



Kakovost vode v izbranih vodnih virih na širšem območju Velike planine

IZVLEČEK

Velika planina velja za priljubljeno turistično območje, znano po gorski naravi in planinskem pašništvu. Njena obiskanost lahko zaradi občutljive kraške pokrajine vpliva na kakovost vodnih virov, kar so pokazale predhodne raziskave, ki so dokazale povišane vrednosti nekaterih fizikalno-kemijskih in mikrobioloških parametrov. Z našimi meritvami smo dokazali obremenjenost stojećih in tekočih vodnih virov na širšem območju velikoplaninske planote, na kar vpliva več dejavnikov. Za pripravo možnih ukrepov priporočamo vzpostavitev dolgoročnega in ciljno usmerjenega monitoringa.

Ključne besede: vodni viri, kras, fizikalno-kemijski parametri, nitrati, Velika planina, Kamniško-Savinjske Alpe

ABSTRACT

Water Quality in Selected Water Sources in the Wider Area of Velika Planina

Velika planina is a popular tourist destination, known for its mountain landscape and pastoral farming traditions. Its high visitor numbers can affect water quality due to the sensitive karst terrain, as demonstrated by previous research which detected elevated values of certain physicochemical and microbiological parameters. Our own measurements confirmed a degree of pollution in both standing and flowing water sources across the wider Velika Planina plateau, attributable to multiple factors. To facilitate the development of remedial measures, we recommend establishing long-term, targeted monitoring of the area.

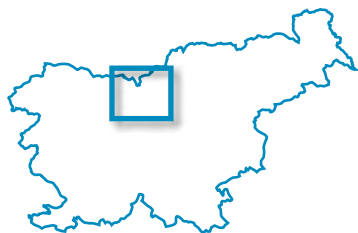
Keywords: water sources, karst, physicochemical parameters, nitrates, Velika planina, Kamnik-Savinja Alps

Na začetku 21. stoletja je širše območje Velike planine postalo zelo priljubljeno območje, tako za lastnike nepremičnin (vikendov, planinskih koč ...) kot enodnevnih obiskovalcev. Večji dnevni obisk pa vzpodbuja predvsem planinsko pašništvo s svojo ponudbo, ki ima na tem območju že dolgo tradicijo in glede na spreminjanje števila živine vpliva na pokrajino in njene vire. Večje število ljudi in živali ob neprimerni infrastrukturi pomeni večanje obremenitve vodnih virov, tako površinskih kot podzemnih, iz katerih pridobiva pitno vodo kar 97 % prebivalcev v državi (Vlada Republike Slovenije 2022). Pomembna je tudi sestava tal, saj karbonatne kamnine, ki sestavljajo približno 49,7 % državnega ozemlja, gradijo obsežne kraško-razpoklinske vodonosnike (Gostinčar in Stepišnik 2023). Ti zagotavljajo pitno vodo za več kot polovico prebivalcev Slovenije (Knez, Petrič in Slabe 2011).

Da bi bolje raziskali vplive človekovih dejavnosti na vodne vire, predvsem planinskega pašništva in turizma, smo na širšem območju Velike planine na štirih lokacijah (dva napajalna kala in dva potoka) analizirali nekatere kemijske in fizikalne značilnosti (parametre) vodnih virov, na preučevanem območju pa predstavljamo tudi meteorološke in hidrološke razmere.

Območje raziskave

V severnem delu Slovenije, v občini Kamnik, se v južnem delu Kamniško-Savinjskih Alp, na nadmorski višini med 1400 in 1666 metri razprostira Velika planina, ki je s 557 hektarji pašnih zemljišč največja slovenska visokogorska pašna planina pri nas. Najvišji vrh je Gradišče. Visokogorska kraška planota obsega Veliko, Malo in Gojško planino ter planine Dol, Konjščica, Kisovec in Marijanine njive. Velika planina je samostojna pašna planina in hkrati skupno ime za vse prej naštete planine oziroma tamkajšnjo visokogorsko kraško planoto (Novak 1994).



Avtor besedila:

MATEJ ZABRET,

diplomirani ekotehnolog

Fakulteta za varstvo okolja

Trg mladosti 7, 3320 Velenje

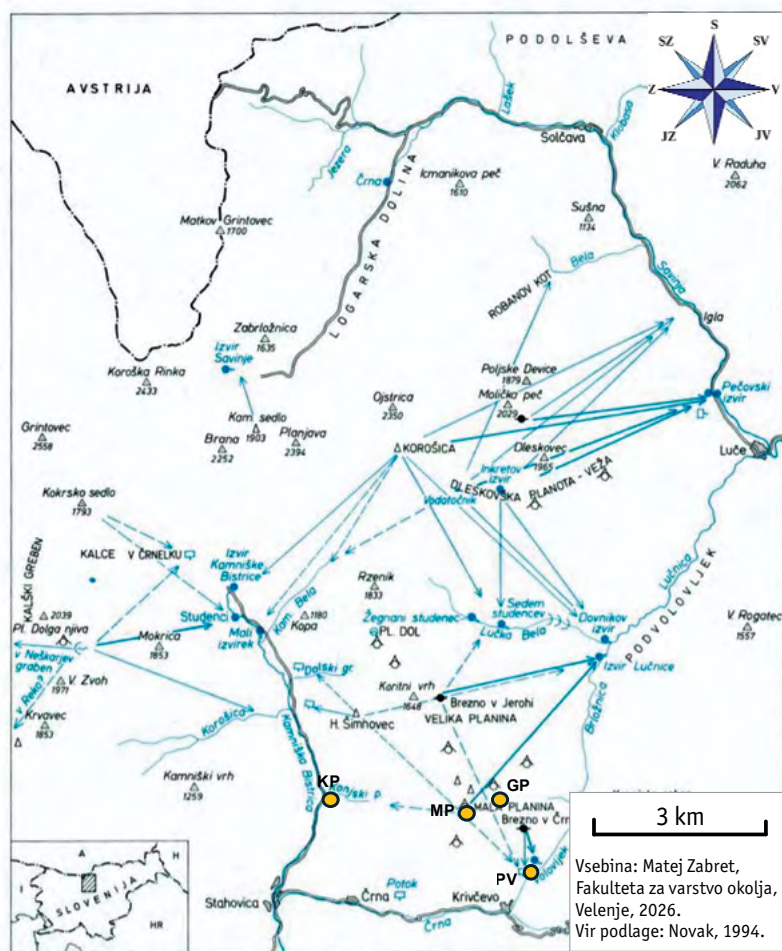
E-pošta: zabretmatej@gmail.com

Avtor fotografije:

TEDDY VERNEUIL

COBISS 1.04 strokovni članek

Podnebje na planini je gorsko, rastna sezona pa kratka, vsega štiri mesece. Letno prejme okrog 1800 mm padavin, povprečna letna temperatura zraka pa je med 4 in 6 stopinj Celzija (Kleč in Mučič 2010). Na Veliki planini se pojavljajo trije tipi prsti: rendzine, rjave pokarbonatne prsti in litosoli (Vogrin 2019). Zaradi svoje lege ima veliko biotsko raznovrstnost. V kratki rastni dobi se zelo hitro menjavajo in prepletajo raznobarvni rastlinski sestavi, ki se med seboj razlikujejo glede na višinske pasove. Na planoti je več različnih ekosistemov in naravnopokrajinskih enot: gorski gozdovi in travniki, skalnata in travnata pobočja, skalne razpoke, melišča in gruč, vlažna rastišča ob vodnih lokah ter snežne kotanje. Na površju brez gozda prevladujejo trije tipi travišč: alpinska in subalpinska travišča s prevladujočim volkom, srednjeevropski gorski gojeni travniki in s hranili bogati gorski pašniki. Zaradi dolgotrajne intenzivne paše je naravna pestrost travinja v precejšnji meri okrnjena. Večstoletno pašništvo je povzročilo tudi obsežno krčenje gozda in ruševja. Zaradi velikega števila obiskovalcev se je povečalo nabiranje zdravilnih zelišč, predvsem arnike, ki pa je po



Slika 1: Lokacije vzorčevalnih mest na hidrogrfski skici Kamniško-Savinjskih Alp (povzeto po Novaku 1992).

Uredbi o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah zavarovana (Uradni list RS 2004, 2007, 2009 in 2014) (Kobetič 2018).

Onesnaževanje voda v visokogorju

Povečevanje obiskanosti naravnega okolja prinaša tudi negativne učinke. V gorah in visokogorju se ti kažejo na različne načine. Eden najbolj neposrednih, čeprav na pogled skoraj

neopaznih, je obremenitev in onesnaženje nadzemnih in podzemnih vodnih virov. Gorska jezera, potoki in napajalni kali za živino nam velikokrat polepšajo poglede ter počutje in so poleg deževnice vir pitne vode tako za živali kot ljudi. Na Veliki planini ni veliko površinskih voda, saj je zaradi prevlade karbonatnih kamnin (apnenca in dolomita) vodoprepustna (Vogrin 2019). Zaradi tega večina padavin ponikne, voda pa na

površje pride v izviri potokov na nižjih nadmorskih višinah.

Prve analize in zapise o obremenjevanju vodnega okolja Velike planine lahko najdemo v enem od člankov Planinskega vestnika (Novak 1992), kjer je predstavljeno, kako so na dnu vrtač in brezen že našli odpadke, ki so s spiranjem pomembno vplivali na slabšo kakovost podzemnih voda. Omenjeni so tudi nekateri drugi viri onesnaževanja, ki so še vedno aktualni: greznice, odlagališča odpadkov, gradnja cest, množičen obisk okoljsko neozaveščenih obiskovalcev. Posledice teh dejavnikov so se pokazale v rezultatih analiz, ki so jih opravili na izviru Lučnice, v Konjskem potoku, Bistrici, Dolskem grabnu in v zajetju za Krivčevo. Kot pokazatelj organskega onesnaženja so izmerili povišano porabo kalijevega permanganata (KMnO_4), pa tudi višjo koncentracijo dušikovih oksidov (NO_2), nitratov (NO_3) in fosfatov (PO_4) (Novak 1992). Kljub tem ugotovitvam se na žalost ni zadovoljivo ukrepalo, izpostavljen je bil le pomen ohranjanja okolja in predvsem čiste pitne vode. Podobne rezultate povišanih koncentracij sta s svojimi meritvami razkrila Kovačič in Ravbarjeva (2005).

Meritve

Določitev merilnih mest

Pri določitvi merilnih mest smo se oprli na hidrogrfsko skico Kamniško-Savinjskih Alp, ki jo je v svojem delu objavil Dušan Novak (1992), ko je z metodo sledenja (barvanja) vode ugotavljal neposredne in potencialne podzemeljske povezave (slika 1).

Na začetku smo določili štiri merilna mesta: kala na Gojški in Mali planini, Konjski potok ter neimenovan potok pri Žagi. Za slednjega se je izkazalo, da je hudourniške narave, kar smo ugotovili med opravljanjem meritev in po pogovoru z domačini. Ker potok pri Žagi ni imel stalnega toka, smo v poletnem in jesenskem času pridobivali vzorce z le treh merilnih mest. Pozneje smo določili dodatno merilno mesto, potok pod Vranjščico, zato smo decembra v analizo vključili še četrto merilno mesto s stalnim tokom.

Na sliki 1 so označena vsa štiri vzorčevalna mesta, kjer smo opravljali meritve fizikalno-kemijskih parametrov in zajemali vzorce vode, v katerih smo v laboratoriju merili KPK, BPK in vsebnost izbranih kemijskih onesnažil.

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

Fizikalno-kemijske analize

Pri določanju časa vzorčenja smo se ravnali po pašni sezoni na Veliki planini, ki načeloma (glede na vremenske razmere) traja od junija do konca avgusta (Cevc 1993). Za pridobivanje vzorcev smo izbrali čas pred pašno sezono (maj, 2023), med pašno sezono (avgust, 2022) in po njej (december, 2022).

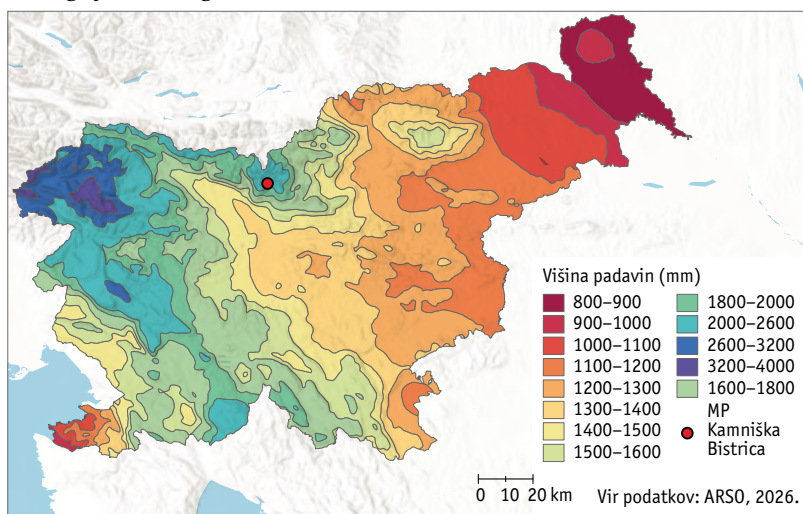
Osredotočili smo se na naslednje fizikalno-kemijske parametre: temperaturo, koncentracijo raztopljenega kisika, nasičenost vode s kisikom, električno prevodnost, pH-vrednost, nitrate, fosforjeve spojine, motnost, kemijsko potrebo po kisiku (KPK) in biokemijsko potrebo po kisiku (BPK5). Razpoložljiva oprema nam je omogočala najboljši možen način pridobitve vzorcev za merjenje teh fizikalno-kemijskih parametrov in njihovo analizo tako na terenu kot v učnem laboratoriju na fakulteti. Analize smo opravili skladno z Uredbo o stanju površinskih voda (Uradni list RS 2009, 2010, 2013, 2016 in 2022), ki ji sledijo tudi interna navodila Fakultete za varstvo okolja (Uranjek in Bubik).

Analize so bile izvedene med 10. avgustom 2022 in 26. majem 2023. Ob vsakem vzorčenju smo na terenskem mestu izmerili temperaturo, pH in električno prevodnost. Vsebnost

kisika in motnost smo lahko izmerili le v času prvega cikla merenj, potem pa zaradi tehničnih težav merilnih instrumentov teh meritev nismo več izvajali. Meritve nitratov in fosfatov smo ob prvem terenskem delu opravljali na terenu s pomočjo reagentov iz prenosnega kovčka EcoLabBox, še natančneje pa v laboratoriju s pomočjo spektrofotometričnih kivetnih testov LCK proizvajalca Hach-Lange. Ob nadaljnjem terenskem delu meritev na terenu zaradi nenatančnosti nismo več izvajali, pač pa samo še v laboratoriju. Ob vsakem terenskem delu smo zbrali liter vzorca vsakega vodnega vira in ga v laboratoriju uporabili za merjenje vsebnosti parametrov.

Pri načrtovanju in izvajanju vzorčenja smo se ravnali po že predhodno izvedenih meritvah (Špeh, Bubik in Barborič 2021a, 2021b) in splošnih smernicah Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO 2016).

Slika 2: Povprečna letna višina padavin v Sloveniji v obdobju 1981–2010 in oznaka lokacije meteorološke postaje v Kamniški Bistrici (kartograf: Tim Gregorčič).



Rezultati

Meteorološki parametri

Pri opazovanju in raziskovanju (onesnaženosti) vodnih virov potrebujemo podatke o padavinah, saj imajo prav te na kraškem površju največji vpliv na prenos onesnažil v podzemlje oziroma podtalnico. Za pridobivanje podatkov smo uporabili arhiv meritev, ki ga ureja Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). V bližini Velike planine je meteorološka postaja Kamniška Bistrica s padavinsko in samodejno postajo državne meteorološke mreže. Lokacija postaje je označena na sliki 2. Padavinska postaja na nadmorski višini 614 m je na stalnem mestu od leta 1963.

V preglednici 1 sta navedena višina padavin na območju Velike planine 14 dni pred vsakim terenskim vzorčenjem in 30-letno obdobje povprečne višine padavin v enakih časovnih obdobjih.

Iz navedenih zbranih podatkov je razvidno, da je bilo poletje 2022 obdobje z najmanjšo višino padavin (45,1 in 45,3 mm), medtem ko jih je bilo novembra in decembra bistveno več (118,2 in 158,7 mm), kar je v nasprotju z dolgoletnim povprečjem tako

poleti (79,6 in 82,5 mm) kot pozimi (87,9 in 64,4 mm). V izbranem obdobju so bile padavine bolj neenakomerno razporejene, kar se je izrazilo v izredno suhem in vročem poletju, ko je pomanjkanje vode pestilo tako Slovenijo kot tudi druge evropske države. Padavine med prvim in drugim merjenjem so bile količinsko majhne (0,2 mm) in lokalno omejene, zato na merilnih mestih ni prišlo do opaznejšega izboljšanja niti količine niti kakovosti vode.

Decembra sta bila oba kala, kjer smo izvajali meritve, zamrznjena, zato je bilo treba za odvzem vzorcev prebiti led. Ostali dve merilni mesti, Konjski potok in potok pod Vranjščico, sta bili za zajem vzorcev dovolj vodnati. Maja je nastopilo obdobje močnih in pogostih padavin, zato sta bila oba kala dobro napolnjena, visok vodostaj pa sta imela tudi oba potoka.

Primerjava povprečne višine padavin v zadnjih 30 letih in višine padavin v letih 2022 in 2023, ko smo izvajali meritve (preglednica 1), nam pokaže odstopanja od dolgoletnih povprečij v enakih obdobjih (45,1 mm < 79,6 mm, 45,3 mm < 82,5 mm, 118,2 mm

> 87,9 mm, 158,7 mm > 64,4 mm, 88,1 mm < 91,2 mm). Poletje 2022 je bilo zelo suho, saj je bilo padavin skoraj za polovico manj od povprečja (34,5 mm manj v prvem merilnem obdobju in 37,2 mm manj v drugem), kar je bil tudi eden od razlogov za sušo in pomanjkanje vode v naravi. V zimskih mesecih je bilo ravno obratno, saj je bilo padavin nadpovprečno veliko (30,3 mm več v tretjem merilnem obdobju in 94,3 mm več v četrtem). Spomladi je bila višina padavin zelo blizu 30-letnemu povprečju (3,1 mm več v petem merilnem obdobju). Glede na napovedi podnebnih sprememb lahko na območju Velike planine pričakujemo zmanjšanje padavin poleti in povečanje v zimskih mesecih. Treba 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 (Vertačnik, Bertalančič in Draksler 2018).

Analize vzorcev vode, 10. avgust 2022

Rezultati kažejo, da je bila nasičenost s kisikom najvišja v vzorcu vode na Mali planini (166,6 % oziroma 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 za kar 8 °C višja. 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 zaznali v obeh kalih na vršni planoti, kjer je bila najvišja na Mali planini (57,5 NTU), saj se je tam paslo govedo, medtem

Preglednica 1: Višina padavin 14 dni pred terenskim delom in povprečna višina padavin v enakem zadnjem 30-letnem časovnem obdobju (vir: ARSO 2023).

časovno obdobje meritev	višina padavin (mm), leto 2022	povprečna višina padavin (mm), enako 30-letno obdobje
28. 7. – 10. 8.	45,1	79,6
1. 8. – 14. 8.	45,3	82,5
23. 11. – 6. 12.	118,2	87,9
10. 12. – 23. 12.	158,7	64,4
13. 5. – 26. 5.	88,1*	91,2

*podatek velja za leto 2023

ko se na Gojški planini (1 NTU) ni. Pri merjenju motnosti Konjskega potoka se je zaradi tehničnih težav izpisala negativna vrednost, zato ta meritev ni vključena 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 je vrednost bila pod merilnim območjem.

Analiza vzorcev vode, 14. avgust 2022

Rezultati druge analize vzorcev vode, ki je bila izvedena po rahlih 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 je bila pH-vrednost obeh kalov rahlo višja (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, izvedenih 10. in 14. avgusta kaže, da so padavine vplivale na spremembo nekaterih fizikalno-kemijskih lastnosti vode, saj so se povišale vrednosti vsebnosti kisika in motnosti, medtem ko se je temperatura vode znižala.

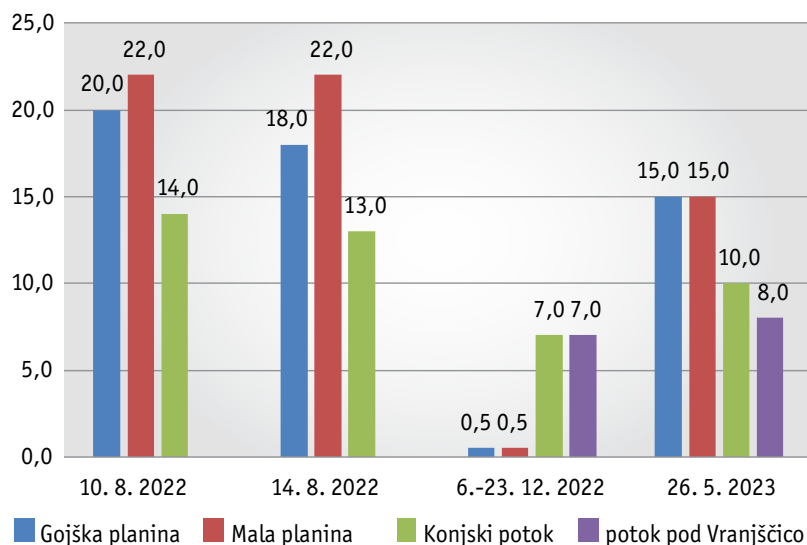
Analiza vzorcev vode, december 2022

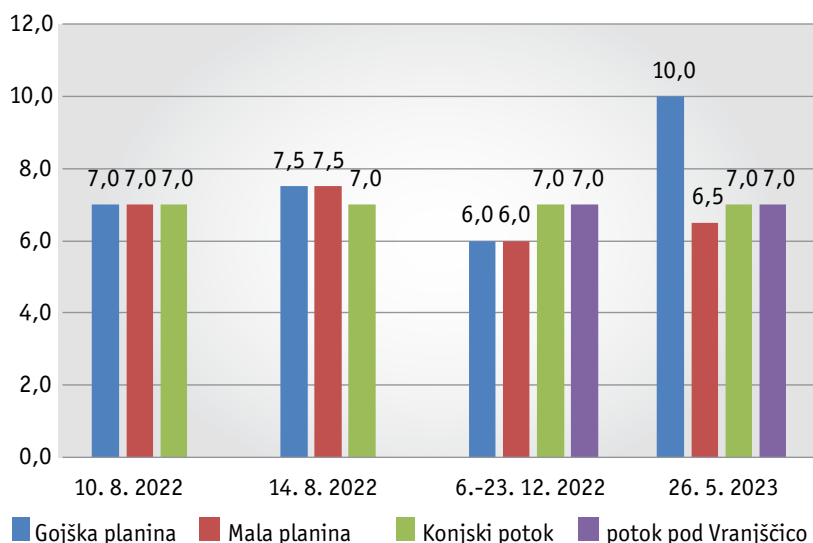
Pri izvajanju meritev decembra istega leta je prišlo do nekaterih sprememb. Zaradi tehnični težav smo prenehali z merjenjem vsebnosti kisika in motnosti, obenem pa smo zaradi natančnejših rezultatov prenehali meriti koncentracije nitratov in fosfatov na terenu z metodo EcoLabBox, ki smo jih natančno izmerili 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 dobra dva tedna pozneje, 23. 12. 2022.

Oba vodotoka sta imela enako temperaturo (7 °C), medtem ko sta bila zgornja dela obeh napajališč prekrita z ledom, temperature vode pod njim pa je bila 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 bile pod merilnim območjem, edini ustrezen rezultat smo dobili v potoku pod Vranjščico (12,2 mg/L). Najvišjo biokemijsko potrebo 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.

Slika 3: Izmerjene temperature vode na izbranih merilnih mestih v različnih časovnih presekih.





Slika 4: Izmerjene pH-vrednosti na izbranih merilnih mestih v različnih časovnih presekih.

Analiza vzorcev vode, 26. maj 2023

Meritve, ki smo jih konec maja 2023 opravili med zadnjim terenskim delom, so pokazale, da sta bila najtoplejša oba kala na Veliki planini (15 °C), imela pa sta različni pH-vrednosti. Najvišjo smo izmerili na Gojški planini (10), najnižjo pa na Mali planini (6,5), kjer

je bila najnižja tudi električna prevodnost (36 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Najvišjo električno prevodnost smo izmerili v potoku pod Vranjščico (276 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Merjenje kemijske potrebe po kisiku je pokazalo visoke vrednosti na Mali planini (294 mg/L). Pri merjenju biokemijske potrebe po kisiku smo najvišjo vrednost

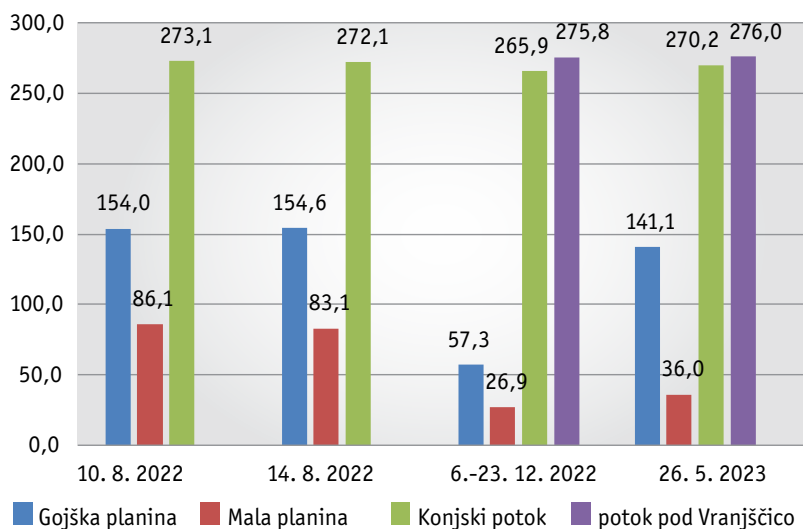
izmerili na Gojški planini (53,55 mg/L), medtem ko je bila ta najnižja v potoku pod Vranjščico (1,5 mg/L). Rezultati vsebnosti nitratov so razkrili, da je bil z njimi najbolj obremenjen Konjski potok (6,69 mg/L), s fosfati pa je bil najbolj obremenjen kal na Gojški planini (0,537 mg/L).

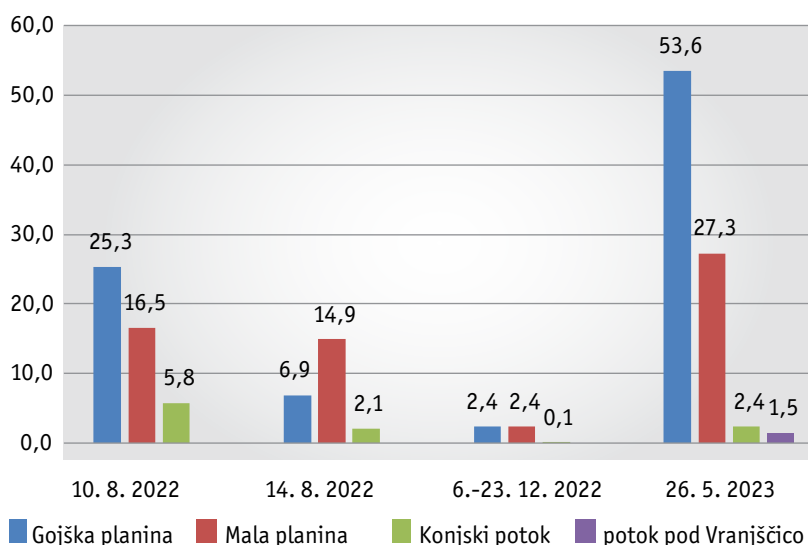
Obremenjevanje vodnega okolja Velike planine

Rezultati meritev

Glede na ugotovljene vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov lahko ocenimo, da so izbrani vodni viri delno obremenjeni zaradi onesnažil, katerih primarni vir je komunalna odpadna voda. Posledično smo v vodnih virih pod velikoplaninsko planoto zaznali višje koncentracije nitratov in višjo električno prevodnost potokov, ki v svojem nadaljevanju napajajo podtalnico ali pa so že zajeti kot vir pitne vode za prebivalstvo. Najbolj sta obremenjena Konjski potok in potok pod Vranjščico, kar je najverjetneje posledica spiranja organskih in anorganskih snovi z velikoplaninske planote, ki se s padavinami prenašajo v nižja vodna vira. Opazne so sezone spremembe, saj smo v zimskem času izmerili dosti nižje vrednosti, kar velja pripisati odsotnosti množičnega turizma in planinskega pašništva ter manjši infiltraciji padavin v podzemlje, saj ob nizkih temperaturah voda na površju zamrzne. Obenem so opazne spremembe glede na vrsto vodnega vira, saj oba vzorčna kala spadata v kategorijo stoječih voda, kjer sta kopičenje organskih in anorganskih snovi ter razmerje med njunim vnosom in iznosom drugačna kot v obeh tekočih vodnih virih.

Slika 5: Izmerjene vrednosti električne prevodnosti na izbranih merilnih mestih v različnih časovnih presekih.





Slika 6: Izmerjene vrednosti biokemijske potrebe po kisiku (BPK5) na izbranih merilnih mestih v različnih časovnih presekih.

Turizem in odpadne komunalne vode

Natančnih podatkov o obiskanosti Velike planine ni na razpolago, je pa nihalka leta 2022 prepeljala 74.054 obiskovalcev. Ocenjuje se, da je še vsaj enkrat toliko obiskovalcev na planino prišlo prek drugih dostopov (Občina Kamnik 2023). Ena od

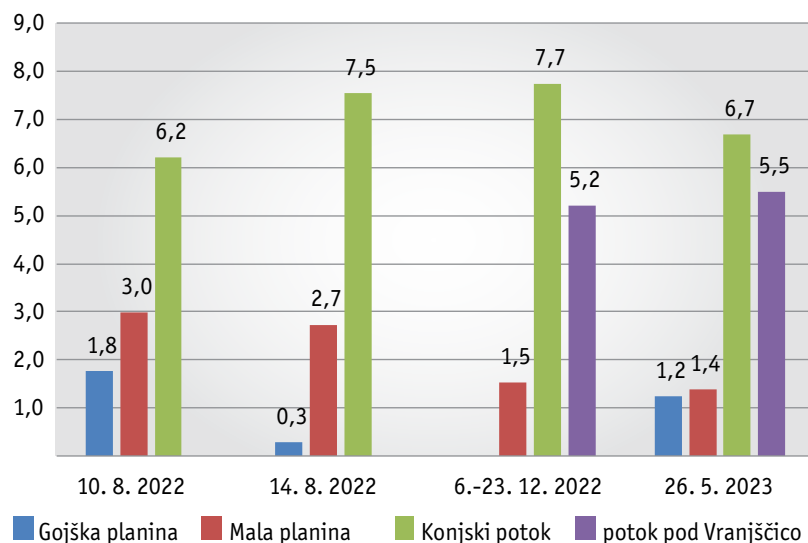
glavnih posledic povečanega pritiska obiskovalcev je problematika čiščenja komunalnih odpadnih voda, saj je komunalna infrastruktura nenadzorovana oziroma je na območju Velike planine sploh ni. Objekti še do pred kratkim niso bili preskrbljeni niti s pitno vodo, tako tudi niso prispevali

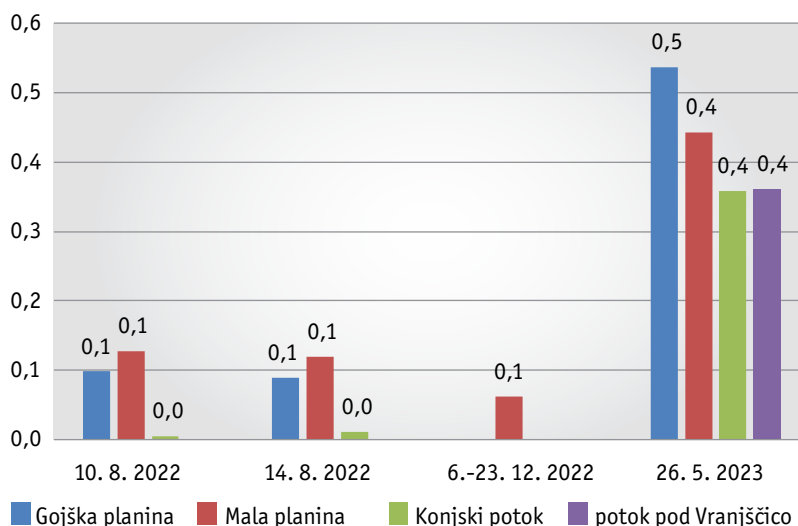
k izdatnejšim količinam komunalne odpadne vode. Ker za zdaj vodovoda na Veliki planini še ni, se obiskovalci in pastirji z vodo oskrbujejo z zajetij iz studencev in v manjši meri z deževnico. Nekaj objektov ima lastne male komunalne čistilne naprave, večina pa jih je priključenih na prekatne oziroma prepustne greznice. Lastniki objektov se sami odločajo o odvozu in prijavljanju odvoza odpadne komunalne vode iz greznice v čistilno napravo, čeprav občina Kamnik omogoča sofinanciranje malih komunalnih čistilnih naprav ali nepretočnih greznice (Škrtič in Hrabar 2022). Nevzpostavljen nadzorno-evidenčni sistem vodi v nered in povečuje okoljske obremenitve. Tako se okolje in pitno vodo na formalni ravni varuje, v praksi pa se odgovornost za povzročanje okoljske škode prelaga med lastniki objektov, občino in državo.

Kmetijstvo in planinsko pašništvo

Poleti je poleg turizma pomemben gospodarski in okoljski dejavnik tudi kmetijstvo oziroma planinsko pašništvo, o katerem smo največ podatkov pridobili iz ustnih virov (Peršolja 2023). Geograf Borut Peršolja se s to tematiko že dolgo ukvarja. Vsako poletje se na različnih delih velikoplaninske planote več sto glav živine naenkrat pase po sistemu čredinke, pri čemer so živali na paši 24 ur na dan in vseh sedem dni v tednu. Zaradi paše in bivanja goveda na prostem namesto v hlevih pastirskih bajt se ob nižjih temperaturah v hladnih nočeh potrebe po energiji povečajo za od 15 do 20 %, posledično se poveča njihova potreba po hrani. Intenzivne dejavnosti (med njimi paša)

Slika 7: Izmerjene vrednosti nitratov (NO_3) na izbranih merilnih mestih v različnih časovnih presekih.





Slika 8: Izmerjene vrednosti fosfatov (PO_4) na izbranih merilnih mestih v različnih časovnih presekih.

povzročajo trajne poškodbe in spremembe rastlinstva in prsti, kar ima za posledico zmanjšanje rastlinske in živalske raznovrstnosti, rastlinstvo postaja monokulturno, prsti pa siromašnejše. Zaradi krhkega ekosistema se pojavnost določenih rastlinskih vrst zmanjša, ohranijo se le nekatere rastlinske vrste. Marsikje so prsti preveč založene s hranili in gnojili, ruša je zbita in redka, zato so bolj sušne, kar povzroča erozijo in hitrejše odtekanje padavinske vode. Pri tem seveda ne smemo pozabiti na novodobne podnebne spremembe, ki že vplivajo na naravne značilnosti, vodne zaloge in podnebje Velike planine.

Druge dejavnosti

Na večini turističnih točk v državi je problematičen promet in tudi Velika planina ni izjema. Največji negativen vpliv imajo motorna in kurilna olja ter kemična barvila, nenadzorovan osebni in tovorni promet, traktorji s prikolicami, druga kmetijska in gradbena

mehanizacija ter vzdrževanje delujočih žičniških naprav (A. K. 2024).

Na Veliki planini postajajo čedalje večja težava nelegalna odlagališča odpadkov. Doslej se jo je reševalo z zbiranjem in odvozom odpadkov s štirih zbirališč. Ker se nekatere pašne skupnosti ne želijo vključiti v obstoječi sistem ravnanja z odpadki, v nekaterih delih planote ni rednega odvoza. Zaskrbljujoče je tudi, da so zaradi povečanega števila obiskovalcev zbirališča pogosto prepolna.

Sklep

Glede na rezultate in podatke, pridobljene s terenskimi meritvami, razgovori s strokovnjaki in pregledom literature sklepamo, da imata na kakovost vodnih virov na širšem območju Velike planine precejšen vpliv tako planinsko pašništvo kot množični turizem. Zaradi svoje geološke sestave na planini površinskih vodnih virov ni v izobilju. Na negativen vpliv turizma in

kmetijstva bi lahko sklepali iz podatkov o kakovosti vodotokov na vznožju velikoplaninske planote, kjer so že v preteklih raziskavah ugotovili povečane vrednosti fizikalno-kemijskih in mikrobioloških parametrov. Novak (1992) je kot znak organskega onesnaženja ugotovil povečano porabo $KMnO_4$, ter višje koncentracije NO_2 , NO_3 in PO_4 (slednje kot pokazatelj gospodinskih odplak ali kot produkt razpadanja), vendar te niso presegale dovoljenih normativov.

Analiza meritev je pokazala povišane vrednosti pomembnih kazalnikov kemijskega stanja podzemnih voda, to je električne prevodnosti (slika 5) in nitratov (slika 7). Njune povišane vsebnosti v podzemni vodi so običajno posledica človekovih dejavnosti, na primer kmetijstva, neurejenega odvajanja komunalnih odpadnih voda in podobno. Po izmerjenih vrednostih je izstopal Konjski potok, pri čemer so se koncentracije nitratov gibale med 6,2 in 7,74 mg/L NO_3 , električna prevodnost pa med 265,9 in 273,1 $\mu S/cm$. V obeh kalih na Veliki planini so bile izmerjene manjše koncentracije (od 0 do 1,76 mg/L NO_3 in od 57,3 do 154,6 $\mu S/cm$ na Gojski planini ter od 1,38 do 2,99 mg/L NO_3 in od 26,9 do 86,1 $\mu S/cm$ na Mali planini). Dokaj visoke vrednosti nitratov (od 5,21 do 5,50 mg/L NO_3) in električne prevodnosti (od 275,8 do 276 $\mu S/cm$) so bile ugotovljene tudi v potoku pod Vranjščico. Iz rezultatov lahko sklepamo, da so površinske vode, kakršna sta kala na Gojski in Mali planini, predvsem organsko obremenjene, kar je med drugim posledica njihove slabe samočistilne sposobnosti.

Prav tako predvidevamo, da imajo človekove dejavnosti na visokogorski planoti velik vpliv na kakovost podzemnih voda in posledično na kakovost površinskih voda pod Veliko planino, kakršni sta Konjski potok in potok pod Vranjščico.

Uredba o pitni vodi (Uradni list RS 2005, 2008 in 2010) mejno vrednost za nitrato določa pri 50 mg/L, kar pomeni, da presežne vrednosti niso bile zaznane pri nobeni meritvi. Obenem velja, da vrednosti do 10 mg/L v Sloveniji veljajo za naravno prisotne, pri čemer ima pomembno vlogo geološka sestava vodonosnika (Špeh, Bubik in Barborič 2021a, 2021b).

Rezultati razkrivajo, da se obremenjenost izbranih vodnih virov najbolj zmanjša pozimi, ko so bile izmerjene najnižje vrednosti električne prevodnosti (slika 5), BPK5 (slika 6) in fosfatov (slika 8), kar je skladno s takrat manjšim številom obiskovalcev in odsotnostjo pašnih živali na obeh planinah.

Obenem pa se obremenjevanje okolja kljub nizkim temperaturam (slika 3) in stabilni pH-vrednosti (slika 4) tudi pozimi povsem ne ustavi, saj vrednosti nekaterih parametrov, kot sta električna prevodnost (slika 5) in vsebnost nitratov (slika 7), ostajajo povišane. Analize vodotokov v podnožju planine (Konjski potok in potok pod Vranjščico) razkrivajo prisotnost onesnažil,

ki se s površja infiltrirajo v podzemlje. Možnih je več rešitev tega problema. Najprej naj se z izboljšanjem komunalne infrastrukture zmanjša vnos odpadnih voda, nato pa premišljeno vpelejo prilagoditve in spremembe načina planinskega pašništva.

Vsekakor je treba še vnaprej ohranjati kar najbolj kakovostno okolje Velike planine in pri tem podpirati dobre prakse, ki bodo razbremenjevale vodni ekosistem tega območja. Nadalje je treba s ciljnim spremljanjem reprezentativnih vodnih virov skozi daljše časovno obdobje zagotoviti natančnejše in pogostejše meritve pooblaščenih institucij z akreditiranimi metodami.



Viri in literatura

1. A., K. 2024: Naravovarstvenikov pogled na Veliko planino. Medmrežje: <https://www.modre-novice.si/pogovori/naravovarstvenikov-pogled-na-veliko-planino/> (15. 1. 2026).
2. Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) 2016: Monitoring in ocenjevanje stanja površinskih in podzemnih voda v Sloveniji. Medmrežje: <http://hmljn.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Monitoring%20in%20ocenjevanje%20stanja%20voda%20v%20Sloveniji.pdf> (15. 1. 2026).
3. Cevc, T. 1993: Velika planina: Življenje, delo in izročilo pastirjev (3., dopolnjena izdaja). Ljubljana.
4. Gostinčar, P., Stepišnik, U. 2023: Extent and spatial distribution of karst in Slovenia. *Acta Geographica Slovenica* 63-1.
5. Kleč, G., Mučič, T. (ur.) 2010: Velika planina: Po pastirskih poteh. Litija.
6. Knez, M., Petrič, M., Slabe, T. (ur.) 2011: Krasoslovje v razvojnih izzivih na krasu. 1. Voda. Ljubljana. Medmrežje: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-YWONU01H> (10. 1. 2026).
7. Kobetič, L. 2018: Strokovne podlage za oblikovanje scenarijev ohranjanja in razvoja Velike planine. Domžale. Medmrežje: <https://www.kamnik.si/DownloadFile?id=477832> (12. 1. 2026).
8. Kovačič, G., Ravbar, N. 2005: Mapping of hazards to karst groundwater on the Velika planina plateau (Slovenia). *Acta carsologica* 34-1. Medmrežje: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-L2KICP6C> (15. 1. 2026).
9. Novak, D. 1992: Z gore teče (tudi) umazanija: Raziskave voda na Veliki planini. *Planinski vestnik* 92-1.
10. Novak, D. 1994: Podzemeljske vode v Kamniških in Savinjskih Alpah. *Geologija* 37-1. Medmrežje: <https://doi.org/10.5474/geologija.1995.016> (8. 1. 2026).
11. Občina Kamnik 2023: Strategija turizma Kamnik 2030. Medmrežje: <https://www.kamnik.si/objava/766113> (18. 1. 2026).
12. Peršolja, B. 2023: Pogovor z nekdanjim predstavnikom Planinske Zveze Slovenije (osebni vir, 25. 10. 2023). Domžale.
13. Škrtič, I., Hrabar, M. 2022: Velika planina in (čiste) vode pod njo? Kamnik.
14. Špeh, N., Bubik, A., Barborič, B. 2021a: Vodnoekološke razmere na območju doline Zaloka. *Geografski vestnik* 93-2. Medmrežje: <https://doi.org/10.3986/GV93203> (25. 11. 2025).
15. Špeh, N., Bubik, A., Barborič, B. 2021b: Kakovost vodnih virov in raba tal na vodovarstvenem območju Ljubija. Ljubljana. Medmrežje: <https://omp.zrc-sazu.si/zalozba/catalog/view/1974/8135/1519-2> (25. 11. 2025).
16. Uranjek, N., Bubik, A. (b. d.). Določanje KPK in BPK5 v odpadni vodi.
17. Uredba o pitni vodi. Uradni list Republike Slovenije 24/2005, 109/2008, 38/2010. Ljubljana.
18. Uredba o stanju površinskih voda. Uradni list Republike Slovenije 14/2009, 98/2010, 96/2013, 24/2016, 44/2022. Ljubljana.
19. Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah. Uradni list Republike Slovenije, 46/2004, 110/2004, 115/2007, 36/2009, 15/2014. Ljubljana.
20. Vertačnik, G., Bertalančič, R., Draksler, A. 2018: Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011, povzetek. Ljubljana. Medmrežje: https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/PSSbrosura_spread_SLO.pdf (20. 1. 2026).
21. Vlada Republike Slovenije 2022: Operativni program oskrbe s pitno vodo za obdobje od 2022 do 2027.
22. Vogrin, D. 2019: Spremembe izbranih kategorij rabe tal na Veliki planini v zadnjih stotih letih. Ljubljana. Medmrežje: <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=112707> (10. 12. 2025).