

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**KAKOVOST IZBRANIH VODNIH VIROV NA ŠIRŠEM
OBMOČJU VELIKE PLANINE**

MATEJ ZABRET

VELENJE, 2023

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**KAKOVOST IZBRANIH VODNIH VIROV NA ŠIRŠEM
OBMOČJU VELIKE PLANINE**

MATEJ ZABRET

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentorica: doc. dr. Natalija Špeh

Somentorica: viš. pred. dr. Anja Bubik

VELENJE, 2023



Številka: 726-10/2022-2
Datum: 31. 1. 202

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent Fakultete za varstvo okolja **Matej Zabret** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Kakovost izbranih vodnih virov na širšem območju Velike Planine

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Quality of selected water sources in the wider Velika Planina area

Mentorica: **doc. dr. Natalija Špeh**

Somentorica: **viš. pred. dr. Anja Bubik**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom FVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat FVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Prof. dr. Boštjan Pokorny
dekan

Fakulteta za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

t: 03 898 64 10 | e: info@fvo.si

www.fvo.si



Izjava o avtorstvu

Podpisani Matej Zabret, z vpisno številko 34190026, študent dodiplomskega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor diplomskega dela z naslovom **Kakovost izbranih vodnih virov na širšem območju Velike planine**, ki sem ga izdelal pod mentorstvom doc. dr. Natalije Špeh in somentorstvom viš. pred. dr. Anje Bubik.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- da oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili FVO;
- da so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili FVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na FVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala Marjeta Vozlič, prof. slov.;
- da dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani FVO;
- da sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum:

Podpis avtorja:

ZAHVALA

Zahvaljujem se svoji mentorici, doc. dr. Nataliji Špeh, za strokovno vodenje in usmeritve tako med terenskim delom kot med pisanjem diplomske naloge. Za pomoč v laboratoriju in svetovanje se zahvaljujem tudi somentorici, viš. pred. dr. Anji Bubik. Prav tako se za pomoč pri izvajanju analiz zahvaljujem študentu 1. letnika magistrskega študija, Aljoši Kranjcu.

Za sodelovanje se zahvaljujem tudi vsem sogovornikom ter družini, ki me je podpirala med pripravo diplomske naloge.

IZVLEČEK

Velika planina z okolico velja za zelo priljubljeno turistično točko tako v Sloveniji kot na tujem, saj je poleg gorske narave znana tudi po ohranjanju planinskega pašništva, ki se ohranja še danes. Priljubljenost in obiskanost tega območja močno vpliva na vodo in vodne vire, saj so že opravljene raziskave pokazale visoke vrednosti nekaterih fizikalno-kemijskih in mikrobioloških parametrov.

Cilj je bil ugotoviti, kakšni pritiski na vodni ekosistem se izvajajo in kako vplivajo na spremembo fizikalno-kemijskih lastnosti vode na tem območju. Med terenskim in laboratorijskim delom smo v obdobju avgust 2022 – maj 2023 v vodnih vzorcih izbranih merilnih mest širšega območja Velike planine izmerili naslednje parametre: temperaturo, pH-vrednost, nasičenost s kisikom, električno prevodnost, motnost, kemijsko potrebo po kisiku, biokemijsko potrebo po kisiku, koncentracijo nitratov in fosfatov. Kot merilna mesta smo določili dve kali oz. napajališči, kal na Gojški planini in kal na Mali planini, ter dva potoka s stalnim pretokom (Konjski potok in potok pod Vranjščico).

Rezultati so pokazali, da se onesnaževala, katerih primarni vir je komunalna odpadna voda, že več let ali celo desetletij pretakajo v podzemlje zaradi neurejene komunalne infrastrukture. Do podobnih zaključkov so prišli že raziskovalci pred nami, ki so merili tudi mikrobiološke parametre. V vodotokih pod Veliko planinsko planoto smo zaznali visoke koncentracije nitratov in visoko električno prevodnost potokov, ki se v nadaljevanju izlivata v Kamniško Bistrico oz. predstavljata vir vode za prebivalstvo. Ugotavljamo, da je trenutno varovanje vodnih ekosistemov na tem območju nezadostno, pri čemer izboljšave zavirajo neposluh in brezbržnost tako obiskovalcev, ki s svojim vedenjem obremenjujejo okolje, kot lastnikov tamkajšnjih zemljišč in objektov. Za izboljšanje trenutnega stanja in določitev vpliva drugih dejavnikov na kakovost vodnih virov bi bilo treba izvajati pogostejši monitoring površinskih in podzemnih voda na širšem območju Velike planine.

KLJUČNE BESEDE: Onesnaženost vode, terenske analize, fizikalno-kemijski parametri, nitriti, Velika planina

ABSTRACT

Velika planina and its surroundings are a very popular tourist destination both in Slovenia and abroad, because in addition to its mountainous nature, it is also known for its preservation of mountain pastoralism, which is still preserved today. The popularity and visitor density of the area has a major impact on the water and water resources, as studies have already shown high levels of some physico-chemical and microbiological parameters.

The aim was to find out what pressures are exerted on the aquatic ecosystem and how they affect the change in the physico-chemical properties of the water in the area. During the field and laboratory work in the period August 2022 - May 2023, the following parameters were measured in water samples from selected monitoring sites in the wider Velika Planina area: temperature, pH-value, oxygen saturation, electrical conductivity, turbidity, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, nitrate and phosphate concentrations. Two watering points, the watering point on Gojška planina and the watering point on Mali planina, and two streams with a constant flow (Konjski potok and the stream below Vranjščica) were identified as measurement sites.

The results showed that pollutants, the primary source of which is urban wastewater, have been flowing underground for years or even decades due to unregulated municipal infrastructure. Researchers before me have come to similar conclusions when measuring microbiological parameters. I have detected high nitrate concentrations and high electrical conductivity in the watercourses below the Velikoplaninsko Plateau, which then flow into the Kamniško Bistrica, or are a source of water for the population. We note that the current protection of the aquatic ecosystems in the area is inadequate, and improvements are being held back by the disobedience and indifference of both visitors, whose behaviour pollutes the environment, and the owners of the land and buildings there. More frequent monitoring of surface water and groundwater in the wider Velika Planina area should be carried out to improve the current situation and to determine the impact of other factors on the quality of water resources.

KEYWORDS: Water pollution, field analyses, physico-chemical parameters, nitrates, Velika planina

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	vii
KAZALO SLIK	ix
KAZALO PREGLEDNIC	ix
1. UVOD	1
1.1. Pregled dosedanjih raziskav	1
1.2. Namen diplomskega dela	4
1.3. Cilj diplomskega dela	4
1.4. Hipoteze	4
1.5. Omejitve	4
2. TEORETIČNA IZHODIŠČA	5
2.1. Onesnaževanje voda v visokogorju	5
2.2. Pomen fizikalno-kemijskih parametrov	5
2.3. Zakonodaja s področja varovanja vodnega okolja	8
2.3.1. Zakonodaja Evropske unije	8
2.3.2. Zakonodaja Republike Slovenije	8
3. OBMOČJE RAZISKAVE	10
3.1. Naravne značilnosti območja	10
3.1.1. Površje in geološka zgradba Velike planine	10
3.1.2. Podnebje in hidrološke razmere	11
3.1.3. Prst in rastlinstvo	12
3.2. Ključne družbeno geografske značilnosti območja	12
3.2.1. Zgodovina pašništva in turizma	12
3.2.2. Planinsko pašništvo	13
3.2.3. Turizem	13
4. MATERIALI IN METODE DE LA	14
4.1. Določitev merilnih mest	14
4.2. Merilna mesta	15
4.2.1. Gojška planina	15
4.2.2. Mala planina	16
4.2.3. Konjski potok	17
4.2.4. Potok pod Vranjščico	17
4.3. Fizikalno-kemijske analize na terenu	18
4.4. Analize v laboratoriju	19
4.5. Terenska oprema in laboratorijski pripomočki	20
4.5.1. Temperatura in pH vrednost	20

4.5.2. Vernier vmesnik (LabQuest 2).....	21
4.5.3. Prenosni kovček EcoLabBox	22
4.6. Delo v laboratoriju	23
4.6.1. Merjenje NO ₃ ⁻ in PO ₄ ³⁻ v laboratoriju.....	23
4.6.2. Merjenje KPK in BPK	23
5. REZULTATI	26
5.1. Meteorološka postaja Kamniška Bistrica	26
5.2. Terensko delo	28
5.3. Rezultati meritev.....	29
5.3.1. Analize vzorcev vode, 10. avgust 2022	29
5.3.2. Analiza vzorcev vode, 14. avgust 2022	29
5.3.3. Analiza vzorcev vode, december 2022.....	30
5.3.4. Analiza vzorcev vode, 26. maj 2023	31
5.4. Grafični prikaz rezultatov.....	31
5.5. Rezultati dosedanjih raziskav.....	35
6. RAZPRAVA	37
6.1. Obremenjevanje vodnega okolja Velike planine	37
6.1.1. Turizem in odpadne komunalne vode.....	37
6.1.2. Kmetijstvo in planinsko pašništvo.....	37
6.1.3. Druge dejavnosti.....	38
6.2. Primeri iz tujine.....	38
7. SKLEP	40
8. POVZETEK	41
9. SUMMARY	42
10. VIRI IN LITERATURA.....	43
11. PRILOGA	

KAZALO SLIK

Slika 1: Hidrografska skica Kamniških in Savinjskih Alp (Foto: M. Zabret, 2022).....	2
Slika 2: Zemljevid Velike planine (2023, Atlas okolja, M 1:70800).....	10
Slika 3: Lokacije vzorčevalnih mest na zemljevidu (2023, Atlas okolja, M 1:42500).....	15
Slika 4: Kal na Gojški planini (Foto: M. Zabret, 2022).....	16
Slika 5: Kal na Mali planini (Foto: M. Zabret, 2022).....	16
Slika 6: Konjski potok (Foto: M. Zabret, 2022).....	17
Slika 7: Potok pod Vranjščico (Foto: M. Zabret, 2022).....	18
Slika 8: Analize na terenu (Foto: M. Zabret, 2022).....	19
Slika 9: Analize v laboratoriju (Foto: M. Zabret, 2022).....	19
Slika 10: Delo v laboratoriju (Foto: M. Zabret, 2022).....	20
Slika 11: pH lističi (Foto: M. Zabret, 2023).....	20
Slika 12: Ročni termometer (Foto: M. Zabret, 2023).....	21
Slika 13: Vernier vmesnik (LabQuest 2 User Manual v2.8.7, 2021).....	21
Slika 14: Prenosni kovček EcoLabBox (Medmrežje, 2023).....	22
Slika 15: Navodila za merjenje vsebnosti nitratov (Foto: M. Zabret, 2023).....	23
Slika 16: Navodila za merjenje vsebnosti fosfatov (Foto: M. Zabret, 2023).....	23
Slika 17: Navodila za merjenje kemijske potrebe po kisiku (Foto: M. Zabret, 2023).....	24
Slika 18: Oprema za merjenje BPK (Foto: Bubik).....	25
Slika 19: Priprave na merjenje BPK (Foto: M. Zabret, 2022).....	25
Slika 20: Letna povprečna višina padavin v Sloveniji 1981-2010 (Zabret, 2023).....	26
Slika 21: Letna povprečna višina padavin v Sloveniji 1961-1990 (Zabret, 2023).....	27
Slika 22: Letna višina padavin (stolpci) in petletno drseče povprečje (krivulja) (Zabret, 2023).....	27

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Izbrani meteorološki kazalniki na območju vzorčevalnih mest, obdobje 1971-2000 (2023, Atlas okolja).....	11
Preglednica 2: Izbrani meteorološki kazalniki na območju vzorčevalnih mest, obdobje 1981-2010 (2023, Atlas okolja).....	11
Preglednica 3: Izbrana vzorčevalna mesta (2023, Atlas okolja).....	14
Preglednica 4: Količina padavin 14 dni pred terenskim delom (vir: ARSO, 2023).....	28
Preglednica 5: Povprečna količina padavin zadnjih 30 let v enakih časovnih obdobjih (vir: ARSO, 2023).....	28
Preglednica 6: Analize vodnih vzorcev, 10. avgust 2022 (Vir: M. Zabret, 2022).....	29
Preglednica 7: Analize vodnih vzorcev, 14. avgust 2022 (Vir: M. Zabret, 2022).....	29
Preglednica 8: Analize vodnih vzorcev december 2022 (Vir: M. Zabret, 2022).....	30
Preglednica 9: Analiza vodnih vzorcev, 26. maj 2023 (Vir: M. Zabret, 2023).....	31
Preglednica 10: Dosedanje meritve v Konjskem potoku.....	36
Preglednica 11: Dosedanje meritve v izviru v Kajžarskem Šuncu.....	36

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Rezultati meritev temperature vode (Vir: M. Zabret, 2023).....	31
Graf 2: Rezultati meritev pH-vrednosti (Vir: M. Zabret, 2023).....	32
Graf 3: Rezultati meritev električne prevodnosti (Vir: M. Zabret, 2023).....	33
Graf 4: Rezultati meritev BPK5 (Vir: M. Zabret, 2023).....	34
Graf 5: Rezultati meritev vsebnosti nitratov (Vir: M. Zabret, 2023).....	34
Graf 6: Rezultati meritev vsebnosti fosfatov (Vir: M. Zabret, 2023).....	35

1. UVOD

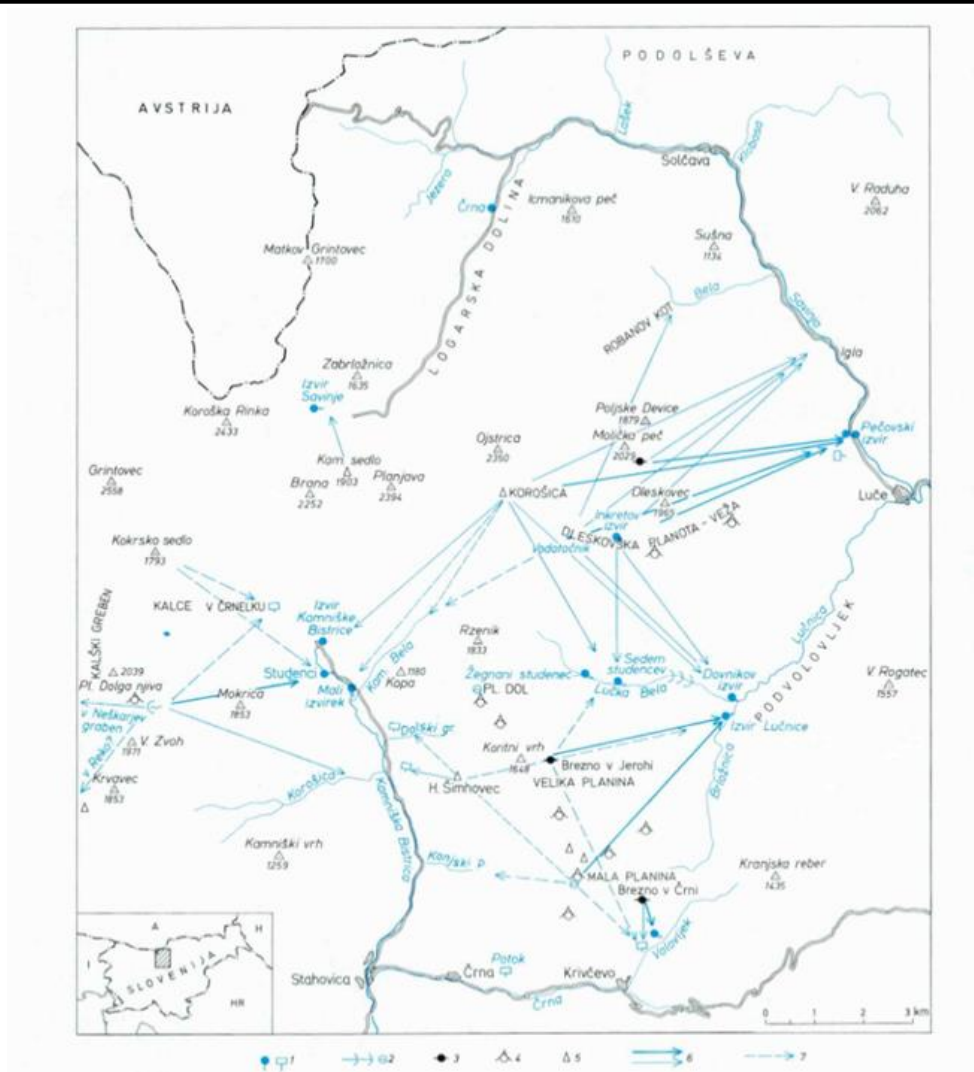
Širše območje Velike planine je v zadnjih dvajsetih letih postalo zelo priljubljena točka, tako za začasne prebivalce kot enodnevne obiskovalce. Primarno pa večji obseg dnevnega obiska pogojuje planinsko pašništvo s svojo ponudbo, ki ima na tem območju že dolgo tradicijo, in glede na gibanje števila živine vpliva na pokrajino in njene vire. Večje število ljudi in živali ob neprimerni infrastrukturi pomeni večanje obremenitve vodnih teles, tako površinskih kot podzemnih, iz katerih pridobiva pitno vodo kar 97 % prebivalstva v Sloveniji (Prohinar in Peterman, 2008). Pomembna je tudi sestava tal, saj karbonatne kamnine, ki predstavljajo približno 43 % državnega ozemlja, gradijo obsežne kraške in razpoklinske vodonosnike. Ti zagotavljajo pitno vodo za več kot polovico prebivalcev Slovenije (Knez, Petrič, Slabe, 2011).

Da bi bolje raziskali vplive človekovih dejavnosti, domnevno planinskega pašništva in turizma, na vodne vire, smo na širšem območju Velike planine preverili nekatere kemijske in fizikalne značilnosti (parametre) vodnih teles, ter predstavili meteorološke in hidrološke razmere na izbranem območju. Pri tem nam je bilo v pomoč več raziskovalnih del, v preteklih letih opravljenih v okolici Velike planine.

1.1. Pregled dosedanjih raziskav

1.1.1. Geološki zavod Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko

Eden izmed prvih poznavalcev značilnosti kraškega površja, ki je raziskoval območje Velike planine, je bil magister Dušan Novak, ki je med letoma 1990 in 1994 poskušal s pomočjo barvanja vode ugotoviti, v katero smer odtekajo padavinske vode, ki se na Veliki planini pretakajo v podzemlje. Čeprav pri tem ni meril fizikalno-kemijskih lastnosti vode in vsebnosti onesnaževal, pa je njegova hidrografska karta (Slika 1), ki prikazuje ugotovljene in morebitne podzemeljske zveze, pomagala vsem nadaljnjim raziskovalcem pri opredelitvi potencialnih virov onesnaževanja. V svoji raziskavi je nekaj stavkov namenil (že takratnim) virom onesnaževal, kot so odlagališča odpadkov, greznice pri gostinskih objektih in počitniških hišicah, motorni promet (zaradi rabe naftnih derivatov) in prekomerno gnojenje pašnikov (mineralna gnojila). Obenem je opozoril, da dosedanje nesistematične bakteriološke in kemične analize še ne kažejo večjega onesnaževanja, vendar vrednosti nekaterih kazalnikov, ki so bile občasno povečane, že opozarjajo na obremenjevanje vodnih virov (Novak, 1994).



Slika 1: Hidrografska skica Kamniških in Savinjskih Alp (Foto: M. Zabret, 2022)

Legenda:

1 Pomembnejši izvir ali zajetje; 2 Požiralnik; 3 Brezno; 4 Planina; 5 Planinska koča; 6 Ugotovljene podzemelske zveze, nižje koncentracije; 7 Verjetne (možne) podzemelske zveze

1.1.2. Jamarski klub Kamnik

Jamarski klub Kamnik je v okviru projekta Vodne zgodbe Kamniško-Savinjskih Alp, financiranega iz Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja in Občine Kamnik, v letih 2017–2019 izvedel večkratne meritve fizikalno-kemijskih, mikrobioloških in bioloških lastnosti vode v izviri, potokih, ledišču, čistilni napravi in greznicah velikoplaninske planote (Slapnik in Kregar, 2020). Merili so pretok vode, temperaturo vode in zraka, električno prevodnost, redoks potencial, TDS-delce, raztopljeni kisik, pH-vrednost (koncentracija vodikovih ionov), nitrate (NO_3^-), amonij (NH_4^+) in sulfate (SO_4^{2-}). Obenem so izvajali mikrobiološke analize, ki so vključevale ugotavljanje prisotnosti bakterije *Escherichia coli* in koliformnih bakterij, število kolonij pri 22 °C in število kolonij pri 37 °C.

Rezultati raziskav so pokazali, da je večina raziskanih vodni teles glede na mikrobiološke parametre oporečna in na nekaterih delih celo neprimerna na pitje, predvsem zaradi preseganja zgornje meje pri merjenju vrednosti bakterije *Escherichia coli*. Koliformne bakterije niso bile ugotovljene le v 3 od 50 odvzetih vodnih vzorcev, po Pravilniku o pitni vodi (Uradni

list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15, 51/17 in 61/23) pa je torej vseh preostalih 47 vzorcev neskladnih. Ugotovili so zelo polno zasičenost velikoplaninskega podzemlja s fekalnim onesnaženjem. Prav tako se je izkazalo, da naravno samočiščenje vode v podzemlju ne deluje več. Kot glavne povzročitelje stanja so imenovali razkuževala (onesposobijo biološke čistilne naprave), selektivno pobiranje t. i. zdravih rastlin in vožnja z motornimi vozili po pašnikih (uničevanje strnjene rastlinske odeje). Izpostavili so tudi hormonsko in antibiotsko zdravljenje živine, saj njihovo izločanje preko iztrebkov v tla povečuje odpornost patogenih bakterij v podzemni vodi.

1.1.3. Projekt boDEREC-CE, Naravoslovnotehniška fakulteta

V letih 2019–2022 je na območju Ljubljanske kotline potekal projekt boDEREC-CE v okviru programa Evropskega teritorialnega sodelovanja Interreg, katerega cilj je bilo odkrivanje in ocena prisotnosti novodobnih onesnaževal v vodnem okolju (Brenčič s sod., 2022). V projektu so izvajali meritve in kemijske analize na širšem območju Ljubljanske kotline, pri čemer jih niso izvajali nikjer v občini Kamnik. Najbližje merilno mesto je bilo na Mengeškem polju. Raziskava je kljub temu pomemben vir informacij, saj prikazuje prisotnost onesnaževal, katerih viri se nahajajo tudi na našem raziskovalnem območju.

1.1.4. Magistrska dela, Univerza v Ljubljani

Območje Velike planine je bilo podrobno obravnavano v dveh magistrskih delih. V letu 2019 je bila narejena raziskava "Spremembe izbranih kategorij rabe tal na Veliki planini v zadnjih stotih letih" (Vogrin, 2019), s katero so skušali ugotoviti, na katerih območjih je prišlo v zadnjih 100 letih do sprememb v rabi tal in poraščenosti z gozdom ali rušjem ter zakaj. Rezultati so pokazali, da se površine, porasle z rušjem in gozdovi, krčijo, kar pa je posledica zlasti človekovega delovanja in v manjši meri tudi narave (vetrolomi). Posledica tega je bilo širjenje travnikov in pašnikov, ki so naravni habitat nekaterih ogroženih in zaščitene rastlinskih vrst.

V letu 2022 je magistrsko delo z naslovom "Ureditev odvajanja in čiščenja odpadnih voda na območju Velike planine" (Mavc, 2022), obravnavalo izdelavo idejne zasnove kanalizacijskega sistema na območju Velike planine. Avtor je ugotovil, da bi bila gradnja sistema, kot ga je opisal, zelo zahteven izziv zaradi občutljivosti naravnega okolja, težkih geografskih pogojev in doseganja minimalnih hitrosti v kanalizacijskem sistemu. Prav tako bi bilo treba poskrbeti za vračanje očiščene vode iz čistilnih naprav v sistem ter v ponovno uporabo.

1.1.5. Raziskovalna naloga, Gimnazija in srednja šola Rudolfa Maistra Kamnik

V letu 2022 je bila predstavljena raziskovalna naloga Velika planina in (čiste) vode pod njo?, v kateri sta se avtorja posvetila onesnaženju vode na Veliki planini in v sosednji dolini Kamniške Bistrice. Povod za izvedbo raziskovalne naloge je bilo obvestilo septembra 2020, ko so bili prebivalci mesta Kamnik prisiljeni vodo prekuhavati zaradi izredno zmanjšanih vodnih zalog. V nalogi sta podrobneje raziskala in izpostavila področje turizma, planinskega pašništva ter opremljenosti bivalnih objektov s komunalno infrastrukturo. Za ugotavljanje onesnaževanja voda pod Veliko planino sta za 15 izvirov opravila fizikalne in mikrobiološke analize, s katerimi sta dokazala povezanost dogajanja na Veliki planini z ogroženostjo kakovostne pitne vode. Končni rezultati so pokazali na prisotnost večjega števila bakterij *E. coli*, koliformnih bakterij ter skupnega števila mikroorganizmov pri 37 in 22 stopinjah Celzija. Vodne vzorce so sicer zbrali na drugačnih merilnih mestih, kljub temu pa je njuna raziskava zelo obširna in bogata s pomembnimi informacijami.

1.2. Namen diplomskega dela

Naš namen je bil s pomočjo teoretičnega in empiričnega dela raziskati vpliv, ki ga imata planinsko pašništvo in (množični) turizem na kakovost vodnih teles na širšem območju Velike planine. Obenem smo želeli temeljiteje raziskati vzroke za spremembo fizikalno-kemijskih lastnosti vodnega ekosistema in pomen preteklih raziskav na Veliki planini, ki so že pokazale povečano onesnaževanje vodnih teles.

1.3. Cilj diplomskega dela

Cilj diplomskega dela je bil ugotoviti, kako se kakovost vodnih teles na širšem območju Velike planine sezonsko spreminja s predpostavko vpliva občasnih obiskovalcev in planinskega pašništva. S pomočjo podatkov prejšnjih in naših raziskav smo želeli ugotoviti, ali je v preteklih letih prišlo do kakšnih (večjih) odstopanj in če se pritiski na vodni ekosistem širšega območja Velike planine spreminjajo. Kakovost vodnih vzorcev smo preverjali s hitrimi terenskimi testi ter laboratorijskim delom, v različnih letnih časih, kar je omogočilo sezonsko primerjavo zajetih vzorcev vode.

1.4. Hipoteze

Postavili smo si dve delovni hipotezi, ki smo ju ob zaključku diplomskega dela glede na pridobljene podatke ovrednotili.

Hipoteza 1: V poletnih mesecih je obremenjenost vodnih teles z nitrati večja.

Hipoteza 2: V zadnjih petih letih se je kakovost vodnih teles na širšem območju Velike planine poslabšala.

1.5. Omejitve

Med terenskim delom je prišlo do nekaj sprememb, ki so bile posledica omejitev in nepričakovanih dogodkov. Med določanjem merilnih mest se je izkazalo, da je eno v resnici hudournik in ne stalni vodotok (potok pod Žago), zaradi česar je bilo treba najti nadomestno merilno mesto. Omejitve so občasno nastopile tudi zaradi vremenskih pogojev, saj je moralo za reprezentativni vzorec pasti dovolj dežja, ki je omogočil pronicanje padavin v podzemlje in s tem raztapljanje onesnaževal ter zbiranje v potokih.

2. TEORETIČNA IZHODIŠČA

2.1. Onesnaževanje voda v visokogorju

Napredek v obliki množične obiskanosti naravnega okolja prinese tudi negativne učinke. V gorah in visokogorju se ti kažejo v več oblikah. Ena najbolj opaznih, obenem pa tudi nevidnih, je obremenitev in onesnaženje nadzemnih in podzemnih vodnih teles. Gorska jezera, potoki in napajalne kali nam velikokrat polepšajo vtis ter počutje in poleg deževnice zagotavljajo vir pitne vode. Na Veliki planini ni veliko nadzemnih voda, saj je zaradi geološke sestave (večinoma karbonatne kamnine, kot sta apnenec in dolomit) vodoprepustna (Vogrin, 2019). Pomeni, da večina padavin ponikne, na površje pa pridejo nižje, v izvirih potokov.

Prve analize in zapise o obremenjevanju vodnega okolja Velike planine lahko najdemo v enem od člankov Planinskega vestnika iz leta 1992, ko so na dnu vrtač in brezen že našli odpadke, ki so s spiranjem pomembno vplivali na kakovost podzemnih voda. Omenjeni so tudi nekateri drugi viri onesnaževal, ki so aktualni še danes: greznice, odlagališča odpadkov, gradnja cest, množični prihod "nekulturnih" obiskovalcev. Posledice teh dejavnikov so se pokazale v analizah, ki so jih opravili. Izmerili so povišane koncentracije KMnO_4 (kalijevega permanganata), NO_2 (dušikovih oksidov), NO_3 (nitratov) in PO_4 (fosfatov) (Novak, 1992). Ker so bile takrat mejne vrednosti postavljene pri dosti višjih vrednostih, kot so danes, se kljub pridobljenim podatkom ni ukrepalo. Se je pa izpostavila pomembnost ohranjanja okolja in predvsem čiste pitne vode.

2.2. Pomen fizikalno-kemijskih parametrov

Voda je po definiciji naravna prozorna tekočina brez barve, vonja in okusa. Je oksid vodika (H_2O), sestavina zemeljskega površja in vseh organizmov, kroži po vseh sferah zemeljskega površja in ga preoblikuje. Nahaja se v vseh treh agregatnih stanjih: kot tekočina, para ter sneg in led (Lah, 2002). Vodi lahko tudi izmerimo različne fizikalno-kemijske vrednosti, s pomočjo katerih vodo vrednotimo in na različne načine klasificiramo.

Temperatura

Temperatura je ena izmed osnovnih fizikalnih veličin in termodinamičnih spremenljivk, ki določa toplotno stanje teles, največkrat jo merimo s termometrom. V fiziki se temperatura meri v stopinjah Celzija ($^{\circ}\text{C}$), Kelvinovih (K) ali Fahrenheitovih ($^{\circ}\text{F}$). Temperatura je povezana z gibanjem delcev snovi, pri čemer višja temperatura pomeni hitrejše gibanje delcev, medtem ko nižja temperatura pomeni počasnejše gibanje. Na spremembe temperature v vodnih telesih največkrat vplivajo antropogeni ali naravni pojavi, kot so npr. podnebne spremembe, odtoki in dotoki vode s površja ter mešanje s talno vodo. Največji učinek na spremembo temperature vode ima neposredna absorpcija sončevega sevanja ter oddajanje toplote iz usedlin ter zraka. Pri višjih temperaturah vode potekajo kemijske reakcije, kot so izhlapevanje in razkroj organskih snovi, v vodi hitreje. Z višjo temperaturo vode se prav tako zmanjša topnost določenih plinov npr. kisika in ogljikovega dioksida v vodi. Ob izvirih na površju je temperatura talne vode stalna in približno enaka povprečni letni zračni temperaturi kraja. V površinskih t. i. netermalnih vodah Slovenije se temperatura giblje med $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, odvisna pa je od sezonskih nihanj (Urbanič, Toman, 2003).

Koncentracija raztopljenega kisika

Prosti kisik v vodi je bistven za vse aerobne organizme, torej tiste, ki za preživetje potrebujejo prisotnost kisika. Spreminja se v odvisnosti od temperature, atmosferskega tlaka, slanosti, turbulence in fotosintezne ter respiratorne oz. dihalne aktivnosti organizmov. Večja temperatura in slanost zmanjšujeta topnost kisika, večja turbulenca pa jo zvišuje. Fizikalni in kemijski procesi imajo sicer ključno vlogo pri raztapljanju kisika v vodi, vendar pa na končno koncentracijo in razporeditev bistveno vplivajo v vodi prisotni organizmi. V neobremenjenih vodnih sistemih so spremembe, tako sezonske kot tudi dnevne, odvisne predvsem od temperature in aktivnosti organizmov. Kjer pride do izpustov z organskimi snovmi bogatih odpadnih voda, so koncentracije kisika prav zaradi povečane aktivnosti mikroorganizmov nižje. Meritve koncentracije raztopljenega kisika nam pomagajo razumeti predvsem stopnjo organske onesnaženosti vodnega telesa in razpadanja organskih snovi ter kakšna je samočistilna sposobnost izbranega vodnega telesa (Urbanič, Toman, 2003).

Nasičenost vode s kisikom

Nasičenost vode s kisikom je odvisna predvsem od temperature, zračnega tlaka in koncentracije ionov, pri čemer 100 % nasičenost pomeni najvišjo možno nasičenost ob trenutnem zračnem tlaku in temperaturi. Čez dan je nasičenost lahko tudi višja od 100 %, kar se zgodi, kadar je produkcija kisika v vodi večja od porabe oz. respiracije. Vrednosti, manjše od 100 % pa po drugi strani nakazujejo višjo porabo kisika od njegove produkcije. Pitna voda, ki ima vrednosti manjše od 80 %, je zato slabega vonja in okusa (Urbanič, Toman, 2003).

Električna prevodnost

Električna prevodnost je opredeljena sposobnost vode, da prevaja električni tok. Odvisna je predvsem od temperature vode ter koncentracije ionov v njej in njihovih značilnosti: stopnje razpada snovi v ione, električnega naboja posameznih ionov in mobilnosti ionov. Enota za električno prevodnost je mikro Siemens na cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Prevodnost se viša skupaj z obremenjenostjo vodnega telesa s hranili, saj več hranil pomeni večjo količino nabitih delcev. Sezonsko gledano so vrednosti najvišje v jesenskem času, ko prihaja do intenzivne razgradnje odpadlega listja. Kasneje padavine zaradi učinka redčenja zmanjšujejo koncentracije ionov, saj ima deževnica nizke vrednosti ionov (Urbanič, Toman, 2003).

pH-vrednost

Definicija pH-vrednosti je negativni desetiški logaritem H^+ ionov ($\text{pH} = -\log_{10} \text{H}^+$). Voda, katere pH je 7, je nevtralna, če ima vrednost nižjo, je kislja, če ima vrednost višjo, pa alkalna. pH-vrednost vode je odvisna pretežno od ravnotežja med ogljikovim dioksidom (CO_2), hidrogenkarbonati (HCO_3^-) in karbonatnimi ioni (CO_3^{2-}). Na naravno ravnotežje vplivajo predvsem industrijske odpadne vode in atmosfersko obremenjevanje s kislimi snovmi, kot npr. emisije žveplovega dioksida (SO_2). V večini naravnih voda znaša pH vrednost med 6.0 in 8.5, pri čemer so nižje vrednosti pogoste v vodah, bogatih z raztopljenimi organskimi snovmi (Urbanič, Toman, 2003). Na pH vplivajo tudi geologija tal, tip kamnin in prsti, pri čemer so vode, ki tečejo po apnencu in dolomitu, navadno bolj alkalnega značaja. Na drugi strani imajo bolj kisle vrednosti vode, ki tečejo preko sedimentnih kamnin (npr. peščenjak, skrilavec in glinenec) (Vovk Korže, Bricelj, 2004).

Nitrati

Nitratni ioni (NO_3^-) so del dušikovega kroga in naravno prisotni v vodnih telesih, ker so končni produkt pri aerobni razgradnji organskih dušikovih snovi. Pod naravne vire nitratov štejemo spiranje površin, odmrle dele rastlin in živali ter vulkanske kamnine. V neonesnaženih vodah vrednosti običajno ne presegajo 1 mg/L, koncentracije nad to vrednostjo pa so dostikrat

posledica spiranja gnojnih kmetijskih površin. Vodotoki, ki so ob kmetijskih površinah, imajo zato po navadi nitratne vrednosti od 1 mg/L do 10 mg/L. Še višje koncentracije, ki v vodnih telesih dosegajo vrednosti do 25 mg/L, pa lahko nakazujejo prisotnost komunalnih in industrijskih odpadnih voda (Urbanič, Toman, 2003). Kadar se v jezerih ali vodotokih zveča količina dušika in posledično zvišajo vrednosti nitratnih ionov, postane voda obogatena, kar ima za posledico pospešeno rast alg in drugih rastlin, kar imenujemo eutrofikacija. Pretirana rast rastlin povzroči spremembo okusa in vonja pri vodi, ki jo uporabljamo za pitje, ali pa lahko neugodno vpliva na ribe in druge vodne živali (Vovk Korže, Bricelj, 2004). Nitrate najdemo še v barvah in lakih, škodljivi pa so tudi živim bitjem, saj se lahko nitrat v prebavilih ob delovanju aerobnih bakterij reducira v nevarni in potencialno rakotvorni nitrit (Lah, 2002).

Fosforjeve spojine

Fosfor (P) je poleg dušika osnovni element, ki omogoča rast rastlinam, živalim in mikroorganizmom, pri čemer v naravi največkrat merimo vrednosti orto-fosfatov. Pod naravne vire fosforja štejemo preperete kamnine in razgrajene organske snovi. V neobremenjenih vodnih telesih koncentracije ne presegajo vrednosti 0,1 mg/L, medtem ko v vodah ob kmetijskih površinah narastejo do 0,25 mg/L. Še višje vrednosti pa povzročajo komunalne in industrijske odpadne vode (Urbanič, Toman, 2003). Kot antropogeni vir fosfatov štejemo tudi odpadne vode, ki vsebujejo čistila, pralne praške in detergente. Fosfati so poleg nitratov glavni povzročitelj povišanja količine hranilnih snovi oz. eutrofikacije (Vovk Korže, Bricelj, 2004).

Motnost

Motnost je merilo za prepustnost svetlobe skozi vodo, odvisna pa je od prisotnosti koloidnih delcev in finih suspendiranih snovi. Določamo jo v enotah NTU (*nephelometric turbidity unit*). Merilo za motnost je osnovano na primerjavi intenzitete razpršitve svetlobnega vzorca in referenčne suspenzije, pri čemer se kot standard uporablja suspenzija formazina (Roš, Panjan, 2012). Motnost je posledica optične aktivnosti koloidnih delcev, na katerih se svetloba razprši. Voda se obarva zaradi prisotnosti in aktivnosti nekaterih mikroorganizmov, plavajočih delcev gline, peska in zemlje ter razpadanja rastlinskega materiala (Vovk Korže, Bricelj, 2004).

Kemijska potreba po kisiku (KPK)

Kemijska potreba po kisiku je merilo za organsko onesnaženje voda, ki ga določamo tako, da oksidiramo organske nečistoče pri določenih pogojih in iz porabljene količine oksidanta sklepamo na vsebnost organskih nečistoč. Na ta način določimo tiste organske snovi, ki se oksidirajo s kisikom (Uranjek, Bubik, b. d.).

Biokemijska potreba po kisiku (BPK5)

Biokemijska potreba po kisiku je merilo za količino razgradljivih organskih snovi, ki so prisotni v vodnem vzorcu. Vrednost BPK5 je enaka količini kisika, ki je potrebna za aerobno razgradnjo organskih snovi v anorganske. Z njim predvsem ugotavljamo vpliv izpustov odpadnih komunalnih voda na vodni svet, pri čemer je treba upoštevati tudi druge dejavnike, npr. temperaturo vode, hitrost in pretok vode, sončno svetlobo, količino raztopljenega kisika, populacijo vodnih organizmov in vpliv usedanja odpadnih snovi na dno. Osnovni test BPK5 je danes standardiziran in načeloma poteka v obliki 5-dnevne inkubacije v temi pri 20 °C, čeprav se v določenih primerih uporabljajo tudi druge inkubacijske dobe (Urbanič, Toman, 2003).

KPK in BPK5 sta osnovna parametra odpadne vode čistilnih naprav. S KPK določimo vse organske snovi, ne moremo pa ločiti med biološko razgradljivimi in biološko inertnimi organskimi snovmi. Zato je KPK dopolnilo in ne nadomestilo BPK5, ki pa podaja množino porabljenega kisika za razgradnjo organskih snovi pri pogojih, ki so v naravi, torej za biološko razgradnjo organskih snovi. Nujno je zato simultano vrednotenje onesnaženja s KPK in BPK5.

2.3. Zakonodaja s področja varovanja vodnega okolja

Področje varovanja vodnega okolja je urejeno z evropsko in slovensko zakonodajo.

2.3.1. Zakonodaja Evropske unije

DIREKTIVA EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA 2000/60/ES določa okvir za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. Vzpostavlja temelje varovanja vseh voda v državah članicah EU. V njej je bila priznana potreba po ukrepanju, da se prepreči dolgoročno poslabšanje kakovosti in zmanjšanje količine sladke vode, ob pozivu za izvedbo programa ukrepov za trajnostno upravljanje in varstvo sladkovodnih virov. Vodna politika mora temeljiti na previdnostnem načelu in na načelih preprečevanja, okoljska škoda pa naj se prednostno popravlja pri viru in plača naj onesnaževalec. Obenem je treba varstvo in trajnostno upravljanje vode intenzivneje vključevati v druga področja, kot so energetika, promet, kmetijstvo, ribištvo, regionalna politika in turizem (Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike, 2000).

2.3.2. Zakonodaja Republike Slovenije

Cilj Zakona o vodah (ZV-1) je upravljanje voda ter vodnih in priobalnih zemljišč za doseganje dobrega stanja voda in drugih, z vodami povezanih ekosistemov, zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem voda, ohranjanje in uravnavanje vodnih količin in spodbujanje trajnostne rabe voda, ki omogoča različne vrste rabe voda ob upoštevanju dolgoročnega varstva razpoložljivih vodnih virov in njihove kakovosti. Pri opredelitvi ciljev upravljanja voda in z njimi povezanih programov ukrepov se upoštevajo tudi vplivi podnebnih sprememb (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdl-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20 in 35/23 – odl. US).

Uredba o stanju površinskih voda. Ta uredba določa merila za ugotavljanje stanja površinskih voda, okoljske standarde kakovosti za ugotavljanje kemijskega stanja ter merila in okoljske standarde kakovosti za ugotavljanje ekološkega stanja površinskih voda ter vrste monitoringa stanja površinskih voda. S tem predpisom se jasno opredeljujejo načini merjenja kemijskega in ekološkega stanja površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16 in 44/22 – ZVO-2).

Uredba o stanju podzemnih voda. Ta uredba določa postopek za določanje vrednosti praga za kakovost podzemne vode, parametre kemijskega in količinskega stanja, standarde kakovosti podzemne vode, vrednosti praga za kakovost podzemne vode, pogoje za dobro količinsko in kemijsko stanje, merila za ugotavljanje in obračanje pomembnih in stalno naraščajočih trendov onesnaženja, merila za določitev obremenjenosti vodnega telesa podzemne vode ter dodatne zahteve za pripravo programa ukrepov za podzemne vode (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2).

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. Ta uredba v zvezi z zmanjševanjem onesnaževanja okolja zaradi emisije snovi in emisije toplote, ki nastajata pri odvajanju komunalne, industrijske in padavinske odpadne vode ter njihovih mešanic v vode, določa mejne vrednosti emisije snovi in toplote, vrednotenje emisije snovi in toplote, ukrepe preprečevanja emisije snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda, ukrepe zmanjševanja emisije snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda, druge ukrepe zmanjševanja emisije snovi, pogoje za odvajanje odpadnih voda in obveznosti investitorjev in upravljavcev naprav, ki se nanašajo na pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja in obratovanje naprave (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14, 98/15, 44/22 – ZVO-2, 75/22 in 157/22).

Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov. S to uredbo se določajo mejne vrednosti vnosa dušika iz kmetijskih virov v tla ali na tla in ukrepi za zmanjšanje

in preprečevanje onesnaževanja voda, ki ga povzročajo nitrati iz kmetijskih virov. Zaradi varstva voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov je celotno območje Republike Slovenije opredeljeno kot ranljivo območje. Zavezanci za izvajanje določb te uredbe so vsa kmetijska gospodarstva, ki izvajajo gnojenje, oziroma kmetijska gospodarstva, kjer pri izvajanju njihove dejavnosti nastajajo živinska gnojila ali bioplinska gnojevka, ali kompost ali digestat, čeprav slednja ne vsebujeta živinskih gnojil (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13, 22/15, 12/17 in 44/22 – ZVO-2).

Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja. Ta pravilnik v zvezi z vodnim telesom ali njegovimi deli, ki se uporablja ali je namenjeno za odvzem vode, določa kriterije za določitev zunanjih meja njegovega vodovarstvenega območja, kriterije za določitev meja notranjih območij vodovarstvenega območja, izhodišča za določitev vodovarstvenega režima v zvezi s posegi v okolje, ki so glede na kriterije za določitev meja tveganje za onesnaženje vodnega telesa in druga vprašanja, potrebna za določitev vodovarstvenega območja. Pravilnik se uporablja za varovanje vodnih teles, ki se uporabljajo ali so namenjena za odvzem vode za javno oskrbo s pitno vodo (Uradni list RS, št. 64/04, 5/06, 58/11 in 15/16).

Pravilnik o monitoringu podzemnih voda. Ta pravilnik določa način in obseg izvajanja monitoringa podzemnih voda, pogostost vzorčenja, analiz ali meritev ter pogoje za izvajalce monitoringa podzemnih voda. Monitoring podzemnih voda vključuje monitoring kemijskega stanja in monitoring hidroloških pojavov v delu, ki vključuje parametre količinskega stanja podzemnih voda (Uradni list RS, št. 31/09 in 44/22 – ZVO-2).

Pravilnik o monitoringu stanja površinskih voda. Ta pravilnik se uporablja za monitoring stanja vodnih teles površinskih voda, določenih s predpisom, ki ureja določitev in razvrstitev vodnih teles površinskih voda, ali njihove dele ali skupine. Za umetna in močno preoblikovana vodna telesa se navajanje ekološkega stanja šteje za navajanje ekološkega potenciala, razen kadar ta pravilnik določa drugače (Uradni list RS, št. 10/09, 81/11, 73/16 in 44/22 – ZVO-2).

Pravilnik o pitni vodi. Ta pravilnik določa zahteve, ki jih mora izpolnjevati pitna voda z namenom varovanja zdravja ljudi pred škodljivimi učinki zaradi onesnaženja pitne vode. Vsebuje več poglavij, ki med drugim opredeljujejo notranji nadzor, spremljanje (monitoring), raziskovalna dela, laboratorijsko preizkušanje, ukrepe za odpravo vzrokov neskladnosti in omejitve uporabe pitne vode, odstopanja, zagotavljanje kakovosti priprave vode, opreme in materialov ter zbiranje podatkov in obveščanje (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17).

3. OBMOČJE RAZISKAVE

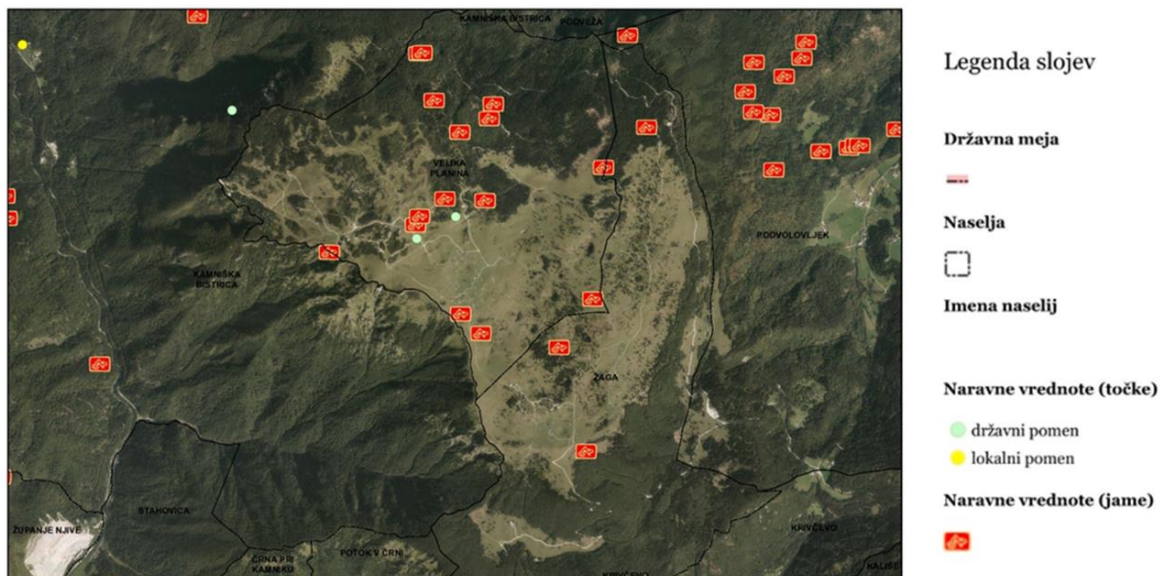
3.1. Naravne značilnosti območja

3.1.1. Površje in geološka zgradba Velike planine

V severnem delu Slovenije v občini Kamnik se v Kamniško-Savinjskih Alpah razteza Velika planina, ki je največja slovenska visokogorska pašna planina, saj meri 557 hektarjev in leži na nadmorski višini med 1.400 in 1.668 metri. Najvišji vrh je Gradišče. Gorska kraška planota obsega Veliko, Malo in Gojško planino, ter planini Dol in Konjščica. Velika planina je samostojna planina in hkrati ime, ki obsega vse prej naštete planine.

Velika planina je geomorfološka in geološka naravna vrednota državnega pomena. Apnenčasta geološka podlaga je pogojila nastanek številnih vrtač, jam in brezen. Ozemlje sestavljajo različne kamnine, ki so tudi različne starosti. Območje Velike planine je v južnem delu, kjer smo izvajali meritve, zgrajeno iz anizičnega apnenca in dolomita, na katerih leži laporast apnenec. Blok je prerezan po sredini s prelomom, ki je usmerjen od vzhoda proti zahodu. Severni del je zgrajen iz zgornjetriasnega apnenca z vložki dolomita (Novak, 1994).

Poleg apnenca najdemo na območju planine tudi dolomit in roženec. Zaradi kraškega sveta površinskih voda na Veliki planini ni, je pa voda v preteklosti oblikovala njeno površje. Evidentiranih je 30 jam in brezen ob razpokah in tektonskih prelomnicah (Kleč in Mučič, 2010).



Slika 2: Zemljevid Velike planine (2023, Atlas okolja, M 1:70800)

Na Sliki 2 so prikazane naravne vrednote (točke) lokalnega in državnega pomena. Naravna vrednota lokalnega pomena: Grdi potok - nahajališče fosilov. Naravne vrednote državnega pomena: Jama v Vrtih, Jama za Velikim gričem in Jama ob žičnici

3.1.2. Podnebje in hidrološke razmere

Podnebje na planini je gorsko, rastna sezona pa kratka (4 mesece). Letno pade približno 1.800 mm padavin, povprečna letna temperatura zraka pa je med 4 in 6 stopinjami Celzija (Kleč in Mučič, 2010).

Glede na že izvedene meritve in opazovanja, ki jih izvajajo na Agenciji Republike Slovenije za Okolje (ARSO), lahko v prihodnje pričakujemo povečanje števila toplih dni in zmanjšanje števila ledenih dni ter obenem zmanjšanje višine novozapadlega snega in trajanja snežne odeje (Bertalanič, 2010). Pri meritvah intenzitete in pogostosti hidrološke suše podzemne vode so opazili, da se ta z leti povečuje. Meritve, ki so jih izvajali med letoma 1982 in 2020, kažejo, da se je izmed 10 najbolj sušnih let kar 7 zgodilo po letu 2000 (Pavlič, 2021). Hidrološke suše so naravni pojav, ki pa so zaradi prevelike porabe vode na Veliki planini še izrazitejše, kar pomeni pomanjkanje vode za pitje in kmetijstvo, saj je treba zagotoviti ekološko sprejemljiv pretok rek in potokov.

Območje Velike planine sicer že od nekdaj pesti pomanjkanje pitne vode, saj so površinski studenci že v preteklosti komaj zadostovali potrebam pastirjev, medtem ko so bile za živino na razpolago samo male lokve s slabo vodo, v katerih je dostikrat vode zmanjkalo. Posledično so morali živino odgnati v dolino prej, kot so nameravali (Melik, 1954).

Preglednica 1: Izbrani meteorološki kazalniki na območju vzorčevalnih mest, obdobje 1971-2000 (2023, Atlas okolja)

Merilno mesto	Povprečna letna temperatura zraka 1971–2000	Povprečna letna višina korigiranih padavin 1971–2000	Povprečno število dni s snežno odejo v sezoni 1971/1972–2000/2001	Povprečno trajanje sončnega obsevanja - poletje 1971–2000
Gojška planina	4-6 °C	1800-2000 mm	spodnja meja 100 dni	660-700 ur
Mala planina	4-6 °C	1800-2000 mm	spodnja meja 100 dni	660-700 ur
Konjski potok	8-10 °C	1600-1800 mm	spodnja meja 50 dni	700-740 ur
Potok pod Vranjščico	6-8 °C	1600-1800 mm	spodnja meja 50 dni	700-740 ur

Preglednica 2: Izbrani meteorološki kazalniki na območju vzorčevalnih mest, obdobje 1981-2010 (2023, Atlas okolja)

Merilno mesto	Povprečna letna temperatura zraka 1981–2010	Povprečna letna višina korigiranih padavin 1981–2010	Povprečno trajanje sončnega obsevanja - poletje 1981–2010
Gojška planina	4-6 °C	1800-2000 mm	650-700 ur
Mala planina	4-6 °C	1800-2000 mm	650-700 ur
Konjski potok	8-10 °C	1800-2000 mm	700-800 ur
Potok pod Vranjščico	6-8 °C	1600-1800 mm	700-800 ur

Podatki v preglednicah 1 in 2 kažejo, da je na merilnem mestu Konjskega potoka najvišja povprečna letna temperatura zraka, ki se giblje med 8 in 10 °C. Na istem merilnem mestu je prišlo do spremembe pri povprečni letni višini padavin, ki je narasla, medtem ko je na ostalih merilnih mestih ostala enaka. Podatkov o številu dni s snežno odejo v sezoni 1981/1982-2010/2011 ni na voljo, zato primerjava s prejšnjim obdobjem ni mogoča. Meritve, opravljene na Agenciji za okolje sicer kažejo, da se lahko pričakuje zmanjšanje števila dni s snežno odejo in količine snega (Vertačnik, Bertalanič, Draksler, 2018). Trajanje sončnega obsevanja se v obeh obdobjih ni preveč spremenilo, še vedno pa velja, da je na merilnih mestih na Veliki planini zaradi megle in nizke oblačnosti manj sončnega obsevanja.

3.1.3. Prst in rastlinstvo

Na Veliki planini se pojavljajo tri različne vrste prsti: rendzine, rjave pokarbovatne prsti in litosoli.

Za litosole je značilna izrazito trda matična podlaga (apnenec in dolomit) ter spadajo med zelo plitve in mlade prsti. Uvrščamo jih med avtomorfne prsti (Vogrin, 2019). Ta prst nastane z mehničnim preperevanjem matične podlage, zaradi slabe rodovitnosti pa je pogosto poraščena z rastlinami, ki so prilagojene na revne rastne razmere (Škrtič in Hrabar, 2022).

Rendzine prav tako uvrščamo med avtomorfne mlade in plitve prsti, ki so redko globlje od 30 centimetrov. Pojavlja se na trdih, mehkih ali nesprijetih karbonatnih kamninah, pogosto ima dobre kemične in fizikalne lastnosti (Vogrin, 2019). Zaradi svoje lege na prisojnih in položnejših predelih Velike planine je primerna za pašnike in gozdove.

Največji del Velike planine prekrivajo rjave pokarbovatne prsti, ki tudi spadajo med avtomorfne prsti, ki pa so že bolj zrele; njihova globina se giblje med 30 in 50 centimetri. Nahajajo se na trdih in karbonatnih kamninah (apnenec in dolomit) na kraškem in skalovitem površju, kjer ni prisotnih vodnih tokov, zaradi česar jih najpogosteje prekriva gozd, čeprav imajo razmeroma dobre kemične in fizikalne značilnosti (Vogrin, 2019).

Zaradi svoje lege ima Velika planina bogato biotsko raznovrstnost. V kratki rastni dobi se zelo hitro odvijajo in prepletajo raznobarni rastlinski sestavi, ki se med seboj ločijo glede na višinske pasove. Najdemo več različnih ekosistemov in pokrajinskih značilnosti: gorske gozdove in travnike, skalnata in travnata pobočja, skalne razpoke, melišča in grušč, vlažna rastišča ob vodnih lokah ter snežne kotanje. Med negozdnimi površinami prevladujejo trije tipi travnikov: alpinska in subalpinska travišča s prevladujočim volkom, srednjeevropski gorski gojeni travniki in s hranili bogati gorski pašniki. Zaradi intenzivne paše so naštetih travniki večinoma slabo ohranjeni, večstoletno pastirstvo pa je povzročilo tudi obsežno krčenje gozda in ruševja. Zaradi velikega števila obiskovalcev se je povečalo tudi nabiranje zdravnih zelišč, predvsem arnike, ki pa je zaščitena po Uredbi o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah (Uradni list RS, št. 46/04, 110/04, 115/07, 36/09 in 15/14) (Kobetič, 2018).

3.2. Ključne družbeno geografske značilnosti območja

3.2.1. Zgodovina pašništva in turizma

Začetki izkoriščanja geografskih danosti, predvsem pašnikov Velike planine segajo več stoletij nazaj, o čemer nam pričajo arheološke najdbe, ki so posledica pretekle prisotnosti človeka. Prvi pisni viri, ki govorijo o sodnih sporih in so napisani v nemščini, segajo v začetek 16. stoletja in so dokaz, da so to območje že takrat izkoriščali za pašo živali, predvsem konj, saj je takrat bližnje mesto Kamnik živelo tudi od tovorništva. Ob začetku novega veka je ta obrt zamrla, kmetje pa so zato začeli na planino gnati druge živali, predvsem ovce in govedo (Cevc, 1993).

Turizem se je na Veliki planini začel pred približno 150 leti, ko so se v gore napotili predvsem razsvetljeni izobraženci, ki sta jih tja usmerjala racionalizem in romantika. Pomembnejši mejnik je leto 1910, ko se na planoti odpre kočja Slovenskega planinskega društva. Medtem ko so do takrat planine obiskovali le v poletnem času, pa se s prihodom smuči, ki jih prinesejo iz prve svetovne vojne vračajoči se vojaki, začne počasi razvijati tudi smučarski turizem. Iz različnih zgodovinskih razpisov je razvidno, da so vse do druge svetovne vojne številni pastirji pozimi oddajali svoje kočje v zameno za najemnino. Tik pred koncem vojne so Nemci požgali skoraj vse pastirske kočje, zato je bilo treba po vojni obnoviti infrastrukturo. Najvidnejši razvojni mejnik je Velika planina doživela leta 1960, ko so dokončali in slovesno odprli žičnico, ki je povezala

planino z dolino. Od takrat naprej lahko govorimo o množičnem turizmu, saj je bil dostop zelo preprost, posledično so tudi začela nastajati manjša naselja počitniških hišic in večje planinske kočje. V naslednjih desetletjih se je turizem hitro razvijal, z vstopom Slovenije v Evropsko unijo pa je na to območje začelo zahajati tudi vse več tujih obiskovalcev.

3.2.2. Planinsko pašništvo

V preteklosti so živino na Veliko planino gnali vsi na isti dan, največkrat 29. junija ob prazniku sv. Petra in Pavla. Danes se začetek pašne sezone določi glede na vremenske napovedi in razmere, živali pa na planino večinoma pripeljejo s traktorji ali drugimi prevoznimi sredstvi. Konec pašne sezone je prav tako odvisen od vremenskih razmer in stanja planinskih travnikov, okvirno pa se zaključi konec avgusta, ob ugodnih razmerah pa na začetku meseca septembra (Cevc, 1993).

Na Veliki planini kmetijske površine predstavljajo planinski pašniki, kjer se izvaja planinska paša. Ta ima velik pomen pri ohranjanju kulturne pokrajine in biotske pestrosti, obenem pa tudi izboljšuje zdravje živali ter zmanjšuje nevarnost snežnih plazov. Izvajanje paše na teh površinah se šteje kot najcenejši in edini način za ohranjanje planinskega sveta in kot najboljša priložnost za izvajanje dodatnih dejavnosti na tem območju. Od živali se na planini najpogosteje pase govedo, krave dojilje in mlada plemenska živina, namenjena obnovi čred. Po tradiciji kmetije pasejo svojo živino ali za nekaj kmetij skupaj in živijo v svojem stanu, zato je na planinah med pašno sezono prisotnih več pastirjev. Celotno območje je razdeljeno na več samostojnih planin, za katere skrbijo in na njih pasejo živino agrarne oz. pašne skupnosti. **Mala planina** obsega približno 200 ha površin. Na njej se po raziskavah pase 175 živali, pašno pravico pa ima 40 upravičencev. Okoli 58 % planine predstavljajo pašniki, preostalo pa gozd. **Gojška planina** skupaj z Dovjo ravno pokriva 209 ha površin, pri čemer je 56 % prekrivajo pašniki, preostalo pa gozd. Na njej se pase 263 živali, pašnih upravičencev pa je 64. Njena posebnost je, da je zaradi svoje oddaljenosti od turističnega naselja ostala od vseh planin najbolj nedotaknjena (Kobetič, 2018).

Trenutno je na celotni Veliki planini okoli 60 pašnih upravičencev. Od tega jih planinsko pašo izvaja približno polovica, se pa delež z leti postopno zmanjšuje. Tisti, ki se odločijo za izvajanje paše, so upravičeni do finančne podpore v obliki subvencij.

3.2.3. Turizem

Kot začetek množičnega turizma lahko štejemo leto 1960, ko začne obratovati žičnica, ki je na zahodni strani povezala dolino Kamniške Bistrice in zgornjo postajo na planini, Šimnovec. S to povezavo so pastirji dobili možnost dodatnega vira zaslužka, saj so obiskovalcem lahko prodali več mleka in mlečnih izdelkov: kislega in sladkega sira, kisle smetane, skute in masla. Nekateri raziskovalci so že takrat ugotovili, da turisti niso vedno dovolj obzirni do živine, ki med pašo potrebuje mir (Cevc, 1993).

Po ocenah strokovnjakov je Veliko planino pred izbruhom epidemije covid-19 letno obiskalo 200 do 250 tisoč obiskovalcev, ki so se tja pripeljali z gondolo, po cesti ali so prišli peš. Taka množična obiskanost pomeni, da je to območje eno najbolj turistično priljubljenih v Sloveniji. Prenočitvena kapaciteta v planinskih domovih znaša 189 ležišč, obenem se na Veliki planini oddaja še okoli 28 počitniških koč s skupno kapaciteto pribl. 140 oseb. Ob spodnji postaji gondole se nahaja še kamp Alpe. Največja zasedenost vseh ponudnikov nočitev nastopi v poletnih mesecih, od junija do avgusta. Turiste privabijo različne dejavnosti, kot so pohodništvo, gornišтво, gorsko kolesarstvo in zimski športi. Vsako leto so organizirani tudi vodeni ogledi in še druge prireditve (Kobetič, 2018).

4. MATERIALI IN METODE DE LA

Pri izdelavi diplomskega dela sta prevladovali dve metodi dela:

1) Študij literature (analizna metoda) in pregled objav: pregled domače in tuje literature, kontaktiranje in pridobivanje informacij s strani državnih in občinskih organov, sodelovanje z nevladnimi organizacijami s sorodno tematiko (CIPRA, lokalna akcijska skupina Gorenjska košarica, Jamarski klub Kamnik ...)

2) Empirična metoda (eksperimentalna-kavzalna metoda): terenski obisk merilnih mest in opazovanje izbranih območij ter odvzem vodnih vzorcev (z mentorjem in samostojno), laboratorijsko delo in analiza zbranih vodnih vzorcev, pogovor z domačini in lokalnimi predstavniki.

Diplomsko delo je sestavljeno iz teoretičnega in praktičnega dela.

Za pisanje teoretičnega dela smo uporabili deskriptivno metodo dela, v sklopu katere smo pregledali že obstoječe vire in raziskave, s čimer smo lažje in podrobneje razumeli izbrano temo. Kot teoretično delo štejemo tudi udeležbo na sestanku Jamarskega kluba Kamnik, kjer smo se srečali z njihovim predsednikom Rajkom Slapnikom. Na sestanku smo se podrobneje seznanili z delovanjem kluba, njihovimi člani in raziskavami, ki jih izvajajo že nekaj let.

Najpomembnejši del praktičnega dela so bili terenski obiski izbranih vzorčevalnih mest, kjer smo merili izbrane fizikalno-kemijske parametre in opravili nadaljnje analize v laboratoriju Fakultete za varstvo okolja. Obenem smo si lahko podrobneje ogledali Veliko planino z okolico v različnih letnih časih in iz prve roke videli, kako tam upravljajo in varujejo okolje.

Kot praktični del štejemo tudi udeležbo na Etnološkem taboru treh dolin, ki smo ga podrobneje opisali v prilogi tega diplomskega dela.

4.1. Določitev merilnih mest

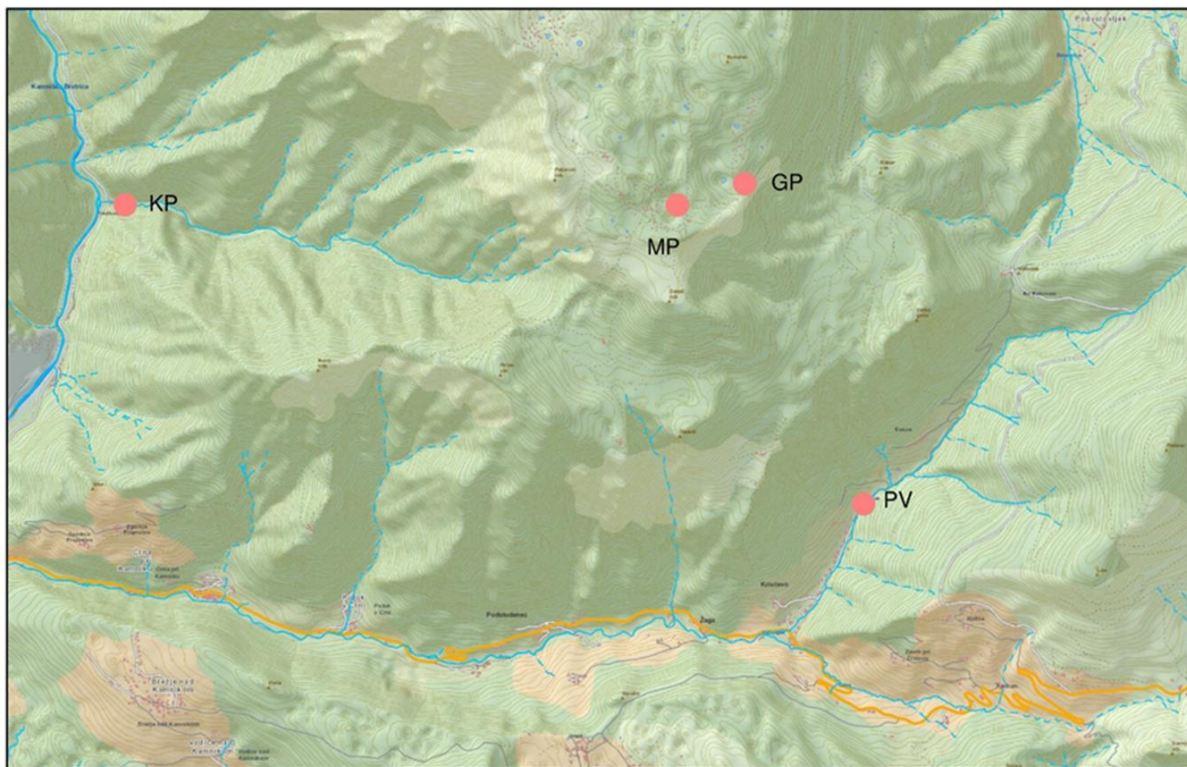
Pri določitvi merilnih mest smo se oprli na hidrografske skice Kamniških in Savinjskih Alp, ki jo je v svojem delu objavil Dušan Novak, ko je z barvanjem vode ugotavljal neposredne in potencialne podzemeljske zveze med vodnimi telesi. Na začetku smo določili štiri merilna mesta: kal na Gojški in Mali planini, Konjski potok ter potok pri Žagi (neimenovan). Slednji se je izkazal, da je hudourniške narave, kar smo ugotovili med opravljanjem meritev in po pogovoru z domačini. Ker potok pri Žagi ni imel stalnega vodotoka, smo v poletnem in jesenskem času pridobivali vzorce treh merilnih mest. Kasneje smo določili dodatno merilno mesto, potok pod Vranjščico, zato smo decembra v analizo vključili še četrto merilno mesto s stalnim vodotokom (Preglednica 3).

Preglednica 3: Izbrana vzorčevalna mesta (2023, Atlas okolja)

Merilno mesto	Nadmorska višina	Oznaka	Koordinata GKX	Koordinata GKY
Gojška planina	1417 m	GP	127119	474751
Mala planina	1473 m	MP	126999	474350
Konjski potok	486 m	KP	126989	471083
Potok pod Vranjščico	689 m	PV	125204	475441

Na Sliki 3 v merilu 1:25000 so označena vsa štiri vzorčevalna mesta, kjer smo opravljali meritve fizikalno-kemijskih kazalnikov in zajemali vzorce vode, v katerih smo v laboratoriju merili KPK, BPK in vsebnost izbranih kemijskih lastnosti.

Z oznako GP je označena kal na Gojški planini, ki leži na 1417 metrih nadmorske višine, z oznako MP pa je označena kal na sosednji Mali planini na višini 1473 metrov nad morjem. Črki KP označujeta Konjski potok na 486 metrih nad morjem, črki PV pa potok pod Vranjščico, ki se nahaja na 689 metrih nadmorske višine.



Slika 3: Lokacije vzorčevalnih mest na zemljevidu (2023, Atlas okolja, M 1:42500)

4.2. Merilna mesta

4.2.1. Gojška planina

Kal oziroma napajališče za planinsko govedo (Slika 4) se nahaja na Gojški planini na križišču več pohodniških poti in planinskih cest. V bližini se nahaja nekaj planinskih bivališč, ki so jih včasih uporabljali pastirji. To vzorčno mesto smo si izbrali, ker je eden redkih vodnih virov za živali na Veliki planini. Domnevali smo, da je pod vplivom dejavnosti turizma in planinskega pašništva.



Slika 4: Kal na Gojški planini (Foto: M. Zabret, 2022)

4.2.2. Mala planina

Na sosednji Mali planini se prav tako nahaja ena izmed kali oziroma napajališč za planinsko pašo živine (Slika 5). Od Gojške planine je oddaljena približno 10 minut hoje, v okolici pa se nahaja nekaj bivših pastirskih prebivališč ter dve večji planinski koči, Črnuški dom in Jarški dom na Mali planini.



Slika 5: Kal na Mali planini (Foto: M. Zabret, 2022)

4.2.3. Konjski potok

Dolina Konjskega potoka se nahaja na jugozahodnem delu Velike planine. Po dnu doline teče Konjski potok (Slika 6), ki se napaja med drugim z odtekanjem padavin s površja Velike planine. Potok poleti ne presahne in pozimi ne zamrzne, tik pri izhodu iz doline pa se izliva v reko Kamniško Bistrico. To vzorčevalno mesto smo izbrali zaradi potencialnega prehajanja onesnaževal iz potoka v reko in podtalnico. Meritve smo opravili malo pred betonskim zadrževalnikom, ki uravnava izliv potoka v Bistrico.



Slika 6: Konjski potok (Foto: M. Zabret, 2022)

4.2.4. Potok pod Vranjščico

Južno od Velike planine se nahaja potok, ki uradno ni poimenovan, pod gozdom, ki je na Atlasu okolja imenovan Vranjščica. Potok se izliva v malo večji vodotok Volovljek, merilno mesto pa se nahaja tik pred izlivom pri mostu čez potok (Slika 7). Dostop do merilnega mesta je možen s ceste, ki se v naselju Krivčevo odcepi proti zaselku Sušnik. To vzorčno mesto smo izbrali zaradi stalne prisotnosti vode in potencialnega izpiranja onesnaževal s padavinami v izbrani potok.



Slika 7: Potok pod Vranjščico (Foto: M. Zabret, 2022)

4.3. Fizikalno-kemijske analize na terenu

Analize so bile izvedene v času od 10. 8. 2022 do 26. 5. 2023. Ob vsakem vzorčenju smo na licu mesta izmerili najmanj tri parametre: temperaturo, pH in električno prevodnost. Vsebnost kisika in motnost smo lahko izmerili v času prvih merjenj, medtem ko zaradi tehničnih težav teh meritev kasneje nismo izvajali. Meritve nitratov in fosfatov smo na začetku opravljali na terenu, s pomočjo reagentov iz prenosnega kovčka EcoLabBox, in v laboratoriju s pomočjo spektrofotometričnih kivetnih testov LCK proizvajalca Hach-Lange. Kasneje smo zaradi natančnejših rezultatov slednjih meritev le-te opravljali samo v laboratoriju. Ob vsakem terenskem delu smo zbrali 1 liter vzorca iz vsakega vodnega telesa in ga v laboratoriju uporabili za merjenje vsebnosti nitratov, fosfatov, KPK in BPK. Izvajanje analiz na terenu je prikazano na Sliki 8.

V zimskih razmerah smo s pomočjo lopate naredili luknjo v zamrznjeno skorjo na obeh planinah, saj so napajališča zamrznila. Na ta način smo lahko prišli do utekočinjene vode, ki je bila prisotna pod ledom.



Slika 8: Analize na terenu (Foto: M. Zabret, 2022)

4.4. Analize v laboratoriju

V laboratoriju smo opravljali analize nitratov, fosfatov, KPK in BPK5 po internih navodilih Fakultete za varstvo okolja (Sliki 9 in 10).



Slika 9: Analize v laboratoriju (Foto: M. Zabret, 2022)



Slika 10: Delo v laboratoriju (Foto: M. Zabret, 2022)

4.5. Terenska oprema in laboratorijski pripomočki

4.5.1. Temperatura in pH vrednost

Za merjenje temperature smo uporabili ročni termometer (Slika 12), za merjenje pH vrednosti pa pH lističe (Macherey Nagel), ki ob kratkotrajni izpostavljenosti vzorcu pokažejo stopnjo pH-vrednosti (Slika 11).



Slika 11: pH lističi (Foto: M. Zabret, 2023)



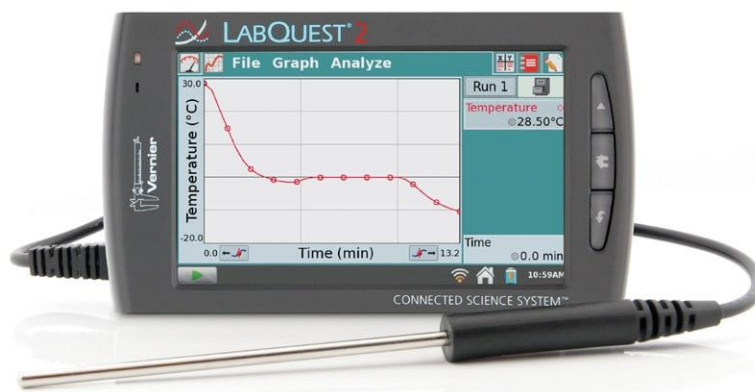
Slika 12: Ročni termometer (Foto: M. Zabret, 2023)

Pri merjenju temperature smo spodnji, merilni del termometra potopili v vodno telo (kal ali potok) in počakali približno 60 sekund in nato odčitali vrednost, ki jo je pokazal termometer. Poskus smo takoj ponovili za boljšo zanesljivost.

Na podoben način smo izmerili pH-vrednost, pri čemer smo enega od indikatorskih papirjev potopili v vodno telo in počakali, da se je obarval. Zatem smo dobljeni barvni vzorec primerjali z barvno lestvico ter tako dobili pH-vrednost vode.

4.5.2. Vernier vmesnik (LabQuest 2)

Vernier LabQuest 2 (Slika 13) je samostojni vmesnik, ki se uporablja za zbiranje podatkov sensorja z vgrajeno aplikacijo za izdelavo grafov in analizo. Velik zaslon na dotik visoke ločljivosti omogoča enostavno in intuitivno zbiranje, analiziranje in izmenjavo podatkov iz poskusov. Vgrajen ima GPS, mikrofona, merilnik pospeška, senzor za temperaturo in svetlobo, štoparico, periodni sistem, snemalnik zvoka in znanstveni kalkulator. Na levem zgornjem robu vmesnika sta dva priključka za digitalne senzore, malo nižje pa trije priključki za analogne senzore, kot npr. temperaturo in pH-vrednost. Ob vklopu se avtomatsko zažene aplikacija LabQuest, ki nam ob priključitvi digitalnih ali analognih senzorjev pokaže izmerjeno vrednost (LabQuest 2 User Manual v2.8.7, 2021). Vmesnik smo z različnimi senzori uporabljali za merjenje električne prevodnosti, vsebnosti kisika in motnosti.



Slika 13: Vernier vmesnik (LabQuest 2 User Manual v2.8.7, 2021)

Najprej smo vključili Vernier vmesnik in nanj priklopili senzor za merjenje vsebnosti kisika v % in v mg/L, nato smo spodnji del senzorja potopili v vodno telo in počakali, da sta se na vmesniku izpisali vrednosti, ki sta sčasoma nehali naraščati. Dani vrednosti smo si izpisali in senzor zamenjali z drugim, ki je bil namenjen merjenju električne prevodnosti. Spodnji konec senzorja smo ponovno potopili v vodo ter počakali, da se je vrednost na vmesniku stabilizirala, nakar smo jo prepisali med zapiske. Za merjenje motnosti smo uporabili senzor, pri katerem je bilo treba v prozorno stekleničko zajeti nekaj vode in jo vstaviti v nastavek, preko katerega je vmesnik določil motnost vodnega vzorca. Ko se je vrednost stabilizirala, smo jo izpisali in vodo iz stekleničke zlili ven.

Zaradi tehničnih težav, ki so se pojavile pri senzorjih za merjenje vsebnosti kisika in motnosti, smo lahko omenjene vrednosti izmerilo le na terenskih vajah, ki smo jih izvedli v mesecu avgustu. Na naslednjem terenskem obisku so bile odčitane vrednosti nepravilne, saj so bile manjše od 0, zato smo po posvetu z mentorico sklenili, da jih ne bomo več uporabljali in jih bomo pustili na fakulteti, kjer so poskrbeli za njihov servis.

4.5.3. Prenosni kovček EcoLabBox

Prenosni kovček EcoLabBox (Slika 14) smo uporabili za merjenje nitratov in fosfatov na terenu. Na merilnem mestu smo sledili navodilom in vzorcu vode dodali določene reagente ter počakali, da je potekla kemijska reakcija. Ta je ob prisotnosti nitratov in fosfatov vzorec obarvala do določene stopnje, ki smo jo primerjali z barvno lestvico iz navodil ter tako ugotovili, kolikšna je koncentracija nitratov in fosfatov v vzorcih.



Slika 14: Prenosni kovček EcoLabBox (Medmrežje, 2023)

Za merjenje vrednosti NO_3^- smo vzeli kiveto z rumeno oznako, jo napolnili s 5 mililitri vzorca vode in dodali 5 kapljic prvega reagenta. Kiveto smo zaprli in pretresli ter dodali 1 žličko drugega reagenta. Kiveto smo zaprli, stresli in počakali 5 minut, nato smo s pomočjo barvne lestvice odčitali vrednost nitratov v vzorcu.

Za merjenje vrednosti PO_4^{3-} smo vzeli kiveto z modro oznako in jo napolnili z vodnim vzorcem do oznake. Nato smo dodali 6 kapljic prvega reagenta in kiveto zaprli ter pretresli. Sledilo je dodajanje 6 kapljic drugega reagenta, nato smo kiveto ponovno zaprli in pretresli. Po 10 minutah smo dobljeno barvo primerjali z barvno lestvico in odčitali vrednost fosfatov v vodnem vzorcu.

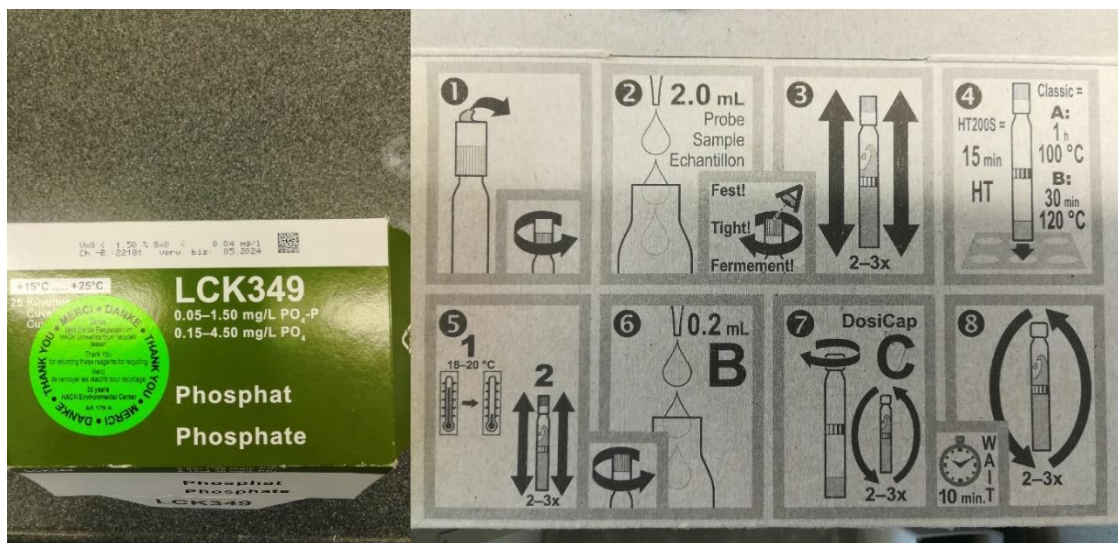
4.6. Delo v laboratoriju

4.6.1. Merjenje NO_3^- in PO_4^{3-} v laboratoriju

Za merjenje ionov smo uporabili spektrofotometrična kivetna testa, LCK339 za merjenje nitratov v merilnem območju 1-60 mg/L in LCK349 za merjenje fosfatov v merilnem območju 0,15-4,50 mg/L. Meritve smo izvedli po navodilih proizvajalca (Sliki 15 in 16).



Slika 15: Navodila za merjenje vsebnosti nitratov (Foto: M. Zabret, 2023)



Slika 16: Navodila za merjenje vsebnosti fosfatov (Foto: M. Zabret, 2023)

4.6.2. Merjenje KPK in BPK

Za merjenje ionov smo uporabili spektrofotometrični kivetni test LCK 314 (15-150 mgO₂/L) in meritve izvedli po navodilih proizvajalca (Slika 17).



Slika 17: Navodila za merjenje kemijske potrebe po kisiku (Foto: M. Zabret, 2023)

Za merjenje BPK vrednosti smo uporabili WTW manometrično metodo in meritve izvedli po navodilih proizvajalca in na podlagi internih navodil FVO po navodilih za predmet Čiščenje odpadnih voda (Slika 19).

Princip metode:

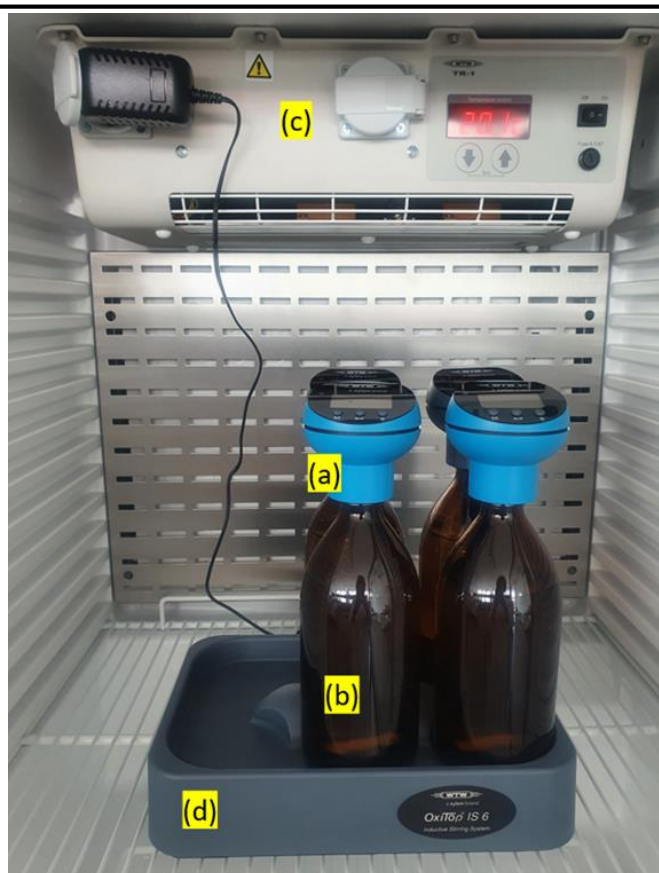
Merjenje BPK poteka manometrično (merjenje spremembe tlaka) v zaprtem sistemu OxiTop, ki predstavlja rešitev za merjenje BPK vrednosti brez uporabe živega srebra. Sistem deluje na podlagi merjenja podtlaka, ki nastane v merilni steklenici in se zazna z Oxitop merilno glavo, ki je zelo občutljiv tlačni senzor. Izmerjeni tlak se nato samodejno pretvori v končni rezultat, ki se izpiše v enoti mg O₂/L. Oksidacijo amonija pri meritvi inhibiramo z NTH 600 nitrifikacijskim inhibitorjem. Mikroorganizmi v vzorcu porabljajo kisik in tvorijo CO₂, ta se absorbira v natrijev hidroksid in nastane podtlak.

Območje določitve:

Območje določitve nerazredčenega vzorca: od 0 do 4000 mg O₂/l. Pri tem uporabljamo različne volumne vzorca in ustrezen faktor, s katerim pomnožimo rezultat.

Oprema (Slika 18):

WTW-OxiTop merilne glave (a), inkubacijske steklenice (b), termostatska omara (c) in magnetno stojalo za inkubacijske steklenice (d).



Slika 18: Oprema za merjenje BPK (Foto: Bubik)



Slika 19: Priprave na merjenje BPK (Foto: M. Zabret, 2022)

5. REZULTATI

5.1. Meteorološka postaja Kamniška Bistrica

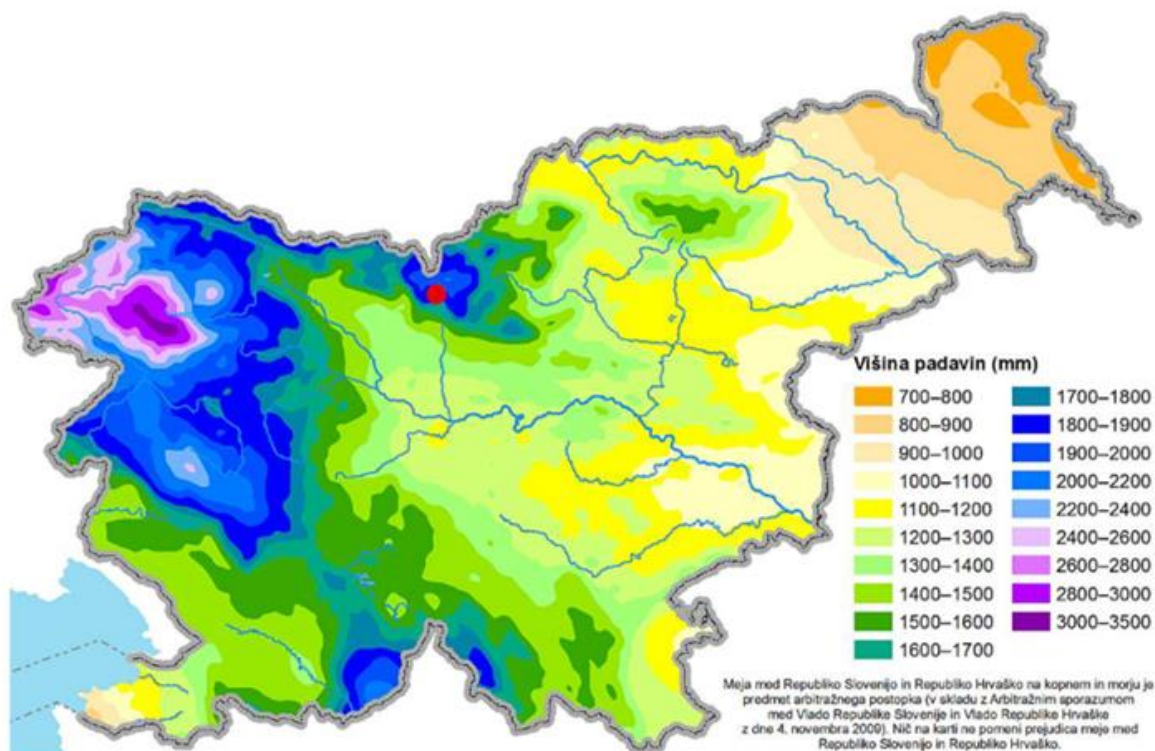
Pri opazovanju in raziskovanju (onesnaženosti) vodnih virov potrebujemo podatke o padavinah, saj imajo na kraškem površju prav padavine največji vpliv na prenos onesnaževal v podzemlje oz. podtalnico. Za pridobivanje podatkov smo uporabili arhiv meritev, ki ga ureja Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO).

ARSO upravlja mrežo različnih merilnih postaj na ozemlju Slovenije, ki so namenjene izvajanju meritev in zbiranju podatkov, s pomočjo katerih sledijo vremenskim pojavom in njihovim spremembam. V bližini Velike planine se nahaja meteorološka postaja Kamniška Bistrica, kjer stojita padavinska in samodejna postaja državne meteorološke mreže.

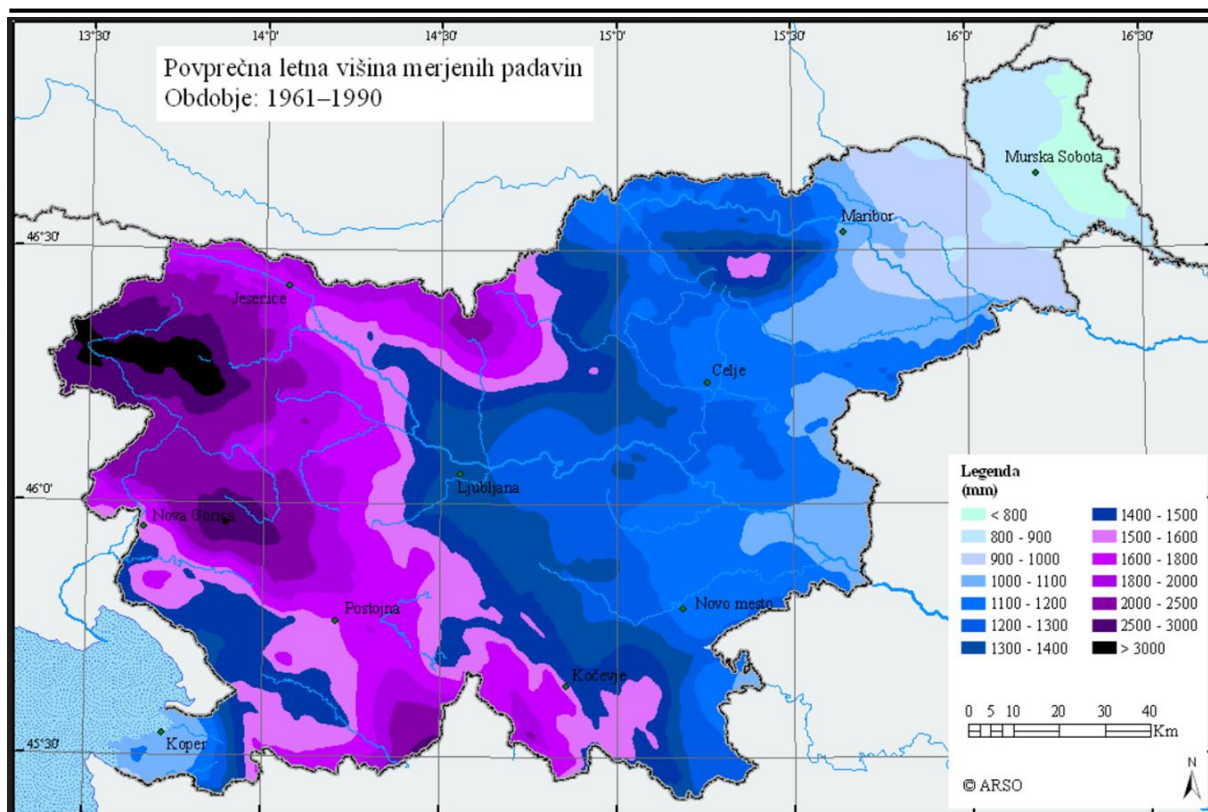
Padavinska postaja leži na nadmorski višini 614 metrov, opazovalni prostor je na vrtu. Postaja je na stalnem mestu od leta 1963, na njej pa merijo višino padavin in snežne odeje ob 7. uri zjutraj (oziroma ob 8. uri v poletnem času), medtem ko vremenske pojave opazujejo preko celega dne.

Samodejna postaja leži približno 2,5 kilometra južneje od padavinske na nadmorski višini 549 metrov. Deluje od januarja 2016, na njej pa merijo temperaturo in vlažnost zraka na višini 2 metrov, višino in trajanje padavin, višino snežne odeje in aktualno vreme.

Opazovani podatki padavinske postaje (lokacija je vidna na Sliki 20), ki se uporabljajo za opis padavinskih razmer, so digitalizirani od leta 1961 dalje. Kot primerjalno ali referenčno tridesetletje so uporabljeni podatki iz obdobja 1981–2010, primerjava s povprečjem obdobja 1961–1990 (Slika 21) pa služi za prikaz sprememb. Prikaz višine padavin je izdelal Urad za meteorologijo, ki deluje na ARSU.

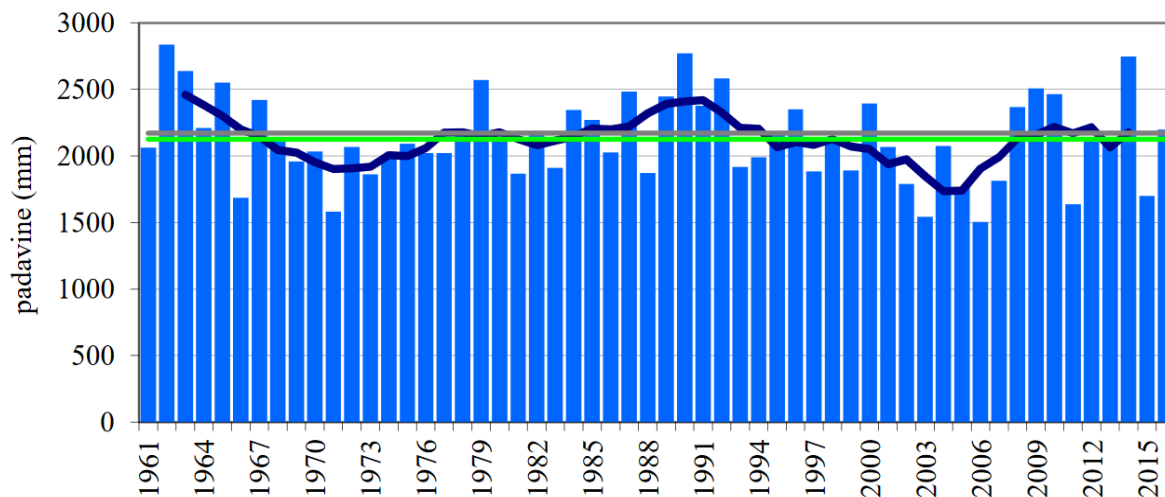


Slika 20: Letna povprečna višina padavin v Sloveniji 1981-2010 (Zabret, 2023)



Slika 21: Letna povprečna višina padavin v Sloveniji 1961-1990 (Zabret, 2023)

Kamniška Bistrica z okolico spada med območja z obilnimi padavinami, saj tam v povprečju pade 2125 mm padavin letno (povprečje primerjalnega obdobja 1981-2010) oz. 2173 mm (obdobje 1961–1990). Največ padavin je bilo namerjenih leta 1962 (2836 mm), najmanj pa leta 2006 (1505 mm). Na Sliki 22 je prikazana letna višina padavin in petletno drseče povprečje.



Slika 22: Letna višina padavin (stolpci) in petletno drseče povprečje (krivulja) (Zabret, 2023)

Jeseni (september, oktober, november) pade na tem območju največ padavin, v primerjalnem povprečju 671 mm, v obdobju 1961-1990 pa 636 mm. Samo v tem letnem času je zaznati porast padavin, v vseh drugih je opazen njihov upad v zadnjem primerjalnem tridesetletju. V

obdobju 1961–2016 je bila najbolj namočena jesen leta 1992 (1198 mm), najmanj pa leta 1975 (279 mm) (Nadbath, 2017).

5.2. Terensko delo

V preglednici 4 je zabeležena količina padavin, ki je padla na območju Velike planine 14 dni pred vsakim terenskim vzorčenjem, v preglednici 4 pa 30 letno obdobje povprečne količine padavin v enakih časovnih obdobjih. Podatki so bili pridobljeni na meteorološki postaji Kamniška Bistrica.

Preglednica 4: Količina padavin 14 dni pred terenskim delom (vir: ARSO, 2023)

Časovno obdobje	Količina padavin (mm)
28.7.2022-10.8.2022	45,1
1.8.2022-14.8.2022	45,3
23.11.2022-6.12.2022	118,2
10.12.2022-23.12.2022	158,7
13.5.2023-26.5.2023	88,1

Iz zbranih podatkov je razvidno, da je bilo poletje obdobje z najmanjšo količino padavin, medtem ko jih je bilo novembra in decembra bistveno več.

Poletje 2022 je bilo izredno suho in izjemno vroče, pomanjkanje vode je pestilo tako Slovenijo kot tudi druge evropske države. Povsod so se spopadali s pomanjkanjem vode v rekah in jezerih ter za namakanje, upadla je tudi gladina podtalnice, ki se pogosto uporablja za pripravo pitne vode. Padavine, ki so nastopile med prvim in drugim merjenjem, so bile količinsko majhne in lokalno omejene, zato ni prišlo do opaznejšega izboljšanja tako količine kot kakovosti vode na merilnih mestih.

V mesecu decembru sta bili obe kali, kjer smo izvajali meritve, zamrznjeni, zato je bilo treba prebiti led in tako pridobiti vzorce pod njim. Ostali dve merilni mesti, Konjski potok in potok pod Vranjščico, sta bili dovolj vodnati za zajem vodnih vzorcev. Maja je nastopilo obdobje močnih in pogostih padavin, zaradi česar sta bili obe kali dobro napolnjeni, prav tako sta imela oba potoka visok vodostaj.

Preglednica 5: Povprečna količina padavin zadnjih 30 let v enakih časovnih obdobjih (vir: ARSO, 2023)

30-letno obdobje	Povprečna količina padavin (mm)
28.7.-10.8.	79,6
1.8.-14.8.	82,5
23.11.-6.12.	87,9
10.12.-23.12.	64,4
13.5.-26.5.	91,2

Primerjava povprečnih količin padavin v zadnjih 30 letih (Preglednica 5) in količin padavin v letih 2023 in 2022, ko smo izvajali meritve, nam pokaže kar velika odstopanja od dolgoletnega povprečja. Poletje 2022 je bilo zelo suho, saj je bilo padavin skoraj za polovico manj od povprečja, kar je bil tudi eden od vzrokov za sušo in vsesplošno pomanjkanje vode v naravi. V zimskih mesecih je ravno obratno, saj je bilo padavin veliko. Spomladi je bila količina padavin

zelo blizu 30 letnemu povprečju. Glede na napovedi podnebnih sprememb lahko na območju Velike planine pričakujemo zmanjšanje padavin poleti in povečanje padavin v zimskih mesecih. Potrebno je opozoriti, da se pričakuje povečanje padavin v obliki dežja, saj bo zaradi toplejših zim manj snežnih padavin, prav tako bo krajša pokritost s snežno odejo.

5.3. Rezultati meritev

5.3.1. Analize vzorcev vode, 10. avgust 2022

Preglednica 6: Analize vodnih vzorcev, 10. avgust 2022 (Vir: M. Zabret, 2022)

Datum: 10.8.2022	O ₂ (%)	O ₂ (mg/L)	EcoLabBox NO ₃ ²⁻ (mg/L)	EcoLabBox PO ₄ (mg/L)	T (°C)	pH	Električna prevodnost (uS/cm)	motnost (NTU)	KPK (mg/L)	BPK (mg/L)	LCK 339 Nitrati (mg/L)	LCK 349 Fosfati (mg/L)
Gojška planina	118	8,5	1-5	0-0,5	20	7	154	1	69,2	25,3	1,76	0,098
Mala planina	166,6	12	5 <	0-0,5	22	7	86,1	57,5	66,7	16,5	2,99	0,128
Konjski potok	87,8	8,72	5 <	0-0,5	14	7	273,1	-15,4	10,6*	5,8	6,20	0,005*

*pod merilnim območjem

Rezultati (Preglednica 6) kažejo, da je bila nasičenost s kisikom najvišja v vzorcu vode na Mali planini (166,6 % oz. 12 mg/L), medtem ko je bila na drugih merilnih mestih dosti nižja. Temperatura je bila najnižja v Konjskem potoku (14 °C), medtem ko je bila na Mali planini višja za 8 °C. Na vseh merilnih mestih je bila pH vrednost vode nevtralna. Najvišjo električno prevodnost smo izmerili v Konjskem potoku (273,1 µS/cm), najnižjo pa na Mali planini (86,1 µS/cm). Motnost smo izmerili v obeh kalih na Veliki planini, kjer je bila najvišja na Mali planini (57,5 NTU), saj se je tam paslo govedo, medtem ko se na Gojški planini (1 NTU) ni. Pri merjenju motnosti Konjskega potoka se je zaradi tehničnih težav izpisala negativna vrednost, zato te meritve nisem vključil v analizo. Najvišja vrednost kemijske potrebe po kisiku je bila izmerjena na Gojški planini (69,2 mg/L), najnižja pa v Konjskem potoku (10,6 mg/L), kjer je bila končna vrednost pod merilnim območjem. Podoben rezultat smo dobili pri merjenju biokemijske potrebe po kisiku, kjer je bila najvišja vrednost izmerjena na Gojški planini (25,3 mg/L), najnižja pa v Konjskem potoku (5,8 mg/L). Vrednost nitratov je bila najvišja v Konjskem potoku (6,20 mg/L), najnižja pa na Gojški planini (1,76 mg/L). Največ fosfatov smo izmerili na Mali planini (0,128 mg/L), najmanj pa v Konjskem potoku (0,005 mg/L), kjer se je rezultat nahajal pod merilnim območjem.

5.3.2. Analiza vzorcev vode, 14. avgust 2022

Preglednica 7: Analize vodnih vzorcev, 14. avgust 2022 (Vir: M. Zabret, 2022)

Datum: 14.8.2022	O ₂ (%)	O ₂ (mg/L)	EcoLa bBox NO ₃ ²⁻ (mg/L)	EcoLa bBox PO ₄ (mg/L)	T (°C)	pH	Električna prevodnost (uS/cm)	motnost (NTU)	KPK (mg/L)	BPK (mg/L)	LCK 339 Nitrati (mg/L)	LCK 349 Fosfati (mg/L)
Gojška planina	163,2	9,87	1	0	18	7,5	154,6	35,5	70,8	6,9	0,288*	0,089
Mala planina	172,9	14,88	5	0,5	22	7,5	83,1	100,7	138	14,9	2,73	0,119
Konjski potok	94,5	8,52	1-5	0	13	7	272,1	-10,5	12,2*	2,1	7,54	0,011

*pod merilnim območjem

Rezultati druge analize vzorcev vode (Preglednica 7), ki je bila izvedena po manjših padavinah, so pokazali, da je bila nasičenost s kisikom ponovno najvišja na Mali planini (172,9 % in 14,88 mg/L), najnižja pa v Konjskem potoku (94,5 % in 8,52 mg/L). Najnižjo temperaturo je imel Konjski potok (13 °C), najvišjo pa kal na Mali planini (22 °C). Prav tako je imel Konjski potok najnižjo pH-vrednost (7), medtem ko sta obe kali imeli rahlo bolj alkalni pH-vrednosti (7,5). Najvišjo električno prevodnost smo zaznali na Konjskem potoku (272,1 µS/cm), medtem ko je bila motnost najvišja na Mali planini (100,7 NTU). Največjo kemijsko potrebo po kisiku smo izmerili na Mali planini (138 mg/L), kjer je bila najvišja tudi biokemijska potreba po kisiku (14,9 mg/L). Z nitrati je bil najbolj obremenjen Konjski potok (7,54 mg/L), s fosfati pa kal na Mali planini (0,119 mg/L).

Primerjava rezultatov meritev 10. in 14. avgusta kažejo, da so padavine vplivale na spremembo nekaterih fizikalno-kemijskih lastnosti vode, saj so se povišale vrednosti vsebnosti kisika in motnosti, obenem se je znižala temperatura vode.

5.3.3. Analiza vzorcev vode, december 2022

Preglednica 8: Analize vodnih vzorcev december 2022 (Vir: M. Zabret, 2022)

December 2022	O ₂ (%)	O ₂ (mg/L)	T (°C)	pH	Električna prevodnost (µS/cm)	KPK (mg/L)	BPK (mg/L)	LCK 339 Nitrati (mg/L)	LCK 349 Fosfati (mg/L)
Gojška planina	-3,7	21,78	1	6	57,3	PMO*	2,35	PMO*	PMO*
Mala planina	-3,7	21,78	1	6	26,9	PMO*	2,4	1,52	0,062
Konjski potok	/	/	7	7	265,9	PMO*	0,1	7,74	PMO*
Potok pod Vranjščico	/	/	7	7	275,8	12,2*	0	5,21	PMO*

*pod merilnim območjem

Pri izvajanju meritev v decembru 2022 (Preglednica 8) je prišlo do nekaterih sprememb. Zaradi tehnični težav smo prenehali z merjenjem vsebnosti kisika in motnosti, obenem smo zaradi natančnejših rezultatov nehali meriti koncentracije nitratov in fosfatov na terenu z metodo EcoLabBox, ki smo jih v nadaljevanju merili v laboratoriju s kivetnimi LCK testi. Meritve na obeh planinah in Konjskem potoku smo opravili 6. 12. 2022, medtem ko smo jih na novem merilnem mestu, potoku pod Vranjščico, opravili 23. 12. 2022.

Oba vodotoka sta imela enako temperaturo (7 °C), medtem ko sta bila zgornja dela obeh napajališč zmrznjena, voda pod njima pa le 1 °C. Najvišjo električno prevodnost je imel potok pod Vranjščico (275,8 µS/cm), najnižjo pa kal na Mali planini 26,9 µS/cm). Vse meritve kemijske potrebe po kisiku so se nahajale pod merilnim območjem, edini rezultat smo dobili za potok pod Vranjščico (12,2 mg/L). Najvišja biokemijska potreba po kisiku je imel vzorec iz Male planine (2,4 mg/L). Največ nitratov smo namerili v Konjskem potoku (7,74 mg/L), največ fosfatov pa na Mali planini (0,062 mg/L), pri čemer so imeli preostali vzorci vrednosti pod merilnim območjem.

5.3.4. Analiza vzorcev vode, 26. maj 2023

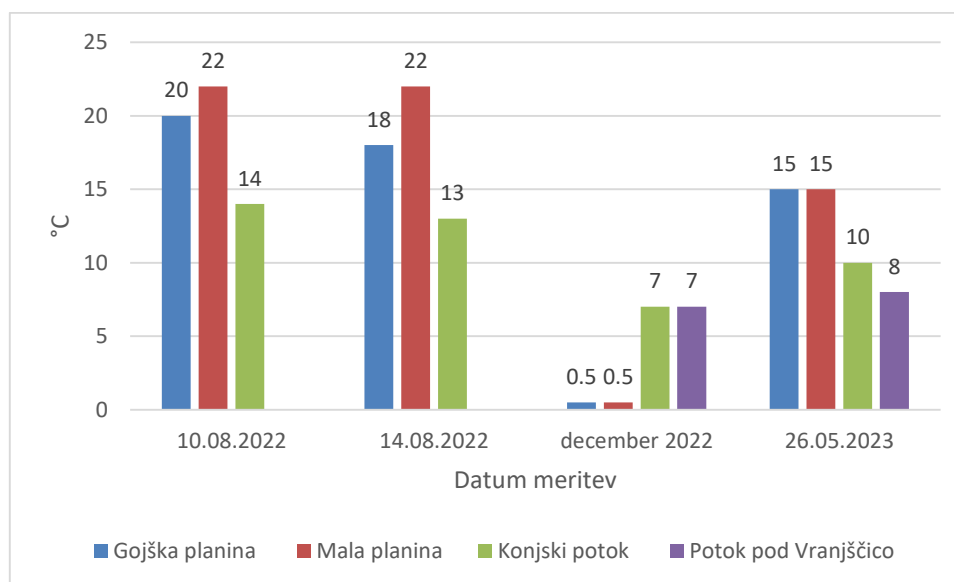
Preglednica 9: Analiza vodnih vzorcev, 26. maj 2023 (Vir: M. Zabret, 2023)

Datum: 26.5.2023	T (°C)	pH	Električna prevodnost (µS/cm)	KPK (mg/L)	BPK (mg/L)	LCK 339 Nitrati (mg/L)	LCK 349 Fosfati (mg/L)
Gojška planina	15	10	141,1	/	53,55	1,23	0,537
Mala planina	15	6,5	36	294	27,3	1,38	0,443
Konjski potok	10	7	270,2	/	2,4	6,69	0,358
Potok pod Vranjščico	8	7	276	/	1,5	5,50	0,362

Meritve, ki smo jih opravili med zadnjim terenskim delom (Preglednica 9), so pokazale, da sta bila najtoplejša oba kala na Veliki planini (15 °C), sta pa imela različni pH-vrednosti. Najvišjo smo izmerili na Gojški planini (10), najnižjo pa na Mali planini (6,5), kjer je bila tudi prevodnost najnižja (36 µS/cm). Najvišjo električno prevodnost smo izmerili v potoku pod Vranjščico (276 µS/cm). Merjenje kemijske potrebe po kisiku je pokazalo visoke vrednosti na Mali planini (294 mg/L). Pri merjenju biokemijske potrebe po kisiku smo najvišjo vrednost izmerili na Gojški planini (53,55 mg/L), medtem ko je bila najnižja pri potoku pod Vranjščico (1,5 mg/L). Rezultati vsebnosti nitratov so pokazali, da je bil z njimi najbolj obremenjen Konjski potok (6,69 mg/L), s fosfati pa kal na Gojški planini (0,537 mg/L).

5.4. Grafični prikaz rezultatov

Rezultati meritev temperature vode in pH-vrednosti

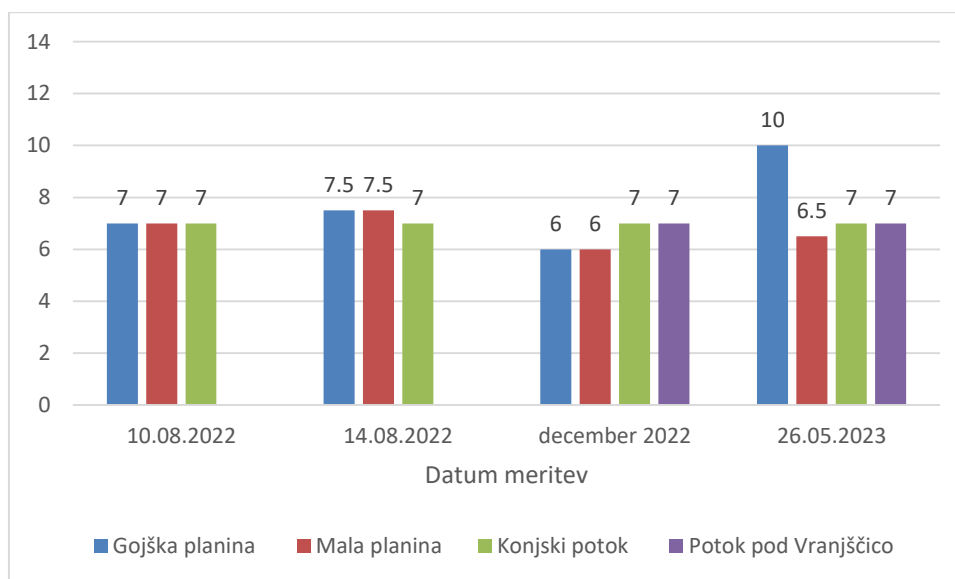


Graf 1: Rezultati meritev temperature vode (Vir: M. Zabret, 2023)

Na spreminjajočo se temperaturo vode (Graf 1) so vplivali različni dejavniki, eden izmed pomembnejših je letni čas oz. agregatno stanje vodnega telesa, pri katerem ločimo stoječe vode in tekoče vode. Oba kala na Veliki planini sta namreč stoječi vodi brez stalnega dotoka in iztoka vode, glavni napajalni vir predstavljajo padavine. V poletnih in pomladnih mesecih sta bili v primerjavi z drugimi merilnimi mesti najtoplejši, medtem ko sta pozimi, ravno zaradi

svojega stoječega (izoliranega) stanja in nizkih temperatur, zamrznili. Ker sta obe napajališči tudi plitvi, je bila posledično temperatura vode v njih le malo nad lediščem. Zaradi višjih temperatur hitreje potekajo tudi kemijske reakcije, kot npr. izhlapevanje in razkroj organskih snovi, kar potrjujejo tudi višji rezultati meritev za KPK in BPK.

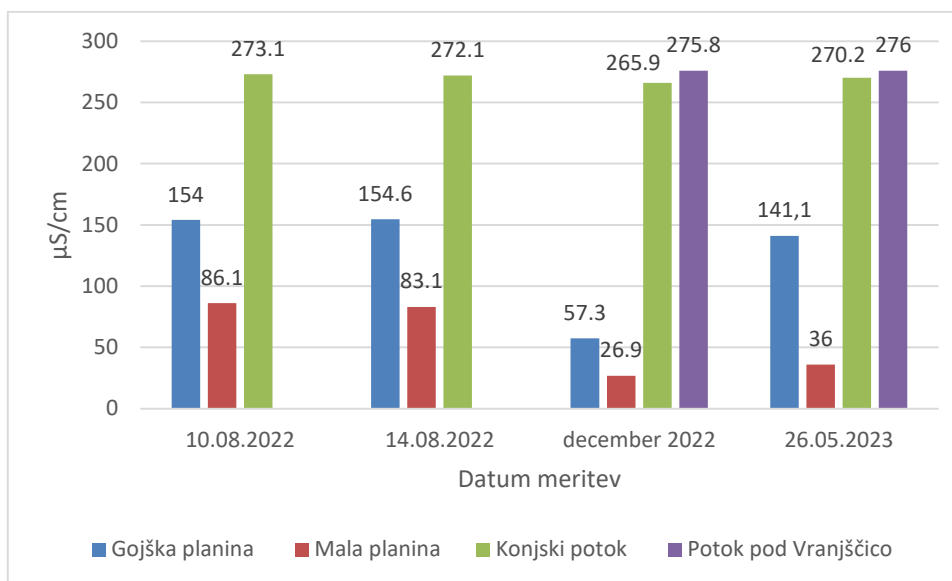
Preostala dva vodotoka (Konjski potok in potok pod Vranjščico) sta imela skozi celotno obdobje meritev manjša temperaturna nihanja, pri čemer je tudi med njima razlika v temperaturi, kar je povezano z njuno dolžino in pretokom vode oz. mestom vzorčenja. Oba potoka imata stalen tok, ki poleti ne presahne in pozimi ne zamrzne, razen ob izredno nizkih temperaturah, ki pa so prej izjema kot pravilo.



Graf 2: Rezultati meritev pH-vrednosti (Vir: M. Zabret, 2023)

Glavni dejavniki spreminjanja pH-vrednosti vodnih teles (Graf 2) so viri antropogenega izvora (npr. industrijske ali komunalne odpadne vode) in atmosfersko obremenjevanje s kislimi snovmi (emisije žvepovega dioksida – kisli dež). Vpliv imajo tudi geologija tal ter tip kamnin in prsti (Vovk Korže, Bricelj, 2004). Rezultati meritev kažejo, da pri skoraj vseh vzorcih ni bilo posebej višjih ali nižjih pH-vrednosti. Edina izjema je stanje kali na Gojški planini 26. 5. 2023, ko je merjenje pokazalo na povišano vrednost 10, kar pomeni, da je imela voda alkalni značaj. Kaj točno je povzročilo tako visoko vrednost, je težko določiti, saj se pašna in turistična sezona še nista začeli, prav tako na Gojški planini gnojenja ne izvajajo.

Rezultati meritev električne prevodnosti

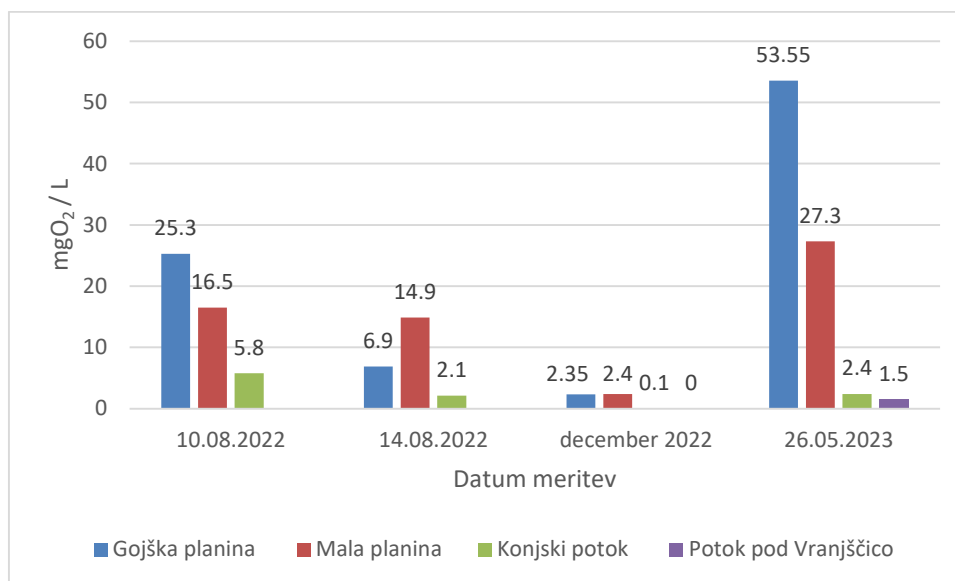


Graf 3: Rezultati meritev električne prevodnosti (Vir: M. Zabret, 2023)

Električna prevodnost pitne vode je lastnost vode, da prevaja električni tok in je odvisna od prisotnosti ionov v vodi: od njihove koncentracije, gibljivosti in naboja ter od temperature vode ob merjenju. Prevodnost se viša skupaj z obremenjenostjo vodnega telesa s hranili, saj več hranil pomeni večjo količino nabitih delcev, pri čemer so raztopine anorganskih snovi večinoma dobri prevodniki (Urbanič, Toman, 2003). V Pravilniku o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17) je mejna vrednost za pitno vodo postavljena pri 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pri 20 °C.

Vrednosti električne prevodnosti (Graf 3) so se občutno spreminjale pri obeh kaley na Veliki planini, pri čemer so se vrednosti gibale med 154,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Gojška planina, 14. 8. 2022) in 26,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Mala planina, december 2022). V zimskem času je zaradi nizkih temperatur, snežne odeje in manjšega števila obiskovalcev obremenjenost s hranili in raztopljenimi anorganskimi snovmi manjša, spomladi pa občutno naraste in se počasi približuje poletnim vrednostim, ki so med vsemi najvišje. Pri obeh tekočih vodah (Konjski potok in potok pod Vranjščico) pa so bile spremembe skozi celotno leto minimalne in kažejo na stalno prisotnost višjih koncentracij ionov, kar je lahko posledica tako onesnaženja kot raztapljanja podlage, po kateri teče voda. Zanimivo je tudi, da med obema potokoma ni večjih razlik v električni prevodnosti, kar pomeni, da je območje podzemne vode, ki je bogato z ioni, široko in ima vpliv na več vodnih izvirov pod Veliko planino.

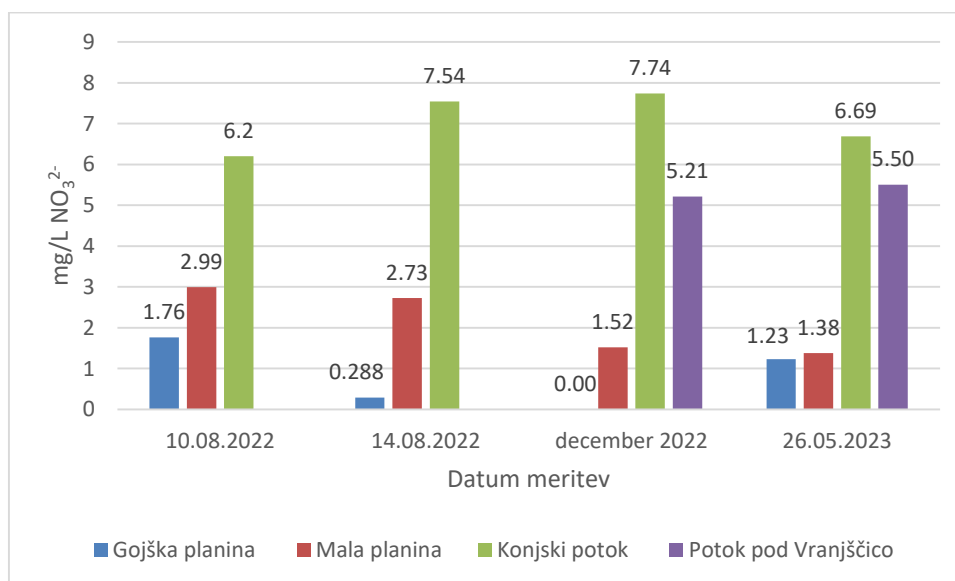
Rezultati meritev biokemijske potrebe po kisiku (BPK5)



Graf 4: Rezultati meritev BPK5 (Vir: M. Zabret, 2023)

BPK5 nam pove količino kisika, ki je potrebna za aerobno razgradnjo organskih snovi v anorganske, na njegovo spremembo pa vpliva več dejavnikov, od izpustov odpadnih komunalnih voda do temperature, hitrosti in pretoka vode (Urbanič, Toman, 2003). Glede na dobljene rezultate (Graf 4) je vrednost BPK5 najvišja v obeh kaley na Veliki planini, kar ni presenetljivo, saj sta obe stoječi vodi brez rednega pritoka in iztoka, obenem se ob stalnem sončnem obsevanju močno segrejeta. Oba potoka imata zaradi svojega pretoka in mešanja kisika preko brzic vrednosti dosti manjše, obenem imata tudi nižje temperature in manj sončnega obsevanja.

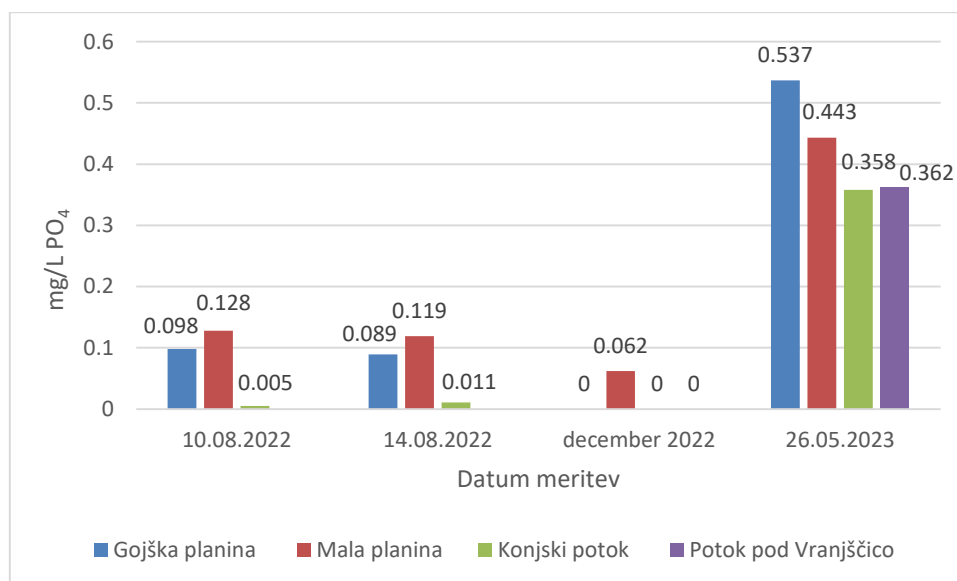
Rezultati meritev vsebnosti nitratov



Graf 5: Rezultati meritev vsebnosti nitratov (Vir: M. Zabret, 2023)

Nitratni ioni so do neke mere naravno prisotni v vodi, saj vanjo pridejo preko spiranja površin in odmrlih delov rastlin in živali. Vrednosti med 1 mg/L in 10 mg/L pa so pogosto posledica spiranja gnojnih kmetijskih površin (Urbanič, Toman, 2003), česar pa ne na Mali ne na Gojški planini ne izvajajo. Glede na dobljene rezultate (Graf 5) sicer v obeh napajališčih večje prisotnosti nitratov ni zaznani, sta pa zato oba potoka močno obremenjena in kažeta na široko obremenjenost podzemlja Velike planine, pri čemer bi enega glavnih virov lahko predstavljale odpadne komunalne vode. Po Pravilniku o pitni vodi je sicer mejna vrednost za nitrate določena pri 50 mg/L NO_3^- .

Rezultati meritev vsebnosti fosfatov



Graf 6: Rezultati meritev vsebnosti fosfatov (Vir: M. Zabret, 2023)

Tudi fosfor je naravno prisoten v naravi, kjer izvira predvsem iz preperelih kamnin in razgrajenih organskih snovi. V neobremenjenih vodnih telesih koncentracije ne presegajo vrednosti 0,1 mg/L, medtem ko v vodah ob kmetijskih površinah narastejo do 0,25 mg/L (Urbanič, Toman, 2003). Enako kot pri nitratih lahko na podlagi rezultatov predvidevamo, da je na Veliki planini glavni vir fosfatov odpadna komunalna voda, ki se preko padavin infiltrira v podzemlje. Vrednosti iz vzorcev, pridobljenih 26. 5. 2023 (Graf 6), so bile na koncu merjenja pod merilnim območjem, zaradi česar sklepamo, da so bile dejanske vrednosti vsebnosti fosforja dosti manjše in bolj podobne rezultatom prejšnjih meritev. Za natančnejše rezultate bi bil po našem mnenju potreben sistematičen in dolgoleten pristop izvajanja meritev.

5.5. Rezultati dosedanjih raziskav

V preteklih letih so na območju Velike planine več raziskav in meritev opravili v Jamarskem klubu Kamnik preko različnih projektov. Meritev sicer niso izvajali na Gojški in Mali planini, so pa merili fizikalno-kemijske in biološke parametre na izlivu Konjskega potoka v reko Kamniško Bistrico, nedaleč od našega merilnega mesta. Prav tako meritev niso izvajali na istem vodotoku kot jaz (potok pod Vranjščico), so jih pa izvajali pri bližnjem izviru Kajžarski Šunc. V spodnjih preglednicah (Preglednici 10 in 11) smo primerjali naše podatke in podatke, ki so jih pridobili v Jamarskem klubu Kamnik.

Preglednica 10: Dosedanje meritve v Konjskem potoku

Konjski potok	O ₂ (%)	O ₂ (mg/L)	T (°C)	pH	Električna prevodnost (µS/cm)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
18.11.2018	98,8	11,70	7,7	8,12	363,2	1,29
3.07.2019	110,5	10,07	14,3	8,41	453	1,39
4.09.2019	108,3	10,30	/	8,36	430,7	1,79
4.07.2021	132,1	12,33	12,7	8,46	362,6	1,68
3.08.2021	120,3	11,00	13,3	8,51	342,8	1,41
30.08.2021	118,5	11,76	11,7	7,66	708,7	1,44
29.09.2021	120,0	11,96	11,8	8,45	474,6	1,28
10.08.2022	87,8	8,72	14	7	273,1	6,20
14.08.2022	94,5	8,52	13	7	272,1	7,54

Preglednica 11: Dosedanje meritve v izviri v Kajžarskem Šuncu

Izvir v Kajžarskem Šuncu	O ₂ (%)	O ₂ (mg/L)	T (°C)	pH	Električna prevodnost (µS/cm)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
21.11.2017	/	11,07	7	7,9	355,7	1,36
1.08.2018	111,9	10,83	7	7,52	389,5	1,44
29.12.2022	/	/	7	7	275,8	5,21
26.05.2023	/	/	8	7	276	5,50

V modri barvi so označeni rezultati, ki so jih pridobili v Jamarskem klubu, z rdečo pa naši rezultati. Do večjih razlik v rezultatih meritev lahko pride zaradi več razlogov, kot npr. vremenski pogoji (redčenje vodnih vzorcev zaradi padavin) in manjši turistični obisk območja zaradi epidemije covid-19. Razlike lahko nastanejo pri metodah dela, čeprav so tudi v Jamarskem klubu večino meritev opravili na terenu. Predstavljene rezultate so izmerili s prenosnim merilnikom STAR A 3295 za določanje pH/ISE/COND/DO/RDO, pri čemer so uporabili različne sonde. Z VIS-spektrofotometrom HACH-LANGE, model DR-1900 in z različnimi kivetnimi testi so izmerili vsebnosti nitratov, sulfatov in amonijevih ionov.

6. RAZPRAVA

6.1. Obremenjevanje vodnega okolja Velike planine

6.1.1. Turizem in odpadne komunalne vode

Velika planina je eden izmed bolj obiskanih delov tako Slovenije kot osrednjeslovenske regije. Lahko govorimo o celoletni turistični sezoni, pri čemer imamo v mislih dejstvo, da je ob današnji infrastrukturi in urejenosti dostopnih poti to območje mogoče obiskati v vsakem letnem času. V preteklih letih so število letnih obiskovalcev ocenjevali med 200 in 250 tisoč, medtem ko se danes bližamo številki 300 tisoč. Kot pri drugih turističnih točkah izstopa poletna sezona, ko nastopi višek obiska, kar se pozna tudi pri obremenjevanju okolja. V zadnjih desetletjih je na tem območju nastalo več manjših naselij, kjer so si zasebniki zgradili svoja sekundarna bivališča, v katerih sami preživljajo prosti čas ali pa jih oddajo turistom. Tukaj so še planinski domovi, ki prav tako povečujejo svojo ponudbo, in kamp Alpe ob spodnji postaji nihalke, ki privablja vedno nove goste in krepi pritisk na naravo.

Ena izmed glavnih posledic povečanega števila obiskovalcev je problematika čiščenja komunalnih odpadnih voda. Na območju Velike planine objekti še do pred kratkim niso bili preskrbljeni z vodo, in tako tudi niso proizvajali izdatnih količin komunalne odpadne vode. Trenutno vodovoda na Veliki planini ni, zato se z vodo oskrbujejo preko zajetij iz studencev in v manjši meri z deževnico. Dodatna težava je neobstoječa kanalizacija. Nekaj objektov ima lastno malo komunalno čistilno napravo, večina pa je priključenih na prekatne oz. prepustne greznice. Pri odvozu in prijavljanju odvoza odpadne komunalne vode iz greznic v čistilno napravo so lastniki objektov prepuščeni sami sebi. Sicer pa je treba omeniti, da Občina Kamnik omogoča sofinanciranje malih komunalnih čistilnih naprav ali nepretočnih greznic (Škrtič, Hrabar, 2022). Ker se podatki ne vodijo in ni vzpostavljenega evidenčnega sistema, vlada na tem področju nered. Tako se ponavljajo razmere, ko na papirju uradno varujemo okolje in pitno vodo, v praksi pa se prelaga odgovornost.

6.1.2. Kmetijstvo in planinsko pašništvo

Poleg turizma je eden izmed pomembnejših tako gospodarskih kot okoljskih dejavnikov poleti tudi kmetijstvo oz. planinsko pašništvo, o katerem smo največ informacij pridobili med pogovorom z g. Borutom Peršoljo, ki se s to tematiko ukvarja že dolgo. Vsako poletje se na različni delih Velikoplaninske planote pase po sistemu čredinke več sto živali naenkrat, pri čemer so na paši 24 ur na dan in 7 dni v tednu. Zaradi takšne paše na prostem (in bivanja v hladnih in mrzlih nočeh, namesto v hlevih pastirskih bajt) se zaradi nižjih temperatur potrebe po energiji povečajo za 15 do 20 %, posledično se intenzivira paša. Čezmerna raba tal in čezmerna paša s pasočimi živalmi vodita v trajne poškodbe in spremembe rastja in tal, obenem prekomerna paša vodi v upad rastlinske in živalske raznovrstnosti, tla so siromašnejša, rastje pa postaja monokulturno. Marsikje so tla prebogata s hranili in gnojili, ruša je zbita in redka, zato so tudi tla bolj suha, padavinska voda pa hitreje in bolj erozijsko odteka. Pri tem seveda ne smemo pozabiti na podnebne spremembe, ki že imajo vpliv tako na podnebje kot naravne značilnosti Velike planine.

Čeprav je planinsko pašništvo v preteklosti omogočalo preživetje, pa danes predstavlja na eni strani zaslužek za kmete, ki so za ohranjanje pašnikov subvencionirani s strani države, na drugi strani pa dodatno turistično atrakcijo za pohodniški turizem. Spremenil se je tudi način pašništva, saj so živega pastirja v zadnjih desetih letih zamenjale ograjne in električne pastirske čredinke, ročna opravila pa je zamenjalo delo s težko kmetijsko in gradbeno mehanizacijo.

6.1.3. Druge dejavnosti

Poleg že obeh naštetih dejavnikov je treba omeniti še nekatere dejavnosti, ki v takšni ali drugačni meri obremenjujejo naravo in spreminjajo krhki planinski ekosistem ter onesnažujejo vodo.

Promet predstavlja problem na večini turističnih točk v državi, in tudi Velika planina ni imuna na ta problem. Največji vpliv imajo motorna in kurilna olja ter kemična barvila, prisotnost nenadzorovanega osebnega in tovornega prometa, traktorji s prikolicami, druge kmetijske in gradbene mehanizacije ter vzdrževanja delujočih žičniških naprav.

Odlagališča odpadkov postajajo vedno večja težava, ki se jo je do sedaj reševalo z zbiranjem in odvozom odpadkov s štirih zbirališč na Veliki planini. Ker se nekatere pašne skupnosti ne želijo vključiti v obstoječi sistem ravnanja z odpadki, posledično rednega odvoza na nekaterih delih ni. Obenem so zaradi povečanega števila obiskovalcev zbirališča pogosto prepolna. Poleg videza neurejenosti in onesnaženja vode pa so odpadki nevarni tudi za živino, ki včasih odpadke zaužije, kar je zelo nevarno za njihov prebavni sistem.

Velik pritisk na ekosistem in biodiverzitetu predstavljajo še hoja obiskovalcev zunaj utrjenih in označenih poti (povzroča vznemirjanje pašnih živali, erozijo in ogroža rastišča rastlinskih vrst) ter nabiranje zelišč, robidnic in gob (nezakonit iznos zavarovanih rastlin). Omeniti je še treba vožnje z motornimi sanmi in s štirikolesniki ter vse bolj priljubljene prostočasne dejavnosti, npr. turno smučanje, jadralno padalstvo in gorsko kolesarjenje, ki povzročajo vznemirjanje živali in izgubo njihovih zatočišč ter lokalno poškodovanje ali celo uničenje vegetacije.

6.2. Primeri iz tujine

S težavami, ki smo jih našeli, se ne spopadamo samo v Sloveniji, pač pa tudi v drugih državah, kjer so s pomočjo raziskav poskušali najti odgovore na nekatera vprašanja.

V raziskavi z naslovom "Vplivi upravljanja paše živine na kakovost vode v potokih" (*Livestock Grazing Management Impacts on Stream Water Quality*) so podrobneje raziskali najboljše prakse upravljanja (*best management practices*) in njihovo skupno integracijo na tem področju. Pod dobre prakse upravljanja sodijo ograje za izključitev živine, prehodi za živali, vodni viri zunaj vodnega toka in varovalni pasovi, obenem so raziskali tudi vplive nadomestnega vira sence, razpoložljivosti krme in dodatnega krmljenja (Agouridis, Workman, Warner, Jennings, 2005). Čeprav na Veliki planini pašništvo poteka na drugačen način, pa bi bilo za izboljšanje vodnega ekosistema vredno razmisliti o nekaterih rešitvah, predstavljenih v raziskavi.

V Švici je bila opravljena raziskava z naslovom "Dejavniki, ki vplivajo na bakteriološko kakovost vode v gorskih površinskih in podzemnih vodah" (*Factors Influencing the Bacteriological Water Quality in Mountainous Surface and Groundwaters*), v kateri so s pomočjo vodnih vzorcev iskali prisotnost patogenih bakterij. Odkrili so, da je prisotnost nekaterih vrst v površinskih in podzemnih vodah neposredno povezana s poletno rejo govedu na zadevnem povodju, pri čemer so opozorili, kako pomembno je izvajati pravilne ukrepe za varovanje vodnega okolja in javnega zdravja (Schaffter, Zumstein, Parriaux, 2004).

Raziskovalci iz Rusije so preko raziskave z naslovom "Degradacija in obnova gorskih pašnikov" (*Degradation and restoration of mountain pastures*) za proučevanje gorskega rastlinstva spremljali in ocenjevali gorske fitocenoze, saj so antropogeni dejavniki zmanjšali prilagoditvene sposobnosti rastlinskih tvorbo. Vse manj rodovitna tla, neomejena paša in prevelike obremenitve s težko mehanizacijo so povzročile manjšanje produktivnosti, dolgoživosti in odpornosti rastlin na neugodne dejavnike (Bekuzarova, Kozyrev, Kozyrev,

Luschenko, Bekmurzov, 2020). Tudi na Veliki planini obstaja nevarnost degradacije tal zaradi človeških aktivnosti, ki v zadnjih letih izvajajo vse večji pritisk tako na vegetacijo kot na prst.

V raziskavi z naslovom "Vpliv paše govedi na kakovost površinske vode v potoku na območju Kolorada" (*Cattle grazing impact on surface water quality in a Colorado front range stream*) so s spremljanjem živali na paši ugotavljali, kje se zadržujejo in kako vplivajo na kakovost bližnjega potoka. Čeprav je prisotnost goveda delno vplivala na spremenjene kemične in bakteriološke lastnosti, pa so raziskovalci ugotovili, da so bile spremembe premajhne, da bi upravičevale odstranitev živali in konec paše (Gary, Johnson, Ponce, 1983).

7. SKLEP

Glede na rezultate in podatke, pridobljene z meritvami na terenu in ob pogovoru s strokovnjaki ter pregledom literature lahko sklepamo, da imata tako planinsko pašništvo kot množični turizem velik vpliv na kakovost vodnih virov na širšem območju Velike planine. Čeprav na sami planini površinskih vodnih virov zaradi sestave in tipa tal ni veliko, pa se resnični vpliv turizma in kmetijstva vidi v kakovosti okoliških vodotokov, kjer so že v preteklih raziskavah ugotovili povečane koncentracije fizikalno-kemijskih in mikrobioloških parametrov. Glede na letni čas se obremenjenost obeh kali na Gojški in Mali planini najbolj zmanjša pozimi, kar je v skladu z manjšim številom obiskovalcev in odsotnostjo pašnih živali na obeh planinah. Obenem pa se obremenjevanje okolja tudi pozimi ne ustavi, saj povišane vrednosti v okoliških vodotokih (Konjski potok in potok pod Vranjščico) kažejo, da so odpadne snovi, ki se s površja infiltrirajo v podzemlje, še vedno prisotne. Rešitev za ta problem je več. Za začetek bi bilo treba z izboljšanjem komunalne infrastrukture zmanjšati vnos odpadnih voda, prav tako bi bile potrebne določene prilagoditve in spremembe načina planinskega pašništva.

Vsekakor je treba še naprej ohranjati okolje Velike planine in podpirati dobre prakse, ki bodo razbremenile vodni ekosistem tega območja. Prav tako se raziskovanje in meritve ne smejo ustaviti, saj je še veliko prostora za izboljšave. Za boljše rezultate bi bilo treba začeti z merjenjem kakovosti vode v vseh površinskih vodah na Veliki planini, pri čemer bi meritve morale biti dolgotrajne, natančnejše in bolj pogoste.

Hipoteza 1: V poletnih mesecih je obremenjenost vodnih teles z nitrati večja.

Prvo hipotezo lahko potrdimo, saj je bila glede na rezultate meritev koncentracija nitratov najvišja v poletnih mesecih tako na Gojški (1,76 mg/L NO_3^{2-}) kot na Mali planini (2,99 mg/L NO_3^{2-}). Tudi koncentracije v Konjskem potoku so bile visoke (7,54 mg/L NO_3^{2-}) in so se ohranile do zime, ko so celo malo presegle poletne koncentracije (7,74 mg/L NO_3^{2-}). Iz zbranih podatkov sklepamo, da so pomemben vir nitratov komunalne odpadne vode, ne pa tudi kmetijstvo in pašništvo. Predstavniki pašnih skupnosti Velika Planina, Mala planina in Gojška planina so nam namreč zatrdili, da se gnojenje pašnikov izvaja v majhnem obsegu ali pa sploh ne. Ali na povečanje nitratov vplivajo iztrebki živine na paši in kako velik vpliv imajo v primerjavi z odpadnimi komunalnimi vodami, je treba še raziskati.

Hipoteza 2: V zadnjih petih letih se je kakovost vodnih teles na širšem območju Velike planine poslabšala.

To hipotezo lahko delno potrdimo, saj smo na podlagi raziskav, ki so jih opravili v Jamarskem klubu Kamnik z monitoringom izvirskih in izlivnih voda pod Velikoplaninsko planoto (Slapnik, Kregar, 2022), prišli do zaključka, da se je v zadnjih petih letih kakovost vodnih teles poslabšala. To trditev podpira tudi dejstvo, da se je v zadnji petih letih število obiskovalcev gora zelo povečalo. Hipoteze sicer ne morem popolnoma potrditi, saj naša in vzorčna mesta drugih raziskav niso enaka, prav tako nismo uporabili enakih metod in opreme, zato jih tudi med seboj ne moremo neposredno primerjati. Obenem se je v zadnjih petih letih število obiskovalcev zelo spreminjalo zaradi epidemije covid-19, kar bi lahko vplivalo na obremenjevanje vodnih virov.

8. POVZETEK

Velika planina z okolico je ena izmed najbolj priljubljenih turističnih točk v Sloveniji, saj je poleg gorske narave znana tudi po ohranjanju tradicije v obliki planinskega pašništva, ki se ohranja še danes. V zadnjih letih sta veliko število obiskovalcev in planinsko pašništvo s svojim delovanjem močno vplivala na vodo in vodne vire, saj so že opravljene raziskave pokazale visoke koncentracije nekaterih fizikalno-kemijskih in mikrobioloških parametrov.

V diplomskem delu smo s terenskim in laboratorijskim delom opravili meritve naslednjih parametrov: temperature, pH-vrednosti, nasičenosti s kisikom, prevodnosti, motnosti, kemijske potrebe po kisiku, biokemijske potrebe po kisiku, koncentracije nitratov in fosfatov. Meritve smo izvajali od avgusta 2022 do maja 2023, pri čemer smo kot merilna mesta določili dve kali oz. napajališči na Veliki planini (kal na Gojški planini in kal na Mali planini) ter dva potoka s stalnim pretokom (Konjski potok in potok pod Vranjščico). Nekatero meritve smo opravili na terenu, nekatere pa v laboratoriju na Fakulteti za varstvo okolja v Velenju.

Končni rezultati opravljenih meritev in raziskav, ki so bile predhodno izvedene, so pokazali, da se onesnaževala, katerih primarni vir je komunalna odpadna voda, že več let ali celo desetletij infiltrirajo v podzemlje zaradi neurejene komunalne infrastrukture. Posledično so v vodotokih pod Velikoplaninsko planoto zaznane visoke koncentracije nitratov in visoka električna prevodnost vodnih vzorcev potokov, ki v nadaljevanju napajajo podtalnico ali predstavljajo vir pitne vode za prebivalstvo. Ugotavljamo, da je trenutno stanje varovanja vodnih ekosistemov na tem območju nezadostno, saj izboljšave zavirajo neposluh in brezbriznost tako obiskovalcev kot lastnikov tamkajšnjih zemljišč in objektov. Za izboljšanje trenutnega stanja in določitev vpliva drugih dejavnikov na kakovost vodnih virov bi bilo treba izvajati stalen in pogost monitoring tako površinskih kot podzemnih voda na širšem območju Velike planine.

9. SUMMARY

Velika Planina and its surroundings is one of the most popular tourist destinations in Slovenia, because in addition to its mountain nature, it is also known for its tradition of mountain pastoralism, which is still preserved today. In recent years, the high number of visitors and mountain pastoralism have had a significant impact on water and water resources, as studies have already shown high concentrations of some physico-chemical and microbiological parameters.

In the thesis, the following parameters were measured in the field and in the laboratory: temperature, pH-value, oxygen saturation, conductivity, turbidity, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, nitrate and phosphate concentrations. The measurements were carried out from August 2022 to May 2023, with two watering points on Velika planina (the watering point on Gojška planina and the watering point on Mali planina) and two streams with a constant flow (Konjski potok and pod Vranjščico potok). Some of the measurements were carried out in the field and some in the laboratory at the Faculty of Environmental Protection in Velenje.

The final results of the measurements and surveys carried out previously have shown that pollutants, the primary source of which is urban wastewater, have been infiltrating underground for years or even decades due to unregulated municipal infrastructure. As a consequence, high nitrate concentrations and high electrical conductivity have been detected in water samples from streams below the Veliko Planinsko Plateau, which in turn recharge groundwater or provide drinking water for the population. We note that the current state of protection of the aquatic ecosystems in the area is insufficient, with improvements being hampered by the disobedience and indifference of both visitors and owners of the land and buildings there. Continuous and frequent monitoring of both surface water and groundwater in the wider Velika Planina area should be carried out to improve the current situation and to determine the impact of other factors on the quality of water resources.

10. VIRI IN LITERATURA

1. Agouridis, C. T., Workman, S. R., Warner, R. C., Jennings, G. D. (2005). Livestock Grazing Management Impacts on Stream Water Quality: A Review1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 41(3), 591–606.
<https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2005.tb03757.x>
2. Bekuzarova, S., Kozyrev, S., Kozyrev, A., Luschenko, G., Bekmurzov, A. (2020). Degradation and restoration of mountain pastures. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 579(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/579/1/012046>
3. Bertalanič, R. (2010). *Spremenljivost podnebja v Sloveniji* (M. Dolinar, Ur.). Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
4. Brenčič, M., Vidmar, I., Jelovčan, M., Torkar, A., Bračič-Železnik, B., Trontelj, J., ... Auersperger, P. (2022). *Novodobna onesnaževala v vodah Ljubljanske kotline: Izzivi za bodoče upravljanje z vodnimi viri*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta; Javno podjetje Vodovod, kanalizacija, snaga.
5. Cevc, T. (1993). *Velika planina: Življenje, delo in izročilo pastirjev* (3., dop. izd.). Ljubljana: T. Cevc.
6. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. Oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. , 15, 005 DD § (2000).
7. Gary, H. L., Johnson, S. R., Ponce, S. L. (1983). Cattle grazing impact on surface water quality in a Colorado front range stream. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38(2), 124.
8. Kleč, G., Mučič, T. (Ur.). (2010). *Velika planina: Po pastirskih poteh*. Litija: Center za razvoj.
9. Knez, M., Petrič, M., Slabe, T. (Ur.). (2011). *Krasoslovje v razvojnih izzivih na krasu. 1, Voda = Karstology and development challenges on karst. 1, Water*. Ljubljana:

Založba ZRC; = ZRC Publishing. Pridobljeno s

<http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-YWONU01H>

10. Kobetič, L. (2018). *Strokovne podlage za oblikovanje scenarijev ohranjanja in razvoja Velike planine* (str. 55). Domžale: Občina Kamnik. Pridobljeno s Občina Kamnik website: http://arhiv.e-obcina.si/Kamnik04052022/www.kamnik.si/resources/files/doc/JANJA_2018/VELIKA_PLANINA/Strokovne_podlage_za_oblikovanje_scenarijev_ohranjanja_in_razvoja_Velike_planine_6.6.2018.pdf
11. *LabQuest 2 User Manual v2.8.7*. (2021). (Verzija 2.8.7). Pridobljeno s http://www2.vernier.com/manuals/labquest2_user_manual.pdf
12. Lah, A. (2002). *Okoljski pojavi in pojmi: Okoljsko izrazje v slovenskem in tujih jezikih z vsebinskimi pojasnili*. Ljubljana: Svet za Varstvo Okolja RS.
13. Mavc, B. (2022). *Ureditev odvajanja in čiščenja odpadnih voda na območju Velike planine: Magistrsko delo št. 96/II. VOI* [Thesis]. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Pridobljeno s Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo website: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=137447>
14. Melik, A. (1954). *Slovenski alpski svet*. Ljubljana: Slovenska matica. Pridobljeno s <http://hdl.handle.net/11686/29980>
15. Nadbath, M. (2017). Meteorološka postaja Kamniška Bistrica. *Naše okolje: bilten Agencije RS za okolje, XXIV(7)*, 88.
16. Novak, D. (1992). Z gore teče (tudi) umazanija: Raziskave voda na Veliki planini. *Planinski vestnik*, 92(1), 16–17.
17. Novak, D. (1994). Podzemeljske vode v Kamniških in Savinjskih Alpah. *Geologija*, 37(1), 415–435. <https://doi.org/10.5474/geologija.1995.016>
18. Pavlič, U. (2021). Hidrološka suša podzemnih vod: [PP13]. *Kazalci okolja v Sloveniji*. Pridobljeno s <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/hidroloska-susa-podzemnih-vod>
19. Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17)

- Medmrežje: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713>
20. Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Uradni list RS, št. 64/04, 5/06, 58/11 in 15/16) Medmrežje: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV1024>
21. Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Uradni list RS, št. 31/09 in 44/22 – ZVO-2) Medmrežje: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV9521>
22. Pravilnik o monitoringu stanja površinskih voda (Uradni list RS, št. 10/09, 81/11, 73/16 in 44/22 – ZVO-2) Medmrežje: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV9315>
23. Prohinar, M., Peterman, M. (2008). *Pitna voda*. Ljubljana: Zveza potrošnikov Slovenije.
24. Roš, M., Panjan, Jože. (2012). *Gospodarjenje z odpadnimi vodami: Učbenik za modul Gospodarjenje z odpadnimi vodami v programu Okoljevarstveni tehnik*. Celje: Fit media.
25. Schaffter, N., Zumstein, J., Parriaux, A. (2004). Factors Influencing the Bacteriological Water Quality in Mountainous Surface and Groundwaters. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 32(3), 225–234. <https://doi.org/10.1002/aheh.200300532>
26. Slapnik, R., Kregar, V. (2020). Analize izvirskih, potočnih in fekalnih vod velikoplaninske planote. *Kamniški zbornik*, 2020(25), 57–71.
27. Slapnik, R., Kregar, V. (2022). Monitoring izvirskih in izlivnih voda pod Velikoplaninsko planoto in problematika onesnaževanja podzemnih voda v Kamniško-Savinjskih Alpah. *Kamniški zbornik*, (26), 45–64.
28. Škrtič, I., Hrabar, M. (2022). *Velika planina in (čiste) vode pod njo?* (str. 81) [Raziskovalna naloga]. Gimnazija in srednja šola Rudolfa Maistra Kamnik.
29. Uranjek, N., Bubik, A. (b. d.). *DOLOČANJE KPK in BPK5 V ODPADNI VODI*.
30. Urbanič, G., Toman, M. J. (2003). *Varstvo celinskih voda*. Ljubljana: Študentska založba.
31. Uredba o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16 in 44/22 – ZVO-2) Medmrežje: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5010>
32. Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2) Medmrežje: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5121>
33. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14, 98/15, 44/22 – ZVO-2, 75/22 in 157/22)

Medmrežje: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6070>

34. Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov

(Uradni list RS, št. 113/09, 5/13, 22/15, 12/17 in 44/22 – ZVO-2) Medmrežje:
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5124>

35. Vertačnik, G., Bertalanič, R., Draksler, A. (2018). *Podnebna spremenljivost Slovenije v*

obdobju 1961-2011 povzetek. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija

Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno s

https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/PSSbrosura_spread_SLO.pdf

36. Vogrin, D. (2019). *Spremembe izbranih kategorij rabe tal na Veliki planini v zadnjih stotih*

letih (Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta). Univerza v Ljubljani, Filozofska

fakulteta. Pridobljeno s <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=112707>

37. Vovk Korže, A., Bricelj, M. (2004). *Vodni svet Slovenije: Priročnik za interdisciplinarno*

proučevanje voda. Ljubljana, Maribor: Zveza geografskih društev Slovenije ;

Pedagoška fakulteta.

38. Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdl-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20 in 35/23 – odl. US) Medmrežje:
<http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1244> (25.4.2023)

11. PRILOGA

Etnološki tabor treh dolin 2022

V lanskem mesecu septembru sem se udeležil Etnološkega tabora treh dolin, ki ga je organiziral Oddelek za etnologijo in kulturno antropologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Tabor je potekal med 16. in 22. septembrom 2022 na Solčavskem (Logarska dolina, Matkov kot, Robanov kot, Solčava, Podolševa). Tam sem preko terenskega dela in pogovorov z domačini ugotavljal pomen vode na tem območju. Poleti 2022 so tudi v teh alpskih dolinah imeli težave zaradi suše in visokih temperatur, zaradi česar so bili v nekaterih primerih prisiljeni vodo dostavljati v cisternah. Poleg težav z vodo pa sem raziskoval tudi njeno rabo, saj ima nekaj domačinov na manjših vodotokih postavljene lastne male hidroelektrarne. Med pogovorom z enim od njih je bila večkrat izražena želja po lažjem in hitrejšem urejanju potrebne dokumentacije za okoljske projekte, kot npr. preureditev starih mlinov in žag v male hidroelektrarne. Srečal sem se tudi s predstavniki občine Solčava, ki so mi predstavili in razložili trenutno situacijo v občini na področju ohranjanja voda in turistične industrije. Izvedel sem, da se zaradi drage investicije kanalizacijski sistem ne širi, pač pa občina prebivalcem sofinancira gradnjo malih komunalnih čistilnih naprav, s čimer se iz leta v leto stanje na tem področju izboljšuje.

Poleg pogovorov sem v sklopu tabora obiskal tudi eno od planinskih kmetij, ki pase ovce na bližnji planini. Ob dopoldnevih smo imeli organizirana predavanja etnologinj konservatork in domačinov na tem območju, o zgodovini odkrivanja gora in vplivu turizma na okolje.