

Dipl. ing. geol. Neven MIOŠIĆ

Termomineralne vode opštine Gračanica¹

Uvod

DOO "Terme" Gračanica i drugi zainteresirani subjekti namjeravaju nastaviti s istraživanjima i korištenjem termomineralnih ugljikiselihi voda u širem području Gračanice, koja je rat 1992. godine prekinuo. Sadašnje stanje je takvo da su bušotine, bunari i svi objekti korištenja voda na lijevoj strani rijeke Spreče u Republici Srpskoj i DOO "Terme" ih ne može koristiti.

Razultati dosadašnjih geoloških, geofizičkih, hidrogeoloških i geotermalnih istraživanja voda ukazuju na mogućnost i opravdanost daljeg istraživanja u cilju zahvatanja i korištenja predmetnih resursa i na desnoj strani rijeke Spreče. U tu svrhu postoji inicijativa korisnika i Zavoda za geologiju Sarajevo, koji je kao projektant vodio od 1980. do 1992. godine istraživanja i zahvatanja ovih resursa, da se što brže dođe do ovih sirovina izradom adekvatne dokumentacije. Analiziranjem svih dosadašnjih rezultata istraživanja i korištenja voda, Zavod je definirao pristup ovoj problematici te zaključio da je mo-

guće locirati i izraditi prvi probno-eksploatacioni bunar kao početak vodozahvatanja termomineralnih voda, a bez predbušćih radova. Ovo je najbrži i najekonomičniji put do inicijalnog korištenja tog resursa, te je Zavod uradio u petom mjesecu 1996. godine odgovarajući projekt.

Cilj ovog rada je da prikaže rezultate dosadašnjih istraživanja, osnovne karakteristike voda, kvalitet, indikacije, potencijal i njihovu primjenu, otvorena pitanja, te pristup i pravce prioriternih istraživanja ovih resursa. Svi ovi elementi ukazuju na opravdanost istraživanja i zahvatanja resursa na temelju znanstvenih saznanja u svijetu i provedenih radova u Gračanici, te imaju neposredno aplikativnu funkciju s aspekta polivalentnog korištenja hidrogeoterma. Pri ovom treba imati u vidu činjeincu, da je ležište ovih resursa u Gračanici jedno od najvećih ne samo u zamlji, već i u cijeloj ex Jugoslaviji.

Osnovne geološke i hidrogeološke karakteristike

Od 1979. do 1992. godine izvođena su intenzivna geološka, geofizička i hidrogeološka istraživanja, te sturkturna istražna i eksploataciona bušenja kao i izučavanja kvaliteta, fizikokemizma, indikacija i primjene termomineralnih voda. Značajniji rezultati istraživanja su dati u brojnim programima, projektima, elaboratima i studijama, a ovdje ću prikazati osnovne elemente.

Mada je E. Ludwig prvi već 1889.

¹ Referat sa Okruglog stola "Termomineralni resursi na području opštine Gračanica kao osnov podsticaja razvoja malih i srednjih preduzeća" koji je održan 5.6.1997. godine u Gračanici.

godine odredio temperaturu kiseljaka u Sočkovcu od 24°C, a slično i F. Katzer (1919.), ni ovi eminentni znanstvenici, kao ni oni brojni kasnije, nigdje ne spominju termomineralne vode, premda su bušačim i rudarskim radovima na metalnu mineralizaciju i gline u Sočkovcu prilivi termomineralnih voda i plina onemogućavali rad, a i danas na bušotinama, urađenim u 1970. godine, postoje ekshalacije CO₂. Tek je Josip Bać 1979. godine provedenim bušenjima u Sočkovcu i Boljaniću prvi otkrio postojanje snažnih akumulacija termomineralnih voda, obogaćenih s CO₂, što je otvorilo put intenzivnim i efikasnim istraživanjima, zahvatanjima i korištenju ovih resursa do 1992. godine.

Da su prvi istraživači utvrdili postojanje termomineralnih voda, do danas bismo imali veliko eksploataciono polje s brojnim sadržajima korištenja na velikom prostoru oko Gračanice. Ovo je pouka sadašnjim i budućim istraživačima da budu kreativni, inventivni i intuitivni te u hodu rješavaju otvorena pitanja, kako bi se, uz poznate, zahvatili i oni resursi koji danas nisu dokazani, a čije se postojanje može pretpostaviti i time proširiti njihova primjena.

Litostratigrafsko-tektonske karakteristike

Šire područje Gračanice pripada graničnom području centralne ofiolitske zone i geotektonske jedinice unutrašnjedinaridskih horstova i rovova sjeverne Bosne, koje odjeljuje sprečanska rasjedna

zona. Dijabaz-rožnjački i ultramafitski kompleks stijena presječen je ovim dubokim rasjedom, koji je nastao u oligomiocenu te kasnije višefazno regeneriran, a i danas predstavlja neotektonski aktivnu zonu. Ova zona je ujedno i aktivna komunikacija ascendentnog konvektivnog kretanja termomineralnih voda i markirana je hidrografski, orografski, litološki, tektonski, stratigrafski i geotermiski. Ona predstavlja najdublji rasjed u bivšoj SFRJ definiran geofizikom, a otuda i jednu od najznačajnijih pozitivnih hidrogeotermalnih anomalija.

Centralni ofiolitski melanž izgrađuju ultramafiti, bazični eruptivi i efuzivi, a od sedimenata klasiti i rožnaci. Preko različitih članova ofiolitskog melanža leže diskordantno kredni i terciarni segmenti.

Dijabaz-rožna formacija, ultramafiti i efuzivni varijeteti DRF leže s obje strane rijeke Spreče na trijaskim krečnjacima koji su akviferi termomineralnih voda. Dokazani su takođe i slučajevi da neogeni i aluvijalni segmenti leže direktno na trijaskim krečnjacima, što je veoma povoljno za pliće bušenje i jeftinije zahvatanje resursa.

U ovom terenu uočava se kompleksnost geološke građe i posebno strukturno-tektonskog sklopa terena s postojanjem starih regeneriranih i mladih rasjeda sa neujednačenim i velikim skokovima, dokazanim geologijom, geofizikom i bušenjem. Krovinu krečnjacima čine različite stijene: aluvion, pliocen, jurske vulkano-genosedimentne stijene i ultramafiti. Skokovi rasjednih blokova su različite veličine, što se očituje u različitim dubinama do

trijaskog krečnjaka i na bliskim udaljenostima, koji se kreću od 14,5 m (GB-1) do maksimalno 347,3 (GB-4), dok na GB-5 nisu nabušeni ni na 621,7 m od površine terena. Debljina krečnjačkog kolektora je nepoznata, jer nigdje nije nabušena njegova podina; najveća debljina krečnjaka dokazana je na bušotini GB-3 i iznosi 376,2 m, što ukazuje na veliku produktivnost kolektora. Postoje brojni tektonski blokovi; blok GB-3 je spušten prema bloku GB-1 i GB-2 za oko 80 m, a bušotina GB-4 je u duboko spuštenom krečnjačkom rasjednom bloku za oko 320 m prema bloku GB-1 i GB-2 ili 240 m prema bloku GB-3.

U krečnjacima postoje brojni iregularni u prostoru pukotinski sistemi prije i

nakon kristalizacije kalcita, što ukazuje na razne tektonske faze i neotektonsku aktivnost.

Geološki i geofizički podaci ukazuju, takođe, na složenost litostratigrafije i tektonike i na širem prostoru izvan lokacija bušenja.

Hidrogeološke karakteristike

Složenost geologije i tektonike rezultira u kompleksnom formiranju hidrogeoloških karakteristika, režima i dinamike podzemnih voda. Osnovne karakteristike izvedenih bušotina s aspekta hidrogeoloških parametara su:

Bušotina	God. Izrade	Dubina, m	Izdašnost, l/s	Pritisak, bar	Temper., °C	Snaga, MW _{term}
OB-1 Boljanić	1979.	73,5	3	0,7	24,5	0,16
GB-1 Kakmuž	1979.	76,0	30	2,3	38	3,6
GB-2 Kakmuž	1980.	103,0	20	2,3	39	2,3
GB-3 Sočkovac	1985/86.	481,1	25	1,8	37,5	2,9
GB-4 Gračanica	1986/88.	600,0	25	1,5	37	2,9
GB-5 Gračanica	1988/89.	621,7	5	-0,3	23	
GB-6 Sočkovac	1989/90.	200	120	1,2	39	14,1

Akumulacije termomineralnih voda javljaju se u trijaskim krečnjacima i kvarc-karbonatnim stijenama s arteškim hidrauličnim mehanizmom u sprečanskoj

rasjednoj zoni u kojoj se vrši ascedentna konvekcija iz još nepoznatih dubina. Vode generalno krovno baražirane dijabaz-rožnom formacijom i ultramafitima te

tericijskim sedimentima, koji ujedno predstavljaju podinske barijere descedentnom kretanju običnih voda, te su na taj način zaštićene od hlađenja i zagađenja. U blizini postojećih bušotina ne može doći do infiltracije običnih površinskih i podzemnih voda u krečnjački akvifer te su temperatura i kemizam termomineralnih voda sačuvani i zajamčeni.

Prilivi voda na bušotinama u krečnjacima su na raznim dubinama i u najvećem broju hidraulički nezavisni u prirodnom režimu prije bušenja. To dokazuju različite temperature, pritisci i fiziko-kemizam voda tokom bušenja: iz ovog se vidi da postoji i interstratifikacijska, horizontalna do subhorizontalna kavernoznost i ispujalost krečnjaka na raznim dubinama, koja je izraženija od rasjedne, koja daje ascendentnu konvekciju vertikalnim komunikacijskim drenovima. Ovo opravdava provođenje dubljih bušenja u krečnjački kolektor, jer će se time dobiti veće količine voda.

Izdašnost, temperature i snaga bušotina su različite: bušotine u krečnjacima imaju temperature od 37-39°C. Najveću snagu od 14 MW_{term} ima eksploatacioni bunar GB-6, dubine svega 200 m. Snage na bušotinama su niže zbog malenog prečnika bušenja.

Akviferi hidrogeotermi-trijaski krečnjaci su masivni, iregularno karstificirani po vertikali i horizontali, veoma vodopropusni i veoma vodoobilni kolektori termomineralnih voda. Imaju izraženu paleo i recentnu karstifikaciju, te sekundarnu disoluciju karstnu poroznost.

Termomineralne vode su stare vode, prednuklearne po triciju, a po ¹⁴C stare 20.000 do 40.000 godina, spore vodozamljene i cirkulacije, ali atmosferskog porijeka,

prihranjuju se iz hipsometrijski viših dijelova Ozrena i okolnih planina. Vode iz dubljih horizontata bušotina imaju nešto uvećanu temepretautru i nižu mineralizaciju te veći priliv (GB-6), što također opravdava dublja bušenja.

Plinski faktor voda GWR=1,5-2,5, a plin je cca 99% čisti CO₂ od svih slobodno ekshalirajućih plinova, arteški pritisak na ušću bušotina u krečnjacima je od 1,2 do 2,3 bara. Karakteristično je da u Sočkovcu, Kečkovcu, Bunarinama, a vjerovatno i na više lokacija u koritu rijeke Spreče postoje ekshalacije CO₂ bez voda, što znači da se može bušotinama zahvatiti i samo plin.

Kako su krečnjaci nosioci visoko produktivnih akumulacija termomineralnih voda i CO₂, to je otkrivanje njihovog položaja, prostranstva, dubine te hidrogeoloških karakteristika od relevantnog značaja za istraživanje i zahvatanje, te definiranja kvantiteta, kvaliteta i primjene resursa.

Hidraulički, hidrokemijski i hidrotermički režim voda na bušotinama pokazuje stalnost ovih parametara u vremenu.

Fiziko-kemizam i kvalitet voda

Termomineralne ugljično kisele vode Gračanice su hipertermalne, mineralne HCO₃-Ca-Na-Mg tipa, kisele sa sadržajem rastvorenog CO₂ od 200-620 mg/l, a slobodnim CO₂ od 2 l/l vode s povećanim sadržajem SiO₂ i HBO₂ i željeza s bogatim sadržajem efektivnih mikroelemenata, s mineralizacijom 3,5 g/l, blago radioaktivne; temperature voda su

od 37-39°C. Sadržaj rastvorenog i slobodnog CO₂ je 98-99%.

Vode iz kvarc-karbonatnih i krečnjačkih kolektora na GB-4 su međusobno slične, što ukazuje na zajedničko porijeklo iz primarnog akvifera ili na hidrauličku vezu između ova dva horizonta. Postoje i različite temperature priliva voda na svakoj bušotini, ali one ne prelaze 3°C (GB-4).

Termomineralne ugljično kisele vode Boljanića su hipotermalne, mineralne, HCO₃-Na-Ca kiselice sa sadržajem rastvorenog CO₂ od 1,5 l/l vode s povećanim sadržajem SiO₂ i HBO₂ i bogatim sadržajem efektivnih mikroelemenata, s mineralizacijom od 3,3-4,8 g/l, blago radioaktivne, temperature 24,5°C. Sadržaj rastvorenog i slobodnog ugljičnog dioksida je oko 98%.

Iz izloženog se vidi da postoje fluktuacije fiziko-kemizma po raznim dubinama priliva voda na bušotinama i u vremenu, ali ove oscilacije ne ugrožavaju kvalitet voda.

Indikacije i primjena voda

Indikacije i primjena voda su atestirani i verificirani od većeg broja eminentnih institucija ex Jugoslavije: tako su balneološko-medicinska izučavanja izvršena od nadležnih institucija iz Sarajeva, Zagreba i Maribora i sva su dala istovjetne rezultate.

Istraživanja indikacija i primjene resursa su pokazala širok dijapazon korištenja kao što su: korištenje voda za li-

ječenje, u balneologiji, terapeutici, rehabilitaciji, rekreaciji, zdravstvenom turizmu i sportu, flaširanje stolne mineralne vode, energent u poljoprivredi (uzgoj puževa, školjki, riba, gljiva, peradi, stoke, cvijeća i dr.), toplifikacija industrijskih i stambenih prostora, ekstrakcija CO₂ iz voda, upotrebu inkrustata za dohranjivanje peradi i kao gnojivo.

Indikacije voda za liječenje su: probavni organi, poremećaji u aciditetu i sekreciji sluznice probavnih organa, žuč i žučni putevi, srce, krvne žile, lokomotorni sistem, širok dijapazon reumatičnih bolesti, bolesti metabolizma, dijabetes, bubrežna oboljenja, liječenje u kućnoj njezi.

Primjena voda bi bila: kade, kupke, tuševi, bazeni, pijenje, inhalacije, kupke sa CO₂. Budući da se na desnoj strani rijeke Spreče može izvesti bunar, koji bi dao 100 l/s, $t_v=37^\circ\text{C}$, to prikazujem kvantificirane parametre korištenja u balneologiji, termoenenergetici (zagrijavanje prostora i staklenika) i eksploataciji CO₂.

Balneološka primjena

- a) za bolesnike - 25 kada + 2 bazena
- b) za zdravstveni turizam - bazen, tuševi
- c) za rekreaciju - 2 bazena, tuševi.

Ukupno: 5536 osoba, utrošak vode 50 l/s.

Energetska primjena

- a) korištenje balneološki tretiranih voda ($Q=50$ l/s, $t_v=27,5^\circ\text{C}$). Snaga za toplifikaciju bila bi referentno s 11°C, 3,2 MW_{term}.

b) korištenje 100 l/s, $t_v=37^\circ\text{C}$, $t_{\text{ref}}=11^\circ\text{C}$, snaga $10,8 \text{ MW}_{\text{term}}$ u dvije alternativne varijante: prva za zagrijavanje stambenog i poslovnog prostora - moglo bi se grijati 77.600 m^2 ili 1.200 dvoiposobnih stanova pojedinačne kvadrature 65 m^2 , i druga za zagrijavanje staklenika - 1,6 do 3,8 ha staklenika. Zagrijavanje bi se vršilo toplinskim pumpama. Energetski komparativni parametri snage $10,8 \text{ MW}_{\text{term}}$ su: 11.800 tona ekv. uglja/god=8.180 tona ekv. nafte-god=37.800 tona uglja tipa Kreka/god.

Iz izloženog se vidi da se vode kao energent mogu koristiti i nakon balneološkog tretmana, ali je tada snaga $6,8 \text{ MW}_{\text{term}}$.

Ekstrakcija CO_2 : za plinski faktor $\text{GWR}=2$ iz bunara sa 100 l/s vode dobijamo 200 l/s CO_2 . Ako uzmemo da je to zbog raznih gubitaka 150 l/s plina=300 g/s ili 25,8 tona CO_2 /dan.

Svi navedeni podaci jasno ukazuju na opravdanost izrade većeg broja eksploatacionih bunara na termomineralne vode s ugljičnim dioksidom.

Prognosti potencijal termomineralnih voda

Prema sadašnjim saznanjima, akumulacije termomineralnih voda prostiru se u pojasu uz rijeku Spreču od Suhog Polja pa preko Gračanice prema Miričini. Pi-

tanje kontinualnog prostiranja sada je otvoreno kao i dubina krečnjaka te produktivnost karbonatnog kolektora. Na istom prostoru prema Lukavcu ovi akviferi vjerovatno duboko zaliježu, dok se u zoni Gračanica-Suho Polje mogu očekivati manje dubine do trijaskih akvifera. Bez istražnih bušotina nije moguće projektirati i odrediti lokaciju i dubinu bušenih bunara kao optimalnih eksploatacionih vodozahvata.

U sprečanskoj rasjednoj zoni moguće je zahvatiti vode sa barem dvadesetak bunara, orijentacionih dubina od 300-1000 m, sa snagama od 4-14 MW_{term} . To bi dalo snagu oko $200 \text{ MW}_{\text{term}}$.

Na relativno malom istražnom prostoru postojećih bušotina uočljive su različite dubine do krečnjačkih akvifera, koje se kreću od 20-347 m od površine terena, a što opredjeljuje dubine bunara. Slične situacije se mogu očekivati i u ostalim perspektivnim zonama istraživanja. Svakako, moguća su i pozitivna iznenađenja, da je dubina do kolektora malena, kakav je slučaj na bušotinama GB-1 i GB-2, što bi veoma pojeftinilo zahvatanja voda. Iz ovog se vidi da je krucijalni zadatak determinirati ovakve zone.

Najvjerojatnije je da će buduće intenzivno korištenje voda biti po sistemu produkcioneinjekcionih bunara, čime će se omogućiti sprječavanje pada energetskog potencijala na bušotinama, odnosno korištenje voda stotinama godina te djelovati ekološki pozitivno, jer će se iskorištena voda vraćati u akvifer. Na ovaj

način racionalizirat će se i broj potrebnih bunara, te korištenje učiniti veoma ekonomičnim.

Ako bi se nabušili višeenthlapijski fluidi, a što ima temelja da se ispita, to bi učinilo istraživanja, zahvatanja i eksploataciju voda još efikasnijim.

Otvorena pitanja na sadašnjem nivou istraženosti

Postignuti rezultati istraživanja i korištenja termomineralnih voda zahtijevaju temeljitije rješavanje nekih fundamentalnih i praktičnih pitanja, kako bi se što racionalnije zahvatili ovi resursi. Razrješavanje regionalnog geološko-hidrogeološkog modela sprečanske rasjedne zone, postojanje primarnih, tranzitnih i sekundarnih kolektora, zone ascendentne konvekcije, brzina vodozamjene, obnovljivost resursa, geneza voda i plina, tj. da li se stvaraju međusobnom interakcijom ili im je različito porijeklo, preduvjet su optimalnih zahvatanja voda.

Kako su krečnjaci akviferi voda, to je determinacija dubine do istih, njihovog prostranstva, kontinualnosti i debljine najvažnija za projektiranje lociranja, dubine i karakteristika bunara. Neophodno je, takođe, u njima odrediti tektonske zone - ascendentne konvektivne drenove, koji su povoljne zone maksimalnog zahvatanja voda.

Neka od pitanja su:

- što su primarni akviferi litostratigrafski, koja im je dubina, temperatura, postoje li višeenthlapijski fluidi, koje bi im bile snage

te opravdanosti dubljih bušenja u podinu trijaskog krečnjaka; pri ovom treba imati u vidu da je prošlo 90 godina od 1889. godine, kad je određena temperatura kiseljaka u Sočkovcu do 1978. godine, kad su otkrivene i zahvaćane termomineralne vode na ovom terenu,

- gdje su najpliće dubine do krečnjaka, ali dovoljno duboke, da se u njima mogu zahvatiti vode,
- da li su trijaski krečnjaci na cijelom prostiranju vodoobilni akviferi,
- da li međusobno komuniciraju vode iz raznih tektonskih blokova,
- mogu li se zahvatiti veće količine CO₂ bez voda i gdje,
- kolike su distance između bunara, budući da će se u budućnosti vode koristiti sistemom produkcije i reinjekcije.

Na neka od pitanja bit će moguće odgovoriti nakon izrade prvih bunara, a ostala zahtijevaju permanentni studiozni rad kontinuiranim praćenjem svih budućih radova.

Navedena otvorena pitanja nisu prepreka u istraživanju, već se njihovim postavljanjem i rješavanjem omogućava dobijanje povoljnih rezultata.

Problemi pri korištenju voda su: inkrustacija kalcita, gubitak CO₂, kotozija i agresivnost voda, potrebna deferizacija pri flaširanju, mutnoća vode u bazenima, sprječavanje izlivanja više voda od iskorištenih. Kako su ovi problemi u svijetu rašireni, to ova i druga tehnološka pitanja

treba rješavati transferom saznanja iz svijeta i aplicirati ih na uvjete naših sredina.

Pravci daljih istraživanja

Nivo istraženosti i korištenja voda omogućuje definiranje prioriteta pravaca daljnjih istraživanja s desne strane rijeke Spreče, koji bi se, između ostalog, sastojali u definiranju položaja-dubine, prostranstva, te hidrogeoloških karakteristika trijaskih krečnjaka kao glavnih akvifera termomineralnih voda i CO₂. Prema sadašnjim spoznajama, ovdje mogu po dubini biti sljedeći slučajevi odnosa predmetnih akvifera i njihove krovine: 1) al-M₃-perioditi-T_{2,3}, 2) Pl₁-M-P_c-K₂-K₂-J-T_{2,3}, 3) Pl-M-J-T_{2,3}, 4) Pl-J-T_{2,3}, 5) J-T_{2,3}, 6) Pl-J-T_{2,3}, 7) al-T_{2,3}.

Iz ovoga se vidi da mogu biti veoma raznolike dubine do trijaskih krečnjaka i da bi bile najpovoljnije lokacije ad7), kakv je slučaj na GB-1 i GB-2, ali pod uvjetom da u blizini nema gubitaka iz izdani u vidu ekshalacija CO₂ ili izvora termomineralnih voda na površini terena. Zone daljnjih istraživanja bi bile: 1) područje oko bušotine GB-4, 2) Bare, 3) Lendići, 4) Pribava, Gračanica, 5) Mala Brijesnica, 6) Lendići-Stjepan Polje, 7) Pribava-Orahovica.

Prioritetni pravci istraživanja bi bili sljedeći:

- izrada prvog probno-eksploatacionog bunara na desnoj strani rijeke Spreče,
- geološko-hidrogeološka evaulacija svih dosadašnjih radova,
- izrada 3-4 strukturno-istražne bušotine i njihovo pretvaranje u probno-eksploatacione bunare,

- prognoza postojanja višcenthalpijskih fluida i mogućnosti njihovih zahvatanja i elaboriranje radova, bilansiranje voda, režim korištenja i zaštita,
- izrada novih bunara.

Sada bi prioritetni zadatak bio izrada prvog probno-eksploatacionog bunara s desne strane Spreče, kojim bi se najbrže i najekonomičnije zahvatili ovi resursi, te omogućilo njihovo polivalentno korištenje. To je, ustvari, *conditio sine qua non* bilo kojih budućih radova, odnosno ovo treba biti prvi posao.

Zaključak

Rezultati istraživanja, zahvatanja i korištenja termomineralnih voda i CO₂ Gračanice omogućuju u sadašnjim uvjetima nastavak ratom prekinutih aktivnosti, te definiranje adekvatnog i sigurnog pristupa radu, kao i provođenje istraživanja na desnoj strani rijeke Spreče.

Cilj radova je definiranje puta i sadržaja istraživanja, kako bi se optimalno i ekonomično zahvatili ovi resursi i što je moguće brže priveli eksploataciji. Ovo je ostvarivo izradom prvog eksploatacionog bušenog bunara bez predbušćih radova, za koji je Zavod za geologiju Sarajevo, kao nosilac istraživanja od 1979. godine, napravio projekt i pristup cjelokupnoj problematici istraživanja i zahvatanja resursa. Dubina bunara bila bi 800 m u području bušotine GB-4 Čelahuša, sa prognosnim potencijalom Q=100 l/s, t_v=37°C, p=2 bara, snage 10,8 MW_{term} i 25 t CO₂/dan. Alternativno, ova bi snaga mogla zagrijati 1.200 dvoiposobnih stanova ili 1,8-3,6 hektara staklenika toplinskim pumpama uz korištenje ugljičnog dioksida.

Termomineralne vode sa CO_2 javljaju se u području velike i duboke sprečanske rasjedne zone na kontaktu ofiolita i gorstova i rovova; ovo je najveća rasjedna zona u ex Jugoslaviji. Termomineralne vode kumulirane su u trijaskim krečnjacima - glavnim akviferima, koji se protežu u izduženom, jako tektoniziranom pojasu od Suhog Polja preko Gračanice prema Miričini i dalje na istok i predstavljaju jedne od najvodoobilnijih akumulacija ovih termi ne samo u BiH, već u cijeloj ex Jugoslaviji.

Složenost geologije i hidrogeologije zahtijeva polidisciplinarni i fazan pristup istraživanjima. Osnovni pristup u zahvatanju ovih resursa je u bušenju bunara kao optimalnih vodozahvata u trijaskim veoma vodoobilnim kolektorima ovih sirovina.

Zone daljnjih istraživanja bi bile nizvodno od Gračanice prema Suhom Polju i uzvodno Sprečom prema Miričini, a pravci daljnjih istraživanja bi bili:

- izrada prvog bušenog bunara u području Čelahuša,
- geološko-hidrogeološka evaluacija dosadašnjih radova,
- izrada bušotina i bunara,
- prognoza postojanja hidrogeoterma viših energetske nivoa,
- bušenje novih bunara i
- elaboriranje, bilansiranje i zaštita resursa.

U ovoj zoni moglo bi se izvesti barem dvadesetak bunara sa pojedinačnom snagom 4-14 MW_{term}. U budućnosti bi korištenje resursa bilo sistemima produkcije i reinjekcije, što omogućuje trajnost objekata, sprječavanje pada energetske potencijala na bušotinama i zaštitu ekologije. Rok izvođenja ovih radova će ovisiti o konzumaciji resursa, a sada se procjenjuje

na dvadesetak godina. Termomineralne vode prema dokazanom kvalitetu i indikacijama su atestirane, te imaju veoma širok dijapazon primjene u balneoterapeutici, rehabilitaciji, zdravstvenom turizmu i rekreaciji, kao termoenergent u poljoprivredi, stočarstvu, za zagrijavanje zatvorenih prostora, za ekstrakciju CO_2 i flaširanje voda, te su ovo veoma vrijedne hidrogeoterme.

Dosadašnji stupanj istraženosti opravdava zacrtani pristup i prioritetne pravce istraživanja bez grešaka u tehnološkom i kronološkom kontinuitetu i omogućuje prognoziranje povoljnih rezultata istraživanja, zahvatanja i korištenja ovih sirovina. Sadašnja otvorena pitanja i problemi pri korištenju resursa nisu prepreka zacrtanim radovima, već omogućuju postizanje boljih rezultata

Sarajevo, 20.5.1997. godine

LITERATURA:

1. Geološki zavod-Sarajevo, 1965.: Osnovna geološka karta SFRJ – list Zavidovići s tumačem-SGZ-Beograd
2. Institut za geologiju-Ilidža, 1976.: Osnovna geološka karta SFRJ – list Doboj s Tumačem-SGZ-Beograd
3. Josipović, J., 1971.: Mineralne, termalne i termomineralne vode na teritoriji Bosne i Hercegovine, Geološki glasnik 15 – Sarajevo
4. Katzer, F., 1919.: K poznavanju mineralnih vrela Bosne, Sarajevo
5. Miholić, S. 1957.: Bosanski kiseljaci, II kongres geologa Jugoslavije, Sarajevo
6. Miošić, N. 1980.: Hidrogeološke strukture i potencijalne zone istraživanja i zahvatanja mineralnih, termalnih i termomineralnih voda

- Bosne i Hercegovine, VI jugoslovenski simpozij o hidrologiji i inženjer-skoj geologiji, Portorož
7. Miošić, N. 1980.: Projekt hidro-geoloških istraživanja termomineralnih voda i plina CO₂ na području Boljanića i Sočkovca, FSD Zavod za geologiju, Sarajevo
 8. Miošić, N. 1982.: Elaborat o klasi-fikaciji i kategorizaciji termomineral-nih voda i ugljičnog dioksida Sočk-ovca i Boljanića kod Gračanice, FSD Zavod za Geologiju Sarajevo
 9. Miošić, N. et.al., 1986.: Izvještaj re-gionalnih istraživanja geotermalne en-ergije u području Teslić-Gračanica-Lukavac, FSD Zavod za geologiju Sarajevo
 10. Miošić, N. 1987.: Geneza hidro-geotermalnih konvektivnih sistema H₂O-CO₂ u nekim područjima, pojava mineralnih i termomineralnih voda Bosne novije interpretacije, Geološki glasnik 30 Sarajevo
 11. Miošić, N. 1987.: Hiperalkalne novootkrivene termalne vode u Bosni, Geološki glasnik 30 Sarajevo
 12. Miošić, N., Tahirović, F. 1985.: Elabo-rat o provedenim istraživanjima i dobi-jenim rezultatima regionalnih geoter-malnih izučavanja zone Teslić-Gračanica-Tuzla i hidrogeoloških is-traživanja termomineralnih voda i CO₂ područja Gračanice za prvu fazu 1984/85., FSD Zavod za geologiju Sarajevo
 13. Miošić, N., Tahirović, F. 1987.: Iz-vještaj o provedenim istraživanjima i dobijenim rezultatima na termominer-alne vode područja Gračanice 1985/86. godine (Bušotina GB-3), FSD Zavod za geologiju Sarajevo
 14. Olujić, J 1971.: Izvještaj o geološkim i labaratorijskim ispitivanjima na is-tražnom području Sočkovac kod Gračanice u 1970. godini, FSD Zavod za geologiju Sarajevo
 15. Pamić, J. 1977.: Alpski magmatsko-metamorfni procesi kao indikatori ge-ološke evolucije terena sjeverne Bosne, Geološki glasnik 22, Sarajevo

