



Mladi raziskovalci Slovenije 2025

59. državno srečanje

Raziskovalna naloga

PO POTI POHORSKIH IZVIRSKIH VOD NA OBMOČJU MARIBORSKEGA POHORJA

Raziskovalno področje interdisciplinarno:

geografija-kemija

Šola: **OŠ Angela Besednjaka Maribor**

Avtor: **Nevena Pajić**

Mentor: **Julija Macuh, univ. dipl. inž. kem. tehnol.**

Maribor, april 2025

KAZALO

1	UVOD.....	1
2	PREGLED STANJA KAKOVOSTI VODE IZ NARAVNIH IZVIROV.....	3
3	METODOLOGIJA RAZISKOVANJA KAKOVOSTI IZVIRSKE VODE NA POHORJU	4
3.1	Terensko raziskovanje in vzorčenje.....	4
3.2	Laboratorijske analize kakovosti vode	5
3.2.1	Varno delo v laboratoriju	5
3.2.2	Motnost	6
3.2.3	Električna prevodnost.....	6
3.2.4	pH vrednost.....	7
3.2.5	Trdota vode.....	7
3.2.6	Mikrobiološka preiskava s hranilnim agarjem	9
3.2.7	Mikroskopska preiskava vsebnosti mikroplastike.....	10
3.3	Geološka sestava območja in vpliv kamnin na kakovost vode.....	10
3.4	Kartografska analiza in izdelava zemljevida izvirov	11
4	REZULTATI.....	12
4.1	Terensko raziskovanje in vzorčenje.....	12
4.2	Laboratorijske analize kakovosti vode	13
4.3	Geološka sestava območja in vpliv kamnin na kakovost vode.....	15
4.3.1	Metamorfne kamnine.....	16
4.3.2	Magmatske kamnine	20
4.4	Kartografska analiza in izdelava zemljevida izvirov	22
5	RAZPRAVA.....	25
5.1	Družbena odgovornost.....	26
6	ZAKLJUČKI.....	27
7	LITERATURA NI VIRI	29

KAZALO SLIK

Slika 1: Slap Skalce ali Framski slap; lasten vir	5
Slika 2: Določanje trdote vode; lasten vir	8
Slika 3: Barve raztopin v ekvivalentnih točkah pri določitvi trdot vode [8].....	9
Slika 4: Mikrobiološka preiskava s hranilnim agarjem; lasten vir	9
Slika 5: Mikroskopiranje; lasten vir	10
Slika 6: Situacija odvzemnih mest vzorcev vode; vir: podlaga: Outdooractive.com; odvzemna mesta dodana lastnoročno [10]	13
Slika 7: Poenostavljena geološka karta Pohorja; lasten vir	16
Slika 8: Skrilavec; vir: https://tinyurl.com/9dsctvb7	17
Slika 9: Marmor; vir: NASTANEK_POVRSJA_IN_KAMNINSKA ZGRADBA – Tomaž Pozne	18
Slika 10: Eklogit; vir: NASTANEK_POVRSJA_IN_KAMNINSKA ZGRADBA – Tomaž Pozne	19
Slika 11: Serpentin; vir: NASTANEK_POVRSJA_IN_KAMNINSKA ZGRADBA – Tomaž Pozne	20
Slika 12: Tonalit; vir: NASTANEK_POVRSJA_IN_KAMNINSKA ZGRADBA – Tomaž Pozne	20
Slika 13: Pegmatit, ki vsebuje lepidolit, turmalin in kremen; vir: https://tinyurl.com/yckjcx2f .	21
Slika 14: Gabro; vir: https://tinyurl.com/3rdxynkz	22
Slika 15: Zemljevid poti z označenimi izviri vode od spodnje do zgornje postaje vzpenjače; vir: podlaga: Outdooractive.com; pot dodana lastnoročno [10]	24
Slika 16: Fluidnost vode; lasten vir	28

KAZALO TABEL

Tabela 1: Podatki o odvzemnih mestih vzorcev vode	12
Tabela 2: Splošni parametri.....	14
Tabela 3: Kemijski parametri titracije	14
Tabela 4: Mejne vrednosti trdote vode.....	14
Tabela 5: GPS koordinate izvirov z razdaljami med zaporednimi izviri	23

POVZETEK

V naši raziskovalni nalogi *Po poti pohorskih izvirov na območju Mariborskega Pohorja* smo preučevali izvire vode na območju Mariborskega Pohorja in ocenili njihovo kakovost. Glavni cilji raziskave so bili identifikacija in kartiranje izvirov, analiza fizikalno-kemijskih in mikrobioloških lastnosti vode ter ugotavljanje vpliva geološke sestave na njeno kakovost.

V okviru terenskega dela smo evidentirali več izvirov vode, določili njihove GPS koordinate ter zbrali vzorce za laboratorijske analize. V laboratoriju smo izmerili pH vrednost, električno prevodnost, motnost in trdoto vode ter opravili mikrobiološko analizo za oceno prisotnosti bakterij. Prav tako smo z mikroskopskim pregledom preverili morebitno prisotnost mikroplastike.

Rezultati analiz so pokazali, da ima voda na Pohorju nizko vsebnost raztopljenih mineralov, kar potrjuje, da je mehka voda. Mikrobiološka preiskava je pokazala nizko prisotnost bakterijskih kolonij, kar pomeni, da je voda večinoma mikrobiološko neoporečna. Mikroskopska preiskava ni zaznala mikroplastike. Na sestavo vode pomembno vplivajo magmatske in metamorfne kamnine, ki so slabo prepustne, kar pripomore k ohranjanju čistosti podzemnih virov.

Po zaključenem raziskovalnem delu smo želeli svojo interpretacijo vode izraziti tudi skozi umetnost, zato smo ustvarili dve risbi. Prva upodablja čudovit slap Skalce, ki sicer ne sodi neposredno na Mariborsko Pohorje, a je v bližini in zagotovo vreden obiska. Druga risba pa prikazuje naše dožemanje vode, njen značaj, gibanje in sposobnost nenehnega preoblikovanja.

Eden izmed pomembnejših ciljev raziskave je bil osveščanje mladih o pomenu naravnih izvirov – ne le kot vodnega vira, temveč tudi kot spodbude za gibanje v naravi in varovanje okolja. Voda je ključni element našega obstoja, saj smo tudi sami večinoma sestavljeni iz nje.

Kot zaključek smo izdelali zemljevid izvirov, ki lahko služi kot pripomoček pohodnikom in raziskovalcem. Naša raziskava je pripomogla k boljšemu razumevanju naravnih vodnih virov na Pohorju in poudarila njihovo pomembnost za ohranjanje čiste pitne vode. Za prihodnje raziskave priporočamo daljše spremljanje kakovosti vode in analizo sezonskih nihanj.

Ključne besede: izviri vode, kakovost vode, Mariborsko Pohorje, analiza vode

SUMMARY

In our research project *Along the path of Pohorje Springs in the Mariborsko Pohorje area*, we studied water springs in the area of Mariborsko Pohorje and assessed their quality. The main goals of the research were the identification and mapping of the springs, analysis of the physical-chemical and microbiological properties of the water, and determining the impact of geological composition on its quality.

As part of our fieldwork, we documented several water springs, recorded their GPS coordinates, and collected samples for laboratory analysis. In the laboratory, we measured the pH value, electrical conductivity, turbidity, and water hardness, and performed a microbiological analysis to assess the presence of bacteria. We also conducted a microscopic examination to check for the possible presence of microplastics.

The results of the analyses showed that the water in Pohorje has a low content of dissolved minerals, confirming that it is soft water. The microbiological examination revealed a low presence of bacterial colonies, indicating that the water is mostly microbiologically safe. The microscopic analysis did not detect any microplastics. The composition of the water is significantly influenced by magmatic and metamorphic rocks, which are poorly permeable, contributing to the preservation of the purity of underground sources.

After completing the research, we wanted to express our interpretation of water through art as well, so we created two drawings. The first depicts the beautiful Skalce waterfall, which is not located directly on Mariborsko Pohorje but is nearby and certainly worth a visit. The second drawing portrays our perception of water—its character, movement, and constant ability to transform.

One of the more important goals of the research was to raise awareness among young people about the importance of natural springs—not only as a water source but also as motivation for outdoor activity and environmental conservation. Water is a key element of our existence, as we ourselves are mostly composed of it.

As a conclusion, we created a map of the springs, which can serve as a helpful tool for hikers and researchers. Our research contributed to a better understanding of natural water sources in Pohorje and emphasized their importance for maintaining clean drinking water. For future research, we recommend extended monitoring of water quality and analysis of seasonal variations.

Keywords: Water springs, Water quality, Mariborsko Pohorje, Water analysis

ZAHVALA

Najprej bi se rada iskreno zahvalila svoji mentorici, ki mi je pomagala pri vsakem koraku in nikoli ni izgubila upanja. Njena pomoč ni bila zgolj teoretična, temveč mi je nudila resnično podporo in zaupanje pri vsakem dejanju – pri izpisovanju in tudi pri napakah. Bila je izjemno dejavna in vedno pripravljena sodelovati na vseh področjih. Iz srca sem ji hvaležna za njen čas, posluh in potrpljenje – hvala.

Zahvaliti se želim tudi njenemu možu, ki mi je zelo pomagal pri oblikovanju raziskovalne naloge. Njegova pomoč je bila zame neprecenljiva, saj se – kljub številnim šolskim nalogam – ne najdem najbolje pri uporabi programskih orodij, ki so bila potrebna za končno oblikovanje. Ob tem ne morem prezreti njune povezanosti in predanosti, ki ju izžarevata. Čudovito ju je bilo opazovati – ljubezen je res način življenja.

Posebna zahvala gre tudi prof. dr. Marjani Simonič, ki me je spremljala pri delu v laboratoriju in mi pomagala pri iskanju ter obdelavi literature. Je izjemna oseba, ki svojo dobroto in toplino nesebično deli z drugimi.

1 UVOD

Raziskovalna naloga se je osredotočila na preučevanje izvirov vode na poti med spodnjo in zgornjo postajo vzpenjače na Pohorju ter na oceno kakovosti te vode. Pohorje, eno izmed najlepših naravnih območij v Sloveniji, je bogato s številnimi vodnimi viri, katerih sestava je močno povezana z geološkimi značilnostmi območja. Pogorje Pohorja je v glavnem zgrajeno iz zelo slabo prepustnih metamornih in magmatskih kamnin in predstavlja posebno hidrogeološko enoto. [1] Cilj raziskave je bil identificirati glavne izvire vode, analizirati njihovo kemijsko sestavo in oceniti kakovost vode. Poleg tega smo želeli izdelati zemljevid poti z označenimi izviri ter osvetliti pomen teh naravnih virov za lokalno prebivalstvo in obiskovalce.

Delo se je začelo s teoretično raziskavo geoloških značilnosti Pohorja. Kot največje območje metamornih in magmatskih kamnin v Sloveniji omogoča nastanek številnih izvirov in potokov, ki večinoma vsebujejo užitno vodo. Nato smo na terenu identificirali ključne izvire in opravili osnovne meritve. Pri tem smo intuitivno ugotovili, da je trdota vode na teh izvirih manjša od tiste, ki jo poznamo iz vodovodnega sistema. To smo že predhodno opazili na športnih dnevih, ko smo si vodo iz plastenk pogosto zamenjali s svežo vodo iz potokov. Skozi raziskavo smo potrdili, da so ti naravni viri pogosto kakovostnejši od pričakovanj.

Ob raziskovanju smo prav tako opazili, da številni izviri na tem območju nimajo imen, vendar jih lokalni prebivalci dobro poznajo in uporabljajo. Naloga je imela tudi širši namen – osveščanje mladih o pomenu naravnih vodnih virov ter spodbujanje fizične aktivnosti v naravi. S tem smo želeli opozoriti, da se zaradi vsakodnevnih obveznosti pogosto premalo gibljemo, raziskovanje pohorskih izvirov pa je odlična priložnost za združitev gibanja in raziskovalnega dela.

Na koncu smo zbrane podatke analizirali in pripravili zemljevid poti z označenimi izviri, kar lahko v prihodnje služi kot vodnik za pohodnike in raziskovalce. Raziskovalna naloga je tako združila znanstveni pristop s praktičnimi opažanji ter osvetlila pomen naravnih vodnih virov na Pohorju.

Sprašujemo se: Kdaj lahko vodo štejemo za varno za pitje? To je vprašanje, na katerega mnogi občasno pozabijo. Pitna voda mora biti brez vonja, barve in okusa, kar

je še posebej pomembno pri naravnih vodnih virih. Pri uživanju vode iz narave je ključno, da se nahajamo dovolj daleč od morebitnih virov onesnaženja, ki bi lahko vplivali na njeno kakovost in varnost za naše zdravje.

Pred raziskovanjem, smo si postavili tri osnovne hipoteze, ki so se nanašale na naše delo:

1. Trdota vode z obravnavanega območja je manjša od vode iz vodovodne pipe in plastenk.
2. Splošno število bakterij v vodi obravnavanega območja je zanemarljivo majhno.
3. Voda z obravnavanega območja ne vsebuje mikroplastike.

2 PREGLED STANJA KAKOVOSTI VODE IZ NARAVNIH IZVIROV

Na območju Mariborskega Pohorja so bile izvedene raziskave o kakovosti vode iz naravnih izvirov. Mestna občina Maribor je leta 2019 začela spremljati mikrobiološko onesnaženost vode na priljubljenih izviroh v Mariboru in občini Ruše. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano je leta 2019 izvedel mikrobiološke analize priljubljenih izvirov v teh občinah. Rezultati analiz so pokazali, da voda ni vedno popolnoma čista, zato se priporoča, da se pred zaužitjem prekuha. [2]

Poleg tega je bila izvedena hidrogeološka raziskava izvirov v Stražunskem gozdu, kjer so bile analizirane fizikalne in kemijske lastnosti vode ter ocenjen vpliv okoliškega zaledja na vodni tok. Na uradni spletni strani Mestne občine Maribor so objavljene informacije o naravnih izviroh na tem območju, vključno z opozorili glede kakovosti vode in priporočili za njeno uporabo. [3], [4]

Mariborski vodovod je za leto 2021 naročil Letno poročilo o zdravstveni ustreznosti pitne vode Mariborskega vodovoda za leto 2021. To poročilo vsebuje podatke o kakovosti pitne vode v različnih občinah, ki jih oskrbuje Mariborski vodovod, vključno z mikrobiološkimi in fizikalno-kemijskimi analizami. [5]

S pregledom stanja ugotavljamo, da so bile v bližnji preteklosti izvedene raziskave o kakovosti vode iz naravnih izvirov. Te raziskave so bile omejene na izvire v dolini, tako da je smiselna raziskava kakovosti vode na izbranem območju Mariborskega Pohorja, za katerega teh podatkov še ni.

3 METODOLOGIJA RAZISKOVANJA KAKOVOSTI IZVIRSKE VODE NA POHORJU

Pri raziskavi kakovosti izvirov užitne vode na poti med spodnjo in zgornjo postajo vzpenjače na Pohorju smo uporabili več različnih raziskovalnih metod, ki zagotavljajo izpolnitev v raziskovalni nalogi zastavljenih ciljev. Raziskava temelji na terenskem delu (opazovanje, meritve, kartiranje), laboratorijskih analizah (kemijska parametri vode), geoloških preučevanjih (pregled geoloških značilnosti območja) in kartografskem dokumentiranju izvirov (zemljevid z označenimi izviri).

3.1 Terensko raziskovanje in vzorčenje

Pri prvem obisku Pohorja smo se skupaj z mentorico odpravili do tretje postaje vzpenjače, kjer smo začeli terensko raziskavo. Med pohodom smo občudovali naravo in se povezovali z njenim okoljem, hkrati pa smo evidentirali in dokumentirali izvire užitne vode na obravnavanem območju. Vsak izvir smo locirali s pomočjo GPS naprave ter ga fotografsko dokumentirali. Poleg osnovnih geografskih podatkov smo zabeležili tudi posamezne podatke o odvzemu vode, kot so nadmorska višina, pretočnost in vizualni indikatorji kakovosti vode (barva, prosojnost, prisotnost usedlin).

Ob drugem obisku smo prehodili celotno pot – od spodnje postaje vzpenjače na Pohorju do zgornje postaje Bellevue. Med raziskovanjem smo ponovno zbrali vzorce vode in nekaj primerkov kamnin, ki jih bomo kasneje vrnil na njihovo prvotno mesto. Skupno smo odvzeli šest vzorcev vode za nadaljnjo laboratorijsko analizo. Pri zajemanju vode smo upoštevali predpisane standarde, pri čemer smo steklenice večkrat splaknili z vzorčno vodo, da smo zagotovili pravilno odvzemanje. Vzorci so bili nato ustrezno shranjeni in transportirani do laboratorija za nadaljnje kemijske in mikrobiološke analize.

Le kakšno uro hoje stran se nahaja slap Skalce ali Framski slap, ki smo ga prav tako obiskali. Ta slikovita naravna znamenitost je vsekakor vredna ogleda, zato obisk toplo priporočamo – prepričani smo, da bi si tudi ta kraj zaslužil večjo prepoznavnost. Slika 1 prikazuje risbo slapa Skalce ali Framski slap.



Slika 1: Slap Skalce ali Framski slap; lasten vir

3.2 Laboratorijske analize kakovosti vode

V laboratoriju smo na šestih (6) odvzetih vzorcih vode izvedli nekatere fizikalno-kemijske analize in mikrobiološko analizo z agarjem, ki so nam omogočile vpogled v delno oceno kakovosti vode. Pri fizikalno-kemijskih analizah smo izmerili motnost, njeno trdoto, pH vrednost vode in električno prevodnost.

3.2.1 Varno delo v laboratoriju

Za varno delo v laboratoriju moramo biti ustrezno opremljeni. Pri tem upoštevamo naslednja osnovna pravila za varnost v laboratoriju [6]:

- V laboratorij ne nosimo pijače in hrane.
- Študentje opravljajo vaje pod nadzorom asistenta in v skladu s pisnimi navodili.
- Pred pričetkom dela se ustrezno zavarujemo z osebno varnostno opremo (zaščitna halja, zaščitna očala, zaščitne rokavice).

- Dolge lase povežemo v čop.
- Delovni prostor pred izvedbo poskusa očistimo.
- Delovna mesta v laboratoriju morajo biti čista in urejena, prav tako umivalniki. Pred izvajanjem poskusov proučimo osnovne lastnosti kemikalij (strupenost, vnetljivost - nalepka na steklenici oz. varnostni list), ki jih bomo uporabljali.
- Tekočin nikoli ne pipetiramo z usti, ampak uporabimo žogico ali nastavek za pipetiranje.
- Odvečnih reagentov ne vračamo v posodo, iz katere smo jih vzeli.
- Razbito steklovino pazljivo počistimo z uporabo primerne zaščite in odložimo v označene zbiralnike.
- Z aparaturami je potrebno ravnati v skladu z navodili in pod nadzorom asistenta oziroma tehničnega sodelavca.
- Delovno opremo pred uporabo pregledamo. O morebitnih napakah ali okvarah takoj obvestimo asistenta. Naprave uporabljamo le za to, čemur so namenjene.
- Če se voda ali kemikalije polijejo po električni napravi, je potrebno napravo takoj izklopiti in počistiti ter osušiti.
- Prehodi v laboratoriju, ki vodijo proti izhodu, morajo biti prosti.
- Po končanem delu si umijemo roke.

3.2.2 Motnost

Motnost vode določimo s Hach-ovim laboratorijskim turbidimetrom. Motnost podamo v [NTU] (NTU= nefelometrične enote, angl. Nephelometric Turbidity Units). Motnost v vodi povzročajo anorganske in organske suspendirane snovi. Več kot je prisotnih suspendiranih delcev v raztopini tem večja je motnost vzorca in tem bolj se na delcih sipa svetloba. Intenziteta sipanja svetlobe je poleg koncentracije suspendiranih delcev funkcija velikosti in oblike delcev, valovne dolžine svetlobe in razlike lomnih količnikov delcev in vode. [6]

Vzorec smo nalili v kiveto, vstavili v napravo, pritisnili tipko READ in počakali, da je instrument opravil meritev.

3.2.3 Električna prevodnost

Električna prevodnost (κ) je merilo za sposobnost vode, da prevaja električni tok, enota je $\mu\text{S}/\text{cm}$. Odvisna je od prisotnosti ionov v vodi: od njihove koncentracije, gibljivosti in

naboja ter od temperature vode pri merjenju. Višja je električna prevodnost, več mineralnih snovi je raztopljeno v njej. Posledično je lahko voda bolj »trda«. V Sloveniji se povprečna električna prevodnost vode giblje okoli 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Mejna vrednost električne prevodnosti vode pa znaša 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. [2]

Preizkus smo izvedli tako, da smo vzorec nalili v čašo, vstavili konduktometrično celico, premešali in odčitali rezultat.

3.2.4 pH vrednost

pH je merilo kislosti oz. bazičnosti ali prisotnosti vodikovih oz. hidroksilnih ionov. pH je izredno pomemben za organizme v vodah. Človek vnaša več kislih kot bazičnih snovi v naravne vode. Za določanje pH vrednosti uporabimo mikroprocesorski laboratorijski pH/mV-meter, kombinirano elektrodo in magnetno mešalo. [6]

Za določanje pH vrednosti uporabimo mikroprocesorski laboratorijski pH/mV-meter, kombinirano elektrodo in magnetno mešalo. Običajno je primerjalna (referenčna) elektroda srebrna ali kalomelova elektroda, merilna pa steklena elektroda. Aparat umerimo najprej s pufrom pH = 7,00, nato pa s pufrom pH = 4,00. [7]

Za pitno vodo je določena mejna vrednost med 6,5 in 9,5. [2]

Preizkus smo izvedli tako, da smo elektrodo potopili v vzorec, vklopili mešalo in izmerili pH.

3.2.5 Trdota vode

Določili smo karbonatno, kalcijevo in celokupno trdoto vode ter izračunali nekarbonatno in magnezijevo trdoto vode. Rezultate podamo v $^{\circ}\text{d}$ in v mmol/L Ca-ionov.

Pri določanju karbonatne trdote (KT) smo najprej odpipetirali 20 ml vzorca vode, mu dodali destilirano vodo in nekaj kapljic indikatorja metiloranž. Nato smo postopoma titrirali z raztopino solne kisline (HCl) 0,1 mol/l, dokler se barva ni spremenila iz rumene v čebulno. Ta barvni preskok nam je pokazal količino karbonatov in bikarbonatov v vodi ter s tem njeno karbonatno trdoto.

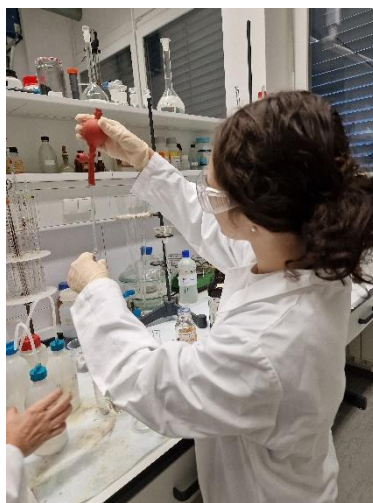
Pri določanju celokupne trdote (CT) smo vzorcu dodali enako količino HCl, kot smo jo porabili pri določanju KT. Nato smo dodali 5 ml puferne raztopine ($\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$) in za

noževno konico indikatorja eriokrom črno T. Titrali smo z raztopino kompleksona III, dokler se barva ni spremenila iz močno roza v modro. Na ta način smo določili skupno vsebnost kalcijevih in magnezijevih ionov v vodi, ki vplivajo na njeno celokupno trdoto.

Za določanje kalcijeve trdote (CaT) smo v 20 ml vzorca dodali enako količino HCl, kot smo jo uporabili pri določanju KT. Nato smo dodali 5 ml raztopine NaOH 5 mol/l in za noževno konico indikatorja mureksid. Takoj smo začeli titracijo z raztopino kompleksona III, pri čemer smo spremljali barvni preskok iz rdeče v vijolično. Na podlagi porabe titranta smo izračunali vsebnost kalcijevih ionov v vodi.

Nekarbonatna trdota NKT je enaka $NKT = CT - KT$, magnezijeva trdota MgT pa enaka $MgT = CT - CaT$.

Slika 2 pa prikazuje pipetiranje v postopku določanje trdote vode. Slika 3 prikazuje barve raztopin v ekvivalentnih točkah pri določitvi trdot vode.



Slika 2: Določanje trdote vode; lasten vir



Slika 3: Barve raztopin v ekvivalentnih točkah pri določitvi trdot vode [8]

3.2.6 Mikrobiološka preiskava s hranilnim agarjem

Poleg kemijskih lastnosti smo preverili mikrobiološko kakovost vode z agarjem, s katerim smo analizirali prisotnost bakterij. Uporabili smo hranilni agar, ki se uporablja za splošno štetje bakterij v vodi, ki so lahko kazalniki fekalnega onesnaženja. Ohlajenega smo nalili v čiste in sterilizirane petrijevke. Naslednji dan smo s sterilnimi palčkami nanegli vzorce vode. Uporabili smo metodo premazovanja z zankami na gojišče. Petrijevke z vzorci smo nato postavili ob radiator, da so imele dovolj toplote za rast in razmnoževanje (petrijevke je najbolje hraniti pri temperaturi 35 °C– 37 °C).



Slika 4: Mikrobiološka preiskava s hranilnim agarjem; lasten vir

3.2.7 Mikroskopska preiskava vsebnosti mikroplastike

Ker je bila voda bistra in je mogoče vsebovala le drobne delce ali mikroorganizme, smo lahko vzorec preprosto kapnili neposredno na objektno stekelce in prekrili s pokrovnim stekelcem. Po pripravi vzorca smo nadaljevali z mikroskopiranjem pod ustrezno povečavo.

Uporabili smo stereomikroskopijo ($10\times - 100\times$ povečava), s katero se lahko opazuje večje delce, kot so mikroplastika, plankton in večcelični organizmi.

Najprej smo vzorec vode pregledali pri nizki povečavi ($10\times - 40\times$), da smo dobili splošen vpogled. Nato smo uporabili večjo povečavo ($100\times - 400\times$) za podrobnejšo analizo mikroplastike.



Slika 5: Mikroskopiranje; lasten vir

3.3 Geološka sestava območja in vpliv kamnin na kakovost vode

Ker geološka sestava območja pomembno vpliva na kemijsko sestavo vode, smo raziskali tudi vrste kamnin, ki so prisotne na Pohorju. Ugotovili smo, da območje

sestavljajo predvsem granodiorit, gneis, skrilavci, pegmatitne žile in serpentiniti. Ti minerali sproščajo v vodo določene elemente, kar vpliva na njeno kemično sestavo. Na primer, serpentiniti lahko prispevajo magnezij in železo, medtem ko pegmatiti sproščajo sledove redkih elementov, kot sta litij in bor.

3.4 Kartografska analiza in izdelava zemljevida izvirov

Zbrane podatke smo uporabili za izdelavo zemljevida z označenimi izviri užitne vode na poti proti zgornji postaji vzpenjače. S pomočjo Geografskega informacijskega sistema (GIS) smo vrisali natančne lokacije izvirov in vključili dodatne informacije o njihovih fizikalnih in kemijskih lastnostih. Tak zemljevid lahko služi kot uporabno orodje za pohodnike in raziskovalce, ki jih zanimajo naravni vodni viri na Pohorju.

4 REZULTATI

V poglavju 4 podajamo rezultate prej predstavljenih metod in metodologij raziskovalne naloge.

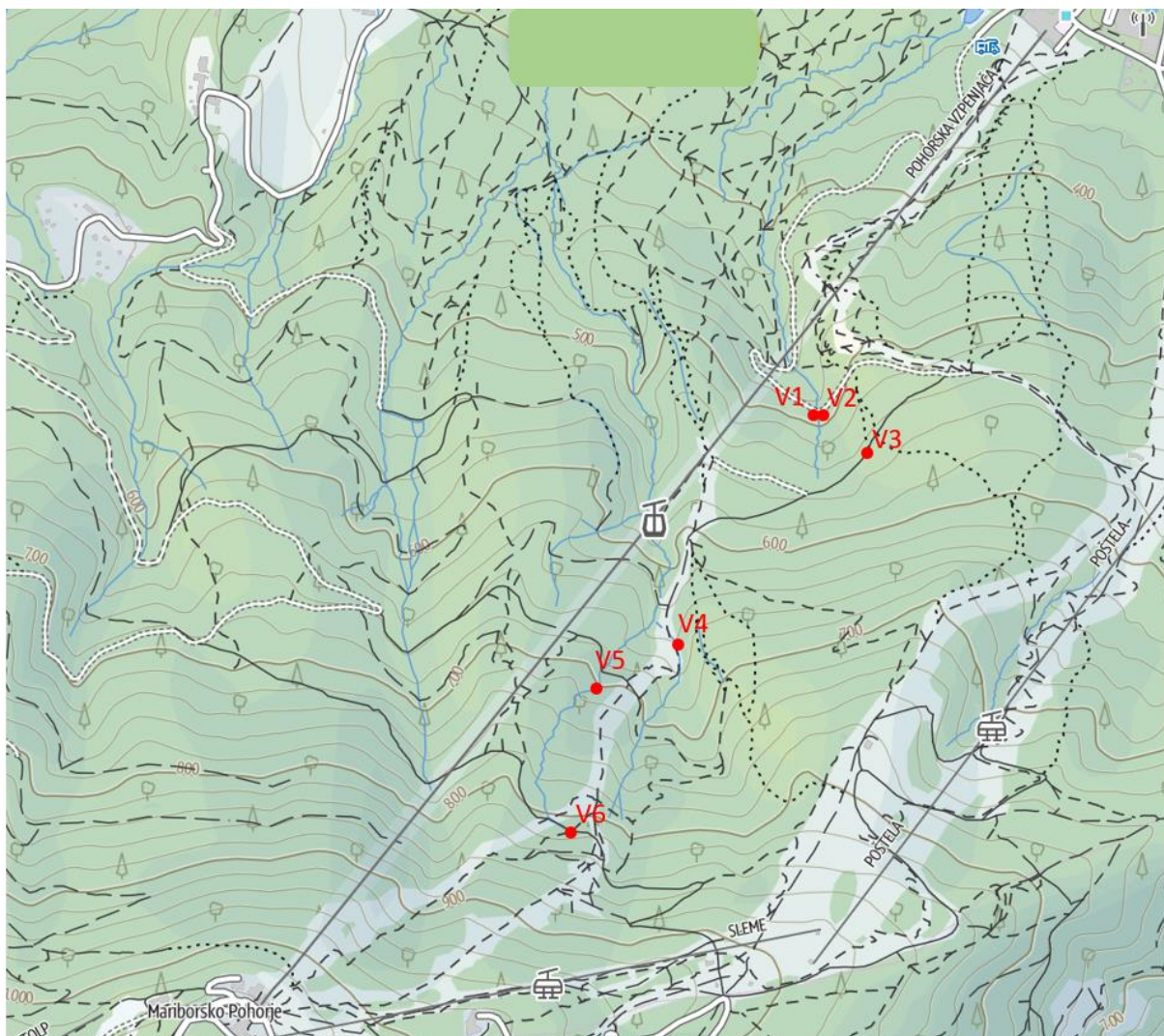
4.1 Terensko raziskovanje in vzorčenje

Najprej smo izvedli terensko raziskavo, pri kateri smo evidentirali in dokumentirali izvire oz. mesta odvzema vzorcev vode na obravnavanem območju. Vsak odzjem smo locirali s pomočjo GPS naprave in ga fotografsko dokumentirali. Poleg osnovnih geografskih podatkov smo pri vsakem izviru zapisali tudi njegove fizikalne lastnosti, kot so nadmorska višina (n.m.v.), ocenjena pretočnost in vizualni indikatorji kakovosti vode (barva, motnost, prisotnost usedlin).

Tabela 1 vsebuje podatke o odvzemnih mestih vzorcev vode ter njihove ocenjene pretočnosti, barvo, motnost in prisotnost usedlin. Slika 6 pa prikazuje situacijo odvzemnih mestih vzorcev vode.

Tabela 1: Podatki o odvzemnih mestih vzorcev vode

Splošni parameter	V1	V2	V3	V4	V5	V6
GPS koordinate	46.526299 15.593455	46.526297 15.593468	46.525537 15.594823	46.522411 15.589765	46.521817 15.587986	46.519027 15.587153
n.m.v. (m)	521	522	567	664	708	836
ocenjena pretočnost	majhna	zelo majhna	zelo majhna	majhna	majhna	zelo majhna
barva	brezbarvna	brezbarvna	brezbarvna	brezbarvna	brezbarvna	brezbarvna
prosojnost	prosojno	prosojno	prosojno	prosojno	prosojno	prosojno
prisotnost usedlin	ni	ni	ni	ni	ni	ni



Slika 6: Situacija odvzemnih mest vzorcev vode; vir: podlaga: Outdooractive.com; odvzemna mesta dodana lastnoročno [10]

4.2 Laboratorijske analize kakovosti vode

V laboratoriju smo na šestih (6) odvzetih vzorcih vode izvedli nekatere fizikalno-kemijske analize in mikrobiološko analizo s hranilnim agarjem.

Pri fizikalno-kemijskih analizah smo izmerili motnost, električno prevodnost in pH vrednost vode. Izmerili smo tudi njeno trdoto. Tabela 2 podaja rezultate motnosti, električne prevodnosti in vrednosti pH. Tabela 3 podaja rezultate celokupne, karbonatne in kalcijeve trdote vode. Nekarbonatna (NKT) in magnezijeva (MgT) trdota se določita iz izrazov: $NKT = CT - KT$, $MgT = CT - CaT$.

Podajanje izmerjenih rezultatov smo izvedli po [8].

Tabela 2: Splošni parametri

Splošni parameter	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Motnost (NTU)	0,26	0,65	0,46	0,43	1,09	1,76
Prevodnost κ ($\mu\text{S/cm}$)	328	125	136	98	97	77
pH (-)	7,4	6,8	7,2	7,1	7,3	6,7

Tabela 3: Kemijski parametri titracije

Kemijski parameter titracije	V1	V2	V3	V4	V5	V6
CT*	0,75	0,75	0,75	0,6	0,6	0,5
CaT*	0,45	0,45	0,25	0,35	0,3	0,2
KT*	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,15
NKT*	0,55	0,55	0,55	0,4	0,4	0,35
MgT*	0,3	0,3	0,5	0,25	0,3	0,35

* Vse trdote so podane v mmol/L Ca^{2+} .

Tabela 4: Mejne vrednosti trdote vode

Kategorija	Opis
Mehka voda	0 – 1,3 Voda se dobro peni z milom, ne povzroča nalaganja vodnega kamna.
Srednje trda voda	1,3 – 2,5 Rahlo se nalaga vodni kamen, normalna uporaba za gospodinjstva.
Trda voda	2,5 – 3,8 Opazno nalaganje vodnega kamna, manjša učinkovitost detergentov.
Zelo trda voda	> 3,8 Močno nalaganje vodnega kamna, težave pri ogrevalnih napravah.

Mikrobiološka analiza s hranilnim agarjem je po štirih dnevih pokazala , da je bilo število bakterijske kolonij v Petrijevkah zanemarljivo.

Mikroskopska preiskava s stereomikroskopijo ni pokazala mikroplastike v vzorcih vode.

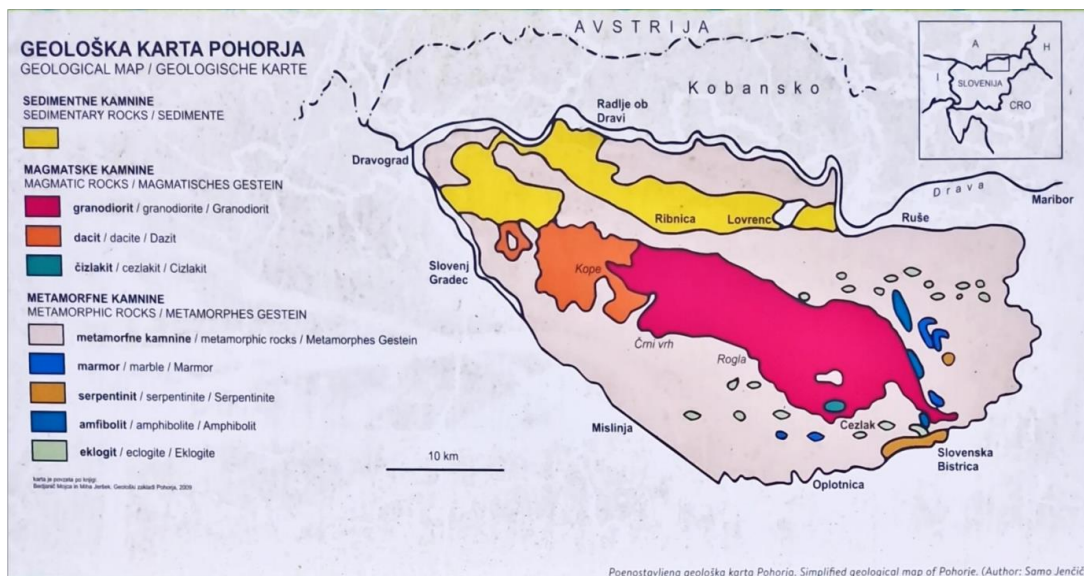
4.3 Geološka sestava območja in vpliv kamnin na kakovost vode

Kamnine delimo na tri osnovne skupine: sedimentne, magmatske in metamorfne. Njihove lastnosti in značilnosti so odvisne od načina nastanka.

V Sloveniji prevladujejo sedimentne kamnine, ki jih pogosto imenujemo tudi usedline, kar že samo po sebi nakazuje njihov izvor. Nastajajo z nalaganjem in strjevanjem odmrlih organizmov ter drugih delcev skozi dolga geološka obdobja. Njihova glavna značilnost je prepustnost za vodo, kar omogoča zbiranje velike količine podzemne pitne vode. Prav ta sposobnost shranjevanja in prepuščanja vode igra ključno vlogo pri vodnih virih v Sloveniji.

Kljub temu v naši državi najdemo le približno 4 % magmatskih in metamorfnih kamnin, ki pa pomembno prispevajo k raznolikosti pokrajine. Te kamnine so neprepustne za vodo, kar omogoča nastanek izvirov in potokov, kot jih najdemo na Pohorju. Magmajske kamnine nastanejo s strjevanjem magme ali lave. Če magma prodre na površje, nastanejo predornine, če pa ostane v notranjosti Zemlje, govorimo o globočinah, ki se sčasoma preoblikujejo. Metamorfne kamnine pa nastanejo iz sedimentnih ali magmatskih kamnin pod vplivom visokega tlaka in temperature, ki naraščata s poglobljanjem v zemeljsko skorjo. Čeprav so večinoma sestavljene iz različnih mineralov, nekatere vsebujejo le en sam mineral – takšne imenujemo čiste kamnine.

Pogorje Mariborskega Pohorja sestavljajo metamorfne in magmatske kamnine. V nadaljevanju opisujemo glavne kamnine. Slika 7 prikazuje poenostavljeno geološko karto Pohorja, ki je bila fotografirana z informacijske table ob slapu Skalce.



Slika 7: Poenostavljena geološka karta Pohorja; lasten vir

4.3.1 Metamorfne kamnine

Skrilavec

Skrilavec je sestavljen pretežno iz kremena, vendar sta prisotna tudi sljuda in glinavec. Glina med sedimentnim procesom prehaja v trdni glinavec, ki se nato zaradi delovanja pritiskov preoblikuje v skrilavi glinavec. Pod vplivom povečane temperature in pritiska ter rahle rekristalizacije se lahko metamorfen, filitoiden skrilavec nadalje preoblikuje v glinasti skrilavec. Ena izmed značilnih lastnosti skrilavcev je skrilavost, kar pomeni, da se kamnina enostavno cepi vzdolž paralelnih ravnin, ki niso nujno vzporedne prvotni plastovitosti, a ustvarjajo navidezno plastovito strukturo.

V skrilavcih se pojavljajo različni minerali, med katerimi so najpogostejši sljuda, klorit, lojevec, rogovača in grafit. Ker minerali nastajajo po ploskvah cepljenja, je prve nove kristale mogoče zaznati že v zgodnjih fazah metamorfoze. Vendar so zaradi njihove fine strukture s prostim očesom pogosto težko vidni. Barva skrilavcev je običajno siva do črna, kar je posledica prisotnosti fino razpršenih neprosojnih mineralov ali organske snovi.



Slika 8: Skrilavec; vir: <https://tinyurl.com/9dsctvb7>

Marmor

Marmor nastaja iz biokemičnih usedlin karbonatov, redkeje pa iz apnenčastih breč, konglomeratov ali peščenjakov. Na Pohorju so vsi marmorji kalcitni, kar pomeni, da so nastali iz apnenca in ne iz dolomita. Kot monomineralna kamnina je marmor večinoma sestavljen iz kalcita in je lahko debelozrnate ali drobnozrnate strukture. Čisti marmorji, brez primesi drugih mineralov, so beli, medtem ko jim pirit in grafit dajeta sive odtenke, amfibolit in biotit pa zelenkaste tone.

Kalcitni marmorji so pogostejši od dolomitnih. Med akcesornimi minerali v marmorjih najdemo kremen, plagioklaze, tremolit, rogovačo, wollastonit, diopsid, magnetit, muskovit, biotit in forsterit, medtem ko so pirit, granat in granit redkejši. Pri retrogradni metamorfozi so nastali tudi epidot, klorit, klinozoisit, serpentin in forsterit. Nekateri minerali so vidni že s prostim očesom, predvsem v obliki makrokristalov, na primer romboedrski kalcitni kristali, ki lahko dosežejo velikost do 1 cm. Pogost mineral v pohorskih marmorjih je diopsid, ki se pojavlja v temno zeleni barvi.

Marmor je zaradi metamorfoze videti plastast, kar je posledica dinamometamorfoze, pri kateri se sočasno dogajata premikanje kamnine in preobrazba karbonatnega sedimenta. Med tem procesom so se silikatni minerali koncentrirali v trakove, dolomitna zrna pa so se deformirala vzdolž skrilavosti. Razpoke v masivnem marmorju so pogoste, v njih pa lahko najdemo granodioritno magmo, ki se je v starejše razpoke

vtisnila v obliki aplitnih žil. Na vzhodnem in južnem Pohorju so kalcitni marmorji še vedno slabo raziskani, pri čemer nekateri strokovnjaki zagovarjajo njihov nastanek pri regionalni metamorfozi, drugi pa menijo, da so posledica kontaktne metamorfoze zaradi bližine magmatskih kamnin.



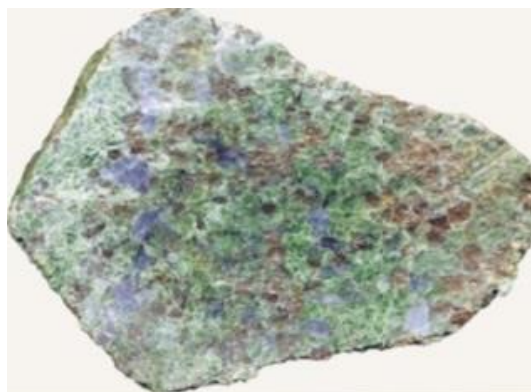
Slika 9: Marmor; vir: NASTANEK_POVRSJA_IN_KAMNINSKA_ZGRADBA – Tomaž Pozne

Eklogit

Eklogit sestavljata rdeč granat in temno do živo zelen klimopiroksen omfacit, poleg njiju pa se lahko pojavi do 30 različnih mineralnih primesi, med katerimi je tudi diamant (leta 2017 so ga odkrili na Pohorju v okolici Visol). Pogosti minerali v eklogitu so rožnati korund, modri kianit, zoisit, pirit in črni amfibolit, v nekaterih primerih pa tudi rogovača. Njihove kombinacije in količinska razmerja so zelo različna, prav tako tudi velikost zrn.

Na regionalno metamorfoznih območjih eklogiti niso redki. Na Pohorju so prisotni temnejši eklogiti, bogati z železom, ter svetlejši eklogiti, ki vsebujejo več magnezija in aluminija. Ena izmed njihovih ključnih lastnosti je visoka gostota ($2,6\text{--}2,9\text{ g/cm}^3$). Eklogite je že v začetku 20. stoletja Pentti Eelis Eskola razvrstil v eklogitni facies, ki je značilen za nastanek pod visokimi tlaki. Odkritje coesita in diamanta je kasneje potrdilo, da so eklogiti nastali pri tlakih nad 3 GPa (coesit) ali celo 4 GPa (diamant), kar pomeni, da so se oblikovali na globini 100–120 km pod površjem.

Pohorski eklogiti so pri svojem nastanku dosegli tlak med 3,0 in 3,1 GPa ter temperature med 760 in 820 °C. Nastali so z metamorfozo suhih bazaltnih lav, tufov in gabroidnih mas, kar pomeni, da so posledica pogrezanja v skorjo in plašč. Prisotnost amfibola in zoisita nakazuje, da je bilo v času metamorfoze prisotno nekaj vode, čeprav je eklogit nastal v pretežno suhih pogojih. Plagioklaz v eklogitih nikoli ni prisoten, kljub temu da imajo bazaltno sestavo.



Slika 10: Eklogit; vir: NASTANEK_POVRŠJA_IN_KAMNINSKA_ZGRADBA – Tomaž Pozne

Serpentinit

Serpentinit je značilna, neobstoja metamorfna kamnina, ki jo je enostavno prepoznati. Dobro ohranjeni vzorci so črni s centimetrskimi bronastimi bastitnimi kristali, ki se na soncu svetijo. Če je serpentinit močno preperel, dobi mrežasto teksturo, podobno kačji koži, ki jo ustvarjajo bele magnezitove ali opalne žile.

Serpentinit je nastal iz magmatskih kamnin, ki so skozi čas doživele več stopenj preobrazbe. Njegovo ime izhaja iz latinske besede *serpens*, kar pomeni kača, slovensko ime za serpentinit pa je kačnik. V preteklosti so serpentinit uporabljali za posipavanje cest, danes pa je bolj cenjen z botaničnega vidika, saj vpliva na rast specifičnih rastlinskih vrst. Še vedno pa ga občasno uporabljajo tudi v gradbeništvu.



Slika 11: Serpentinit; vir:
NASTANEK_POVRSJA_IN_KAMNINSKA_ZGRADBA – Tomaž Pozne

4.3.2 Magmatske kamnine

Tonalit

S strjevanjem magme v razpokah nastanejo žilnine, med katere spada tudi obarvani Pohorski tonalit, ta pa je najbolj znana in razširjena magmatska kamnina v Sloveniji. Celotni osrednji del Pohorja je iz njega. V preteklosti so mu ljudje pravili pohorski granit, danes pa ga splošno imenujemo tonalit, čeprav je njegovo najustreznejše ime granodiorit. Glede na mineralno in kemično sestavo se uvršča v granitno skupino, saj vsebuje več kot 63 % SiO_2 . V pohorskem tonalitu sta to kremen ter kisli in bazini glinenci. Značilni minerali so biotitne sijude in rogovača. Na osnovi teh mineralov se pohorski tonalit razvršča v skupino granitov, saj vsebuje več kot 63 % SiO_2 , zato to kamnino imenujemo tudi salina kamnina, ki je svetle barve. [9]



Slika 12: Tonalit; vir:
NASTANEK_POVRSJA_IN_KAMNINSKA_ZGRADBA – Tomaž Pozne

Pegmatit

Glavni minerali, ki sestavljajo pegmatit, so predvsem kremen, alkalni glinenci, plagioklazi in sljude. Pegmatit je lahko različnih barv, v Sloveniji ima pogosto zelo velika črna (turmalini), bela in rjava svetleča mineralna zrna (muskovit).

Sestava magme je podobna kot tista, iz katere nastane granit, torej vsebuje veliko silicija in kisika, razlika pa je v hitrosti ohlajanja. Pri pegmatitu se magma ohladi v razpokah, žilah ali lečastih prostorih znotraj drugih kamnin. Mineralna zrna rastejo zelo hitro zaradi hitrih sprememb tlaka.

Pegmatit je kamnina, zanimiva z ekonomskega vidika, saj lahko vsebuje redke minerale (kositrove in volframove minerale) ter drage kamne (turmalin, korund in akvamarin), ki jih pridobivamo iz te kamnine.



Slika 13: Pegmatit, ki vsebuje lepidolit, turmalin in kremen; vir: <https://tinyurl.com/yckjcx2f>

Gabro

Navzven in po kemični sestavi ima kamen nekaj podobnosti z bazaltom, vendar je za razliko od njega bolj odporen. Barva kamna je pretežno črna ali temno siva, včasih so vzorci z zelenkastim odtenkom. Ima sistem kristalne strukture. Vsebuje takšne kristalne minerale, kot sta plagioklaz in avgit. Vse kemične vezi, ki jih sestavljajo, so konstantne in se ne spreminjajo, zato je ta pasma odporna na vodo in ne reagira s

kisikom. Gabro-diabaz ima visoko gostoto, zato ga je težko obdelati. Njegova proizvodnja v industrijskem obsegu zahteva posebno opremo, kar se odraža v končni ceni izdelka. Trenutno veljata za največja nahajališča Avstralija in Kitajska. Na ozemlju Rusije so ogromna nahajališča diabaza na Krimu in v Kareliji. Majhna nahajališča dolerita najdemo v Kuzbassu, pa tudi na Uralu. Gabro-diabaz se pogosto uporablja kot gradbeni material.

Ker geološka sestava območja pomembno vpliva na kemijsko sestavo vode, smo raziskali tudi vrste kamnin, ki so prisotne na Pohorju. Ugotovili smo, da območje sestavljajo predvsem granodiorit, gneis, skrilavci, pegmatitne žile in serpentiniti. Ti minerali sproščajo v vodo določene elemente, kar vpliva na njeno kemično sestavo. Na primer, serpentiniti lahko prispevajo magnezij in železo, medtem ko pegmatiti sproščajo sledove redkih elementov, kot sta litij in bor.



Slika 14: Gabro; vir: <https://tinyurl.com/3rdxynkz>

4.4 Kartografska analiza in izdelava zemljevida izvirov

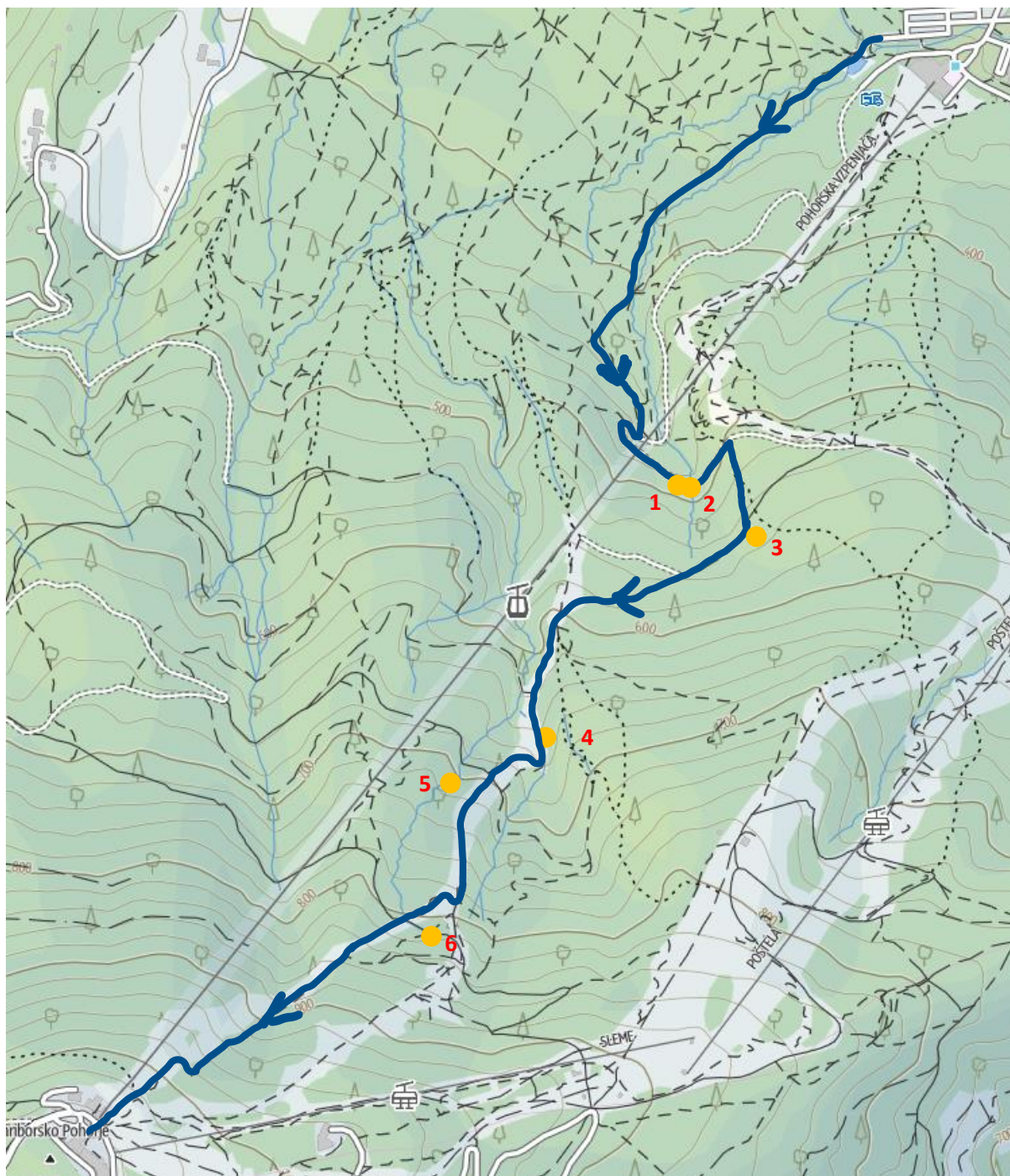
Zbrane podatke smo uporabili za izdelavo zemljevida poti od parkirišča pod spodnjo postajo vzpenjače do zgornje postaje vzpenjače. Označili smo tudi izvire vode na poti proti zgornji postaji. S pomočjo Geografskega informacijskega sistema (GIS) smo vrisali natančne lokacije izvirov. Tabela 5 vključuje GPS koordinate izvirov ter razdalje med zaporednimi izviri vode z okvirnimi časi hoje med njimi.

Tak zemljevid lahko služi kot uporabno orodje za pohodnike in raziskovalce, ki jih zanimajo naravni vodni viri na tej poti na Pohorju. Vključili smo ga v zloženko, ki je priložena v Prilogi.

Slika 15 prikazuje zemljevid poti z označenimi izviri vode med spodnjo postajo vzpenjače do zgornje postaje vzpenjače.

Tabela 5: GPS koordinate izvirov z razdaljami med zaporednimi izviri

1 in 2	46.5263292N, 15.5934111E	+270 m v 11 min
3	46.5256614N, 15.5947522E	+563 m v 17 min
4	46.5229442N, 15.5893664E	+330 m v 14 min
5	46.5218225N, 15.5880036E	+395 m v 20 min
6	46.5190269N, 15.5871533E	



Slika 15: Zemljevid poti z označenimi izviri vode od spodnje do zgornje postaje vzpenjače; vir: podlaga: Outdooractive.com; pot dodana lastnoročno [10]

5 RAZPRAVA

Raziskava izvirov vode na Mariborskem Pohorju nam je omogočila vpogled v njeno kakovost. S terenskim delom, laboratorijskimi analizami in geološkimi raziskavami smo potrdili, da je voda na tem območju čista in nizko mineralizirana.

Na začetku raziskave smo postavili tri hipoteze, ki smo jih preverili z analizami:

1. **Voda na obravnavanem območju ima nižjo trdoto kot voda iz vodovodnega sistema ali plastenk.**

Rezultati analiz so pokazali, da je tako karbonatna kot celokupna trdota vode relativno nizka. To je pričakovano, saj so na območju Pohorja prisotne metamorfne in magmatske kamnine, ki ne vsebujejo večjih količin karbonatov, kar pomeni, da voda ostaja mehkejša kot tista iz vodovodnega omrežja.

2. **Mikrobiološka analiza bo pokazala nizko vsebnost bakterij v vodi.**

Analize so potrdile, da število bakterijskih kolonij v vzorcih ni pomembno, kar kaže na visoko mikrobiološko kakovost. Kljub temu je priporočljiva previdnost pri uživanju vode, saj se lahko kakovost vode sčasoma spreminja zaradi zunanjih dejavnikov.

3. **Voda na tem območju ne vsebuje mikroplastike.**

Mikroskopska preiskava ni zaznala prisotnosti mikroplastičnih delcev, kar pomeni, da ti izviri niso onesnaženi s plastičnimi delci. To je pozitivno spoznanje, vendar bi bilo smiselno nadaljevati spremljavo mikroplastike v daljšem časovnem obdobju, saj lahko onesnaženje sčasoma nastopi zaradi človeških dejavnosti.

Geološka sestava tal igra ključno vlogo pri kakovosti vode. Na Pohorju prevladujejo magmatske in metamorfne kamnine, ki so slabo prepustne in ne sproščajo veliko mineralov. Zaradi tega ima voda nizko trdoto in manj raztopljenih snovi. Te kamnine prav tako ščitijo podzemne vire pred onesnaženjem. Nekatere, kot so serpentiniti in pegmatiti, lahko sproščajo magnezij in železo, kar lahko vpliva na okus in sestavo vode.

Izvedena je bila primerjava z obstoječimi raziskavami. Predhodne raziskave kakovosti izvirov na območju Maribora in Ruš so pokazale, da voda v dolini ni vedno neoporečna in da je v nekaterih primerih priporočljivo njeno prekuhavanje. Naša raziskava pa je

potrdila, da so izviri na višjih nadmorskih višinah manj onesnaženi, saj so bolj oddaljeni od urbanih območij in drugih potencialnih virov onesnaženja.

Dodatno smo rezultate primerjali z analizami Mariborskega vodovoda iz leta 2021, ki kažejo, da ima voda na Pohorju nižjo električno prevodnost kot povprečna slovenska pitna voda, kar potrjuje njeno nizko vsebnost raztopljenih soli.

Raziskava je ponudila pomembne ugotovitve. Podajamo predloge za nadaljnje raziskave:

- Analizirali smo omejeno število vzorcev, zato bi bilo koristno raziskavo razširiti na več izvirov in različna letna obdobja.
- Mikrobiološke analize so bile splošne in niso vključevale testiranja na specifične patogene bakterije.
- Dolgoročno spremljanje kakovosti vode bi omogočilo boljše razumevanje sezonskih nihanj in vpliva podnebnih sprememb.

Raziskava je potrdila, da so izviri na Pohorju čisti in nizko mineralizirani, voda pa ne vsebuje mikroplastike in ima nizko vsebnost bakterij. Geološka sestava območja ima pomembno vlogo pri njeni kakovosti. Za še natančnejšo oceno bi bilo smiselno izvesti dodatne raziskave in dolgoročno spremljati kakovost teh vodnih virov.

5.1 Družbena odgovornost

Raziskovalna naloga je poleg znanstvenih ciljev imela tudi pomemben družbeni vidik. Eden ključnih namenov je bil ozaveščanje o pomenu varovanja naravnih vodnih virov, ki jih mnogi jemljemo za samoumevne. S svojo raziskavo želimo opozoriti na to, kako pomembno je spoštovati naravo, ohranjati čiste izvire in se do vode vesti odgovorno. Hkrati smo s projektom želeli spodbuditi mlade k aktivnemu preživljanju prostega časa v naravi, saj raziskovanje izvirov združuje gibanje, znanost in ljubezen do okolja.

Naš zemljevid izvirov lahko koristi obiskovalcem kot pripomoček za varno in poučno raziskovanje Pohorja, hkrati pa spodbuja trajnostno uporabo virov. Verjamemo, da lahko vsak posameznik prispeva k ohranjanju narave – z drobnimi dejanji, kot so pravilno ravnanje z odpadki in spoštovanje naravnih virov, gradimo skupnost, ki ceni vodo kot temelj življenja.

6 ZAKLJUČKI

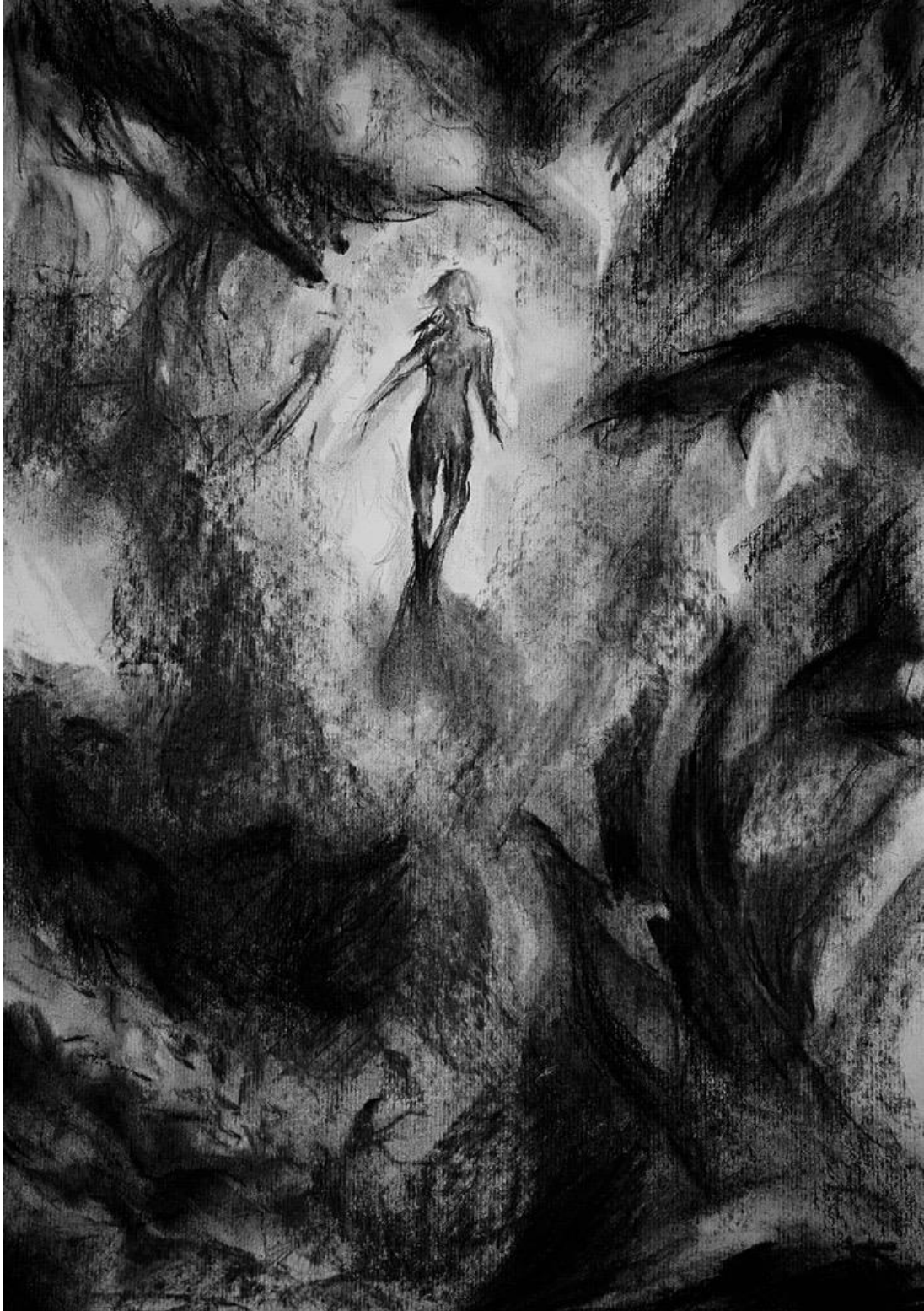
Raziskava izvirov pitne vode na Mariborskem Pohorju je pokazala, da so ti viri čisti in kakovostni. Voda ima nizko vsebnost mineralov, je mikrobiološko neoporečna in ne vsebuje mikroplastike. To potrjuje, da naravna sestava tal in oddaljenost od onesnaženja pozitivno vplivata na njeno kakovost.

Analize so potrdile, da je voda mehkejša od vodovodne, da je bakterijska prisotnost zelo nizka, mikroplastika pa ni bila zaznana. Na sestavo vode močno vpliva geološka podlaga, saj kamnine na Pohorju ne sproščajo veliko mineralov, kar prispeva k njeni nizki trdoti.

Ni mogoče zanikati moči in resnične čistosti vode. Poznamo jo od nekdanj in jo pogosto jemljemo samoumevno, čeprav tega ne bi smeli. Voda kroži skozi vsakega izmed nas, njen večni krogotok pa ji daje še globlji simbolni pomen. Kot pravijo nekateri: brez vode ni življenja, ostane le prah.

Ob raziskovanju in preučevanju smo se odločili uporabiti tudi svoj ustvarjalni dar, kar je pripeljalo do dveh umetniških izdelkov. Nastali sta dve risbi – prva je upodobitev očarljive in mogočne podobe slapa Skalce, narisana z barvicami, pri čemer je poudarek na temnejših tonih, ki izražajo dinamiko in moč vode. Slika 16 prikazuje drugo risbo, narejeno z ogljem, je bolj abstraktna, saj raziskuje zanimive oblike in zavoje, ki ponazarjajo fluidnost vode ter njeno sposobnost nenehnega preoblikovanja. Hkrati odraža tudi naše dožemanje tega naravnega elementa.

Zaradi svoje edinstvene narave si voda zasluži posebno raziskovalno pozornost. Predstavlja navdih za raziskovanje njene simbolike, vpliva in psihološkega pomena. Morda bo to nekoč vodilo v nadaljnje raziskave, saj bi bil to dobro izkoriščen čas. Do takrat pa bo preteklo še kar nekaj vode.



Slika 16: Fluidnost vode; lasten vir

7 LITERATURA NI VIRI

- [1] Vilhar, U., Kutna, L. (2020). Vodotoki na Pohorju gradijo kompleksno mrežo površinskih voda. (Elektronski vir) Dostopno na URL naslovu: https://issuu.com/prirodoslovno.drustvo/docs/proteus_83-2-5_okt_2020-jan_2021_za_net/s/13400302 (9. 2. 2025)
- [2] Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (2019). Ocena kakovosti naravnih izvirov v Mestni občini Maribor in občini Ruše, Maribor. (Elektronski vir) Dostopno na URL naslovu: https://okolje.maribor.si/data/user_upload/okolje/Vode/Pr18_Naravni_izviri_v_MOM_in_Rusah.pdf (9. 2. 2025)
- [3] Mestna občina Maribor - Naravni izviri (Elektronski vir) Dostopno na URL naslovu: <https://okolje.maribor.si/delovna-podrocja/vode-in-tla/naravni-izviri> (9. 2. 2025)
- [4] Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (2019). Poročilo o stanju voda v Stražunskem gozdu (Elektronski vir) Dostopno na URL naslovu: https://okolje.maribor.si/data/temp/Pr19_Srazun_koncno_01.pdf (9. 2. 2025)
- [5] Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (2022). Letno poročilo o zdravstveni ustreznosti pitne vode Mariborskega vodovoda za leto 2021 (Elektronski vir) Dostopno na URL naslovu: https://www.mb-vodovod.si/wp-content/uploads/2022/02/Pr21MB-vodovod_porocilo-2021.pdf (9. 2. 2025)
- [6] Aktiva varovanje (2022). Navodila za varno delo v laboratoriju na UM FZV (Elektronski vir) Dostopno na URL naslovu: https://www.fzv.um.si/sites/default/files/2018/NAVODILA%20ZA%20VARNO%20DELO%20V%20LABORATORIJU_UM%20FZV.PDF (31. 1. 2025)
- [7] Simonič, M. (2004). Tehnologija vod – Laboratorijske vaje, Univerza v Mariboru, Maribor
- [8] Kodrin, T. (2024). Prve analize vodnega vira iz Savinjske statistične regije. Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Maribor
- [9] Urh, T. (2011). Pohorski tonalit v slovenski arhitekturi. Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Maribor
- [10] Outdooractive. (2025). Topografski zemljevid območja Mariborskega Pohorja [prilagojeno]. (Elektronski vir) Dostopno na URL naslovu <https://www.outdooractive.com> (9. 2. 2025)

PRILOGA: Zloženska

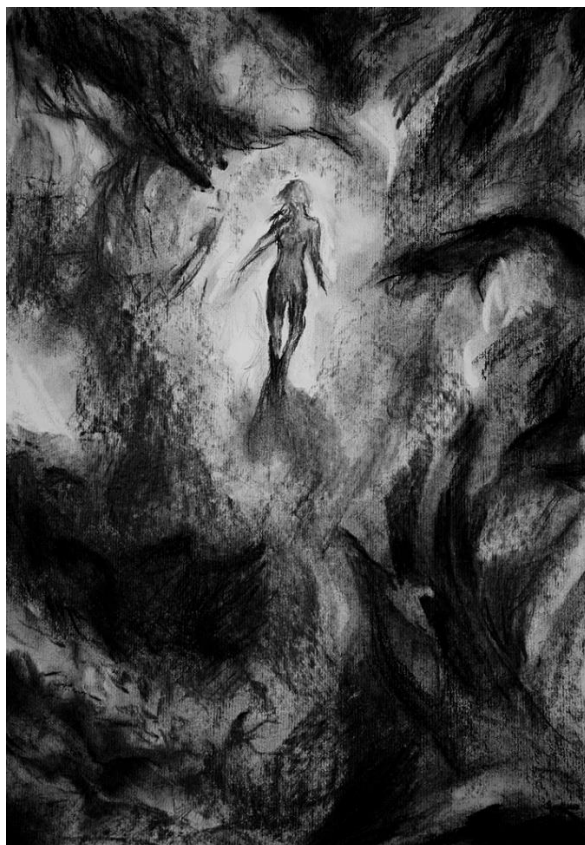
Zemljevid lahko služi kot uporabno orodje za pohodnike in raziskovalce, ki jih zanimajo naravni vodni viri na tej poti na Pohorju. Priloženi strani si lahko vsakdo natisne obojestransko in zloži po krajši stranici na tretjine.

GPS koordinate izvirov z razdaljami med zaporednimi izviri

1 in 2	46.5263292N, 15.5934111E	+270 m v 11 min
3	46.5256614N, 15.5947522E	+563 m v 17 min
4	46.5229442N, 15.5893664E	+330 m v 14 min
5	46.5218225N, 15.5880036E	+395 m v 20 min
6	46.5190269N, 15.5871533E	

Zemljevid lahko služi kot uporabno orodje za pohodnike in raziskovalce, ki jih zanimajo naravni vodni viri na tej poti na Pohorju.

FLUIDNOST VODE



Narisana z ogljem, raziskuje zanimive oblike in zavoje, ki ponazarjajo fluidnost vode ter njeno sposobnost nenehnega preoblikovanja; hkrati odraža tudi avtoričino dožemanje tega naravnega elementa.

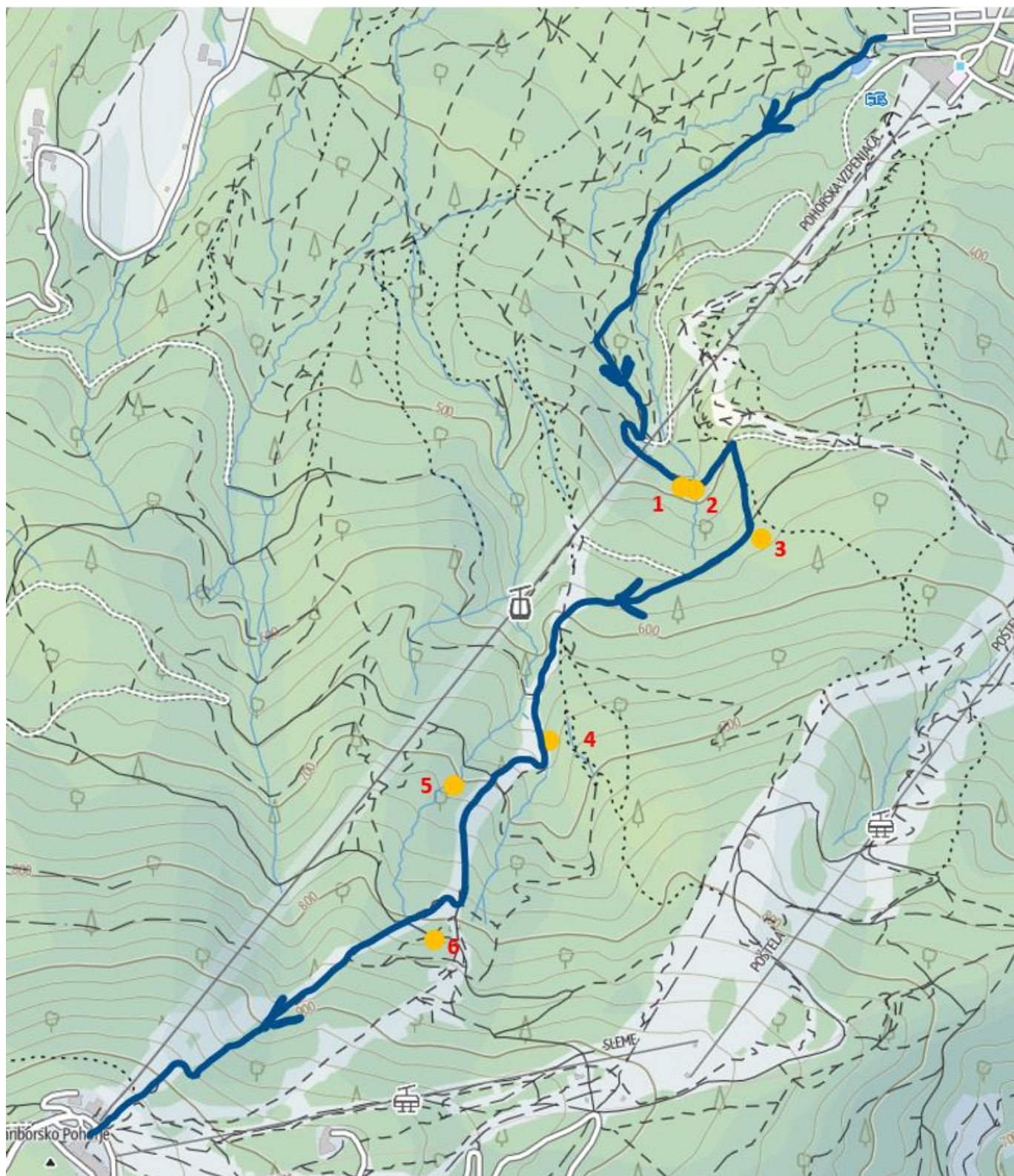
PO POTI POHORSKIH IZVIRSKIH VOD NA OBMOČJU MARIBORSKEGA POHORJA



Slap Skalce ali Framski slap

Narisana z barvicami, pri čemer je poudarek na temnejših tonih, ki izražajo dinamiko in moč vode.

PO POTI POHORSKIH IZVIRSKIH VOD NA OBMOČJU MARIBORSKEGA POHORJA



Vir: podlaga: Outdooractive.com; pot dodana lastnoročno [10]

Ali je voda živa?

Voda je v vsakem primeru živa, je živ element, saj ima sposobnosti zaznavanja vplivov iz okolja.