

28. DRŽAVNO NATJECANJE IZ GEOGRAFIJE 2021. GODINE

1. RAZRED

PRILOZI ZA ISTRAŽIVAČKI RAD

Prilog 1.

PODZEMNE VODE

Podzemne vode čine samo 12 posto ukupnih količina vode u Hrvatskoj, ali njihovu važnost najbolje pokazuje podatak da je više od 90 posto vodoopskrbnih količina gradova i naselja vezano uz tu vodu. Posebno valja istaknuti kvalitetu podzemnih voda u našoj zemlji, s čim se mogu pohvaliti samo rijetke europske zemlje, pa je stoga razumljiva i briga koja se pridaje tom važnom resursu (prilagođeno prema izvoru: <http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-59-2007-10-07.pdf> pristupljeno 12. 4. 2021.)

Na prostoru Hrvatske dominiraju dva tipa vodonosnika, međuzrnski, koji prevladava u panonskom dijelu, i krški, sekundarne pukotinsko-kavernozne poroznosti u području Dinarida. Prirodni sljevni sustavi formirani su tako da crnomorskom slijevu, osim panonskog područja, pripada i dio krškog područja, dok jadranski sljev u cijelosti pripada krškom području Dinarida. Dio značajnijih vodonosnika su prekogranični.

Zalihe podzemnih voda

Zbog složenih hidrogeoloških odnosa te nedovoljne i neravnomjerne istraženosti vodonosnika određivanje zaliha podzemnih voda temelji se dobrim dijelom na procjenama, a zbog vodnogospodarske važnosti razmatrane su samo obnovljive zalihe podzemnih voda. Najveće obnovljive zalihe podzemne vode crnomorskog slijeva vezane su za kvartarne naslage u dolinama Drave i Save, u kojima su formirani vodonosnici međuzrnske poroznosti te za vodonosnike pukotinsko-kavernozne poroznosti u južnim dijelovima porječja Kupe i Une. Također, znatnije količine vode akumuliraju se i u karbonatnim vodonosnicima pukotinske poroznosti u gorskim područjima sjeverne Hrvatske. Osnovni izvor prihranjivanja podzemnih voda područja Drave jest infiltracija oborina kroz polupropusni pokrovni sloj, dok na obnovljive zalihe podzemne vode u savskom vodonosniku, osim infiltracija oborina, znatno utječe i napajanje iz rijeke Save.

Tab. 1. Obnovljive zalihe podzemne vode

Ime slijeva	Pripadajuća porječja	Aluvijalni vodonosnik	Karbonatni vodonosnik	Ukupno
		Otjecanje 10 ⁶ m ³ /god.		
Crnomorski sljev	porječje Save	1198,3	653,8	1852,1
	porječje Drave i Dunava	802,6	7,8	810,4
Jadranski sljev	primorsko-istarska porječja	-	2639,5	2639,5
	dalmatinska porječja	-	3831,3	3831,3
Hrvatska		2006,9	7132,4	9133,3

Izvor: Strategija upravljanja vodama,

https://vlada.gov.hr/UserDocsImages//2016/Sjednice/Arhiva//32_07.pdf (pristupljeno 12. 4. 2021.)

Kakvoća podzemnih voda

Podzemne se vode ponajprije iskorištavaju za javnu vodoopskrbu te se njihova kakvoća uglavnom ocjenjuje prema pokazateljima definiranim Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Monitoring kakvoće podzemnih voda na području krša (pojedini izvori i zdenci), te na širem području grada Zagreba prati se i ocjenjuje i prema Uredbi o klasifikaciji voda.

Porječja Drave i Dunava

Opće stanje kakvoće podzemne vode u dravskom vodonosniku uvjetovano je načinom sedimentacije naslaga te debljinom slabo propusnih pokrovnih naslaga iznad vodonosnika. Na krajnjem zapadu vodonosnik je pokriven razmjerno tankim prašinasto-glinovitim naslagama (velika prirodna ranjivost vodonosnika), zbog čega je u prvome vodonosnom sloju, na pojedinim područjima, povećana koncentracija nitrata, kao posljedica antropogenog utjecaja. Podzemna voda iz drugog vodonosnika relativno je dobre kakvoće. U središnjem i istočnom dijelu dravskog bazena, zbog znatne debljine pokrovnih naslaga, ranjivost od onečišćenja vodonosnika znatno je manja, ali, u pravilu, prevladavaju reduktivni uvjeti, pa podzemna voda prirodno sadrži visoke koncentracije željeza i pratećih sastojaka (mangana, amonijaka). U porječju Dunava po svojem osnovnom kemijskom sastavu podzemne su vode uglavnom kalcijско-hidrokarbonatnog tipa. Zbog znatne debljine slabo propusnih pokrovnih naslaga ranjivost je vodonosnika mala, ali prevladavaju reduktivni uvjeti u vodi s prirodno povećanom koncentracijom željeza te mangana, arsena i fosilnog amonijaka. Najveće koncentracije željeza registrirane su u podzemnim vodama plićih vodonosnih slojeva (do 50 m dubine). Podzemne vode iz gorskih karbonatnih vodonosnika odlikuju se iznimno visokom kakvoćom. Budući da su im područja prihranjivanja nenastanjena i šumom prekrivena gorja, ugroženost vodonosnika od onečišćenja praktički ne postoji. Ovisno o ishodišnoj stijeni, prema kemijskom sastavu to su dominantno kalcijske ili kalcijско-magnezijske hidrokarbonatne vode.

Porječje Save

U neposrednom porječju rijeke Save od slovenske granice do Siska visoka koncentracija pokazatelja antropogenog onečišćenja u podzemnoj vodi posljedica je velike prirodne ranjivosti vodonosnika te velikoga broja onečišćivača. Do sada je na području zagrebačkih crpilišta zbog onečišćenja organskim otapalima i nitratima isključeno iz javne vodoopskrbe više gradskih zdenaca. Posljednjih se godina uočava zamjetno poboljšanje kakvoće podzemne vode na priljevnim područjima zagrebačkih crpilišta.

Kakvoća podzemne vode u dijelu porječja od ušća Kupe do ušća Orljave uglavnom je odraz izmjene oksidativnih i reduktivnih uvjeta, zbog čega mjestimice voda sadrži povećane koncentracije željeza, mangana i pratećih sastojaka. Na prostoru od ušća Orljave do granice sa Srbijom dominiraju reduktivni uvjeti u vodonosnicima, a od prirodnih onečišćenja ustanovljeni su željezo, mangan, arsen, amonijak, fosfati i povećane vrijednosti kemijske potrošnje kisika. Najviša zabilježena vrijednost ovih pokazatelja je na području Slavanskog Broda. U porječju rijeke Lonje, Česme, Ilove i Pakre u aluvijalnim vodonosnicima prevladavaju reduktivni uvjeti, s najboljom kakvoćom vode u području Lonjskog polja. U porječju rijeke Orljave kakvoća podzemne vode uglavnom je zadovoljavajuća, izuzevši mjestimice povremeno povećani sadržaj mangana. U porječju rijeke Kupe kakvoća podzemne vode iz aluvijalnog vodonosnika u karlovačkom bazenu također je odraz reduktivnih uvjeta. Kakvoća podzemne vode gorskih vodonosnika u panonskom području porječja Save izvanredne je kakvoće. Izuzetak su podzemne vode iz dijela karbonatnih vodonosnika u porječju rijeke Krapine, na Samoborskom gorju, te u porječju Kupe koja samo povremeno i mjestimice mogu sadržavati mikrobiološka onečišćenja. Ovisno o ishodišnoj stijeni, prema kemijskom sastavu, to su kalcijske do kalcijско-magnezijske hidrokarbonatne vode.

Podzemne vode s krškog područja porječja Save pripadaju kalcijско-hidrogenkarbonatnom, kalcijско-magnezijskom do magnezijско-kalcijском geokemijskom tipu voda. U kemijskom pogledu vode su dobre kakvoće, ali na pojedinim izvorima prisutno je konstantno mikrobiološko onečišćenje fekalnog porijekla. Izvori u čijem se porječju nalaze klastiti paleozoika i gornjeg trijasa odlikuju se prirodno nešto povišenim koncentracijama nekih teških metala. Niske koncentracije nitrata, ortofosfata i vrijednosti kemijske potrošnje kisika (KPK-KMnO₄) karakteristične su za čiste vodonosnike dinarskoga krša.

Primorsko-istarska porječja

Sve podzemne vode na području Istre, u ustaljenim hidrološkim uvjetima, dobre su kakvoće. Prema hidrokemijskom facijesu vode su pretežito kalcijsko-hidrokarbonatnog tipa, a prema tvrdoći su srednje tvrde do vrlo tvrde.

Povećane koncentracije dušikovih i fosfornih spojeva u podzemnim vodama upućuju na posljedicu unosa otpadnih voda naselja, a dijelom i ispiranja poljodjelskih površina. Najviši sadržaj nitrata zabilježen je u vodama pulskih zdenaca, od kojih su neki isključeni iz javne vodoopskrbe zbog antropogenih onečišćenja. Svi istarski izvori, osim izvora Kožljak i Plomin, stalno su mikrobiološki onečišćeni. Vode svih većih i izdašnijih izvora na području Kvarnerskog zaljeva jesu kalcijskohidrogenkarbonatnog tipa, umjerene tvrdoće i s niskim sadržajem klorida i sulfata, izuzevši neke priobalne izvora pod utjecajem mora. Kakvoća vode izvora Rječine i izvora u Bakarskom zaljevu vrlo je dobra, osim za vrijeme i nakon jačih kiša, a posebice nakon sušnih razdoblja, kada se u vodi pojavljuje mikrobiološko onečišćenje. Koncentracije nitrata u vodi svih izvorišta znatno su niže od maksimalno dopuštene za vodu za piće, a podzemne vode nisu onečišćene teškim metalima.

Kakvoća vode na području Like i Podvelebita vrlo je dobra, a osobito na izvorima Novljanske Žrnovnice i Žižića vrelo. Podzemna voda u porječju rijeke Gacke izuzetno je dobre kakvoće s ujednačenim fizikalno-kemijskim pokazateljima.

Dalmatinska porječja

Podzemne vode porječja rijeke Zrmanje jesu kalcijskohidrokarbonatnog tipa, osim priobalnih izvora, gdje je evidentan utjecaj mora. Podzemne su vode za sada visoke kakvoće. Zajednička značajka podzemnih voda Ravnih kotara jest da su tvrdoća i alkalitet približno dvaput veći nego u tipičnim krškim vodama. Najveći dio podzemnih voda porječja rijeke Krke pripada kalcijsko-karbonatnom tipu. Izuzetak su podzemne vode u najnižvodnijem dijelu porječja, gdje je Krka u razini i pod utjecajem mora pa pripadaju natrijsko-kloridnom tipu. Vode izvora Jaruga i Pećina karakterizira povećani sadržaj sulfata prirodnog porijekla. Najveći dio podzemnih voda u porječju Vranskog jezera pripada kalcijsko-hidrokarbonatnom tipu, osim u priobalnoj zoni i dijelu Vranskog polja, gdje su podzemne vode pod utjecajem mora. Izvorišne vode u porječju Pantana većim su dijelom godine zaslanjene morskom vodom. Podzemne vode u porječju rijeke Cetine relativno su dobre kakvoće, ali se primjećuje utjecaj antropogenog onečišćenja. Pripadaju kalcijsko-hidrokarbonatnom tipu. Sadrže malo otopljenog ugljičnog dioksida, dobro su zasićene kisikom i umjerene su tvrdoće. Vode se, u pravilu, ne zamućuju, osim na izvoru Jadro, gdje je zamućenje relativno često i intenzivno. Na izvoru Jadro također se pojavljuje i povremeno povećana koncentracija mineralnih ulja i fenola te dušikovih i fosfornih spojeva. Osnovni kemijski sastav podzemnih voda u porječju desne i lijeve obale Neretve bitno se razlikuje. Podzemne vode porječja desne obale Neretve jesu kalcijsko-hidrogenkarbonatnosulfatne vode. Te vode sadrže relativno malo klorida, osim na izvoru Prud, koji je povremeno kao i rijeka Neretva pod utjecajem mora. Podzemna se voda malokad zamućuje. Podzemne vode u porječju lijeve obale Neretve uglavnom su kalcijsko-hidrogenkarbonatnog tipa i dobro su zasićene kisikom. U vodi izvora povremeno se pojavljuju povećane koncentracije klorida. Za vrijeme obilnih oborina voda se na pojedinim izvorima zamuti. Uočava se opća tendencija pogoršanja kakvoće vode i u mikrobiološkom i u kemijskom smislu.

Prilog 2.

GEOTERMALNE I MINERALNE VODE HRVATSKE

Pod pojmom geotermalni izvori (eng. geothermal resources) podrazumijevaju se izvori geotermalnog medija vode iz podzemnih ležišta koja mogu biti bez dovoda vode (napajanja) s površine ili s prirodnim ili umjetnim dovodom vode s površine koja tada prolazi kroz podzemno ležište. Geotermalne vode su sve vode čija je temperatura tijekom cijele godine veća od srednje godišnje temperature zraka u području na kojem se nalazi izvor. Prirodnim mineralnim vodama, koje izlaze iz mineralnih izvora, nazivamo vode koje

sadrže više od 1 gram sastojaka u jednoj litri vode ili pak veće količine sastojaka koji se redovito ne nalaze u podzemlju, izvorima ili površinskim vodama ili su u njima prisutni samo u neznatnim tragovima. Danas geotermalne i mineralne vode imaju široku primjenu, od zdravstvenog i topličkog turizma do korištenja u zagrijavanju prostorija. Gospodarenje njima trebalo bi biti znatno ekonomičnije i racionalnije nego dosad, za dobrobit svih stanovnika koji se njima koriste. Geotermalna energija se danas koristi u raznim namjenama kao što su: proizvodnja električne energije, za grijanje, u poljoprivredi (sustav grijanja staklenika, uzgoj riba...).

GEOLOŠKA OSNOVA POJAVE GEOTERMALNIH I MINERALNIH VODA

Područje Hrvatske, naročito njen sjeverni dio, obiluje izvorima geotermalne vode, dok termalnih i mineralnih izvora ima manje. Termalne i mineralne vode Sjeverozapadne Hrvatske vezane su uz određene tektonske i litostratigrafske uvjete koji moraju postojati da bi ona izbila na površinu ili da bi je se našle u podzemlju. Kod toga su najvažniji litološki sastav, zdrobljenost i okršnost stijena te tektonska građa šireg područja. Za postanak termalnih i mineralnih voda važni su mlađi tektonski pokreti tijekom neogena i kvartara. Još početkom 20. st. prevladavala je teorija da su termalni i mineralni izvori vulkanskog porijekla, a glavni zagovaratelj ove ideje kod nas je bio naš najpoznatiji geolog Dragutin Gorjanović Kramberger. Uz to, on je smatrao da se termalni izvori pojavljuju samo na određenim dubokim rasjedima ili sjecištima tih rasjeda koje je nazvao „termalnim linijama“. Kasnije se, međutim, spoznalo da se voda skuplja u trijaskim dolomitima reljefnih uzvisina te da se po njima spušta u podzemlje. U podzemlju se voda zagrijava, a zatim izvire iz tjemena antiklinale na onim mjestima gdje izbijaju na površinu. Provedene kemijske analize termalnih voda to su i potvrdile. Dakle, termalni izvori uvijek se pojavljuju u određenim propusnim stijenama, a najčešći vodonosnici u Hrvatskoj su zdrobljeni trijaski dolomiti te vapnenci i breče. Područje Sjeverozapadne Hrvatske bilo je tijekom tog geološkog razvoja zahvaćeno brojnim tektonskim pokretima. Za postanak termalnih i mineralnih vrela važniji su bili mlađi tektonski pokreti koji su djelovali tijekom neogena i kvartara. Oni su početkom pliocena najjače borali i rasjedali upravo najmlađe naslage. Tako su nastale relativno uske i dugačke antiklinale koje se protežu duž Sjeverozapadne Hrvatske. Između njih se nalaze sinklinale dubine 1000 do 2400 m, čija je dubina važna za geotermalno zagrijavanje vode koja se u njoj nalazi. Nova istraživanja pokazala su da su za pojavu termalnih i mineralnih izvora važni poprečni rasjedi koji presijecaju antiklinalne strukture. To su mlađi rasjedi koji se pružaju u pravcu SZ – JI i najvjerojatnije su vezani uz postanak Dravske i Savske potoline. Na sjecištu ovih rasjeda i boranih struktura, osim horizontalnog kretanja, došlo je do jačeg drobljenja stijena, što je omogućili izbijanje termalne vode na površinu.

GEOTERMALNE VODE I IZVORI

Područja koja imaju najveći broj geotermalnih izvora istodobno su i ona koja su geološki još vrlo aktivna, to jest koja imaju aktivne vulkane ili u kojima često dolazi do potresa. Geotermalne vode su sve vode čija je temperatura tijekom cijele godine veća od srednje godišnje temperature zraka u području na kojem se izvor nalazi. Ove vode koristile su se na području Hrvatske još u rimsko doba o čemu svjedoče arheološki ostaci termi na područjima uz izvore geotermalnih voda. Stupanj korištenja geotermalnih voda bio je primjenjiv tijekom povijesti kako radi pronalaska novih kapaciteta tako i zbog promjena korisnika odnosno vlasnika tog resursa. Na pojedinim lokacijama geotermalna voda se dobiva iz plitkih bušotina i kaptaza, dok su stari izvori zapušteni ili ostali bez vode. Izvori geotermalne vode razlikuju se međusobno po temperaturi vode, vodonosniku i načinu korištenja. Ponekad se na maloj međusobnoj udaljenosti nalazi više izvora.

Zbog različitih geoloških i geotehničkih značajki prostor Hrvatske može se podijeliti na dva dijela – na prostor panonske i prostor dinarske Hrvatske. Granica između ta dva prostora je južni rub Savske potoline. Izvori geotermalne vode u panonskom dijelu Hrvatske znatno su brojniji od onih u dinarskom dijelu.

MINERALNE VODE

Podzemne vode su uvijek više ili manje mineralizirane a mineralna je ona koja sadrži više od 1 gram mineralne tvari na 1 litru vode. Količina otopljenih tvari u vodi varira prostorno i vremenski. Točan sastav utvrđuje se kemijskim analizama u kojima se određuju Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , itd. Naše mineralne vode su najčešće hladne, a ako imaju povišenu temperaturu nazivaju se termomineralne vode. Nakon rimskog doba kada su se u kupalištima odmarali, liječili i oporavljali rimski vojnici, bogataši i običan puk, u srednjem vijeku se mineralna voda slabije koristila. Njihov ponovni procvat korištenja javlja se u 18. st. i traje do današnjih dana. Od tada se razvija i balneologija (lat. balneum = kupelj, grč. logos = znanost) koja proučava prirodne mineralne vode kao prirodne ljekovite činitelje kopna te načine i rezultate njihove primjene za zdravi i bolesni ljudski organizam. Mineralne vode povoljno djeluju na očuvanje i unapređenje zdravlja, poboljšanje kvalitete života te sprječavanje, liječenje, oporavak i rehabilitaciju različitih bolesti. Hrvatska je bogata izvorima mineralnih voda. U popisu mjesta s prirodnim ljekovitim činiteljima u njih 103 nalaze se izvori mineralne vode. U Hrvatskoj djeluje 18 lječilišnih mjesta. Učinci djelovanja mineralnih voda dijele se na mehaničke, toplinske i kemijske koji dugotrajno djeluju i dovode do cjelokupnog fizičkog, pa i psihičkog oporavka. Neposredni učinci mineralnih voda ovise o njihovom kemijskom sastavu i fizikalnim svojstvima. Različite vrste kupelji izazivaju različite reakcije organizma. Od 1939. godine klasificirale su se ljekovite vode različito, ovisno o mišljenju autora. U Hrvatskoj se danas primjenjuje klasifikacija koju je predložio R. Novak (Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta u Zagrebu). Po njoj se vode klasificiraju na temelju tri kriterija: ukupne mineralizacije, sadržaja djelotvornih tvari i temperature. Mineralne vode se prema sadržaju određenih sastojaka u tragovima, plinova i radioaktivnih sastojaka kojima pripisujemo farmakološko djelovanje razvrstavaju na natrijeve, kalcijeve, fluorne, jodne, magnezijeve, sumporne, željezovite, hidrogen-karbonatne, kloridne, sulfatne, radonske, radioaktivne te vode kiselice. Pod kiselicama se podrazumijevaju vode koje sadrže više od 1000 mg otopljenog karbon-dioksida u litri. Radi osiguranja budućnosti primjene mineralnih voda u Hrvatskoj potrebno je sljedeće: zaštititi nalazišta i mjesta primjene mineralnih voda; redovito ispitivati sastav mineralnih voda; istraživati i ocijeniti povoljne učinke mineralnih voda na zdravi i bolesni organizam.

MINERALNI IZVORI U HRVATSKOJ

Tab. 2. Izvori prirodne mineralne vode u Republici Hrvatskoj

Naziv izvora	Naselje korištenja izvora	Najbliže gradsko naselje
Janino vrelo	Pisarovina	Zagreb
Sveta Jana	Gorica Svetojanska	Jastrebarsko
Kalnička	Apatovec	Križevci
Grofova vrela	Lipik	Lipik
Antunovo vrelo	Lipik	Lipik

Izvor: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_02_19_398.html (pristupljeno 10. 4. 2021.)

Hrvatske mineralne vode mogu se obzirom na podrijetlo otopljenih krutih sastojaka razvrstati u dvije skupine, koje su k tomu i geografski raspoređene: u sjevernoj Hrvatskoj poznato je više izvora voda

obogaćenih mineralnim sastojcima što potječu od izluživanja naslaga kroz koje prolaze: Apatovac, Jamnica, Lasinja, Lipik. Vode nabrojenih i drugih manje poznatih izvora uz više od 1g/L krutih tvari sadrže i više od 1g/L CO₂, pa ih se uvrštava u kiselice; izvan prostora sjeverne Hrvatske poznato je još samo jedno mineralno vrelo toga tipa – Glavice (koje, za razliku od ranije spomenutih nije kiselica); u Dalmaciji se nalazi nekoliko izvora kojih su vode često visoko mineralizirane, ali ne od otapanja mineralnih sastojaka u stijenama, nego od primjesa morske vode; najpoznatiji se nalaze u Splitu, Zakuću i Mokošici.

APATOVAC

Mineralni izvor Apatovac nalazi se u SI dijelu Kalnika. Poznat je od 1842. godine, a kaptiran dvije godine kasnije. Izvor se nalazi u raspucanim dijabazima što pripadaju vulkanogenosedimentnom kompleksu stijena otrivsko-turonske starosti. Temperatura vode iznosi 11,3 - 12,2 °C. Ukupna mineralizacija iznosi 6,9590; salinitet 5,249 ‰; prema internacionalnoj klasifikaciji vodu karakterizira sastav natrij, hidrokarbonat, klorid, ukupna koncentracija N/1.000=187,7 (Na 86,5, HCO₃ 55,2, Cl 38,5); reakcija je alkalična. Voda iz vrela Apatovac, nakon što je kaptirana, iskorištavana je u ljekovite svrhe (stari bunar). Zbog slabe izdašnosti 1844. godine izgrađen je novi bunar i bunar za punjenje boca. Godine 1974. izrađena je u području izvora 180 m duboka bušotina kojom su dobivene veće količine vode te je ona prodavana pod nazivom „Kalnička prirodna mineralna voda“. Nakon određenog vremena eksploatacija je prekinuta, potom obnovljena 1993. godine, a voda plasirana na tržište pod imenom „Apatovačka kiselica“. Međutim 1996. godine pogon je nađen zatvoren i napušten, da bi se ponovno 2007. godine počela puniti i plasirati na tržište pod nazivom „Kapljica“ (voda obogaćena s CO₂) i „Unique“ (prirodna mineralna voda).

JAMNICA

Izvori mineralne vode u Jamnici poznati su već u pretpovijesno doba, na što upućuju nalazi starih kaptaža, brončani vršak koplja te rogovlje jelena otkriveno prilikom kaptaže izvora 1828. godine. Iznenaduje, međutim, mišljenje da vodu nisu rabili Rimljani, ali se ne isključuje mogućnost da su se njome služili Kelti, jer su „naročito cijenili kiselice“. Pretpostavlja se da je pojava mineralne vode na površini vezana uz jake i duboke rasjede. Podrobnija objašnjenja geoloških odnosa koji omogućuju akumulaciju mineralne vode u podzemlju u dostupnoj literaturi nisu pronađena. Temperatura je mineralne vode (izmjerena 1932. godine) 15,6° C. Mineralna voda s Jamničkih izvora ubraja se u kiselice, jer s 2,29 g/kg CO₂ (1932. godine), odnosno 3,95g/l (1990. godine) osjetno premašuje potreban minimum od 1 g/l CO₂. Vodu uvrštavaju u fluorne vode jer prema rezultatu jedne analize sadrži 2,22 mg/kg F. U početku se jamnička voda iskorištavala prvenstveno kao ljekovita voda. Prvo punjenje u boce učinjeno je 1828. godine, a kakvo-takvo lječilište (s kadama i grijanjem vode) održavalo se je uz punionicu do 1899. godine.

TERMALNI IZVORI U HRVATSKOJ

U Hrvatskoj se prirodni termalni i mineralni izvori pojavljuju u zamjetnom broju, a prvo je korištenje njihovih voda započelo u dalekoj prošlosti – ljudi su, prema najnovijim saznanjima, u blizini nekih termalnih izvora boravili već u srednjem i gornjem pleistocenu. Uz ovu spoznaju postoje također dokazi o tome da su pojedini izvori bili zanimljivi žiteljima i u pretpovijesnom dobu, dok ih je većina, osobito termalnih, iskorištavana od Rimljana pa do današnjih dana. Značajnija istraživanja geoloških odnosa u područjima s termalnim i mineralnim izvorima urađena su u Hrvatskoj tek nakon Drugoga svjetskog rata. Način i uzroke pojavljivanja ovih voda nastojalo se objasniti prigodom izrade Osnovnih geoloških karata, a podrobnija istraživanja najpoznatijih izvora učinjena su ne bi li se bušenjem eventualno povećao njihov kapacitet ili dobila voda više temperature. Ovakvim je zahvatima prirodnost izvora nepovratno izgubljena,

što se najbolje vidi kad se usporedi rezultate starijih analiza prirodne mineralne vode iz Lipika i Jamnice i današnjih sastava vode iz bušotina, „oplemenjenih“ k tomu i s nekoliko postotaka CO₂.

SAMOBORSKO GORJE – MEDVEDNICA

- Toplica (Sv. Jana);
- Sv. Helena;
- Sutinska vrela;
- Topličica (Sv. Ivan Zelina).

PAPUK – PSUNJ – DILJ GORA

- Daruvar; - Velika; - Orahovica; - Đakovačka Breznica.

SREDIŠNJA HRVATSKA – DALMACIJA

- Lešće;
- Veljun, Klokoč, Cetingrad;
- Topusko

HRVATSKO ZAGORJE

Reljef Hrvatskog zagorja vrlo je raznolik. Najviši dijelovi (500-1000 m) su hrptovi koji u osnovi ili na površini imaju mezozojske karbonate ili čak paleozojske metamorfite i eruptive. Osim navedenih gorja koja omeđuju Hrvatsko zagorje, tu su još i Kuna gora, Brezovica, Strahinčica i druge. Postoji nekoliko gorskih nizova koji se pružaju na pravcu I-Z. Maceljsko gorje i Ravna gora produžetak su Karavanki, a niz Rudnica - Desinićka gora - Kuna gora – Strahinčica – Ivanščica nastavak je Kamničkih Alpa. Ovi su dijelovi najvećim dijelom pokriveni šumom – uglavnom gorskom bukvom. Uz gore se s obje strane nalaze predgorske stepenice. No, činitelj vertikalne raščlanjenosti ponajprije je velik broj rasjeda uvjetovanih neotektonskom aktivnošću, koji su uz vulkansko i postvulkansko djelovanje uvjetovali i velik broj termalnih izvora. Zbog neotektonskih pokreta duž rasjednih linija česta je i seizmička aktivnost. Najpoznatiji i gospodarski najiskorišteniji termalni izvori su Krapinske, Tuheljske i Stubičke toplice.

KRAPINSKE TOPLICE

Krapinske toplice su poznato termalno lječilište, smješteno u mirnoj i lijepoj dolini okruženoj slikovitim brežuljcima Hrvatskog zagorja, 45 km sjeverozapadno od Zagreba. Mjesto je poznato po zdravstvenom turizmu – specijalnoj bolnici za rehabilitaciju te specijalnoj bolnici za kardio-vaskularnu kirurgiju, kao i *wellness* sadržajima poput otvorenih bazena. Termalna voda izvire iz četiri izvora. Temperatura vode na izvorima je 39 – 41 °C, kemijski je karakteriziraju kalcij, magnezij i hidrokarbonat. Voda Krapinskih toplica ocjenjena je kao šesta najkvalitetnija termalna voda u Europi.

TUHELJSKE TOPLICE

Tuheljske toplice poznate su iz rimskog doba pod nazivom „Smrdeće toplice“ radi jakog mirisa sumporovodika. Termalna voda izvire u četiri izvora, temperatura oko 32 °C, od kojih su dva veća (Dadino vrelo i Vrelo u bari) i dva manja koji izviru u dnu bazena. Ukupni kapacitet izvora iznosi oko 85 L/s.

Tuheljske toplice smještene su u tjemenskom dijelu antiklinale koja se prema zapadu nastavlja u Kumrovec, a prema istoku se preko Zlatara nastavlja do južnih padina Kalnika. Termalnu vodu kemijski karakterizira sastav kalcij, magnezij, hidrokarbonat. Prirodno kupalište podno dvorca Mihanović jedinstveno je u Hrvatskoj i omogućuje kupanje u prirodnoj termalnoj vodi koja izvire na samom dnu bazena, a konstantan prirodan prodor vode nudi uvijek svježu čistu vodu iz prirode. Na izvoru termalne vode stvara se ljekovito peloidno blato primjenjivo u obliku fango terapija, također ima pozitivan utjecaj na reumatske bolesti, povrede zglobova i kostiju.

STUBIČKE TOPLICE

Stubičke toplice stoljećima su poznato lječilište koje koristi prirodne izvore termalne vode. Iako je prvi bolnički stacionar osnovan tek 1953. godine, sigurni podaci o korištenju termalnih voda za liječenje potječu od 17. stoljeća. Više povijesnih podataka o Stubičkim toplicama ima s prijelaza iz 18. u 19. stoljeće. Godine 1774. izgrađena je prva kupališna zgrada, a 1811. godine Maksimilijan Vrhovec izgradio je bazene i kade za kupanje. Povijesni opis i spomenute analize odnose se na prirodne termalne pojave (Maksimilianeum, Staro glavno vrelo, Kristina vrelo i Vrelo kod mosta) koje se danas ne koriste. Značajno je da su ti podaci pokazali da se temperatura termalne vode ovisno o objektu kreće između 44 °C i 63 °C. Voda je kemijski vrlo bogata sastava: natrij, kalij, kalcij, magnezij, stroncij, barij, mangan, cink, olovo, kositar, bakar, jod, nikal (u tragovima), brom, sulfati, karbonati, silikati i dr. Opis geološke građe bliže okolice Stubičkih toplica načinjen je na temelju ranije provedenih površinskih geoloških istraživanja, geofizičkih mjerenja i dubokog istraživačkog bušenja. Utvrđeno je da uže područje izgrađuju stijene donjeg i srednjeg trijasa te neogenske karbonatno-klastične naslage čiji se stratigrafski raspon kreće od otnanga do gornjeg pontaa. Područje Stubičkih toplica kao i šire područje Hrvatskog zagorja više puta je borano u geološkoj povijesti. Za područje Hrvatskog zagorja značajni su tangencijalni pokreti u okviru štajerske i vlaške orogenetske faze. Uslijed tangencijalnih potisaka smjera sjever-jug nastale su velike bore, koje se naziru duž cijelog Hrvatskog zagorja. Uslijed radijalnih pokreta teren je osim boranja ispresijecan i mnogobrojnim rasjedima. Pomaci duž njihovih paraklaza su različiti, ali nemaju značajnijih utjecaja na pojavu termalnih izvora na ovom području. Osim rasjeda za pojavu termalne vode značajne su i pukotine, od kojih je najvažnija ona paralelna s rasjedom koji brazdi dolinom potoka Vidak. Termalna se voda danas koristi pretežno za liječenje reumatskih bolesti, medicinsku rehabilitaciju (fizikalnu terapiju) i za turističku rekreaciju.

SJEVERNA HRVATSKA

S područja sjeverne Hrvatske u termo-mineralne izvore uvrštavaju se samo vode izvora u Varaždinskim toplicama i Lipiku.

VARAŽDINSKE TOPLICE

Varaždinske toplice, najstarije i najglasovitije u Republici Hrvatskoj, nalaze se na sjeveroistočnom rubu Hrvatskog zagorja, na sedrenim terasama uz južnu padinu Topličke gore i obodu kotline kojim vijuga rijeka Bednja. Smještene su vrlo slikovito u krajoliku jedinstvene ljepote, a zbog zaklonjena položaja imaju relativno blagu i zdravu klimu. Prirodni dar – izdašni izvor termalne vode – odredio je Varaždinskim toplicama položaj, dao im ime i dao im kontinuitet obitavanja i liječenja ljudi kroz sve kulturne epohe. Najnovije su znanstvene spoznaje da je ovdašnja izvorna voda zapravo povratna voda, takozvana uzlazna voda. Njegov se mehanizam zasniva na hidrostatskom tlaku i zakonu spojenih posuda. Kišnica koja ponire na sjevernim padinama Kalničkog gorja prolazi slojevima trijaskih dolomita, spušta se do oko 1400 m ispod razine mora i njezino kretanje prema površini dugo oko 5 km, traje približno 20 000 godina. Termalna

sumporna voda koja izvire na prostoru današnjeg parka izuzetno je ljekovita, temperature 58 °C, a dosadašnja saznanja ukazuju na korištenje istog izvora više od 2000 godina, od pretpovijesti do danas kada se iz istog izvora snabdijeva i Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju.

Tekst preuzet i prilagođen iz:

<https://repozitorij.pmf.unizg.hr/islandora/object/pmf%3A3926/datastream/PDF/view> (pristupljeno 5. 4. 2021.)

Tab. 3. Najpoznatija termalna lječilišta Hrvatske

TOPLICE I LJEČILIŠTE	NAJBLIŽE GRADSKO NASELJE	NAPOMENA
Bizovačke toplice	Valpovo	
Daruvarske toplice	Daruvar	korištene za vrijeme Rimljana i Osmanlija
Istarske toplice	Pazin	korištene za vrijeme Rimljana
Terme Jezerčica	Donja Stubica	blizu Parka prirode Medvednica
Krapinske toplice	Krapina, Zabok	voda bogata kalcijem i magnezijem
Naftalan	Ivanić Grad	jedinstven u Europi
Stubičke toplice	Donja Stubica	temperatura vode na izvoru od 43 do 69 °C
Toplice Sveti Martin na Muri	Čakovec	temperatura vode na izvoru 33-34 °C
Toplice Topusko	Topusko	korištene za vrijeme Rimljana, temperatura vode na izvoru 80 °C
Tuheljske toplice	Krapina, Zabok	popularno <i>wellness</i> odredište
Varaždinske toplice	Varaždin	najstarije toplice u Hrvatskoj

Izvor: https://www.wikiwand.com/hr/Dodatak:Popis_termalnih_lje%C4%8Dili%C5%A1ta_u_Hrvatskoj (pristupljeno 10. 4. 2021.)

Prilog 3.

VRSTA REFERENCE TYPE OF REFERENCE	CITIRANJE U TEKSTU CITING IN THE TEXT		REFERENCA U POPISU LITERATURE I IZVORA REFERENCE IN THE LIST OF REFERENCES
	Hrvatski Croatian	Engleski English	
Članak u časopisu Paper in a journal	(Klarić, 2016)	(Klarić, 2016)	Klarić, Z., 2016: Geographical aspects of the territorial organisation of Croatia and comparison with other European countries, <i>Croatian Geographical Bulletin</i> 78 (2), 49-75, DOI: 10.21861/HGG78.02.02. Broj 78 označuje godište (volumen) časopisa, (2) broj sveska unutar godišta, 49-75 paginaciju rada u svesku, a DOI: 10.21861/HGG78.02.02 označuje DOI rada. No. 78 denotes the year (volume) of the journal, (2) the number of the volume within the particular year, 49-74 indicates the page numbers within the volume, while DOI: 10.21861/HGG78.02.02 is the DOI of the paper.
Članak u časopisu s 2 autora Paper in a journal with 2 authors	(Garay i Čanoves, 2011)	(Garay and Čanoves, 2011)	Garay, L., Čanoves, G., 2011: Life Cycles, Stages and Tourism History: The Catalonia (Spain) Experience, <i>Annals of Tourism Research</i> 38 (2), 651-671.
Članak u časopisu s 3 i više autora Paper in a journal with 3 or more authors	(Lozić i dr., 2006)	(Lozić et al., 2006)	Lozić, S., Fućst-Bjelčić, B., Perica, D., 2006: Quantitative-geomorphological and Environmental historical Impact on the Ecological Soil Depth; Northwestern Croatia, <i>Hrvatski geografski glasnik</i> 68 (1), 7-25.
Članak objavljen na dva jezika Journal published bilingually	(Winde, 2015)	(Winde, 2015)	Winde, F., 2015: Uranium pollution in South Africa: past research and future needs/Onečišćenje uranijem u Južnoafričkoj Republici: prošla istraživanja i buduće potrebe, <i>Hrvatski geografski glasnik</i> 77 (2), 33-53.
Članak u časopisu s identifikatorom DOI Paper in a journal with DOI	(Radeva i dr., 2018)	(Radeva et al., 2018)	Radeva, K., Nikolova, N., Gera, M., 2018: Assessment of hydro-meteorological drought in the Danube Plain, Bulgaria, <i>Hrvatski geografski glasnik</i> 80 (1), 7-21, DOI: 10.21861/HGG.2018.80.01.01.
Knjiga Book	(Graham i dr., 2000)	(Graham et al., 2000)	Graham, B., Ashworth, G. J., Tunbridge, J. E., 2000: <i>A Geography of Heritage: Power, Culture and Economy</i> , Arnold, London.
Poglavlje u knjizi Chapter in a book	(Russo i Van der Borg, 2008)	(Russo and Van der Borg, 2008)	Russo, A. P., Van der Borg, J., 2008: Area Regeneration and Tourism Development: Evidence from Three European Cities, in: Jansen-Verbeke, M., Priestley, G. K., Russo, A. P. (eds.): <i>Cultural Resources for Tourism: Patterns, Processes and Policies</i> , Nova Science Publishers, New York, 197-213.
Članak u zborniku radova Paper in proceedings	(Bočić i dr., 2014)	(Bočić et al., 2014)	Bočić, N., Buzjak, N., Kern, Z., 2014: Some New Potential Subterranean Glaciation Research Sites from Velebit Mt. (Croatia), in: Lewis, L., Kern, Z., Maggi, V., Torri, S. (eds.): <i>6th International Workshop on Ice Caves</i> , National Cave and Karst Research Institute, Carlsbad, 72-76.
Članak na internetskoj stranici Paper on the internet page	(Faričić, 2003)	(Faričić, 2003)	Faričić, J., 2003: Postoji li danas Dalmacija?, http://www.geografija.hr/hrvatska/postoji-li-danas-dalmacija/ (6. 2. 2016.)
Tiskana publikacija Published publication	(DZS, 2003)	(CBS, 2003)	Državni zavod za statistiku (DZS) / Croatian Bureau of Statistics (CBS), 2003: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 31. ožujka 2001.: stanovništvo prema spolu i starosti, po naseljima / Census of population, households and dwellings 31 March 2001: Population by sex and age, by settlements, Statistička izvješća / Statistical Reports 1167, Zagreb.

VRSTA REFERENCE TYPE OF REFERENCE	CITIRANJE U TEKSTU CITING IN THE TEXT		REFERENCA U POPISU LITERATURE I IZVORA REFERENCE IN THE LIST OF REFERENCES
	Hrvatski Croatian	Engleski English	
Publikacija na internetu Publication on the Internet	(DZS, 2013)	(CBS, 2013)	Državni zavod za statistiku (DZS) / Croatian Bureau of Statistics (CBS), 2013: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011. godine: stanovništvo prema starosti i spolu, po naseljima / Census of population, households and dwellings in 2011: Population by sex and age, by settlements, www.dzs.hr (13. 10. 2013.).
Dokument na internetu Document on the Internet	(UN, 1987)	(UN, 1987)	United Nations (UN), 1987: Report of the World Commission on Environment and Development (WCED): Our Common Future, http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf (13. 10. 2013.).
Web stranica web mjesta ili institucije Web page of a web page or an institution	(UNESCO, 2018)	(UNESCO, 2018)	UNESCO, 2018: World Heritage List, https://whc.unesco.org/en/list/ (13. 12. 2018.).
Slika ili tablica na internetu Figure or table on the Internet	(Deposit Photos, 2016)	(Deposit Photos, 2016)	Deposit Photos, 2016: Vernazza, Parque Nacional de Cinque Terre, Liguria, Italia, https://pt.depositphotos.com/130348824/stock-photo-vernazza-cinque-terre-national-park.html (26.11.2018.).
Baza podataka Database	(Eurostat, 2018)	(Eurostat, 2018)	Eurostat, 2018: Passenger transport by type of transport, https://ec.europa.eu/eurostat/data/database (13. 12. 2018.).
GIS podaci GIS data	(DGU, 2016)	(CGA, 2016)	Državna geodetska uprava (DGU) / Croatian Geodetic Administration (CGA), 2016: Središnji registar prostornih jedinica RH (GIS shapefileovi) / Central registry of spatial units in the Republic of Croatia (GIS shapefiles), Zagreb.
Novinski članak (tiskani) Newspaper article (published)	(Slapper, 2008)	(Slapper, 2008)	Slapper, G., 2005: Corporate manslaughter: new issues for lawyers, <i>The Times</i> , 3 October, 4.
Novinski članak (na internetu) Newspaper article (on the internet)	(Chittenden i dr., 2003)	(Chittenden et al., 2003)	Chittenden, M., Rogers, L., Smith, D., 2003: Focus: Targetitis ails NHS. <i>Times Online</i> , 1 June, http://www.timesonline.co.uk/tol/news/uk/scotland/article1138006.ece (17. 03. 2005.)
Referenca u tiskanom rječniku Reference in a published dictionary	(Longman, 2003)	(Longman, 2003)	Longman, 2013: Longman Dictionary of Contemporary English (New Edition), Pearson Education Limited, Harlow.
Referenca u rječniku na internetu Reference in an online dictionary	(Longman, 2013)	(Longman, 2013)	Longman, 2018: Longman Dictionary of Contemporary English Online, https://www.ldoceonline.com/ (13. 12. 2018.)

Primjeri citiranja literaturnih referenci i izvora u tekstu, kao i u popisu literature i izvora na kraju rada navedeni su u tablici.

Examples of citing literature and sources in the text and in the References are listed in the table.