekočih in stoječih voda, kar se nama zdi zelo pomembno v luči zelenega prehoda, ki Velenjsko kotlino čaka v obdobju po zapiranju rudnika v Velenju. Raziskovalno delo je v prihodnje možno razširiti tudi na manjše vodotoke v Velenjski kotlini. Zanimiva bi bila tudi raziskava kemičnih lastnosti vode, ki pa je zaradi omejenega obsega raziskovalnega dela nisva izvedli.

KEY WORD DOCUMENTATION

- ND Osnovna šola Šalek Velenje, 2024/2025
- CX lake/river/physical properties/pollution/water
- AU BEČIROVIĆ, Liana/JAHIĆ, Ajda
- AA KOŠAK, Igor/MOŠKOTEVC, Marko
- PP 3320 Velenje, SLO, Šalek 87
- PB Osnovna šola Šalek Velenje
- PY 2025
- TI **WATER QUALITY IN ŠALEK LAKES AND PAKA RIVER**
- DT RESEARCH WORK
- NO VII, 36 p., 2 tab., 14 fig., 3 ann., 23 ref.
- LA SL
- AL sl/en
- AB In our research paper, we investigated the physical properties of water in the Šaleška Lakes and the Paka River. Water is a vital liquid, and we believe that its quality is essential for our health and well-being. First, we reviewed the relevant literature using the Digital Library of Slovenia and the Velenje Library. With the help of the Velenje Coal Mine, we obtained data on the monitoring of the Šalek Lakes and the Paka River from 2020 onwards. We also conducted an interview with Ms. Ana Kočar, who works at the Intermunicipal Environmental Protection Service. Through our research, we found that the quality of surface and standing waters in the area of the Municipality of Velenje is adequate. With the empirical measurements we conducted, we determined that the water quality is even better than expected. For comparison, we also analyzed samples from the Šmartinsko Lake and the Hudinja River, which are comparable in size to the Velenje Lake and the Paka River. In recent years, the Municipality of Velenje, in cooperation with Eurofins Erico, has been conducting regular monitoring of surface and standing waters, which we find very important in light of the green transition that awaits the Velenje Basin after the closure of the Velenje Mine. The research could be extended in the future to smaller watercourses in the Velenje Basin. A study of the chemical properties of water would also be interesting, but we did not carry it out due to the limited scope of our research.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 ŠALEŠKA JEZERA	3
2.1.1 VELENJSKO JEZERO	5
2.1.2 ŠKALSKO JEZERO	7
2.1.3 DRUŽMIRSKO JEZERO	8
2.1.4 REKA PAKA	9
2.1.5 ŠMARTINSKO JEZERO.....	10
2.1.6 REKA HUDINJA.....	11
3 KAKO DELUJE ČISTILNA NAPRAVA ŠALEŠKE DOLINE?	12
3.1 MERILNIK TDS & EC.....	14
3.2 INTERVJU Z ANO KOČAR.....	17
4 METODOLOGIJA.....	20
4.1 PREGLED ARHIVSKEGA IN DRUGIH VIROV	20
4.2 TERENSKO DELO	20
5 REZULTATI ANALIZ ŠALEŠKIH JEZER	21
5.1 REZULTATI EMPIRIČNE ANALIZE OPAZOVANIH JEZER	25
5.2 REZULTATI ANALIZE REKE PAKE.....	28
5.3 REZULTATI EMPIRIČNE ANALIZE OPAZOVANIH REK.....	29
6 RAZPRAVA	31
7 ZAKLJUČEK.....	32
8 POVZETEK	33
9 SUMMARY	34
10 VIRI IN LITERATURA	34
ZAHVALA.....	
PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Lega Velenjske kotline v SV delu Predalpskih pokrajin	3
Slika 2: Velenjsko jezero in njegove značilnosti	5
Slika 3: Škalsko jezero in njegove značilnosti	7
Slika 4: Družmirsko jezero in njegove značilnosti	8
Slika 5: Porečje reke Pake s Šaleškimi jezeri	9
Slika 6: Lega Šmartinskega jezera	10
Slika 7: Porečje Hudinje s Šmartinskim jezerom je tudi ribolovni okoliš	11
Slika 8: Shema delovanja čistilne naprave	13
Slika 9: Uporaba merilnika kakovosti vode	14
Slika 10: Merilnik ima širok nabor praktične uporabe	15
Slika 11: Ana Kočar	18
Slika 12: Terensko delo ob reki Paki	20
Slika 13: Merjenje pH vrednosti	20
Slika 14: Terensko delo ob Škalskem jezeru	20

SEZNAM TABEL

Tabela 1: Spreminjanje površine in prostornine Šaleških jezer	4
Tabela 2: Dotok vode in ocenjeni čas menjave jezerske vode	6

SEZNAM GRAFOV

Graf 1: pH vrednosti jezerske vode	22
Graf 2: Elektroprevodnost jezerske vode	23
Graf 3: Prosojnost jezerske vode	24

SEZNAM PRILOG

PRILOGA 1: Podatki o monitoringu Šaleških jezer in reke Pake Premogovnika Velenje

PRILOGA 2: Tabela opravljenih empiričnih meritev Šaleških jezer, reke Pake, Šmartinskega jezera in reke Hudinje

PRILOGA 3: Zemljevid merilnih točk in opazovalnih mest

SEZNAM KRATIC IN OKRAJŠAV

ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje

MOV – Mestna občina Velenje

PV – Premogovnik Velenje

SLOVAR MANJ ZNANIH POJMOV

akvakultura: vzreja vseh sladkovodnih in morskih organizmov.

alkalen: nanašajoč se na alkalije, lužnat.¹

hidroksid: spojina kovine s hidroksilno skupino.²

hidroponika: gojitev rastlin v vodi, ki vsebuje vse za rast potrebne rudninske snovi.³

hudourniški: nanašajoč se na hudournik.⁴

objezersko naselje: naselje, ki leži ob stoječi vodi/jezeru.

obrežje: svet ob reki, jezeru, morju.⁵

porečje: ozemlje, s katerega odteka voda v isto reko.⁶

zadrževalnik: prostor za pregrado za zadrževanje zlasti poplavnih vod.⁷

¹ Slovar slovenskega knjižnega jezika. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 1998, str. 10.

² Prav tam, str. 272.

³ Prav tam, str. 272.

⁴ Prav tam, str. 287.

⁵ Prav tam, str. 713.

⁶ Prav tam, str. 925.

⁷ Prav tam, str. 1581.

1 UVOD

Voda je življenjska tekočina. Ker živimo v Sloveniji, državi, kjer imamo vode dovolj, se ne zavedamo, kakšno srečo imamo, da jo lahko pijemo iz pipe, namesto da jo v trgovini kupimo v steklenici. Idejo za najino raziskovalno delo sva dobili ob sprehodih v naravo, kjer sva večkrat opazovali reko Pako in Šaleška jezera.

Namen raziskovalne naloge je preveriti kakovost vode v reki Paki in Šaleških jezerih. Z nalogo želiva preveriti, ali je voda ustrezne kakovosti in kakšne fizikalne lastnosti imata tekoča in stoječa voda v Velenjski kotlini.

Cilj raziskovanja je pregled opravljenih novejših meritev vode in primerjava le-teh z najino empirično raziskavo. Izvedli bova tudi primerjavo med jezersko in rečno vodo na območju Velenjske in Celjske kotline. V raziskavo bova vključili Velenjsko in Šmartinsko jezero ter reki Pako in Hudinjo.

S pomočjo izvedenega terenskega dela in intervjuja z gospo Ano Kočar z Medobčinske službe za varstvo okolja pa bova v nalogi ugotovili, ali se fizikalne lastnosti tekoče in stoječe vode v zadnjih letih spreminjajo.

HIPOTEZE

Z raziskovalno nalogo želiva preveriti kakovost vode v Šaleških jezerih in reki Paki. Z raziskovalnim delom bova izvedla meritve, ki bodo pokazale, kakšna je kakovost opazovanih vzorcev. Zanimajo naju predvsem fizikalne lastnosti vode tekoče in stoječe vode na območju Mestne občine Velenje.

Hipoteza 1:

Kakovost vode v vseh Šaleških jezerih in reki Paki je ustrezna.

Meniva, da bodo najine meritve (elektroprevodnost, prisotnost trdnih delcev, barva, vonj) pokazale, da je voda na vseh opazovalnih mestih ustrezna.

Hipoteza 2:

Na kakovost vode v reki Paki odločilno vpliva vreme v opazovanem obdobju.

Ker bova meritve izvedli v daljšem časovnem obdobju pričakujeva, da bo vreme odločilen dejavnik pri kakovosti rečne vode. V zimskih mesecih pričakujeva slabšo kvaliteto vzorcev iz reke Pake.

Hipoteza 3:

Najboljša kvaliteta vode je v Velenjskem, najslabša pa v Družmirskem jezeru.

Ker je Velenjsko jezero namenjeno tudi turizmu in je edino od Šaleških jezer primerno za kopanje, sklepava, da ima najbolj čisto vodo. Družmirsko jezero pa je še vedno povezano z ugrezanjem površja, poleg tega pa je v neposredni bližini Termoelektrarne Šoštanj, zato meniva, da bo kvaliteta vode tam najslabša.

Hipoteza 4:

pH vrednosti vzorcev vseh opazovanih Šaleških jezer in reke Pake bodo nevtralne.

V zadnjih letih se veliko dela na področju osveščanja prebivalcev Velenjske kotline v zvezi z zelenim prehodom. Mestna občina Velenje skrbi tudi za prijetno okolje, zato veliko pozornosti posveča kvaliteti življenjskega okolja. Z izvedenimi sanacijskimi ukrepi pričakujeva, da bodo analizirani vzorci pH nevtralni.

Hipoteza 5:

Opazovani vzorci vode so v vseh primerih slabo prevodni.

Z meritvami bova poskusili empirično dokazati, da so vzorci vode iz reke Pake in vseh treh Šaleških jezer slabo prevodni. Prevodnost vode je tudi pokazatelj onesnaženosti, zato sklepava, da je kvaliteta vzorcev vode dobra.

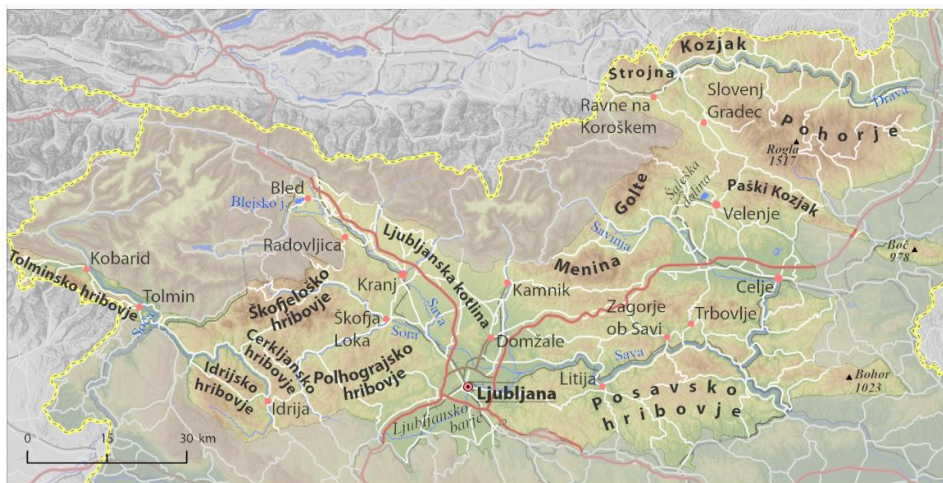
2 PREGLED OBJAV

S pomočjo obeh mentorjev sva pregledali objave na temo raziskovalne naloge. Ugotovili sva, da je na razpolago veliko uporabne literature, ki jo navajava na koncu raziskovalne naloge. Izpostavili bi naslednja dela: Jezera, o katerih bomo še slišali, Pokrajinski vidiki rabe premogovniškega ugrezninskega Velenjskega jezera, Poplavna ogroženost Šaleške doline in njene okolice, Premogovniške ugreznine in ojezeritve v Šaleški dolini ter varstvo okolja, Slovenski vodni krog–Paka, Šaleška jezera, Šaleška jezera kot realna razvojna možnost na področju rekreacije in turizma ob upoštevanju okoljskih omejitev, Šaleška jezera: vpliv premogovništva na pokrajinsko preobrazbo Šaleške doline.

S pomočjo Digitalne knjižnice Slovenije sva pridobili tudi slikovno gradivo. Dokumentacijo in podatke, sva pridobili s pomočjo Premogovnika Velenje, Agencije Republike Slovenije za okolje in Mestne občine Velenje.

2.1 ŠALEŠKA JEZERA

Šaleška jezera ležijo v Velenjski kotlini, ki se razprostira na severovzhodnem delu Slovenije. Z zahodne strani jo obdajajo Kamniško-Savinjske Alpe, na jugu Posavsko hribovje in na vzhodu Pohorje (Badovinac in Kladnik, 1997).



Slika 1: Lega Velenjske kotline v SV delu Predalpskih pokrajin
(Predalpske pokrajine, <https://si.izzi.digital/>, pridobljeno 15. 10. 2024)

Jezera so nastala kot posledica izkopavanja lignita, ki ga izkoriščajo že več kot 130 let. Kotlinsko dno Velenjske kotline je bilo nekoč pretežno v kmetijski rabi in delno poseljeno, postopoma pa so tam nastale premogovniške usedline. Kjer danes ležijo jezera, so bila nekoč

naselja: Škale, Preloge in Družmirje, ki so pred časom izginila.

Šaleška jezera se zaradi premogovništva še vedno spreminjajo. Jezera napajajo potoki, imena pa so dobila po naseljih, ki so jih so le-ta zalila oziroma so se morali prebivalci izseliti (Družmirsko in Škalsko jezero), tretje jezero pa je dobilo ime po mestu, ki je ravno zaradi premogovništva postalo objezersko, to je Velenje (Velenjsko jezero). Vsa tri jezera so ugrezninska. (Šterbenk, Ževart in Ramšak, 2004).

Škalsko jezero je najstarejše, leži najbolj vzhodno in ima najvišjo gladino. Zahodno od Škalskega je Velenjsko jezero, katerega gladina je šest metrov nižja, je pa zaenkrat največje v dolini. Ob Velenjskem jezeru je do leta 2002 bilo še dosti manjše Turistično jezero, ki pa so ga zaradi slabe kakovosti vode zasuli. Še zahodneje ponovno med šest in sedem metrov nižje od Velenjskega, leži Družmirsko jezero, najmlajše in najgloblje, ki se bo v naslednjih desetletjih še povečevalo in bo po zaključku izkopavanja premoga največje v Velenjski kotlini.

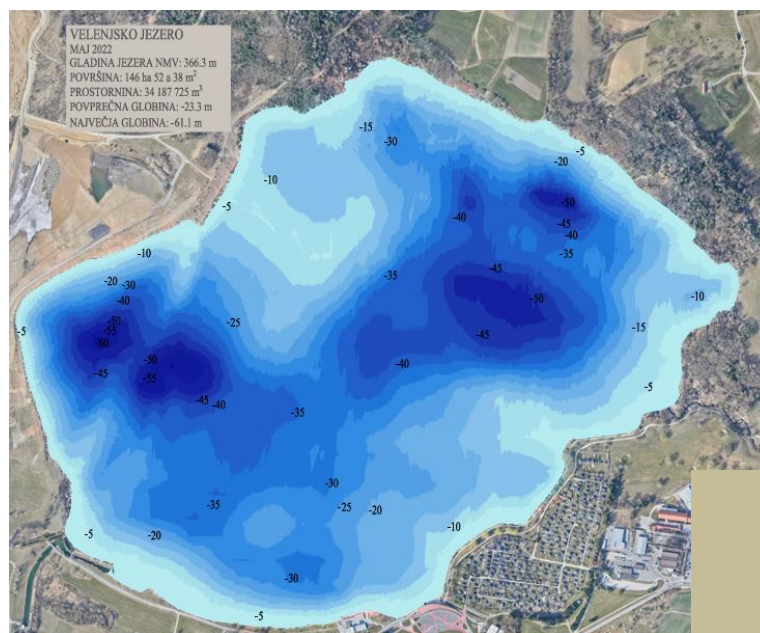
Tabela 1: Spreminjanje površine in prostornine Šaleških jezer (vir: Premogovnik Velenje, 2022)

podatki/jezero	Velenjsko jezero			Škalsko jezero			Družmirsko jezero		
	1978	1993	2018	1993	2018	2018	1978	1993	2018
površina (ha)	85,4	117,4	146,4	7,9	16,5	16,5	11,4	34,6	107
prostornina (mio m ³)	13,0	20,9	34,1	0,4	1,0	1,0	0,7	7,2	23,4
največja globina (m)	36,3	51,2	62,8	15,5	17,4	18,2	19,5	61,2	85,4
povprečna globina (m)	15,2	17,7	23,3	5,5	5,8	5,6	5,9	20,7	21,9

2.1.1 VELENJSKO JEZERO

Velenjsko jezero je najbolj priljubljeno izmed vseh treh Šaleških jezer. S površino 1,46 km² in prostornino 34,2 milijonov m³ je največje v dolini in spada med največja jezera v Sloveniji. Globoko je 61,1 m, dolgo 1,4 km ter široko 1,3 km. Povprečna globina je okoli 23,3 m, obseg jezera pa je dobrih 5 km. Jezero ima dva pritoka: Lepeno, ki letno prispeva v jezero 5,2 milijona m³ vode in pred Velenjskim jezerom napaja še Škalsko jezero, in Sopoto, ki letno prispeva v jezero 3,6 milijona m³ vode. Tako v jezero letno priteče okoli 11 milijonov m³ vode, kar je malo za takšno površino jezera, saj se voda v jezeru zamenja komaj po treh letih. Velenjsko jezero ima zaradi slabo razčlenjenega jezerskega obrežja skoraj pravilno pravokotno obliko. (Premogovnik Velenje, 2022)

Velenjsko jezero ima edino izmed Šaleških jezer urejeno plažo in se lahko v njem kopamo. Poleg kopanja Velenjsko jezero ponuja še več aktivnosti za turiste in tamkajšnje prebivalce. Ob jezeru je speljana kolesarska in sprehajalna pot. Ob jezeru je kamp, ki se nahaja tik ob jezeru, tako da se tamkajšnji gosti prebudijo s pogledom nanj. Na jezeru se nahaja tudi vodni park, ki je največja atrakcija za otroke. Prav tako ponujajo izposojlo opreme za jadranje na deski in sup opremo z instruktorjem. Na Velenjskem jezeru so naredili 100 metrov plaže, ki je namenjena samo kužkom; je pod oskrbo kinološkega društva.



Slika 2: Velenjsko jezero in njegove značilnosti (vir: Premogovnik Velenje, 2022)

Velenjsko jezero je nastalo leta 1960 z namenom odlagališča za pepel iz TEŠ-a. Pepelno brozgo, sestavljeno iz pepela in vode, so vanj črpali po ceveh. Iz pepela so se ob transportu izluščili različni hidroksidi, ki so spreminjali alkalnost vode. Posledice so bile hitro vidne v jezeru, saj je bil pH jezera kar 12 in v njem ni bilo mogoče zaznati živih organizmov. Da bi zmanjšali vse te negativne vplive na jezero, so leta 1983 spremenili način odlaganja pepela tako, da so na zahodnem delu Velenjskega jezera pričeli graditi odlagališče pepela kot nasip. Pepel se je tako usedel v usedalnikih, vendar je onesnažena voda tekla v Velenjsko jezero, ki je še vedno imelo pH 11. Visoka alkalnost vode je bila edini razlog, da v jezeru ni bilo živih organizmov, saj so bile vse druge okoliščine ugodne. (Šterbenk, Ramšak, 1999)

V 80. letih 20. stoletja je bilo jezero drugačno, kot je danes, bolj onesnaženo, voda je bila alkalna, kopanje ni bilo tako pogosto. Jezero je bilo onesnaženo s pepelom. Leta 1994 so v TEŠ-u zgradili dve zapirali, ki zapirajo krogotok vode za pepel in s tem pepel ni več končal v jezeru kot dotlej. Jezero se je začelo počasi čistiti in izboljšale so se razmere za živali in rastline. Večina obrežja je že delno ali povsem umirjena, saj je izkopavanje premoga zelo intenzivno le še pod zahodnim delom kotanje in zahodnim ter severnim bregom. Ugreznino, ki nastaja na zahodnem delu, sprti zasipavajo. Zasipavanje ugreznine ob njem je pomembno tudi zato, ker s tem hkrati gradijo nasip oziroma vzdržujejo pregrado med Velenjskim in Družmirskim jezerom ter ohranjajo prečno povezavo čez kotlinsko dno in s tem oporo severnemu in južnemu obrobju doline. (Šterbenk, Ramšak, 1999)

Jezero je v zadnjih letih priljubljeno športno-rekreativno območje, leta 2021 pa so ob njem odprli tudi prireditveni proctor, imenovan Vista.

Tabela 2: Dotok vode in ocenjeni čas menjave jezerske vode (vir: Premogovnik Velenje, 2022)

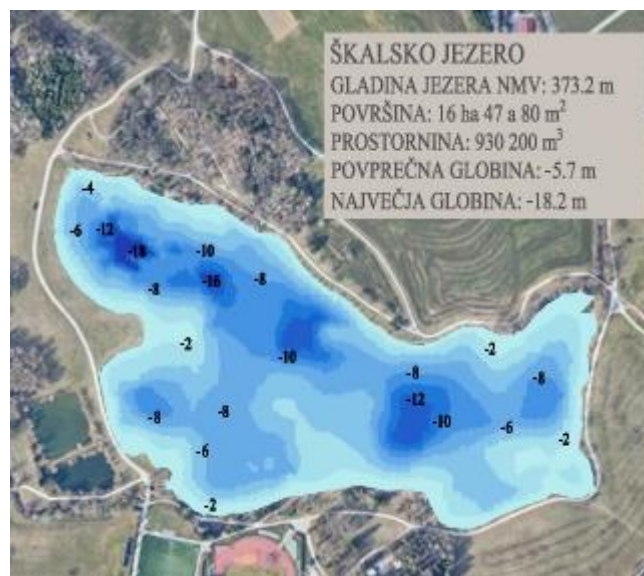
jezero	prostornina (mio m ³)	Letni dotok (pritoki, padavine, nep. prtok (mio m ³))	Teoretični čas menjave (dni)*
Velenjsko	34,1	10,7	1.163
Družmirsko	23,4	19,7	434
Škalsko	1,0	5,2	70

* Čas dejanske menjave vode v jezeru je navadno znatno daljši od teoretičnega. Zaradi plastovitosti jezer poleti in pozimi voda, ki priteče s pritoki teče le skozi zgornjo plast jezera, v srednji in spodnji plasti se ta čas voda ne menja.

2.1.2 ŠKALSKO JEZERO

Škalsko jezero je nastalo kot prvo izmed Šaleških jezer in se je začelo oblikovati že nekaj let pred prvo svetovno vojno, vendar je takoj po njej izgubilo svojo obliko, saj je bilo za polovico manjše kot danes. Njegova oblika je dandanes dokončna, saj so vsa izkopavanja lignita v tem predelu zaključena. Škalsko jezero je najmanjše med jezери v Šaleški dolini, saj je posledica začetnega, manj intenzivnega obdobja premogovništva v dolini. Škalsko jezero napaja reka Lepena, ki napaja tudi Velenjsko jezero (Šterbenk, Ževart in Ramsak, 2004).

Škalsko jezero je veliko 16,5 ha, v globino meri do 18,2 m, vsebuje pa manj kot milijon m³ vode (Korelc, 2019). Jezero ima zelo ugodno bilanco, saj se voda v jezeru zamenja tudi več kot petkrat letno. V jezero priteče letno okrog 5,4 milijona dm³ vode (Šterbenk, Ževart in Ramsak, 2004). Ob Škalskem jezeru je speljana trim steza, ki je namenjena za tek ali kratek aktivni sprehod. Ob poti pa so nameščene klopce, kjer si sprehajalci lahko spočijejo ali meditirajo. Ob jezeru je speljana tudi učna pot Sadni gozd. Poleg tega jezera sta še dve manjši jezera, ki sta namenjeni gojenju rib (Korelc, 2019).

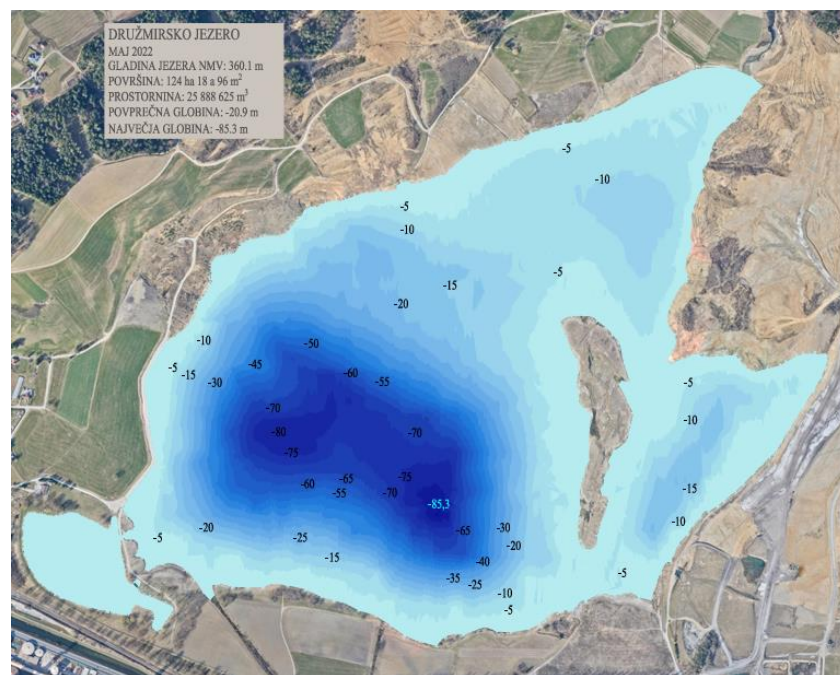


Slika 3: Škalsko jezero in njegove značilnosti (vir: Premogovnik Velenje, 2022)

2.1.3 DRUŽMIRSKO JEZERO

Jezero se nahaja v Šoštanju, poleg Termoelektrarne Šoštanj. Bloki TEŠ-a dajejo Družmirskemu jezeru poseben in značilen videz. Jezero danes meri 124 ha (vir: Premogovnik Velenje). Povprečna globina jezera je okoli 20,9 m, jezero ima eno večjo kotanjo. Globoka je 85,3 m in tako jezero velja za najgloblje v Sloveniji (vir: Premogovnik Velenje).

Prostornina jezera je 25,9 milijonov m³ vode. Na Družmirskem polju je jezero začelo nastajati zadnje, in sicer leta 1975. Leta 2005 je Družmirsko jezero merilo že več kot 65 ha in je vsebovalo 15,3 milijonov m³ vode. Njegova edina napajalna reka je Velunja, ki je dovolj vodnata, da se voda v Družmirskem jezeru zamenja dva do šestkrat na leto. Družmirsko jezero je ob času nizkega pretoka reke Pake glavni vodnati vir za TEŠ (Šterbenk, Ževart in Ramšak, 2004).

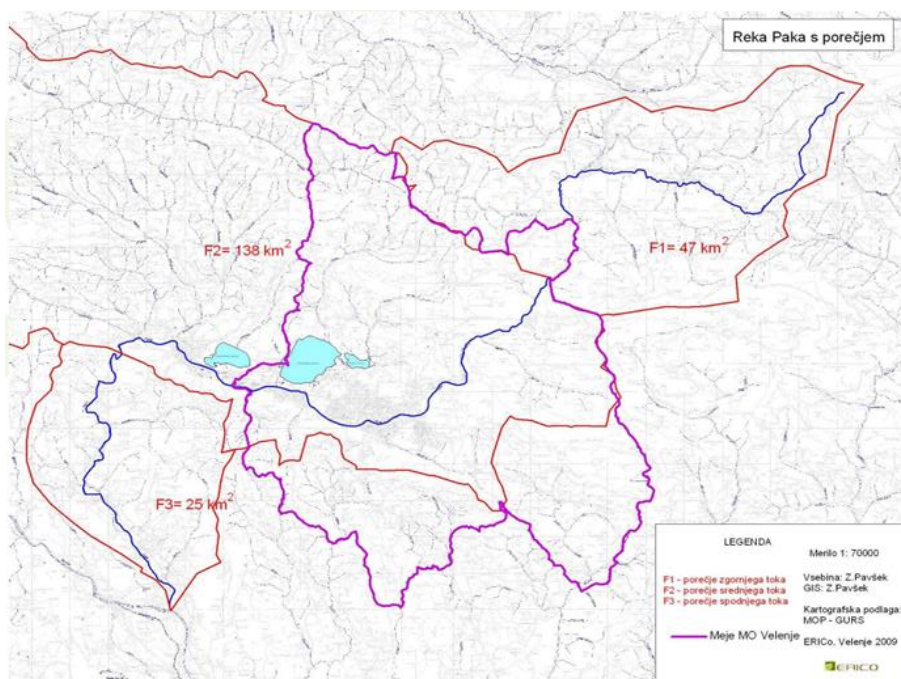


Slika 4: Družmirsko jezero in njegove značilnosti (vir: Premogovnik Velenje, 2022)

2.1.4 REKA PAKA

Reka spada med manjše vodotoke. Dolga je okoli 40 km. Površina porečja meri 210 km². Izvira na 1455 m nadmorske višine ob vznožju vrha Volovica in se pri Rečici ob Paki kot levi pritok izliva v reko Savinjo. Reka teče po Velenjski kotlini, v katero priteče iz JV smeri in nadaljuje s tokom v smeri SV. (Okoljsko poročilo za OPN Mislinja, 2015) V tem delu teče skozi tri občine (Velenje, Šoštanj, Šmartno ob Paki). Ker je ob njej industrijsko območje, je precej onesnažena (Hisense Gorenje, Termoelektrarna Šoštanj).

Večina površja Mestne občine Velenje spada v porečje Pake. V Pako se izlivata desna pritoka: Lepena, in Sopota, v slednjo se izliva Lubela. Levih pritokov je več, so pa manj vodnati. Ob občasnih si po toku navzdol sledijo Loka (Jesenik), Trebušnica, Veriželj in Slatina. Večino vodotokov z izjemo Pake lahko uvrstimo med naravne, Paka pa je na tem območju tu urejen vodotok. Paka je hudourniška reka z neuravnovešenim dežno-snežnim režimom. Med letom zasledimo dva viška. Prvi je novembrski, drugi pa marčevski.



Slika 5: Porečje reke Pake s Šaleškimi jezeri
(Poročilo o stanju okolja v MOV, 2019)

2.1.5 ŠMARTINSKO JEZERO

Šmartinsko jezero je po dolžini obale največje slovensko umetno jezero (113 ha površine). Poleg prvotne funkcije zadrževalnika visoke vode, sta jezero in njegova okolica postala priljubljeno območje za športnike, turiste in sprehajalce. V preteklih desetletjih se je na jezeru zvrstilo že kar nekaj različnih dogodkov in dejavnosti (vir: <https://smartinskojezero.si>)

Umetno jezero je nastalo kot zadrževalnik hudourniških vod, predvsem Koprivnice in Jezernikovega grabna. Z gradnjo 205 metrov dolge pregrade v Ločah nad primestnim naseljem Dobrova so začeli leta 1967 in je trajala vse do decembra 1970. Voda je tako zalila 113 hektarov kvalitetnih kmetijskih površin. Obala je zelo razgibana, z mnogimi jezerskimi zalivi. (vir: <https://smartinskojezero.si>)

Prostornina jezera znaša 5,3 milijona m³, največja globina je 15 metrov, skupna dolžina obale pa 12,1 km. Jezero leži na nadmorski višini 264 metrov. Jezero je ime dobilo po bližnjem naselju Šmartno v Rožni dolini, ki se nahaja v neposredni bližini.



Slika 6: Lega Šmartinskega jezera
(Šmartinsko jezero, <https://www.jkneptun.si/>, pridobljeno 15. 12. 2024)

Ob jezeru so zgradili čuvajnico, gostinski objekt, parkirišče, uredili peš dostop ter manjšo čolnarno za potrebe društva za šport na vodi. Na območju Ribiški kot je bila zgrajena ribiška koč, saj je na jezeru od leta 1977 dovoljen športni ribolov. (vir: <https://zac.si>)

Kakovost vode v reki se je občutno izboljšala, v zadnjih letih tudi zaradi izgradnje čistilnih naprav za komunalne odpadne vode v Vitanju, Novi Cerkvi in Škofji vasi, na katero sta priključena tudi Vojnik in Ljubečna. Kot mnogi naši vodotoki je bila tudi Hudinja v preteklosti izjemno pomemben vir vodne energije. (Šošterič, Bajc, 2018)

Zaradi hudourniškega značaja reke so morali ponekod mline in žage postavljati nekoliko v stran od glavne struge in vodo nanje dovajati po kratkih mlinščicah, ki so jih morali stalno čistiti in sami skrbeti zanje. Samo na Hudinji je bilo evidentiranih 37 mlinov, 38 žag in 17 drugih obratov. (Šošterič, Bajc, 2018)

3 KAKO DELUJE ČISTILNA NAPRAVA ŠALEŠKE DOLINE?

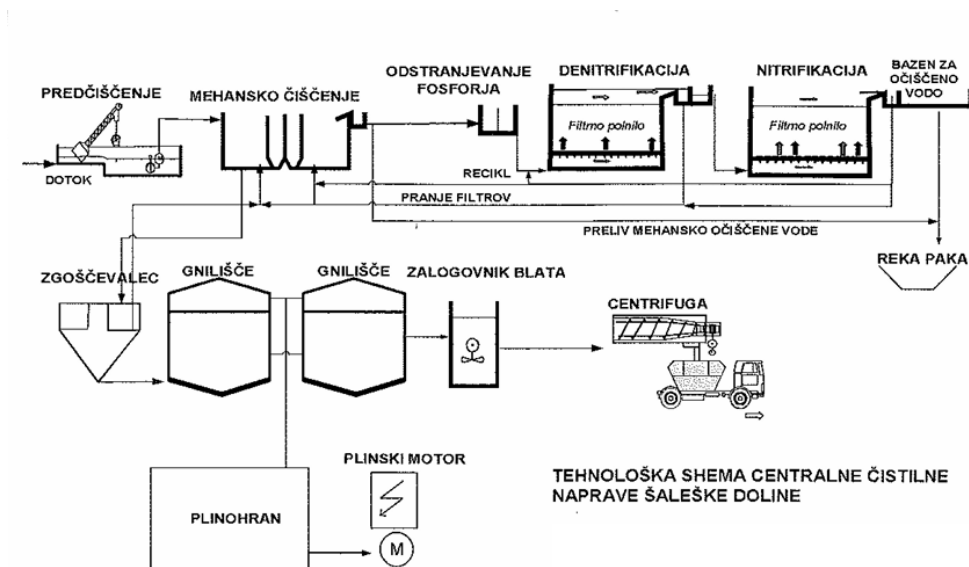
Ljudje smo del narave. Naučiti se moramo živeti z njo tako, da je ne ogrožamo in da nam ne uničuje lastnega življenjskega okolja. To velja tudi za naš odnos do vode, ki je ena od osnovnih naravnih dobrin. Če hočemo številnim ogroženim rekam, jezerom in potokom ohraniti njihovo čistost in biološko ravnovesje, moramo poskrbeti za temeljito čiščenje odpadnih voda, preden jih vrnemo v naravni obtok.

Da bi reka Paka tekla bolj čista, so poskrbeli z zgraditvijo čistilne naprave Šaleške doline, ki čisti odpadne vode, ki jih onesnažujejo bližnja naselja. Odpadna voda preko kanalizacijskega omrežja Velenja in Šoštanja priteče k čistilni napravi in se zbere v črpališču. Že tu grobe rešetke odstranijo večje kose odpadkov (les, papir).

Voda se nato precedi skozi sita, ki zadržijo manjše trde odpadke, le ti pa se po tekočem traku odstranijo v kontejnerje. Nato sledi vstop v prezračevalna bazena. Tu se voda obogati s kisikom, ki je potreben za življenje aerobnih mikroorganizmov (ti vodo čistijo biološko).

Od tu gre voda v usedalne bazene, kjer se umiri in tako se neraztopljene snovi (mulj ali biološko blato) lahko usedejo. S pomočjo črpalk, ki strgajo po dnu bazena, se blato črpa iz bazenov. Del blata se nato vrača nazaj v prezračevalna bazena, kjer se ustvarjajo ugodni pogoji za anaerobno gnitje. Od tod gre blato v gnilišče.

Plin se uporablja za proizvodnjo toplotne in električne energije. Zaključek procesa predstavlja tračna stiskalnica. Z njeno pomočjo se blatu odvzame voda in nato stisne. V takšni obliki ga pripeljejo na odlagališče komunalnih odpadkov.



Slika 8: Shema delovanja čistilne naprave Šaleške doline
(Poročilo o obratovnem monitoringu, Centralna čistilna naprava, Erico, 2015)

3.1 MERILNIK TDS & EC

Merilnik TDS je priročno digitalno orodje za takojšnje preverjanje splošne kakovosti vode. **TDS merilnik** je idealen za vsa **testiranja kakovosti vode**: različni filtrirni vodni sistemi, urejanje odpadnih voda, akvakultura, hidroponika, laboratorijsko in znanstveno testiranje, bazeni, ekološko testiranje, koloidno srebro in drugo.

OPIS IZDELKA:

Prenosni merilnik E-1 TDS&EC je profesionalni instrument z več funkcijami, lahko se uporablja za: testiranje vode TDS (teža celotne raztopljene trdne snovi v vodi, enota je mg/l ali ppm), prevodnost (sposobnost prevodnega toka, izražena v številkah, enota $\mu\text{s/cm}$) in temperaturo. Ima visoko zmogljivost, obliko peresa, hitro numerično stabilnost in nudi natančen rezultat.



Slika 9: Uporaba merilnika kakovosti vode
(TDS meter, <https://www.vitamin.si/tds-meter/>, pridobljeno 15. 12. 2024)

- **0–50 ppm** – idealna pitna voda z visoko čistostjo
- **50–100 ppm** – mineralna voda
- **100–200 ppm** – trda voda
- **200–400 ppm** – komaj sprejemljiva pitna voda
- **400–500 ppm** – slaba pitna voda
- **nad 500 ppm** – onesnažena pitna vode



Slika 10: Merilnik ima širok nabor praktične uporabe
(Uporaba TDS metra, [https:// www.vitamin.si/tds-meter/](https://www.vitamin.si/tds-meter/), pridobljeno 15. 12. 2024)

Enota ppm (parts per million) pomeni delcev na milijon in se uporablja za izražanje zelo majhnih koncentracij snovi. (vir: <https://www.kraski-vodovod.si/>)

Primeri uporabe:

- Kemija in okolje: Koncentracija plinov v zraku (npr. CO₂ v atmosferi: 420 ppm pomeni 420 delcev ogljikovega dioksida na milijon delcev zraka).
- Raztopine: Količina raztopljenih snovi v vodi (npr. 1 ppm soli v vodi pomeni 1 mg soli na liter vode).
- Industrija in biologija: Določanje onesnaževal, aditivov ali mikroelementov v materialih.

Pretvorba:

- 1 ppm = 1 mg/kg (za trdne snovi)
- 1 ppm = 1 mg/l (za vodne raztopine)
- 1 ppm = 1 µL/l (za pline)

Gre torej za razmerje 1 : 1.000.000, kar pomeni, da je 1 ppm enako 0,0001 %. (vir: <https://www.kraski-vodovod.si/>)

Skupne raztopljene trdne snovi (TDS) je metrika, ki se uporablja pri čiščenju vode in meri vse raztopljene minerale, soli, kloride, kovine, organske snovi in številne druge onesnaževalce v vodi. TDS vpliva na prevodnost vode in je povezan s korozijo, kemično učinkovitostjo in čistostjo vode. (vir: <https://ucilnice.arnes.si>)

V TDS **prevladujejo soli in minerali** (predvsem na osnovi natrija in kalcija), vključuje pa tudi kloride, kovine, ione, kot sta bikarbonat in karbonatna alkalnost, dušikove spojine in organske snovi. Skoraj vse, kar je raztopljeno v vodi. S tega seznama raztopljene težke kovine običajno najmanj prispevajo k TDS. **TDS merilnik ne zaznava prisotnosti klora.** (vir: <https://ucilnice.arnes.si>)

Enota µS/cm (mikrosiemens na centimeter) meri električno prevodnost raztopine, kar pomeni, kako dobro raztopina prevaja električni tok. (vir: <https://ucilnice.arnes.si>)

Pomen in uporaba:

- Voda in raztopine: Uporablja se za ocenjevanje čistoče vode – višja kot je vrednost, več raztopljenih ionov (soli, mineralov) vsebuje voda.
- Industrija: Spremljanje kakovosti vode v farmaciji, živilski industriji in energetiki.
- Hidrokultura in akvaristika: Merjenje hranil v vodi za rastline in ribe.

Razponi vrednosti:

- Destilirana voda: 0,5 – 3 µS/cm (zelo čista voda)
- Pitna voda: 50 – 800 µS/cm
- Morska voda: ~50.000 µS/cm (zelo visoka prevodnost zaradi soli)

Višja vrednost pomeni več ionov v vodi, kar pomeni večjo prevodnost. (vir: <https://ucilnice.arnes.si>)

3.2 INTERVJU Z ANO KOČAR, VIŠJO SVETOVALKO NA MEDOBČINSKI SLUŽBI ZA VARSTVO OKOLJA

1. V literaturi nisva našli najnovejših podatkov o kakovostnih razredih reke Pake (razdelitev v štiri kakovostne razrede). Zanima naju, v katerem kakovostnem razredu je reka Paka na območju Mestne občine Velenje?

Z namenom učinkovitega upravljanja voda je Evropska skupnost že v letu 2000 sprejela Vodno direktivo, ki jo je Slovenija že v celoti prenesla v svoj pravni red. V Sloveniji stanje voda oziroma merila, ki ugotavljajo stanje površinskih voda, predpisuje Uredba o stanju površinskih voda. Kakovostni razredi, ki jih navajate, so iz stare metodologije. Uredba poleg ekološkega stanja površinskih voda določa tudi kemijsko stanje voda, zahteve za odvzem vode za oskrbo s pitno vodo in stanje voda na posebnih območjih (območja varovanja narave). Ekološko stanje vodnega telesa se vrednoti na podlagi vsebnosti različnih elementov kakovosti ter posebnih onesnaževal. Končno oceno ekološkega stanja določi najslabše ocenjeni element kakovosti. Vodno telo se tako razvrsti v enega izmed petih razredov kakovosti: zelo dobro, dobro, zmerno, slabo in zelo slabo. Primerjava stanja reke Pake (iz Monitoringa vodotokov v Mestni občini Velenje) v letih 2006–2022 kaže enako oceno za vsa merjena leta. Kakovostno stanje reke Pake ima dobro ekološko stanje. Za primerjavo, na območju celotne Slovenije, kjer se vzorči na 219 merilnih mestih na rekah, je bilo v 35 % ugotovljeno zelo dobro ekološko stanje, v 54 % dobro ekološko stanje in v 11 % zmerno ekološko stanje. Slabo oziroma zelo slabo ekološko stanje ni bilo izmerjeno.

2. Kakšni so bili posegi na rečnih brežinah po poplavih avgusta 2023? Nekaj brežin v mestnem jedru je bilo takrat poškodovanih.

Upravljanje z vodami in vodnimi ter priobalnimi zemljišči je v pristojnosti države. Pomeni, da lokalne skupnosti – občine ne smejo same izvajati posegov na rečnih brežinah. Avgusta 2023 so bila vsa dela na rečnih brežinah koordinirana in opravljena s strani države.

3. Ali so na območju mesta Velenje v reko speljane kakšne odpadne vode? Zanimajo naju predvsem izpusti iz industrije?

Zakonodaja ne dovoljuje izpustov neočiščene vode v vodna telesa. Industrijski obrati morajo

poskrbeti za očiščenje voda s pomočjo čistilnih naprav in drugih ukrepov pred ponovnimi izpusti v vodo.

Trenutno največjo težavo povzroča kmetijsko onesnaževanje zemlje (spiranje fitofarmaceutskih sredstev v vodotoke in jezera), v manjši meri nelegalni izpusti kanalizacije (če so opaženi so sanirani precej hitro), nelegalna odlagališča odpadkov (spiranje v okoliške vodotoke).

4. Kako skrbite za rekreacijske poti okoli Šaleških jezer? Kdo skrbi za urejenost jezerske obale?

Jezerska obala (Velenjsko in Škalsko jezero) je zaradi možnosti posedanja terena v večinski lasti in upravljanju Premogovnika Velenje. Premogovnik Velenje v večji meri ureja in skrbi za urejenost in prehodnost (tudi prepovedi dostopov, tam kjer je to nevarno) ob obeh jezerih v Mestni občini Velenje.

Mestna občina Velenje je lastnica prireditvenega prostora Vista in Velenjske plaže. To je del zemljišča, kjer se posedanja tal ne pričakuje več. V letošnjem letu smo začeli s prenovo Velenjske plaže. Dela bomo predvidoma končali do kopalne sezone, urediti pa nameravamo predvsem lažjo dostopnost do plaže za gibalno ovirane, utrditev brežin, kjer pesek/kamenje iz plaže plazi v vodo kot posledica uporabe plaže, postavitev novih hišk za ponudbo hrane in pijače, razsvetljava, koše za odpadke ipd.



Slika 11: Ana Kočar (vir: Ana Kočar)

5. Kakšne sanacijske načrte ima Mestna občina Velenje z Družmirskim jezerom? Ali na tem območju načrtujete kakšne spremembe?

Družmirsko oziroma Šoštanjsko jezero v celoti leži na območju občine Šoštanj, Mestna občina Velenje tam nima pristojnosti.

6. Kako boste zagotovili še boljšo kvaliteto jezerske vode in večjo prosojnost? Ali ob Velenjskem jezeru načrtujete še kakšne nove vsebine?

Kakovost Velenjskega jezera se spremlja v sklopu državnega monitoringa. Glede na fitoplankton je njegovo stanje ocenjeno kot zmerno, glede prosojnosti in zakisanosti pa kot zelo dobro. Po drugih parametrih (hranila, kisikove razmere in onesnaževala) je ocenjeno kot zmerno, za zmernega je ocenjeno tudi ekološko stanje oziroma ekološki potencial.

Razen prenove Velenjske plaže na Mestni občini Velenje ne načrtujemo novih vsebin glede obeh jezer.

7. Kdo vse so naročniki monitoringa, ki ga izvajata ARSO in podjetje Eurofins Erico? Ali te podatke dobite tudi na Mestni občini Velenje?

Na Mestni občini izvajamo več monitoringov glede vod. Naročnik in plačnik vseh monitoringov je Mestna občina Velenje. Monitoring vodotokov v Mestni občini Velenje smo izvajali v letih 2006 do vključno leta 2022. Vzdrževanje, s tem mislim tudi na spremljanje stanja vodotokov, je v pristojnosti države, lokalna skupnost lahko sama dodatno izvaja monitoring na svojo pobudo. Zaradi dobrih rezultatov stanja vodotokov skozi vsa leta monitoringa vodotokov na Mestni občini Velenje ne izvajamo več.

Vsako leto v času kopalne sezone, to je od maja do septembra, izvedemo monitoring Velenjskega jezera za namen kopanja. Monitoring o primernosti vode za namen kopanja izvajamo od leta 2012, za nas ga opravljajo podjetja, ki imajo ustrezne certifikate in laboratorije za kemijsko in biološko analizo. Mesto odvzema vzorcev je na pomolu ob Velenjski plaži, poročila o vzorcih prejemo (zaradi zahtevnosti in narave preiskav) po približno petih dneh. Vsa poročila sproti objavljamo na spletnih straneh in na Velenjski plaži.

4 METODOLOGIJA

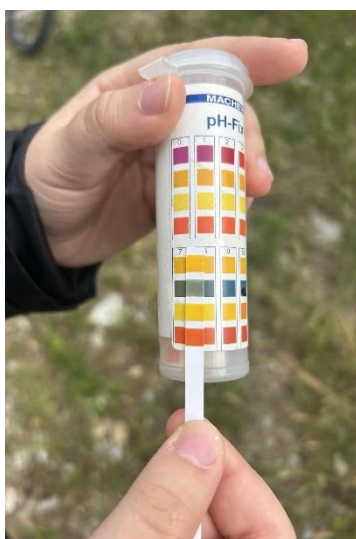
Pri raziskovalnem delu sva sledili priporočilom Raziskovalčevega praktikuma (Povše, 2020). Pri navajanju virov in literature ustnih virov sva upoštevali napotke s predavanja za raziskovalce. Udeležili sva se tudi seminarja za osnovnošolske raziskovalce, ki je potekal v mesecu novembru na Šolskem centru Velenje.

4.1 PREGLED ARHIVSKEGA IN DRUGIH VIROV

Po elektronski pošti sva s pomočjo mentorja navezali stik s Premogbikom Velenje, ki nam je za potrebe raziskave posredoval podatke o meritvah vode v Šaleških jezerih in reki Paki v obdobju 2020–23. S pomočjo Digitalne knjižnice Slovenije sva pregledali literaturo na izbrano temo. Na Mestni občini Velenje sva opravili intervju z gospo Ano Kočar z Medobčinske službe za varstvo okolja. S pomočjo Agencije Republike Slovenije za okolje sva pridobili tudi druge potrebne podatke.

4.2 TERENSKO DELO

Terensko delo sva opravili v jesenskih mesecih. Najprej sva določili točke, kjer sva odvzemali vzorce. Zaradi oddaljenosti točk je delo zahtevalo kar nekaj časa. Meritve vzorcev vode na reki Paki in Šaleških jezerih sva izvajali v mesecih oktobru, novembru in decembru 2024.



Slike 12, 13, 14: Terensko delo ob reki Paki, merjenje pH vrednosti in ob Škalskem jezeru

Skupaj sva izvedli šest meritev za vsako jezero (Družmirsko, Škalsko, Velenjsko) in reko Pako. Za lažjo primerjavo sva izvedli še tri meritve vode v Šmartinskem jezeru in reki Hudinji. Vzorce sva pridobili s pomočjo mentorja. Pri delu sva uporabljali digitalni merilnik, s pomočjo katerega sva izmerili elektroprevodnost, prisotnost trdnih delcev in temperaturo vode. pH vrednost, barvo in vonj pa sva določila s pomočjo lakmusovega papirja in barvne lestvice ter svojih čutov.

Po opravljenem terenskem delu sva podatke zbrali v tabeli, jih digitalizirali in ustrezno obdelali. Pridobljene rezultate sva nato analizirali in podali ugotovitve najine raziskave.

5 REZULTATI ANALIZ ŠALEŠKIH JEZER

PRIMERJAVE ANALIZ DRUŽMIRSKEGA JEZERA V VSEH LETNIH ČASIH 2020-2023

Leta 2020 je bila prosojnost najvišja meseca decembra, ko je dosegla 7 m, najnižja pa meseca oktobra, ko je znašala 1,3 m. Najvišja izmerjena temperatura je bila meseca avgusta s 15,3 °C, najnižja pa meseca decembra s 5,2 °C. Električna prevodnost vode je dosegla najvišjo vrednost oktobra s 1292 µS/cm, najnižjo pa aprila s 1159 µS/cm. pH vrednosti so se skozi leto le minimalno spreminjale kakor pri ostalih jezerih, pri čemer je najvišja vrednost 8,29 bila aprila, najnižja pa decembra s 7,59.

(Leta 2020 so bile analize opravljene 24. 4., 10. 8., 9. 10., 11. 12.)

Leta 2021 je bila prosojnost najvišja oktobra s 7 m, najnižja pa aprila in julija, ko je znašala 3 m. Najvišja temperatura je bila izmerjena julija s 12,5 °C, najnižja pa februarja s 4,6 °C. Električna prevodnost vode je dosegla najvišjo vrednost julija s 1270 µS/cm, najnižjo pa februarja s 1202 µS/cm. pH vrednosti so bile najvišje oktobra s 7,68, najnižje pa februarja s 7,46.

(Leta 2021 so bile analize opravljene 17. 2., 15. 4., 7. 7., 19. 10.)

V letu 2022 je bila prosojnost najvišja februarja s 7,5 m, najnižja pa maja, ko je znašala 4,8 m. Najvišja temperatura je bila izmerjena avgusta s 15,5 °C, najnižja pa februarja s 7,1 °C. Električna prevodnost vode je dosegla najvišjo vrednost oktobra s 1202 µS/cm, najnižjo pa avgusta s 983 µS/cm. pH vrednosti so bile najvišje februarja s 8,22, najnižje pa avgusta s 7,58.

(Leta 2022 so bile analize opravljene 11. 2., 5. 5., 18. 8., 20. 10.)

Prosojnost je v letu 2023 dosegla najvišjo vrednost februarja in maja z 8 m, najnižjo pa oktobra z 2,5 m. Najvišja temperatura je bila avgusta s 12,6 °C, najnižja pa februarja s 5,2 °C. Električna prevodnost vode je dosegla najvišjo vrednost maja s 1138 μS/cm, najnižjo pa februarja s 1008 μS/cm. pH vrednosti so bile najvišje maja s 7,99, najnižje pa avgusta s 7,75.

Leta 2023 so bile analize opravljene 15. 2., 5. 5., 25. 8., 19. 10.)

PRIMERJAVE ANALIZ ŠKALSKEGA JEZERA V VSEH LETNIH ČASIH 2020-2023

Leta 2020 lahko opazimo, da je prosojnost najvišja meseca aprila, ki dosega 4 m. Najnižja pa je meseca oktobra, ki dosega 1,3 m. Najvišja temperatura je meseca avgusta, ki dosega 21,5 °C, najnižja je pa meseca decembra dosega 5 °C. Električna prevodnost vode je bila največja oktobra in to 649 μS/cm najmanjša pa decembra 555 μS/cm. Skozi leto se pH ni tako bistveno spreminjal kot so se drugi parametri. Najvišji pH je aprila 8,14, najnižji pa avgusta 7,84.

(Leta 2020 so bile analize opravljene 24. 4., 10. 8., 9. 10., 11. 12.)

Najvišja prosojnost leta 2021 je bila izmerjena aprila z 4,5 m, najnižja pa julija z 2 m. Temperatura je dosegla najvišjo vrednost julija s 20 °C, najnižjo pa februarja s 5,4 °C. Električna prevodnost vode je bila najvišja julija s 592 μS/cm, najnižja pa februarja s 552 μS/cm. pH vrednost je bila najnižja februarja in aprila s 7,69, najvišja pa julija s 7,75.

(Leta 2021 so bile analize opravljene 18. 2., 16. 4., 7. 7., 20. 10.)

Najvišja prosojnost leta 2022 je bila izmerjena februarja in oktobra s 3,5 m, najnižja pa avgusta z 1 m. Temperatura je dosegla najvišjo vrednost avgusta s 24,6 °C, najnižja pa februarja s 5,0 °C. Električna prevodnost vode je bila največja avgusta s 596 μS/cm, najnižja pa februarja s 536 μS/cm. pH vrednost je bila najvišja maja z 8,04, najnižja pa avgusta s 7,58.

(Leta 2022 so bile analize opravljene 2. 2., 5. 5., 18. 8., 20. 10.)

Najvišja prosojnost leta 2023 je bila izmerjena maja s 4 m, najnižja pa oktobra in avgusta s 2 m. Temperatura je dosegla najvišjo vrednost avgusta s 12,6 °C, najnižjo pa februarja s 5,2 °C. Električna prevodnost vode je bila največja oktobra z 591 μS/cm, najnižja pa maja s 311 μS/cm. pH vrednost je bila najvišja februarja z 8,19, najnižja pa oktobra s 7,70.

(Leta 2023 so bile analize opravljene 18. 2., 5. 5., 25. 8., 19. 10)

PRIMERJAVE ANALIZ VELENJSKEGA JEZERA V VSEH LETNIH ČASIH

Prosojnost je v letu 2020 dosegla najvišjo vrednost oktobra s 10 m, najnižjo pa decembru s 5 m. Najvišja temperatura je bila avgusta in je dosegla 17,1 °C, najnižja pa decembra, ko je znašala 7,7 °C. Električna prevodnost vode je bila največja decembra s 1252 $\mu\text{S}/\text{cm}$, najmanjša pa avgusta s 1175 $\mu\text{S}/\text{cm}$. pH je bil najvišji aprila s 8,42, najnižji pa decembra s 7,99.

(Leta 2020 so bile analize opravljene 23. 4., 7. 8., 6. 10., 11. 12.)

V letu 2021 je bila prosojnost najvišja aprila, ko je dosegla 9,5 m, najnižja pa februarja, ko je znašalo 4,5 m. Najvišja temperatura je bila izmerjena julija s 17,3 °C, najnižja pa februarja s 5,4°C. Električna prevodnost vode je bila največja aprila z 1042 $\mu\text{S}/\text{cm}$, najnižja pa februarja z 982 $\mu\text{S}/\text{cm}$. pH vrednost se skozi leto ni bistveno spreminjal; najvišja vrednost 7,9 je bila aprila, najnižja pa oktobra z 7,3.

(Leta 2021 so bile analize opravljene 17. 2., 15. 4., 6. 7., 19. 10.)

V letu 2022 je bila prosojnost najvišja oktobra in je dosegala 11,5 m, najnižja pa maja 6 m. Najvišja temperatura je bila izmerjena avgusta s 16,9°C, najnižja pa februarja s 7,7 °C. Električna prevodnost vode je bila najvišja avgusta z 1098 $\mu\text{S}/\text{cm}$, najnižja pa februarja z 1033 $\mu\text{S}/\text{cm}$. pH vrednost je bila najvišja aprila z 8,5, najnižja pa februarja s 8,00.

(Leta 2022 so bile analize opravljene 2. 2., 4. 5., 26. 8., 20. 10.)

V letu 2023 je bila prosojnost najvišja avgusta 7,5 m, najnižja pa oktobra 5 m. Najvišja izmerjena temperatura je bila avgusta 14,6 °C, najnižja pa februarja 4,8 °C. Električna prevodnost vode je bila najvišja februarja 1255 $\mu\text{S}/\text{cm}$, najnižja pa oktobra 1164 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Najvišji pH je bil aprila 8,3, najnižji pa avgusta in oktobra 8,1.

(Leta 2023 so bile analize opravljene 15. 2., 20. 4., 22. 8., 18. 10.)

POVPREČNE VREDNOSTI V VSEH LETIH SKUPAJ

Povprečne vrednosti Družmirskega jezera so naslednje. Povprečna prosojnost je 6,3125 m, temperatura je 9,74375 °C, električna prevodnost vode je 1145,875 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in pH je 7,820625.

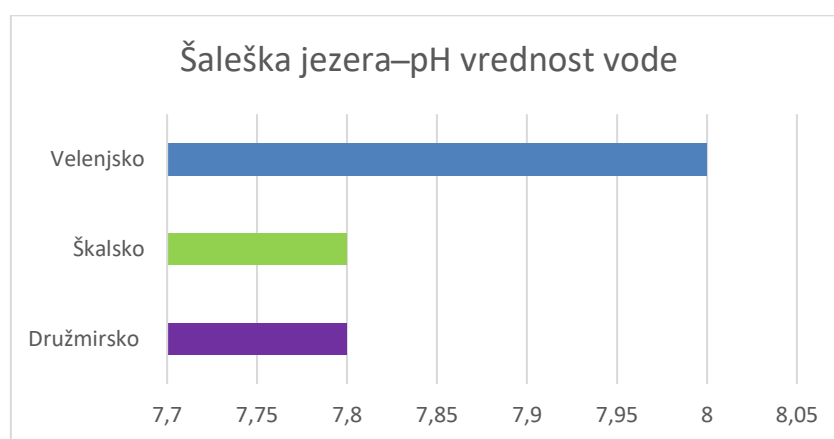
Povprečne vrednosti skozi leta za Škalsko jezero so: 2,7875 m za prosojnost, 12,81875 °C je povprečna temperatura, električna prevodnost vode je 558,875 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in pH je 7,845625.

Povprečne vrednosti Velenjskega jezera pa so: prosojnost je 7,46875 m, temperatura je

11,44375 °C, električna prevodnost vode je 1122 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in pH je 8,04875.

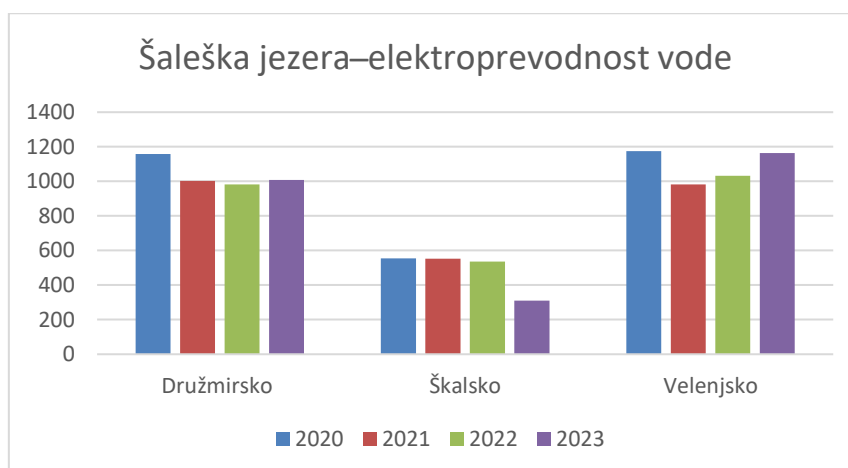
UGOTOVITVE:

Z računanjem povprečnih vrednosti sva ugotovili, da sta si Družmirsko jezero in Škalsko jezero po karakteristikah najbolj podobna in da se velika razlika opazi samo pri električni prevodnosti vode ter v prosojnosti.



Graf 1: pH vrednosti jezerske vode

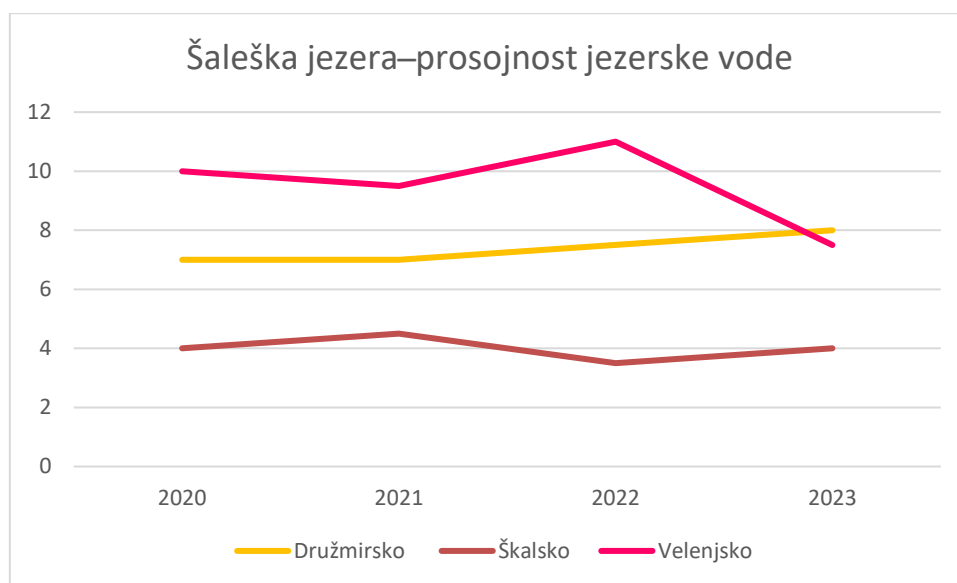
Velenjsko jezero je najbolj bazično izmed teh treh jezer, saj ima povprečen pH 8, medtem ko imata Škalsko jezero in Družmirsko jezero pH 7,8 (graf 1).



Graf 2: Elektroprevodnost jezerske vode (v $\mu\text{S}/\text{cm}$)

Električna prevodnost vode se je med letoma 2020 in 2023 pri vseh jezerih zmanjšala, kar pomeni, da se kvaliteta vode rahlo izboljšuje. Povprečne vrednosti vseh Šaleških jezer

presejajo 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kar je sicer mejna vrednost za onesnaženo pitno vodo (graf 2).



Graf 3: Prosojnost jezerske vode (v metrih)

Prosojnost se je pri vseh opazovanih jezerih zvišala med letoma 2020 in 2023 zvišala. Večja prosojnost pomeni, da bodo jezera bolj atraktivna, še posebej to velja za Velenjsko jezero, ki je turistično najbolj zanimivo.

SKLEPI:

Sklepava da bodo temperature naraščale zaradi segrevanja ozračja in posledično višjih temperatur, električna prevodnost se bo čez nekaj let zmanjšala, potem pa bo spet narastla, saj nanjo vpliva tudi obiskanost Šaleških jezer, pH jezer se ne bo kaj drastično spremenil, prosojnost pa bo najverjetneje v prihodnjih letih še naraščala.

5.1 REZULTATI EMPIRIČNE ANALIZE OPAZOVANIH JEZER

DRUŽMIRSKO JEZERO

Družmirsko jezero je imelo najvišjo električno prevodnost dne 13. 12., ki je bila 678 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Takrat je tudi imelo najvišjo količino trdnih delcev v vodi, ki je bila 0,338 ppm. Tudi temperatura je bila takrat najnižja s kar 6,7 °C najvišja pa je bila dneva 16. 10. s 24,5 °C. pH je bil relativno enak z vrednostjo 7, enkrat pa se je zgodilo, da je znašal 6. Voda je bila vedno prozorna in ni imela posebnega vonja.

POVPREČNE VREDNOSTI DRUŽMIRSKEGA JEZERA

V treh mesecih sva opravili šest meritev. Povprečne meritve vode Družmirskega jezera so naslednje:

pH: 6,833

Temperatura: 14,267 °C

Trdni delci: 0,298 ppm

Električna prevodnost: 597 $\mu\text{S}/\text{cm}$

ŠKALSKO JEZERO

Dne 16. 10. je Škalsko jezero imelo 24,2 °C, kar je bila najvišja temperatura Škalskega jezera v času najinih terenskih analiz. 13. 12. je imelo jezero najvišjo električno prevodnost, ki je znašala 474 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in število trdnih delcev v vodi, ki je bilo 0,237 ppm. pH je vedno znašal 7. Voda je bila vedno prozorna in ni imela posebnega vonja.

POVPREČNE VREDNOSTI ŠKALSKEGA JEZERA

V treh mesecih sva opravili šest meritev. Povprečne meritve vode Škalskega jezera so naslednje:

pH: 7

Temperatura: 14,450 °C

Trdni delci: 0,219 ppm

Električna prevodnost: 427 $\mu\text{S}/\text{cm}$

VELENJSKO JEZERO

Velenjsko jezero je imelo najvišjo temperaturo 16. 10., najnižjo pa 13. 12., pH je skoraj vedno enak, in sicer 7, 29. 11. pa je znašal med 6 in 7. Največja električna prevodnost in količina trdnih delcev sta bili v Velenjskem jezeru bili 13. 12. Znašali sta 0,303 ppm in 606 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Voda je bila vedno prozorna in ni imela posebnega vonja.

POVPREČNE VREDNOSTI VELENJSKEGA JEZERA

V treh mesecih sva opravili šest meritev. Povprečne meritve vode Velenjskega jezera so naslednje:

pH: 6,917

Temperatura: 15,917 °C

Trdni delci: 0,281 ppm

Električna prevodnost: 539 $\mu\text{S}/\text{cm}$

ŠMARTINSKO JEZERO

Z pomočjo mentorja sva uspeli pridobiti nekaj vzorcev Šmartinskega jezera, zato bova primerjali Šmartinsko jezero z jezeri v naši okolici.

Šmartinsko jezero je imelo največjo količino trdnih delcev dne 14. 11., ki je bila 0,122 ppm. Tega dne je imelo tudi najvišjo električno prevodnost 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in najvišjo temperaturo, ki je bila 17 °C. pH je v vseh treh odvzetih vzorcih znašal 7. Voda je bila vedno prozorna in ni imela posebnega vonja.

POVPREČNE VREDNOSTI ŠMARTINSKEGA JEZERA

V treh mesecih sva opravili tri meritve. Povprečne meritve vode Šmartinskega jezera so naslednje:

pH: 7

Temperatura: 14 °C

Trdni delci: 0,117 ppm

Električna prevodnost: 233 $\mu\text{S}/\text{cm}$

PRIMERJAVA

Ko povprečne meritve Šaleških jezer primerjamo s Šmartinskim jezerom, opazimo, da je največja razlika pri električni prevodnosti in količini trdnih delcev. To pomeni, da je Šmartinsko jezero bolj čisto od Šaleških jezer. Temperature in pH pa sta primerljivi.

UGOTOVITVE

Kadar ima jezero manjšo količino trdnih delcev in slabše prevaja elektriko, pomeni, da je manj onesnaženo. S primerjavo Šaleških jezer s Šmartinskim jezerom sva ugotovili, da je slednje manj onesnaženo od Šaleških jezer. pH je bil vedno nevtralen, kar je dober znak za vsa opazovana jezera.

5.2 REZULTATI ANALIZE REKE PAKE

Leto 2020:

povprečen pH: 8,185

povprečna temperatura vode: 12,675 °C

povprečna električna prevodnost (25 °C): 421 µS/cm

barva: brez

vonj: brez

Leto 2021:

povprečen pH: 8,163

povprečna temperatura vode: 9,1 °C

povprečna električna prevodnost (25 °C): 435 µS/cm

barva: brez

vonj: brez

Leto 2022:

povprečen pH: 8,484

povprečna temperatura vode: 12,63 °C

povprečna električna prevodnost (25 °C): 479 µS/cm

barva: brez

vonj: brez

Leto 2023:

povprečen pH: 8,551

povprečna temperatura vode: 10,32 °C

povprečna električna prevodnost: 437 $\mu\text{S}/\text{cm}$

barva: večinoma brez, pojavi se tudi rumena

vonj: brez

UGOTOVITVE:

Vrednost pH se v opazovanem obdobju ni kaj drastično spreminjal; najvišji je bil leta 2023 (8,551), najnižji pa leta 2021 (8,163). Najnižja povprečna temperatura vode je bila leta 2021 (9,1 °C), najvišja pa leta 2020 (12,7 °C).

Največja električna prevodnost je bila leta 2022 479 $\mu\text{S}/\text{cm}$, najmanjša pa leta 2020 421 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Električna prevodnost vode reke Pake je pod 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kar je v mejnih vrednostih slabe pitne vode. Rezultati dokazujejo, da se električna prevodnost vode v reki zaradi ustreznih ukrepov vsekakor izboljšuje.

Vso opazovano obdobje je reka bila večinoma brez barve in vonja, v letu 2023 pa se je reka pojavila tudi v rumeni barvi. Na to je verjetno vplivalo intenzivno deževje v mesecu avgustu 2023.

Kakovost vode reke Pake se v opazovanem obdobju med letoma 2020 in 2023 ni kaj bistveno spreminjala.

5.3 REZULTATI EMPIRIČNE ANALIZE OPAZOVANIH REK

REKA HUDINJA

Leto: 2024 (oktober, november, december)

povprečen pH: 7

povprečna temperatura vode: 11,02 °C

povprečna električna prevodnost: 359 $\mu\text{S}/\text{cm}$

povprečna vrednost trdih delcev: 0,173 ppm

barva: prozorna

vonj: nima

UGOTOVITVE:

Temperatura je ves čas padala (opazovano obdobje). pH se ni spreminjal. Največja prisotnost trdih delcev in najboljša električna prevodnost je bila 11. 12. V opazovanem obdobju je reka bila prozorne barve in brez vonja. Najboljša kakovost vode pa je bila 16. 10. pri prvi meritvi. Najbolj onesnažena voda je bila 11. 12. pri zadnji meritvi. Sklepava, da se z zmanjševanjem temperature vode reke Hudinje slabša njena kakovost vode.

REKA PAKA

Leto: 2024 (oktober, november, december)

povprečen pH: 7

povprečna temperatura vode: 11,17 °C

povprečna električna prevodnost: 359 µS/cm

povprečna vrednost trdih delcev: 0,173 ppm

barva: prozorna

vonj: nima

UGOTOVITVE:

Temperatura je večino časa padala (razen 1. 11. in 29.11. se temperatura ni spremenila). Največja prisotnost trdih delcev je opažena 13.12. in ob tem tudi največja električna prevodnost. Reka je večino časa prozorne barve. Barva se spremeni ob izdatnejših padavinah (rjava barva). Rečna voda je brez posebnega vonja. Najbolj onesnažena voda je bila pri zadnji meritvi 13. 12. Najmanj onesnažena pa je bila 15. 11.

6 RAZPRAVA

Prvo hipotezo, da je kakovost vode v vseh treh Šaleških jezerih in reki Paki ustrezna, sva s pomočjo najinega raziskovalnega dela potrdili. Monitoring in empirični del raziskave sta pokazala, da se kvaliteta vode izboljšuje. Vsi odvzeti vzorci, razen enega vzorca reke Pake, ki je bil odvzet ob močnejšem deževju, so bili brezbarvni in brez vonja.

Drugo hipotezo, da na kvaliteto vode odločilno vpliva vreme, lahko ovrževa. Najine meritve so pokazale, da se kvaliteta vode v daljšem časovnem obdobju (dva meseca) ni kaj bistveno spremenila. Tudi hladnejši meseci niso prispevali k slabši kvaliteti vode, na kar kažejo podatki o prevodnosti.

Tretjo hipotezo, da je najboljša kvaliteta vode v Velenjskem, najslabša pa v Družmirskem jezeru, lahko ovrževa. Meritve so pokazale, da ima daleč najmanjšo prisotnost trdih delcev (okoli 220 ppm) Škalsko jezero, največjo (okoli 300 ppm) pa Družmirsko jezero. Velenjsko jezero je po meritvah zelo blizu Družmirskemu, kar nakazuje, da bo po koncu rudarjenja v Velenjski kotlini tudi to jezero z urejenimi brežinami imelo turističen potencial.

Četrto hipotezo, da bodo pH vrednosti vzorcev vseh jezer in reke Pake nevtralne, lahko potrdiva. Meritve, ki sva jih izvedli, so razen v dveh primerih potrdile najino sklepanje. Rezultati so pričakovani, saj sva s pomočjo literature ugotovili, da Mestna občina Velenje v zadnjih letih daje velik poudarek izboljšanju kvalitete tekočih in stoječih voda. To je razvidno iz parametrov vode tako v reki Paki kot pri vseh treh jezerih.

Peto hipotezo, da bodo opazovani vzorci jezerske in rečne vode v vseh primerih slabo prevodni, lahko potrdiva. Elektroprevodnost je v vseh primerih med 400 in 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ker mejna vrednost za pitno vodo znaša okoli 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, zajeti vzorci pa so kazali enakomerne vrednosti, sklepava, da slaba prevodnost pomeni, da odvzeti vzorci vode kažejo na dobro ekološko stanje Šaleških jezer in reke Pake.

7 ZAKLJUČEK

V najini raziskovalni nalogi sva raziskovali fizikalne lastnosti in kakovost vode v Šaleških jezerih in reki Paki.

Raziskovalno delo sva začeli v začetku šolskega leta. Idejo za raziskovanje sva dobili ob tedenskem sprehajanju ob Škalskem jezeru. Poleti naju je pritegnilo tudi večje število turistov ob Velenjskem jezeru, zato sva se spraševali, kako to vpliva na kvaliteto jezerske vode.

Najprej sva pregledali literaturo na temo kakovosti tekočih in stoječih voda v Mestni občini Velenje. Nato sva s pomočjo Premogovnika Velenje analizirali podatke monitoringa Šaleških jezer in reke Pake od leta 2020 dalje. Sledila je empirična raziskava s terenskim delom ob vseh treh jezerih in reki Paki. V mesecu decembru 2024 sva opravili tudi intervju z gospo Ano Kočar, ki je zaposlena na Medobčinski službi za varstvo okolja. Ugotovili sva, da je kvaliteta vode ustrezna (barva, vonj, pH vrednost, prisotnost trdih delcev, elektroprevodnost)

Najino raziskovalno delo je mogoče razširiti na širšo analizo površinskih in stoječih voda v Mestni občini Velenje. Zaradi obsega naloge sva se omejili na fizikalne lastnosti vode, tem pa bi lahko dodali tudi kemijske lastnosti. V Mestni občini Velenje imamo veliko manjših vodotokov, ki jih nisva zajeli v raziskavo. Zanimivo bi jih bilo raziskati, saj ne poznamo kakovost njihove vode.

Zavedava se, da je kvaliteta vode bistvena za naše življenje. S preudarnim in odgovornim odnosom do te življenjske tekočine bomo čisto vodo ohranili tudi prihodnjim generacijam.

8 POVZETEK

V raziskovalni nalogi sva raziskovali fizikalne lastnosti vode v Šaleških jezerih in reki Paki. Voda je življenjsko pomembna tekočina in meniva, da je ustrezna kakovost vode bistvena za naše zdravje in dobro počutje.

Najprej sva s pomočjo Digitalne knjižnice Slovenije in Knjižnice Velenje pregledali ustrezno literaturo. S pomočjo Premogovnika Velenja sva pridobili podatke o monitoringu Šaleških jezer in reke Pake od leta 2020 dalje. Opravili sva tudi intervju z gospo Ano Kočar, ki je zaposlena na Medobčinski službi za varstvo okolja.

Z raziskovalnim delom sva ugotovili, da je kvaliteta tekočih in stoječih voda na območju Mestne občine Velenje ustrezna. Z empiričnimi meritvami, ki sva jih opravili, sva ugotovili, da je stanje voda celo boljše od pričakovanega. Za primerjavo sva opravili tudi analizo vzorcev iz Šmartinskega jezera in reke Hudinje, ki sta po velikosti primerljiva z Velenjskim jezerom in reko Pako.

Mestna občina Velenje v zadnjih letih s podjetjem Eurofins Erico izvaja redni monitoring tekočih in stoječih voda, kar se nama zdi zelo pomembno v luči zelenega prehoda, ki Velenjsko kotlino čaka v obdobju po zapiranju rudnika v Velenju.

Raziskovalno delo je v prihodnje možno razširiti tudi na manjše vodotoke v Velenjski kotlini. Zanimiva bi bila tudi raziskava kemičnih lastnosti vode, ki pa je zaradi omejenega obsega raziskovalnega dela nisva izvedli.

9 SUMMARY

In our research paper, we investigated the physical properties of water in the Šaleška Lakes and the Paka River. Water is a vital liquid, and we believe that its quality is essential for our health and well-being.

First, we reviewed the relevant literature using the Digital Library of Slovenia and the Velenje Library. With the help of the Velenje Coal Mine, we obtained data on the monitoring of the Šalek Lakes and the Paka River from 2020 onwards. We also conducted an interview with Ms. Ana Kočar, who works at the Intermunicipal Environmental Protection Service.

Through our research, we found that the quality of surface and standing waters in the area of the Municipality of Velenje is adequate. With the empirical measurements we conducted, we determined that the water quality is even better than expected. For comparison, we also analyzed samples from the Šmartinsko Lake and the Hudinja River, which are comparable in size to the Velenje Lake and the Paka River.

In recent years, the Municipality of Velenje, in cooperation with Eurofins Erico, has been conducting regular monitoring of surface and standing waters, which we find very important in light of the green transition that awaits the Velenje Basin after the closure of the Velenje Mine.

The research could be extended in the future to smaller watercourses in the Velenje Basin. A study of the chemical properties of water would also be interesting, but we did not carry it out due to the limited scope of our research.

10 VIRI IN LITERATURA

ARHIVSKI VIRI

ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje

Geoportala ARSO, Podatki z avtomatskih opazovalnih postaj

PV – Premogovnik Velenje

Okoljske analize Šaleških jezer in reke Pake za obdobje 2020-23

SLOVARJI

Slovar slovenskega knjižnega jezika. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 1998.

LITERATURA

1. Badovinac, Bogdan, Kladnik, Volfand Drago: *Savinjsko-Celje-Velenje od A do Ž*, Pomurska založba, Murska Sobota 1997.
2. Povalej, Nataša: *Okoljska problematika Šaleških jezer*, Fakulteta za varnostne vede, Maribor, 2020.
3. Povše, Anita: *Raziskovalčev praktikum: priročnik za izdelavo in predstavitev raziskovalne naloge*. Velenje: Šolski center Velenje, 2020.
4. Šošterič, Andraž, Bajc, Jan: *Biološka in kemijska analiza reke Hudinje – raziskovalna naloga*, Celje, Osnovna šola Ljubečna, 2018.
5. Šterbenk, Emil: *Premogovniške ugreznine in ojezeritve v Šaleški dolini ter varstvo okolja*, Filozofska fakulteta, Ljubljana, 1998.
6. Šterbenk, Emil: *Šaleška jezera : vpliv premogovništva na pokrajinsko preobrazbo Šaleške doline*. Velenje, Pozoj, 1999.
7. Šterbenk, Emil, Ramšak, Rudolf: *Pokrajinski vidiki rabe premogovniškega ugezninskega Velenjskega jezera - prispevek*, Sonaravni razvoj v Slovenskih Alpah in sosedstvu, Kranjska Gora, 1998.
8. Šterbenk, Emil, Ževart, Mojca, Lenart, Franci: *Šaleška jezera kot realna razvojna možnost na področju rekreacije in turizma ob upoštevanju okoljskih omejitev*, Velenje – industrijsko mesto v preobrazbi, ZRC SAZU, Ljubljana, 2020.
9. Šterbenk, Emil, Ževart, Mojca, Ramšak, Rudolf: *Jezera, o katerih bomo še slišali*, Geografski obzornik, letnik 51, številka 1, Zveza geografskih društev, Ljubljana, 2004.
10. Vodušek, Jan: *Poplavna ogroženost Šaleške doline in bližnje okolice – raziskovalna naloga*. Velenje, Šolski center Velenje, 2014.
11. Trnar, Miljoka: *Obremenitve reke Pake skozi zgodovino – diplomsko delo*, Visoka šola za varstvo okolja, Velenje, 2013.
12. Žiberna, Marjan: *Šaleška jezera*, National Geographic, letnik 13, številka 10. Ljubljana, 2018.

ELEKTRONSKI VIRI

Električna prevodnost, https://www.kraski-vodovod.si/?stran=voda-indikatorski-parametri_dostop 15. 12. 2024.

Lega Velenjske kotline v Predalpskih pokrajinah, <https://si.izzi.digital/>, dostop 15. 12. 2024.

Lega Šmartinskega jezera, <https://www.jkneptun.si/>, dostop 15. 12. 2024.

Okoljsko poročilo za občinski prostorki načrt občine Mislinja, https://www.mislinja.si/files/other/news/90/94262Okoljsko_poroc_za_OPN_Mislinja_porocilo.pdf, dostop 15. 12. 2024

Onesnaženost vode, <https://ucilnice.arnes.si/mod/book/view.php?id=606555&chapterid=3331>, dostop 15. 12. 2024.

Porečje Hudinje s Šmartinskih jezerom, <https://www.rd-celje.si/>, dostop 15. 12. 2024.

Poročilo o stanju okolja v Mestni občini Velenje, <https://www.velenje.si/app/uploads/2022/07/Porocilo-o-stanju-okolja-v-MOV-2019.pdf>, dostop 15. 12. 2024.

Poročilo o obratovalnem monitoringu, Centralna čistilna naprava, https://www.kp-velenje.si/images/Dokumenti/Tehnologije_in_nadzor/Obratovalni_monitoring_CCN_Saleske_doline_2015.pdf, dostop 15. 12. 2024.

Slovenski vodni krog - Paka, RTV Slovenija, <https://kult-tv.si/slovenski-vodni-krog-paka/>, dostop 15. 12. 2024.

TDS meter in uporaba TDS metra, <https://www.vitamin.si/tds-meter/>, pridobljeno 15. 12. 2024.

ZAHVALA

Zahvaljujema se vsem, ki so nama pomagali pri raziskovalnem delu, še posebej obema mentorjema za vse nasvete in usmerjanje. Hvala tudi Ani Kočar za opravljen intervju in najnim bližnjim za podporo. Hvaležni sva tudi Premogovniku Velenje za posredovane podatke o monitoringu Šaleških jezer in reke Pake. Zahvaljujema se tudi gospe Jani Frangeš za jezikovni pregled najine naloge.

PRILOGE



PREMOGOVNIK VELENJE, d. o. o.
Partizanska cesta 78
3320 Velenje
Slovenija

Datum: 17.10.2024

OSNOVNA ŠOLA ŠALEK

ŠALEK 87

3320 VELENJE

g. Marko Moškotevc

Naš znak: IP 13/2024
Vaš znak:

Zadeva: PODATKI JEZERA IN PAKA

Na podlagi vaše prošnje za posredovanje podatkov o meritvah kakovosti jezer z dne 24.9.2024 in e pošte z dne 7.10.2024 vam po elektronski pošti posredujemo željene podatke.

Podatke je dovoljeno uporabljati zgolj za namen raziskovalne naloge, ki jo boste izvajali v šolskem letu 2024/25.

Tabela: Podatki za jezera

Leto	Velenjsko jezero			Družmirsko jezero			Škalsko jezero		
	maks. globina (m)	površina (m ²)	prostornina (m ³)	maks. globina (m)	površina (m ²)	prostornina (m ³)	maks. globina (m)	površina (m ²)	prostornina (m ³)
2022	61,1	1.465.238	34.187.725	85,3	1.241.896	25.888.625	18,2	164.780	930.200

Srečno!

Direktor
dr. Janez Rošar

Priloga:

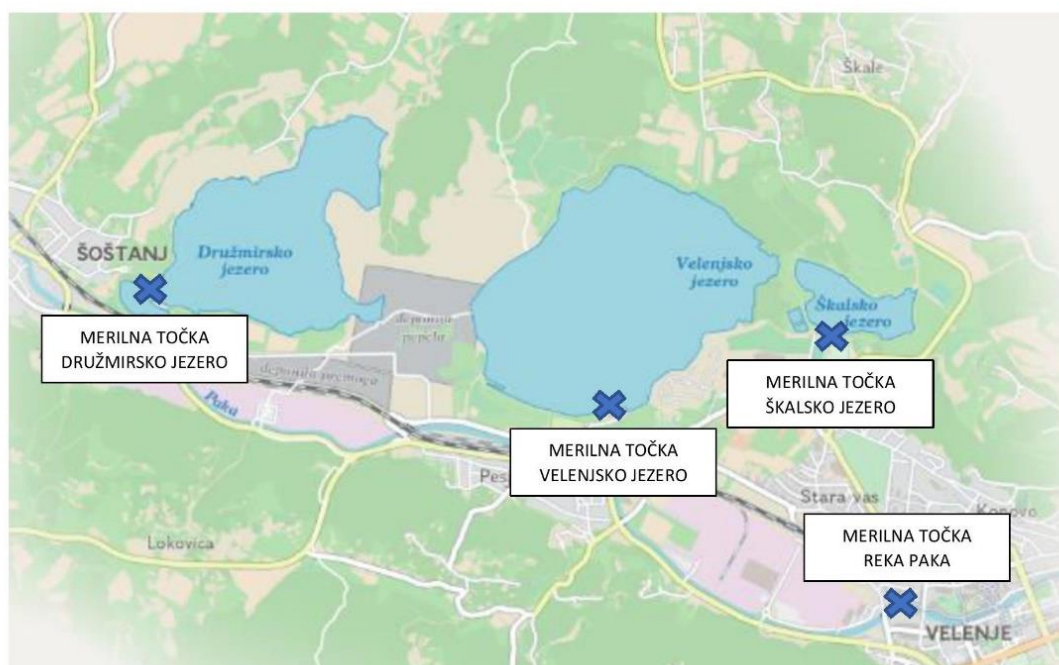
- 1 x e priloga -2022 jezera
- 1x e priloga – podatki Šaleška jezera -OŠ Šalek



TABELA ZA MERITVE KAKOVOSTI VODE V ŠALEŠKIH JEZERIH IN REKI PAKI

DATUM:	BARVA:	VONJ:	TEMPERATURA:	PH VREDNOST:	TRDI DELCI:	ELEKTROPREVODNOST:
16. 10.	rjavkasta	/ (Paka)	14 °C	7	0,171 ppm	342 μS/cm
16. 10.	skoraj prozorna	/ (Škalsko)	24,2 °C	7	0,202 ppm	342 μS/cm
16. 10.	skoraj prozorna	/ (Velenjsko)	24,5 °C	7	0,273 ppm	404 μS/cm
16. 10.	skoraj prozorna	/ (Družmirsko)	24,5 °C	7	0,272 ppm	544 μS/cm
16. 10.	skoraj prozorna	/ (Hudinja)	13,5 °C	7	0,173 ppm	346 μS/cm
19. 10.	malo rjava	/ (Paka)	13 °C	7	0,163 ppm	326 μS/cm
19. 10.	skoraj prozorna	/ (Škalsko)	16,5 °C	7	0,199 ppm	398 μS/cm
19. 10.	prozorna	/ (Velenjsko)	17 °C	7	0,261 ppm	522 μS/cm
19. 10.	prozorna	/ (Družmirsko)	15 °C	7	0,272 ppm	544 μS/cm
21. 10.	skoraj prozorna	/ (Šmartinsko)	15 °C	7	0,111 ppm	222 μS/cm
1. 11.	prozorna	/ (Paka)	14 °C	7	0,166 ppm	336 μS/cm
1. 11.	prozorna	/ (Škalsko)	18 °C	7	0,215 ppm	434 μS/cm
1. 11.	prozorna	/ (Velenjsko)	20,3 °C	7	0,270 ppm	540 μS/cm
1. 11.	prozorna	/ (Družmirsko)	18 °C	7	0,267 ppm	534 μS/cm
12. 11.	prozorna	/ (Hudinja)	13 °C	7	0,168 ppm	336 μS/cm
14. 11.	rjavkasta	/ (Šmartinsko)	17 °C	7	0,122 ppm	240 μS/cm
15. 11.	prozorna	/ (Paka)	9,2 °C	7	0,171 ppm	312 μS/cm
15. 11.	prozorna	/ (Škalsko)	11,7 °C	7	0,223 ppm	446 μS/cm
15. 11.	prozorna	/ (Velenjsko)	13,1 °C	7	0,291 ppm	582 μS/cm
15. 11.	prozorna	/ (Družmirsko)	11,8 °C	6	0,311 ppm	622 μS/cm
29. 11.	prozorna	/ (Paka)	9,2 °C	7	0,179 ppm	358 μS/cm
29. 11.	prozorna	/ (Škalsko)	9,6 °C	7	0,235 ppm	470 μS/cm
29. 11.	prozorna	/ (Velenjsko)	11,4 °C	6/7	0,290 ppm	580 μS/cm
29. 11.	prozorna	/ (Družmirsko)	9,6 °C	7	0,330 ppm	660 μS/cm

11. 12.	prozorna	/ (Hudinja)	7 °C	7	0,179 ppm	394 μ S/cm
11. 12.	prozorna	/ (Šmartinsko)	10 °C	7	0,119 ppm	238 μ S/cm
13. 12.	prozorna	/ (Paka)	6,7 °C	7	0,184 ppm	368 μ S/cm
13. 12.	prozorna	/ (Škalsko)	6,7 °C	7	0,237 ppm	474 μ S/cm
13. 12.	prozorna	/ (Velenjsko)	9,2 °C	7	0,303 ppm	606 μ S/cm
13. 12.	prozorna	/ (Družmirsko)	6,7 °C	7	0,338 ppm	678 μ S/cm



ODVZEMNI MESTI OB REKI HUDINJI IN ŠMARTINSKEM JEZERU