

## Hidrogeološke značilnosti termalnega vira Rimske Toplice

### Hydrogeological properties of the thermal source Rimske Toplice

Andrej LAPANJE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

*Ključne besede:* Rimske Toplice, termalna voda, geokemija, izlivalni preiskusi,

*Key words:* Rimske Toplice, thermal water, geochemistry, outflow tests, Slovenia

#### Kratka vsebina

Zdravilišče Rimske Toplice že od leta 1991 žalostno sameva. S prizadevanjem zainteresirane javnosti za ponovno odprtje zdravilišča je postal mehanizem termalnega sistema ponovno zanimiv. V članku so opisane dosedanje raziskave zajema termalne vode v Rimskih Toplicah in izsledki novejših raziskav v letih 2001 in 2002.

#### Abstract

The Rimske Toplice thermal resort has been sadly abandoned since 1991. However, the mechanism of the thermal source is again earning greater attention of general public through recent efforts of Spa revitalisation. In this paper the history of thermal water research in the area is presented along with results of the research conducted in 2001 and 2002.

#### Uvod

Rimske Toplice so kot toplice poznali, kot samo ime pove, že Rimljani. Pri preurejanju in prezidavi topliških zgradb, še posebej v letih 1845 in 1874, so bile najdene številne arheološke najdbe: ostanki stavb, zajetij in vodovoda. Našli so tudi šest kopalnih kadi, žrtvenike in napise nimfam in boginji zdravja (Tičar, 2000). Po teh izkopaninah so zdravilišče v začetku 19. stoletja dali ime Rimske Toplice (Römerbad). Razcvet zdravilišča se je začel leta 1840, ko jih je kupil nekdanji tržaški veletrgovec Gustav Adolf Uhlich, jih moderniziral in preuredil. Takoj po svojem prihodu so v reklamne namene toplice dokončno preimenovali v Rimske Toplice. Obširneje je zgodovina teh toplic opisana v knjigi Blišč rimske Trnjulčice ali Rimske Toplice nekoč in danes (Tičar, 2000).

#### Termalni vir Rimske Toplice

Večina izvirov v okolici Rimskih Toplic, med njimi tudi termalni vir Rimske Toplice, je v srednje- in zgornjetriasnih karbonatnih kamninah. Placer je triasne karbonatne kamnine, ki so glavni vir podzemne vode v ožji okolici Rimskih Toplic, razdelil na štiri strukturne bloke: Gračniški, Kopitniški, Stražniški in Kojziški (Lapanje et al., 2001).

Vsi večji hladni izviri se napajajo iz dolomita strukturnega bloka Kopitnik zahodno od zdravilišča. Izviri so vezani na prelomne cone znotraj dolomitnih kamnin in so ločeni od cone iztoka termalne vode Rimskih Toplicah s paketom slabo prepustnih kamnin, ki ga sestavljajo skitske, permske in karbonske klastične kamnine. Enaka pregrada loči tudi izvire iz strukturnega bloka Stražnik južno od zdravilišča od cone iztoka termalne vode. Tretji strukturni blok je masiv Kojzice, ki je ob Hrastniškem narivu narinjen proti jugu na Kopitniški in Gračniški strukturni blok. V tem bloku ni izdatnejših izvirov, zato pa obstaja v severnem delu v Sevcah segret hipotermalni izvir s temperaturo vode, ki se spreminja med 14,1 in 17,6°C. Analiza strukturno geološkega modela kaže, da je najverjetneje napajalno območje termalnega vira Rimske Toplice vzhodno od zdravilišča, na območju, kjer med Velikim Kozjem in dolino Gračnice do Jurkloštra izdajajo triasne karbonatne kamnine, prevladujoče dolomiti. Ta strukturni blok smo poimenovali Gračniški strukturni blok, vodonosnik pa vodonosnik Gračnica, kajti v povodju reke Gračnice je v največjem obsegu odkrit na površini. Proti zahodu je omejen s širšo prelomno cono Rimskotopliškega preloma, ki teče od Gračnice preko zdravilišča proti Lurdu do Jesenove ravni, kjer se naslanja na Hrastniški nariv. Razdelili smo ga na tri se-

stavne dele: napajalno območje, vrečno območje in cono iztoka termalne vode.

Napajalno območje je del vodonosnika Gračnice vzhodno od zdravilišča Rimske Toplice, kjer v povodju reke Gračnice na površini izdajajo triasne karbonatne kamnine. Te zaradi svoje dobre poroznosti in prepustnosti zadržujejo padavinsko vodo in jo prevajajo v regionalni tok podzemne vode. Zaradi neraziskanih hidrogeoloških lastnosti narivne cone nariva Lisce obstajata dve različici, po prvi je napajalno območje zgrajeno le iz skitijskih in anizijskih karbonatnih kamnin. Po drugi pa tudi iz ladinijskih in zgornjetriasnih karbonatnih kamnin.

Vrečno območje je omejeno na del vodonosnika Gračnice severno in severovzhodno od Rimskih Toplic, ki je pokrit z zelo slabo prepustnimi terciarnimi sedimenti. Ti sedimenti (večinoma laporji, tufi, gline in melji) so tudi zelo slabi prevodniki toplote in imajo zato dobre izolacijske lastnosti. Tako posredno povzročajo segrevanje dolomitnih kamnin in podzemne vode, ki se počasi pretaka skozi njega. Podzemna voda nato zaradi hidravličnega gradienta teče proti coni iztoka termalne vode v Rimskih Toplicah.

Cona iztoka termalne cone iz vodonosnika Gračnica je po dosedanjih spoznanjih omejena le na Rimske Toplice, kjer je bila do leta 1974 naravna cona iztoka termalne vode iz anizijskega dolomita. Le-ta izdaja v širši coni Rimskotopliškega preloma izpod nariva karbonsko – permskih klastičnih kamnin, ki je bil dokazan s strukturnim vrtnjem v letu 1974 (Mencej et al., 1975). Po letu 1974 je v Rimskih Toplicah cona iztoka termalne vode umetna in je okoli 50 m severneje od naravne cone iztoka. Nadmorska višina iz-

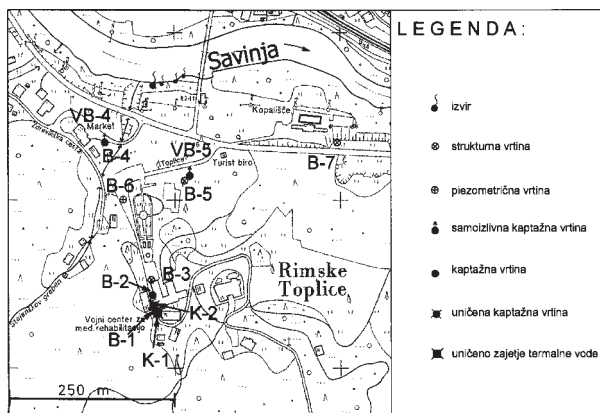
toka se je znižala (kota ustja kaptažne vrtine VB-4/74 je 221,78 m.n.v., kota kaptažne vrtine VB-5/75 je 226,52 m.n.v., naravna kota iztoka približno 245 m.n.v.), zato je bila začasno povečana izdatnost termalnega vodnega vira Rimske Toplice, kar pa je povzročilo znižanje piezometričnega nivoja in prekinitev naravnega iztekanja termalne vode na področju zdravilišča.

### Pregled zajema termalne vode v Rimskih Toplicah

Zdravilišče je nastalo na mestu naravnega iztoka termalne vode v zatrepni dolinici južno od reke Savinje. V začetku 19. stoletja je kopališče dobivalo termalno vodo z dvoriščne strani iz treh izvirov. Puff (1847) je zapisal da trije izviri v Rimskih Toplicah z izdatnostjo 8,8 l/s in s temperaturo 36,9°C do 37,2°C ležijo 40 m nad Savinjo.

Pri gradnji temeljev nove zdraviliške stavbe v letih 1873 in 1874 so termalne izvire natančneje raziskali (Riedl, 1874). Ugotovili so, da iz vzporednih razpok v triasnem dolomitu izteka več manjših in dva močna izvira. Izdatnost termalnih vrelec so ocenili na 20 dunajskih veder na minuto (18,8 l/s) s temperaturo 36,2°C do 38,4°C. Zajeli so samo oba večja izvira. Izvir na dvorišču je imel leta 1874 temperaturo 38,4°C in so ga imenovali Amalijin vrelec, po drugi svetovni vojni tudi zajetje K-1 (slika 1). Iz drugega zajetja v pasaji zdraviliškega poslopja, je istega leta iztekala voda s temperaturo 36,3°C. To zajetje so imenovali Rimski vrelec (zajetje K-2).

Od sredine 19. stoletja do leta 1958 je prihajalo do občasnih in prehodnih motenj



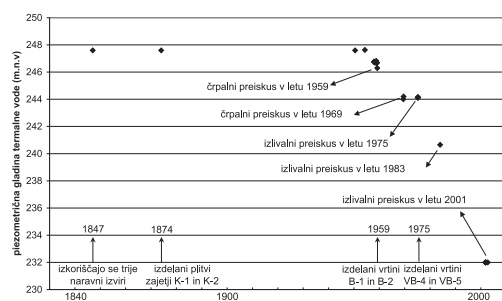
Sl. 1. Položajna skica kaptažnih objektov in raziskovalnih vrtnin v Rimskih Toplicah

v mehanizmu termalnih vrelcev v Rimskih Toplicah, v glavnem zaradi načina zajetja vode s plitvimi zajetji, zato so v letu 1958 (Bač, 1959, 1961) zvrtili dve raziskovalno-kaptažni vrtini: B-1, globine 151 m, in B-2, globine 104 m, s katerima so zajeli preko 10 l/s vode s temperaturo 39°C.

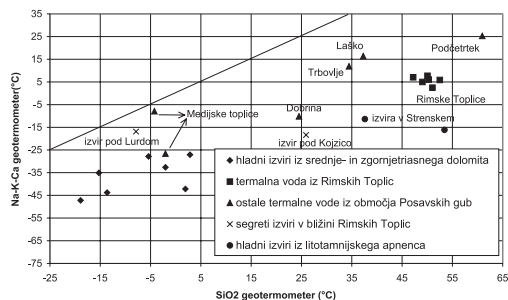
Vrtini sta bili slabo tehnološko opremljeni, zato so se kmalu razmere ponovno poslabšale, zmanjšala se je izdatnost in temperatura termalne vode se znižala. Pred pričetkom raziskav v letu 1974 se je za potrebe zdravilišča črpalo iz vrtine B-2 okoli 2 l/s termalne vode s temperaturo 35,5°C.

V letih 1974 in 1975 je bila izdelana detajlna geološka karta ožjega in širšega območja termalnega vrelca v Rimskih Toplicah v merilu 1 : 500, oziroma 1 : 10.000 (Mencej et al., 1975). Spodbudne rezultate je dalo pet raziskovalnih vrtin (B-3, B-4, B-5, B-6 in B-7) in dve kaptažni vrtini (VB-4 in VB-5). Z vrtanjem so strukturno omejili cono iztoka termalne vode in s kaptažnima vrtinama VB-4 in VB-5 zajeli termalno vodo v anizijskem dolomitu pod karbonsko – permskim skrilavim glinavcem in peščenjakom v globinah med 130 in 300 m. Kontakt med anizijskim dolomitom in karbonsko permskimi klastiti je nariven (Mencej et al., 1975; Lapanje et al., 2001). Leta 1975 so opustili tudi zajetji K-1 in K-2 in vrtino B-1, kjer je hladna površinska voda prihajala v neposreden stik s termalno vodo.

Po zajetju termalne vode s kaptažnima vrtinama VB-4 in VB-5 je bil na obeh vrtinah v času od 24. 2. 1975 do 6. 3. 1975 opravljen kratkotrajni izlivalni preizkus (Mencej et al., 1975). Pred izlivanjem sta bili vrtini nekaj dni zaprti. Izdatnost kaptažne vrtine VB-4 pri kratkotrajnem izlivalnem preiskusu je bila 52,5 l/s, najvišja temperatura pa je znašala 39,1°C pri prelivanju 21 l/s. Izdatnost vrtine VB-5 je bila 24,5 l/s, temperatura vode na koncu izlivalnega preiskusa je znašala 35,8°C, kar pomeni, da se termično stanje vrtine še ni stabiliziralo. Največja izlivna količina je bila iz obeh vrtin skupno 78 l/s termalne vode, kar je bistveno več od normalnega iztoka termalne vode. Piezometrični nivo termalne vode je bil pred pričetkom izlivanja na 244,13 m.n.v., medtem ko sta ustji vrtin VB-4 (221,78 m.n.v.) in VB-5 (225,94 m.n.v.). Sčasoma se je tlak vode v vrelcem območju prilagodil novim hidravličnim pogojem, zato se je izdatnost vrtin zmanjšala.



Sl. 2. Rekonstrukcija spreminjanja piezometrične gladine termalne vode v Rimskih Toplicah



Sl. 3. Diagram izračunanih Na-K-Ca in  $\text{SiO}_2$  geotermometrov

V letih od 1975 do 1983 so v zdravilišču izkoriščali termalno vodo le iz vrtine B-2. Vrtini VB-4 in VB-5 nista bili aktivni (vrtina VB-5 je bila delno odprta; voda je po kanalu odtekala v Savinjo do leta 1989, ko so vrtino preusmerili v polnenje odprtega bazena). Opaženo je bilo stalno nižanje piezometričnega nivoja termalne vode v vrtini B-2 pri črpanju okoli 7 l/s. Statični nivo vode v vrtini B-2 je bil leta 1975 na koti 243,87 m, (2,56 m pod ustjem vrtine), pred izlivalnim preizkusom v letu 1983 pa je bil statični nivo na koti 240,60 m, (v globini 5,83 m). Nivo termalne vode je padel v devetih letih še za 3,27 m, zato so ponovno testirali vrtini VB-4 in VB-5, da bi ugotovili razpoložljive količine termalne vode pri stalnem izkoriščanju (Mencej, 1984).

Štirinajst dni trajajoči izlivalni preizkus je leta 1983 pokazal, da se pri samoizlivu 40 l/s iz kaptažnih vrtin VB-4 in VB-5 piezometrični nivo v vrtini B-2 stalno niža in ne doseže stabilizacije (Mencej, 1984). Enako je bilo pri samoizlivni količini 33,2 l/s. Večjih količin od 40 l/s ni bilo možno odvzeti zaradi premajhnega premera odvod-

nih cevi. Pri odvzemu 28,6 l/s vode iz vodonosnika (iz VB-4 12,4 l/s in iz VB-5 16,2 l/s) se je nivo vode začasno stabiliziral. Čas spremljanja tega pretoka pa je bil prekratek, da bi lahko ugotovili, da je ta količina vode enaka izdatnosti Rimskotopliškega termalnega vodonosnika. Izmerjena temperatura termalne vode v vrtini VB-5 je bila 36°C, v vrtini VB-4 pa 39°C.

### **Rezultati izlivalnega preizkusa na kaptažnih vrtinah VB-4 in VB-5 v letu 2001**

V letu 2001 smo izvedli kombiniran izlivalni preizkus na kaptažnih vrtinah VB-4 in VB-5, da bi določili optimalne pogoje izkoriščanja termalne vode v Rimskih Toplicah v sedanjem stanju.

Nivo termalne vode v vrtini B-2 se je spustil nižje od globine 14 m, do koder je bilo zaradi vgrajene črpalke možno spustiti merilec. Z izlivalnim preizkusom smo pričeli z izlivanjem iz vrtine VB-5, vrtina VB-4 je ostala zaprta. Iz vrtine je iztekalo 6,7 l/s vode s temperaturo 38,4°C. Opazovali smo tudi odziv kaptažne vrtine VB-4 in piezometrične vrtine B-6. Dne 19. 10. 2001 pa smo pri popolnoma odprti vrtini VB-5 pričeli z izlivanjem iz vrtine VB-4. Pri popolnoma odprtem ventilu je iz vrtine iztekalo 16,6 l/s termalne vode, vrtina pa je bila še vedno pod tlakom približno 0,45 bara. Ta način črpanja (iz obeh vrtin je izlivala maksimalna količina termalne vode 22,6 l/s, in sicer iz vrtine VB-5 6,3 l/s in iz vrtine VB-4 16,3 l/s) je trajal do 7. 11. 2001, ko smo ponovno vključili centrifugalno črpalco, ki potiska termalno vodo iz kaptažne vrtine VB-4 do kopališke stavbe. S tem se je odvzem termalne vode na vrtini VB-4 s 16,3 l/s zmanjšal na 11,5 l/s.

Ugotovitve izlivalnega preizkusa nakazujejo, da je možno s samoizlivom iz vrtine VB-5 izkoriščati 6,3 l/s termalne vode s temperaturo na ustju vrtine 38,5°C ob hkratnem izkoriščanju 16,3 l/s termalne vode iz vrtine VB-4 s temperaturo na ustju vrtine 40,0°C, ali 6,7 l/s termalne vode s temperaturo 38,6°C ob hkratnem izkoriščanju 11,5 l/s termalne

vode iz vrtine VB-4. S povečanjem premera iztočne cevi bi lahko iz vrtine VB-4 iztekala tudi večja količina od 16,3 l/s, saj je bil ob tej največji samoizlivni količini tlak na ustju vrtine enak 0,45 barov. Dolgoročno pa bi se izdatnost obeh vrtin ponovno znižala, najprej izdatnost vrtine VB-5.

Opazovanje spreminjanja gladine termalne vode v piezometrični vrtini B-6 je pokazalo, da se termalni vodonosni sistem odziva na spremenjene pogoje izlivanja iz vrtin VB-4 in VB-5 z zamikom. Spremembe tlaka so na obeh kaptažnih vrtinah skoraj trenutne (gladina termalne vode se pri spremembi iztoka zelo hitro stabilizira), vendar na piezometrični vrtini B-6 v času zaprtja sistema (med 7. 10. in 11. 10. 2001) in v času izlivanja 22,6 l/s (med 19. 10. in 7. 11. 2001) ni prišlo do stabilizacije nivoja termalne vode. Da bi dosegli stabilizirane pogoje v celotnem termalnem sistemu, bi bil potreben daljši čas opazovanja pri enakih pogojih iztekanja (v fazi zaprtja in v fazi maksimalne količine iztoka), kar ni mogoče zaradi izkoriščanja termalne vode v kopališču.

Analiza rezultatov izlivalnega preizkusa in podatkov zniževanja piezometrične gladine termalne vode, ki so razvidni s slike 2, kaže, da verjetni iztok termalne vode iz Rimskotopliškega termalnega vodonosnika ne presega od 17 do 20 l/s vode s temperaturo 40°C. Pri tej rekonstrukciji manjkajo zanesljivi podatki o režimu izkoriščanja termalne vode (povprečen dnevni odvzem, datum pričetka izkoriščanja posameznih vrtin), zato površno branje diagrama lahko privede do zmotnih sklepov glede izdatnosti termalnega sistema.

### **Kemijska in izotopska sestava voda v okolici Rimskih Toplic**

V zvezi z izvorom termalne vode v Rimskih Toplicah se postavljata dve vprašanji: kako zaščititi termalno vodo pred negativnimi vplivi s površine in kako zaščititi razpoložljive količine termalne vode. Zelo pomembne izsledke je dalo že strukturno – geološko kartiranje (Lapanje et al., 2001), kjer smo termalni vodonosnik razdelili na napajalno in vrečno območje ter cono iztoka termalne vode. Pravilnost te določitve je nujno preveriti še z drugimi metodami. Eden od načinov je kemijsko vzorčevanje reprezentativnih izvirov in vrtin v širši okolici Rim-

skih Toplic z namenom ločevanja različnih voda.

Termalna voda v Rimskih Toplicah je po izvoru dolomitna. V njej prevladujejo  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  in  $\text{HCO}_3^-$ , torej pripada  $\text{Ca-Mg-HCO}_3$  ali  $\text{Mg-Ca-HCO}_3$  tipu vode. Skupna mineralizacija vode (vsebnost v vodi raztopljenih snovi) je od 364 do 377 mg/l, kar uvršča termalno vodo v Rimskih Toplicah med srednje mineralizirane vode. Opazna je tudi povišana vsebnost kremenice ( $\text{SiO}_2$ ), ki se giblje od 12,7 do 14,8 mg/l. V vseh vzorčevanih izviri iz dolomitnih masivov v okolici Rimskih Toplic, je vsebnost  $\text{SiO}_2$  manjša od 2 mg/l (Lapanje et al., 2001). Povišana vsebnost kremenice je značilna za vode z dolgim zadrževalnim časom v podzemlju in globoko cirkulacijo. Te vode so ponavadi tudi ogrete, tako kot je voda v Rimskih Toplicah. Korelacijo med vsebnostjo  $\text{SiO}_2$  in temperaturo je možno uporabiti za oceno temperature vodonosnika. Odnos med temperaturo in količino raztopljenega kremenca v vodi, ki je v ravnotežju z mineralno fazo, je postavil Fourier leta 1977 in ga imenujemo kremenov geotermometer (Fourier, 1981). Kemični geotermometri so zaradi pomanjkanja drugih merskih podatkov ena izmed najpomembnejših metod v oceni temperature primarnega termalnega vodonosnika. Upoštevati pa moramo pogoje, ki jih navaja White (1970).

Veselič (1980) je obravnaval vpliv mineralne sestave vodonosnih kamnin na uporabnost Na-K-Ca (Fournier, 1981) in  $\text{SiO}_2$  geotermometrov. Izkazalo se je, da daje Na-K-Ca geotermometer prenizke ocene v primeru karbonatnih kamnin in previsoke ocene temperature vode v primeru klastičnih vodonosnikov.

Na obravnavanem ozemlju smo v okviru kemične prospekcije vzorčili 14 izvirov ali vrtin in analizirali vsebnosti  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  in  $\text{Cl}^-$  ionov. Od tega ima pet vzorčnih mest višjo temperaturo od srednje letne temperature zraka v Rimskih Toplicah – vrtina VB-4/74 (39,6°C), vrtina VB-5/75 (38°C), vrtina K-2/95 v Laškem (32,1°C), izvir pod Kojzico (od 14,1 do 17,6°C) in izvir pod Lurdom (od 12,3 do 14,8°C). Devet izvirov, ki pritekajo iz dolomitov ali apnencev v širši okolici Rimskih Toplic, ima temperaturo, značilno za običajno podzemno vodo (pod 11°C). Za vse izvire smo izračunali  $\text{SiO}_2$  in Na-K-Ca geotermometra. Hkrati smo

izračunali ti dve količini tudi iz arhivskih podatkov kemijskih analiz termalne vode v Rimskih Toplicah in termalnih vod v Medijskih toplicah, Trbovljah, Laškem, Dobrini in Podčetrtku.

Diagram odvisnosti Na-K-Ca in  $\text{SiO}_2$  geotermometrov (slika 3) prikazuje izračunane vrednosti za vzorce iz širše okolice Rimskih Toplic, ki smo jih primerjali z izračunanimi parametri termalnih vod z območja Posavskih gub. Vidimo, da se velika večina vzorcev hladne vode z obravnavanega ozemlja loči od termalnih vod. Izjemi sta izvira v Strenskem, ki izvirata iz terciarnega Laškega apnenca, v katerem je precej akcesornega kremenca. Po drugi strani izstopata vzorca termalne vode iz Medijskih toplic, ki ima temperaturo 23,9°C, izračunani parametri pa se približujejo vrednostim za neogreto podzemno vodo. Vzrok je verjetno v mešanju termalne vode s hladno. Tudi izvir pod Lurdom ne kaže anomalnih termometričnih vrednosti. Vsi vzorci izkazujejo izvor iz karbonatnih kamnin. Poudariti je potrebno, da predvsem Na-K-Ca geotermometer ne daje realne podobe temperatur v karbonatnih nizkotemperaturnih vodonosnih sistemih, je pa zelo primeren za izkazovanje razlik med vzorci vode različnega izvora.

Na devetih mestih smo 21. 11. 2001 odvzeli tudi vzorce za določanje vsebnosti tritija ( $^3\text{H}$ ), s katerimi naj bi ugotovili, ali obstajajo razlike v času zadrževanja vode v podzemlju. Izkazalo se je, da so vzorci termalnih voda iz Laškega (vrtina K-2) in Rimskih Toplic (vrtini VB-4 in VB-5) neaktivni (aktivnost  $^3\text{H} < 2,6$  tritijevih enot; skrajšano T.U.). Vsebnost tritija v hladnih dolomitnih vodah je večja: zajetje Ode (11,3±2,0 T.U.) zajetje pod Jephovcem v Čreti (10,7±2,0 T.U.), izvir v Gračnici (9,1±1,4 T.U.) in izvir pod Lurdom (14,7±1,4 T.U.). Vsebnost tritija v vodi izvira pod Kojzico (4,4±1,4 T.U.), izvira v Strenskem (5,6±2,0 T.U.) in izvira Hribar v Turju (3,7±2,0 T.U.) pa so nižje od izvirov iz dolomitnih vodonosnikov. Interpretacija teh vrednosti je zahtevna in ni enoznačna. Rezultati kažejo, da izvir pod Lurdom s povišano temperaturo nima povezave s termalnimi izviri v Rimskih Toplicah, ampak je pojav povezan s termičnim učinkom terciarnih sedimentov med Lurdom in Čreto, ob katerih se podzemna voda v dolomitu segreva in ob tem stiku tudi preliha.



## Globina kroženja vode v vodonosniku

Pri segrevanja podzemne vode v globini so pomembne razlike v toplotni prevodnosti med posameznimi kamninami. Sedimenti terciarne starosti so bistveno manj toplotno prevodni od mezozojskih karbonatnih kamnin, predvsem dolomita. Posledica je povišan geotermični gradient v terciarnih sedimentih in nižji gradient v predelu s tanjšim terciarnim pokrovom. Na Atlasu geotermalnih virov Evrope (Ravnik et al., 2002) so izrisane geotermične karte Slovenije, iz katerih lahko za območje Rimskih Toplic odčitamo naslednje vrednosti: na globini 500 m 29°C, 1000 m 36°C in na globini 2000 m 58°C. Temperatura 40°C, ki jo ima termalna voda na vrtini VB-4 zahteva kroženje podzemne vode najmanj do globine 1200 m. Segreta voda potuje nato proti površju skozi razpokan anizijski dolomit (prelomno cono) pod osrednjim predelom Toplic. Izoterme naj bi bile torej ob prelomni coni dvignjene proti površju.

## Zaključek

Lega bivših termalnih izvirov v zdravilišču Rimske Toplice je vezana na naravno deformacijo karbonsko – permskih klastičnih kamnin na anizijski dolomit znotraj prelomne cone Rimskotopliškega preloma. Karbonsko – permske klastične kamnine tu usmerjajo podzemno vodo in imajo funkcijo hidravličnega izolatorja. Najverjetnejši vzrok za povišano temperaturo vode je termični vpliv pokrova terciarnih glinastih sedimentov Laške sinklinale, ki diskordantno ležijo na vodonosnem anizijskem dolomitu Gračniškega strukturnega bloka. Segreta voda se dviga proti coni iztoka termalne vode v Rimskih Toplicah iz globine več od 1200 m, kjer je temperatura približno 40°C. Izdatnost termalnega vira je ocenjena na 17 do 20 l/s vode z izvorno temperaturo 40°C. Rezultati raziskav kažejo, da je potrebno iskati napajalno zaledje termalnega vodonosnika vzhodno od Rimskih Toplic od Gračnice proti Jurklostru, kjer na površju izdajajo triasne karbonatne kamnine. Nadaljnje raziskave bomo posvetili strukturno – geološki interpretaciji tega ozemlja, hkrati pa bomo sku-

šali z analizami hidravličnega dogajanja na termalnih vrtinah in kemijskega ter izotopskega vzorčevanja izvirov podkrepiti ugotovitve strukturno – geološkega in hidrogeološkega kartiranja.

## Opomba

Članek predstavlja izvleček raziskav za ponovno ožvitev zdravilišča Rimske Toplice, ki jih financirata podjetje Barsos d.o.o. in MŠZŠ v okviru aplikativnega raziskovalnega projekta GEOTERMALNA ENERGIJA (L2-3413-0215-01).

## Literatura

- Bač, J. 1959: Dnevnik rada istražnih i kaptažnih radova obavljenih u vremenu od 20-VIII-1958 do 16-II-1959 g. u Rimskim Toplicama. – Arhiv GeoZS.
- Bač, J. 1961: Rezultati raziskovalnih in kaptažnih del v Rimskih Toplicah izvršenih v l. 1958/1959. – Celjski zbornik, 6, str. 217 – 232.
- Fournier, R. O. 1981: Application of Water Chemistry to Geothermal Exploration and Reservoir Engineering. In: L. Rybach & L. J. P. Muffler (Eds.), Geothermal Systems: Principles and Case Histories. – Wiley, 109-143, New York.
- Lapanje, A., Placer, L., Rikanovič, R., Herič, J., Rajver, D. & Hötzl, M. 2001: Hidrogeološke strokovne podlage za koncesijo za izkoriščanje termalne vode v zdravilišču Rimske Toplice. – 68 str., Arhiv GeoZS.
- Mencej, Z., Grad, K., Lapanje, J., Kump, P., Orehek, S., Rijavec, L., Marinko, M. & Kapelj, D. 1975: Rezultati raziskav termalne vode v Rimskih Toplicah. – Arhiv GeoZS.
- Mencej, Z. 1984: Poročilo o rezultatih črpalnega poizkusa na vodnjakih VB-4 in VB-5 v Rimskih Toplicah. – Arhiv GeoZS.
- Puff, R. G. 1847: Das Römer – Bad Töplitz nächst Tüffer mit seinen Umgebungen. – J.F. Kaiser, 107 str., Gradec.
- Ravnik, D., Rajver, D., Poljak, M. & Živčič, M. 1995: Overview of the geothermal field of Slovenia in the area between the Alps, the Dinarides and the Pannonian basin. – Tectonophysics, 250, 135-149.
- Riedl, Emm. 1874: Protokoll aufgenommen zu Roemerbad am 28. April 1874. – Arhiv GeoZS.
- Tičar, Z. 2000: Blišč in beda rimske Trnjulčice ali Rimske Toplice nekoč in danes. – Vigred, 137 str., Laško.
- Veselič, M. 1980: Vpliv hidrogeološke sredine na uporabnost Na-K-Ca in SiO<sub>2</sub> geotermometrov. – 6. jugoslovanski simpozij hidrogeološke in inženirske geologije, 1, 391-400, Portorož.
- White, D.E. 1970: Geochemistry applied to the discovery, evaluation and exploitation of geothermal energy resources. – Geothermics, special issue 2, 1, 58 – 80.