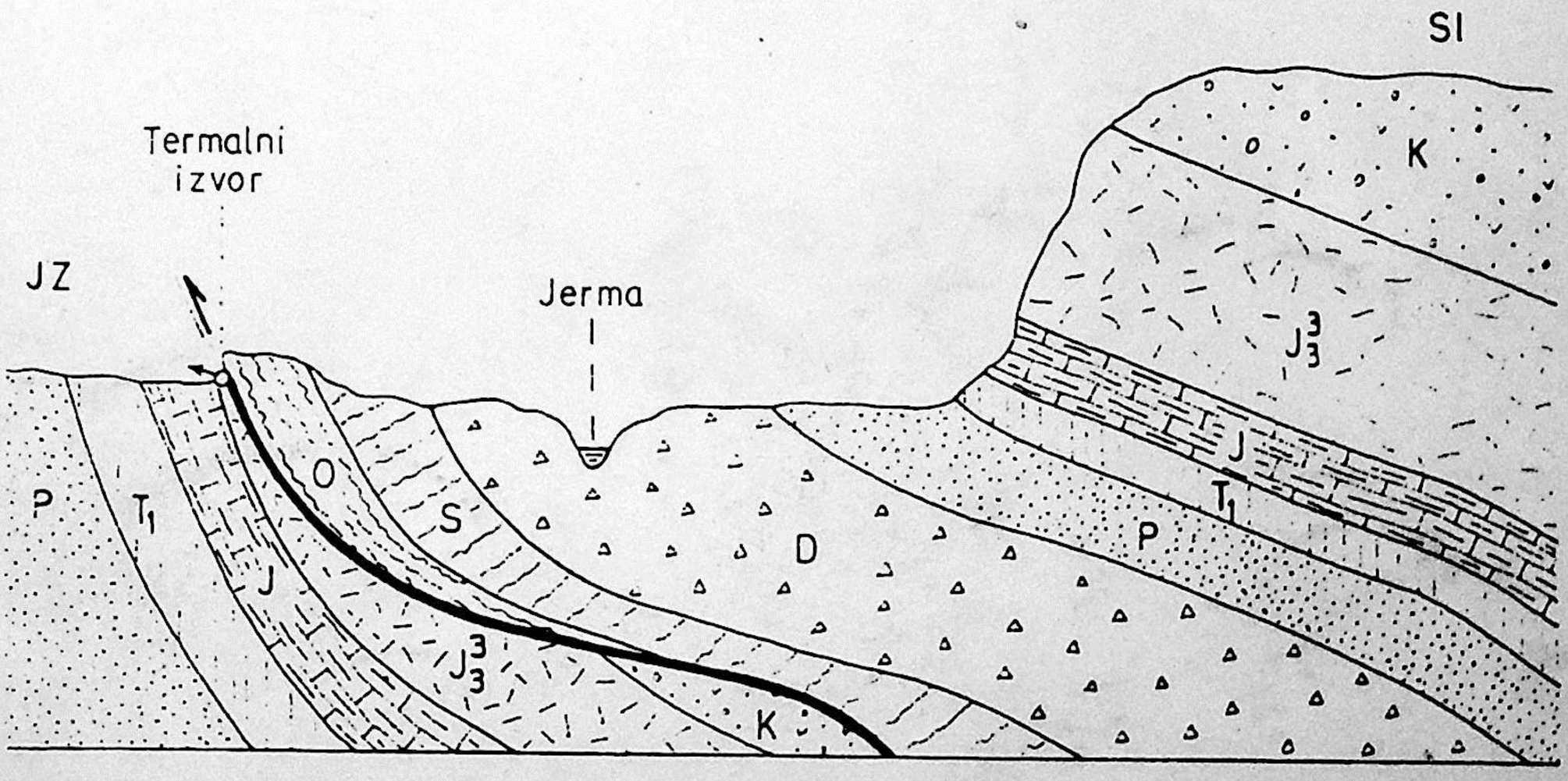
GEOINSTITUT

Damnjan Protić

MINERALNE I TERMALNE VODE SRBIJE



Posebna izdanja, knjiga 17, Beograd, 1995.

UDK 553.7(615.327)(497.11)
ISBN 86-7156-003-X

GEOINSTITUT

GEOINSTITUT - BIBLIOTEKA BEOGRAD 1

Damnjan Protić

MINERALNE I TERMALNE VODE SRBIJE

Posebna izdanja, knjiga 17, Beograd, 1995.

REDAKCIJSKI ODBOR

Prof. Dr Adam DANGIĆ
Prof. Dr Aleksandar GRUBIĆ
Dr. Branislav KRSTIĆ
Dr Milan MILOJEVIĆ
Dr Veljko OMALJEV
Dr Radule POPOVIĆ
Mr Milosav SIMIĆ

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Dr Veljko OMALJEV

RECENZENTI

Dr Adam DANGIĆ
redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Dr Vojislav TOMIĆ
vanredni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Autor je naučno odgovoran za svoja izlaganja

Инв. бр. 9023/20

U troškovima izdavanja ove monografije učestvovali su:

- MINISTARSTVO ZA NAUKU I TEHNOLOGIJU
Beograd, Nemanjina 22-24

- REPUBLIČKI DRUŠTVENI FOND ZA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA
Beograd, Rovinjska 12

SADRŽAJ

UVOD 5

I OPŠTA RAZMATRANJA

OSVRT NA DOSADAŠNJA IZUČAVANJA MINERALNIH I TERMALNIH VODA 10

FIZIČKO-GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE TERITORIJE 13

OPŠTA GEOLOŠKA GRAĐA TERENA 15

HIDROGEOLOŠKI I GEOHEMIJSKI USLOVI FORMIRANJA LEŽIŠTA MINERALNIH I TERMALNIH VODA 18

SISTEMATIZACIJE I KLASIFIKACIJE MINERALNIH I TERMALNIH VODA 23

II OPIS LEŽIŠTA I POJAVA

MINERALNE I TERMALNE VODE VULKANOGENIH MASIVA 30

Radaljska banja (35), Banja Ljig (37), Svračkovci (39), Savinac (39), Mlakovac (40), Brđani (41), Gornja Trepča (41), Brestovačka banja (44), Šarbanovačka banja (45), Sumrakovac (46), Nikoličevska banjica (47), Gamzigradska banja (47), Sirčanska banja (50), Vitanovac (51), Mataruška banja (52), Odmenje (55), Ribarska banja (55), Kulinska banja (58), Jošanička banja (59), Gornji Gradac (62), Lukovo (62), Rajčinovića banja (62), Novopazarska banja (65), Lukovska banja (67), Banjska (70), Banja Vuča (71), Prolom banja (72), Kuršumlijska banja (74), Đavolja varoš (77), Tularska banja (77), Sijarinska banja (78), Vranjska banja (82), Toplac (85)

MINERALNE I TERMALNE VODE KARSTNIH PODRUČJA 86

Zvonačka banja (89), Toplik-Krupac (92), Pirotska banjica (93), Ostrovičke terme (94), Niška banja (95), Miljkovac (98), Banja Topilo (99), Popšička banjica (100), Rgoška banjica (101), Sokobanja (103), Banja Jošanica (106), Grlište (108), Krivi Vir (109), Sisevac (109), Despotovačka banja (111), Krupajsko vrelo (111), Suvi Do (112), Banja Voljavča (113), Banja Vrujci (114), Ključ (115), Paune (116), Petnica (116), Banjci (117), Lađevac (118), Bioštanska banja (118), Ovčar banja (119), Roška banja (122), Visoka (123), Lopatnička banja (123), Mitrovo polje (124), Bogutovačka banja (125), Pribojska banja (126), Crno vrelo (128), Čedovo (129), Čečevo (130), Pećka banja (130), Studenica (132), Rudnik banja (133), Banjski topli izvor (134), Banjica (134), Banja (135), Ugljare (135), Miratovce (136)

MINERALNE I TERMALNE VODE OBLASTI METAMORFITA 137

Cerska Slatina (140), Gornje Crniljevo (141), Ogladenovac (142), Čibutkovica (142), Bukovička banja (143), Partizani (147), Garaši (147), Onjeg (148), Brajkovac (148), Kruševica (149), Rudovci (150), Palanački kiseljak (150), Cerovac (154), Neresnica (154), Miraševac (155), Svojinovo (155), Orašje (156), Bela Voda (157), Čitluk (158), Velika Vrbnica (158), Žabare (159), Lomnički kiseljak (160), Žarevci (161), Veluće (161), Crnišava (163), Vrnjačka banja (163), Studenički izvori (167), Negrišori (167), Viča (168), Prilički kiseljak (169), Krajčinovići (170), Deževa (171), Slatinski kiseljak (171), Banje (172), Mur (173), Donji Levići (173), Brus (174), Žarevo (175), Magovo (175), Vička banja (176), Suva česma (177), Pločnik (178), Kisela banja (179), Gojbulja (180), Slatina (180), Ljušta (181), Dubovo (181), Dečani (182), Poklek (183), Poneš (183), Gumnište (184), Kmetovska banja (184), Bujanovačka banja (184), Levosoje (187), Klokot banja (187), Žitinje (190), Balance (191), Nosalje (191), Grnčar (192), Tankosić Slatina (192), Gatnjanska banjica (193), Kisela voda (193)

MINERALNE I TERMALNE VODE HIDROGEOLOŠKIH BASENA 195

Vojvodina 196

Banja Kanjiža (199), Bečejska banja (200), Banja Rusanda - Melenci (201), Banja "Junaković" - Apatin (202), Novosadska banja (203), Kupinovo (204),

Obod Fruške gore 205

Ljuba (205), Banja Vrdnik (206), Staro Hopovo (207)

Mačva 207

Banja Koviljača (209), Banja Badanja (212)

Posavo-tamnava i Kolubara 214

Debrc (214), Obrenovačka banja (214), Poljane (216), Vreoci (216)

Područje Beograda 216

Skadarlija (216), Višnjička banja (217), Kumodraž (218), Leštane (218), Zavojnička reka (219), Boleč (219), Ritopek (219), Grocka (220), Vranić (220)

Podunavlje i Pomoravlje 220

Jugovo (220), Požarevac (221), Malo Laole (222), Mladenovačka "Selters" banja (222), Koraćička banja (225), Natalinci (226), Drenovac (226), Raševica (226)

Ostali hidrogeološki baseni 226

Gornja Dobrinja (227), Požega (227), Kremna (227) Kotroman (227), Kotraža (228), Slatinska banja (229), Trstenik (231), Aleksinac (232), Baljevac (232), Drešnica (233), Topličane (233)

III ZAKLJUČNE OCENE

PITANJA RACIONALNE EKSPLOATACIJE 236

PROBLEMI ZAŠTITE MINERALNIH I TERMALNIH VODA 238

ASPEKTI KORIŠĆENJA MINERALNIH I TERMALNIH VODA 241

PERSPEKTIVE DALJIH ISTRAŽIVANJA MINERALNIH I TERMALNIH VODA 243

LITERATURA 245

MINERAL AND THERMAL WATERS IN SERBIA (Summary) 262

REGISTAR POJAVA MINERALNIH I TERMALNIH VODA 267

UVOD

Teritorija Srbije je veoma bogata pojavama termalnih i mineralnih voda. Zbog izrazite vulkanske i plutonske aktivnosti u nedavnoj geološkoj prošlosti, praktično nema većeg regiona u kome se bušenjem ne može na većoj ili manjoj dubini otkriti akumulacija mineralne ili termalne vode. Tako su mnoga ležišta ovih voda otkrivena bušenjem u neke druge svrhe.

Hidrogeološka istraživanja mineralnih i termalnih voda na našoj teritoriji vrše se već duži niz godina promenljivim intenzitetom. U sklopu toga je izbušeno više istražnih bušotina dubine 1000 - 2000 m, izvedena kompleksna geofizička, hidrogeohemijska i druga ispitivanja; u mnogim lokalnostima otkrivene veće količine geotermalnih voda sa višim temperaturama, ili prikupljeni podaci o potencijalnosti rejona.

I pored svega može se reći da su naši resursi mineralnih i termalnih voda još uvek nedovoljno upoznati. Posebno se to odnosi na one lokalnosti gde su prirodni izvori viših temperatura vode, i gde određene hidrogeološke indikacije ukazuju na izvanrednu perspektivnost. Razloga za to ima više, a jedan od njih je u činjenici što se dosadašnja praksa hidrogeoloških istraživanja uglavnom svodila na istraživanje u neposrednoj okolini prirodnih pojava termalnih i mineralnih voda (izvora), analogno istraživanju čvrstih mineralnih sirovina oko rudnih izdanaka. Međutim, u uslovima velike geološke složenosti naših terena, izvori su po pravilu udaljeni, dislocirani od ležišta ovih voda, pojavljujući se tamo gde su to, po principu najmanjeg otpora kretanju vode, morfologija i struktura terena omogućile.

Stoga je za dalje istraživanje i optimalno korišćenje raspoloživih resursa mineralnih i termalnih voda važno u svakom konkretnom slučaju identifikovati glavne hidrogeološke kolektore (hidrogeološku strukturu) u kojima je formirano ležište ovih voda, korišćenjem više nego do sada hidrogeohemijskih informacija, pošto su one najdostupnije istraživačima. Na te glavne akvifere mineralnih i termalnih voda stavljen je akcenat u ovoj knjizi i kroz sistematizaciju pojava, u nameri da se doprinese efikasnosti daljih istraživanja.

Ova knjiga je, osim toga, nastavak tradicije da se našoj široj javnosti prikaže raznovrsnost datog prirodnog blaga na određenom stepenu njegove izučenosti. Prvi prikaz naših mineralnih i termalnih voda dao je E. Lindenmajer 1856. godine (opisavši 16 pojava), ali je tek M.T. Leko, sa saradnicima, 1922. godine objavio sintetizovan prikaz naših mineralnih voda, u obimu koji u potpunosti nije do danas prevaziđen. Sličnu monografiju je 1936. izdao L. Nenadović, a zatim 1983. glodine V. Vujanović i M. Teofilović.

Ipak, prema brojnosti opisanih pojava, kao i kompletnosti prikaza geoloških, balneoloških, geohemijskih, hidrogeoloških i drugih podataka bitnih za određenu pojavu, ova knjiga je prva takve vrste od čuvene monografije M. Leka. Iako je u međuvremenu, naime, objavljeno više monografija o našim mineralnim vodama (Brajović T., 1961; Đorđević J., 1980; Ozim V., 1980 i drugi), u njima se razmatraju uglavnom naše najpoznatije banje, zanemarujući (ili čak pogrešno tumačeći) pri tome geološke i hidrogeološke uslove u kojima se pojavljuju dati banjski izvori. Zato će ova knjiga, verovatno, opravdati nameru autora da širu javnost upozna sa vrednostima specifične mineralne sirovine, sa aspektima primene datih voda, kao i da potencijalnim korisnicima lekovitosti ili energetske moći geotermalnih voda pruži osnovne podatke o raspoloživim resursima. Knjiga će, verovatno, poslužiti kao koristan podsetnik hidrogeolozima, specijalistima za istraživanje mineralnih i termal-

nih voda; lekarima-balneolozima i turizmolozima, kao podloga za koncipiranje određenih regionalnih projekata; banjskim i mesnim rukovodiocima kao podstrek za smelije i racioinalnije planiranje iskorišćavanja prirodne i obnovljive mineralne sirovine na svojoj teritoriji, itd.

Važnije pojave mineralnih i termalnih voda su, razume se, dobile i više mesta u tekstu. Njihov opis je praćen određenim grafičkim ilustracijama, tamo gde su geološki ili hidrogeološki odnosi složeniji. Geološke karte su date prema Osnovnoj geološkoj karti Jugoslavije 1:100.000, prilagođeno razmatranoj tematici knjige. Za manje pojave su navedeni ukratko samo najbitniji podaci.

U tekstu se često terminom "geotermalne vode" zamenjuje duži termin "mineralne i termalne vode". Mineralnom vodom se kategoriše podzemna voda ukoliko ispunjava jedan od sledećih hidrohemijskih ili balneoloških kriterijuma (mada se u praksi ovo normiranje vrši uglavnom proizvoljno):

- ukupna mineralizacija veća od 1,0 g/l,
- sadržaj Fe > 10 mg/l,
- sadržaj As > 0,7 mg/l,
- sadržaj J > 1,0 mg/l,
- sadržaj slobodnog CO_2 > 1,0 g/l,
- radioaktivnost veća od 48 Bq/l[1].

Ukoliko su mineralne vode temperature preko 20°C, uobičajeno je da se nazivaju termomineralnim; termalnim se nazivaju vode temperature preko 20°C i mineralizacije ispod 1,0 g/l.

Hemijske analize voda, prikazane uz opise voda, odnose se uglavnom na analize prikupljene u fazi izrade Karte mineralnih i termalnih voda Srbije 1975-78. godine; apsolutna starost vode je data na osnovu izotopskih ispitivanja, uglavnom prema studiji J. Perića i M. Milivojevića (1990). Podaci o banjama su crpeni iz raznih publikacija, ali uglavnom onih navedenih u spisku literature; rezultati izvedenih istraživanja su dati prema elaboratima i izveštajima, koji se nalaze pretežno u Republičkom društvenom fondu za geološka istraživanja Srbije (RDF u spisku literature).

Za vode koje se koriste u balneološke svrhe navedene su indikacije, uglavnom prema Informativnom biltenu Udruženja banjskih i klimatskih mesta Srbije iz 1989. godine. Nisu navođene kontraindikacije, pošto su one uglavnom za sve banje iste: maligna oboljenja, akutna febrilna stanja, aktivni TBC, dekompenzacija srca, sklonost ka krvavljenju, epilepsija. Samo za Prolom banju nema kontraindikacija.

Potrebno je istaći da se rad na knjizi odvijao u otežavajućim društvenim okolnostima. Usled ekonomskih sankcija, opala je poseta u banjama, smanjene mogućnosti plasmana flaširane mineralne vode, pa se stoga razmatranja o ovim faktorima baziraju na starijim podacima. Ipak, u pripremanju teksta je bila dragocena pomoć mr Tomislava Dukića, dr M. Teofilovića i Velibora Lazarevića, kojima se i ovom prilikom zahvaljujem. Takođe se zahvaljujem recenzentima prof. dr Adamu Dangiću i prof. dr Vojislavu Tomiću, na brojnim sugestijama za konačno oblikovanje teksta.

Knjiga bi trebalo da predstavlja faktografski prikaz pojava mineralnih i termal-

---

1 Novim Pravilinikom o kvalitetu prirodne mineralne vode ("Sl. list SRJ", 45/93), kao mineralna može se kategorisati i voda čija je mineralizacija, računato na suvi ostatak 50 mg/l.

nih voda Srbije, sa relevantnim rezultatima istraživanja koja su do sada vršena. Međutim, takav pristup nije mogao dosledno da se sprovede, uglavnom zbog nastojanja autora da na pojedinim mestima ukaže na propuste dosadašnjih istraživanja i na metod prevazilaženja uočenih propusta. Time se želelo podići upotrebna vrednost knjige, ali je to sa druge strane izazvalo i određene slabosti kojih je i autor svestan. To se pre svega odnosi na klasifikacionu shemu, koja, zbog izrazite geološke složenosti teritorije Srbije, uopšte ne može biti idealna; stepen istraženosti ležišta ovih voda je još uvek nizak, pa kako se ne može reći da su ta istraživanja u bilo kojem ležištu dovedena do kraja (sa nekim izuzecima), postoje otuda različita shvatanja pojedinih istraživača u kom pravcu nastaviti dalja istraživanja. Odstupanja od zadatog pristupa su, po oceni autora, više doprinela kvalitetu knjige no što su je opteretila slabostima. Ipak, u cilju otklanjanja slabosti bilo kakve vrste, autor će sa zahvalnošću primiti sve dobronamerne kritike i sugestije, kako bi tekst eventualno sledećeg izdanja bio još bolji.

GEOINSTITUT - BIBLIOTEKA
BEOGRAD
1

I

OPŠTA RAZMATRANJA

OSVRT NA DOSADAŠNJA IZUČAVANJA MINERALNIH I TERMALNIH VODA

Mineralne i termalne vode su korišćene od najranijih perioda ljudske civilizacije, iako je za dugo ostao nepoznat način njihovog formiranja i stvarno njihovo fiziološko delovanje na čovečiji organizam. A ove vode su upravo bile korišćene, smatra se, prvobitno i primarno u zdravstveno-lečilišnoj funkciji. U banji Viši su, naime, nađeni ostaci rezervoara, kupatila i vodovodnih cevi iz 2000. g. pre n.e., dok među brojnim materijalnim ostacima nisu nađeni kultni predmeti iz tog perioda. Kultna funkcija tih voda je bila veoma raširena u antičko doba. U predrimsko doba i kasnije, lekovitim vodama su prinošene žrtve kao božanstvima; "čudesni" izvori su postali osnova tajni lečenja u mnogim hramovima dizanim pored takvih izvora. Tako, napr. u najstarijim spomenicima indijske literature, "Rigvede", navode se podaci o "svetim kupatilima" pri hramovima u koje su zagnjurivali bolesne osobe. Običaj bacanja novca u vodu razvio se iz kulta prema božanstvu voda.

Mineralne i termalne vode su rado koristile i životinje, bilo hraneći se raznim solima kojima su mineralne vode bogate, bilo koristeći toplotu tih voda. Interesantno je da su termalne vode omogućile opstanak "snežnih majmuna" u rezervatu "Paklena dolina" na severu Japana (B a s k o v, S u r i k o v, 1989). Ovi majmuni žive na visinama 2-3000 m, i do 1948. godine bili su gotovo nepoznati. U "Paklenoj dolini" ispod leda izbijaju gejziri i termalni izvori, koji i pomažu majmunima da prežive veliku hladnoću. Oni ulaze do same šije u toplu vodu i ostaju tamo veći deo dana, ili se skupljaju u onim lokalnostima gde izbijaju tople vodene pare. Topla voda ih spašava od hladnog vazduha, u uslovima sličnim finskoj sauni. Samo u drugoj polovini dana, kad sunce uspe da zagreje vazduh, životinje izlaze iz vode da bi se osušile i potražile hranu.

U periodu Rimske imperije poklanjana je posebna pažnja izvorima mineralne i termalne vode. Tako je, napr., u Ribarskoj banji postojalo naselje rimskih kolonista; Vrnjačka termomineralna voda je korišćena u nekoj vrsti stacioinara za odmor i oporavak legionara, što je bila praksa Rimljana u celoj tadašnjoj Evropi. Rimske terme su sačuvane u Novopazarskoj banji, Niškoj banji, Gamzigradskoj banji, Pećkoj banji, Sijarinskoj banji itd., a u mnogim drugim lokalnostima stare kaptaže termalnih izvora i danas nazivaju "rimski bunar".

Sve do srednjeg veka je postojala ekspanzija korišćenja termalnih i mineralnih voda. U Evropi je već u XIV veku Baden-Baden postao javnom banjom, a u XVI veku tu se nalazi 12 banjskih objekata. Početkom XVII veka u Francuskoj je organizovana banjska inspekcija, koja se starala o stanju i iskorišćavanju banja. Srednji vek je, međutim, doneo zastoj u masovnijem iskorišćavanju mineralnih voda, a do novog zamaha na tom planu dolazi tek u XIX veku.

Učenje, pak, o mineralnim i termalnim vodama nije u istoj srazmeri pratilo praktičnu primenljivost voda. O lekovitosti mineralnih voda pisao je H e r o d o t (V v. pre n.e.) i H i p o k r a t (V-IV v. pre n.e.). Rimskom lekaru A r h i g e n e s u (I-II v.n.e.) se pripisuje prvi pokušaj klasifikacije mineralnih voda (on je delio vode na alkalne, gvožđevite, slane i sumporovite), a potom su dugi niz stoleća nauci o ovim vodama pečat davali alhemičari. O teorijama nastanka termalnih voda peva i pesnik P. S e l e n c i a r i j u s (IV-V v.n.e.):

"Hoćeš li da saznaš o toku
prirodnih voda termalnih,
odakle sav taj besplatni
poklon svetli, čisti,
i slatka naslada dolazi?
Ja ću ti sve otkriti,
objašnjenje rado pružiti,
jer doprinos je mudrosti
ono čemu nas priroda uči
i opit potvrđuje.
Postoje uski kanali
u zemlji, jedni smatraju,
u kojima voda, slivajući se,
susreće drugi uzlazni tok,
pa nemajuć snage da mu odoli
zbija se i stiska,
zagrevajuć se pri tome.
Drugi pretpostavljaju
da pod zemljom u utrobi
postoje sumporoviti prolazi.
Voda do njih dospevši,
dostiže vrelinu ruda,
pa ne mogav tamo ostati
sva se usmerava nagore."

Najznačajniju sintezu o termalnim vodama u vezi sa poreklom metalonosnih žica, dao je polovinom XVI veka nemački lekar, metalurg i mineralog G. Agrikola. Rudne žice je Agrikola tumačio kao podzemne kanale, ispunjenje talozima iz voda što cirkulišu podzemljem. Njegove predstave o poreklu termalnih voda su dosta slične sa pogledima Vitruvija (iz I v. pre n.e.).

Prvi objavljeni rad na polju analiza voda je knjiga L. Turnejzea iz 1572. godine: "Pison oder von kalten, warmen mineralischen und metallischen wassern" (Stanojević, 1974).

U raspravi "De judicio aquarum mineralium", Libavius 1597. godine upozorava da mineralne vode treba ispitivati u blizini izvora, da se gasovita supstanca ne bi izgubila pri prenošenju uzoraka vode.

Fundamentalnim istraživanjima savremene balneologije, smatraju se istraživanja F. Hofmana, lekara i profesora univerziteta u Haleu (Nemačka), koji se posvetio ispitivanju hemijskog sastava mineralnih voda, i to objavio 1703. godine u knjizi "Methodus exeminandi aquas salubres". Najvažnija knjiga o analiziranju vode u XVIII veku je delo Šveđanina Torbern Bergman-a "De analysi aquarum", objavljena 1779. godine. Tada je već u mnogim evropskim zemljama razvijeno korišćenje lekovitih (mineralnih) blata, čija je primena stavljena pod medicinsku kontrolu početkom XIX veka.

1822. godine švedski hemičar J. Bercelijus je prvi uradio tačne hemijske analize izvora Karlovih Vari, i razradio metode određivanja sastava mineralnih voda. Od tada se naglo produbljuje učenje o mineralnim i termalnim vodama, ali za duže vreme isključivo sa balneološkog aspekta. Tek u novije vreme se ove vode izučavaju i sa drugih aspekata, posebno posle II svetskog rata.

I korišćenje mineralnih i termalnih voda na teritoriji Srbije datira od najstarijih vremena. Već je spomenuto da u mnogim našim banjama postoje ostaci kaptažnih radova iz rimskog perioda. Dolaskom Slovena na Balkansko poluostrvo, nasleđuje se i tradicija korišćenja tih voda. Mnoge manastirske zadužbine ondašnjih vladara su podignute nedaleko od izvora toplih i hladnih (kiselih) mineralnih voda - Studenica, Sopoćani, Dečani, itd.; pa i sâm Ras u centru bogatom pojavama termomineralnih voda. Iz vremena turske okupacije, nije nam ostalo mnogo podataka o mineralnim vodama, mada je izvesno da su one bile korišćene, s obzirom na mnoge nazive iz tog perioda, kao što su "hamam", "ilidža" i slično. Banje se spominju 1689. u putopisu Edvarda Brauna, engleskog lekara i putopisca, kao i u putopisima Evlije Čelebije iz 1719. godine.

Istraživanje i proučavanje mineralnih i termalnih voda u Srbiji započinje

organizovano i intenzivnije nakon oslobođenja od Turaka. U prvo vreme su to pretežno analiziranja hemizma voda.

Među prve hemijske analize spadaju analize iz 1834. godine, urađene u Beču od strane F. Hrušauera, barona Žakena (6 analiza), kao i analize iz 1835. godine izrađene od strane barona Ž.A. Herdera, koji je na svom putu po Srbiji, a na poziv kneza Miloša, analizirao vode više tadašnjih banja i dao mišljenje o njihovoj lekovitosti, zasnovano uglavnom na upoređenju sa tadašnjim evreopskim banjama (Mihailović, 1951). Već 1837. godine, u obimnom radu Š. Dabena "O mineralnim i termalnim vodama zapadne Evrope", opisuju se i 5 izvora sa prostora nekadašnje SFRJ.

1856. godine, E.P. Lindenmajer je objavio knjigu "Opis mineralni i lekoviti voda", što je prvi i potpuniji opis pojedinih mineralnih izvora u Srbiji.

U periodu između 1874. i 1886. godine, uradio je S. Lozanić veliki broj hemijskih analiza termomineralnih voda, a potom su geološka i hidrogeološka proučavanja terena u području izvora vršili S. Radovanović, J. Žujović, S. Pavlović. Analiziranjem voda se pred kraj XIX veka intenzivno bavio i M. T. Leko.

U svojoj doktorskoj disertaciji, rađenoj u Parizu, T. Mirković 1892. godine navodi da je na teritoriji ondašnje Srbije od 48.977 km^2 registrovao 60 izvora mineralnih voda. Pažnju zaslužuje i relativno iscrpan prikaz mineralnih voda Srbije, štampan u Sankt-Petersburgu na ruskom jeziku (Iljič, 1898).

Tokom balkanskih ratova i I sv. rata, prekida se aktivnost na proučavanju mineralnih i termalnih voda, ali se obnavlja nakon završetka ratova. Na osnovu prikupljenih podataka iz prethodnog perioda, kao i na osnovu obnovljenih proučavanja, M. Leko sa koautorima izdaje dobro dokumentovanu monografiju "Lekovite vode i klimatska mesta u Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca", 1922. godine. Nakon toga i L. Nenadović 1936. godine, izdaje obimniju knjigu "Banje, morska i klimatska mesta u Jugoslaviji". Interesovanje za mineralne i termalne vode je sve veće i kod geologa, pa u radovima V. Petkovića, M. T. Lukovića, K. Petkovića i drugih, sve češće se nalaze podaci i opisi pojava ovih voda. Što se tiče porekla mineralnih i termalnih voda, uglavnom se navodi da su vode infiltracionog i juvenilnog porekla.

Po završetku II sv. rata, intenziviraju se i hidrogeološka istraživanja pojava mineralnih i termalnih voda u okviru naučnoistraživačkih institucija, radnih organizacija i Rudarsko-geološkog fakulteta, posebno počev od 60-tih godina. Rezultat toga je akumuliranje velikog broja podataka o poznatim ležištima voda, o novim otkrivenim ležištima, kao i saznanje o značajnoj potencijalnosti rezervi mineralnih i termalnih voda. Značajni su doprinosi izučavanju ovih voda M. Pećinara, N. Milojevića, M. T. Lukovića i drugih.

Geohemijom mineralnih i termalnih voda su se u većoj meri bavili V. Vujanović i M. Teofilović, a gasnim sastavom voda N. Dimitrijević. Ispitujući sadržaj mikroelemenata u mineralnim i termalnim vodama, V. Vujanović i M. Teofilović su dali odgovarajuće tumačenje o genezi voda, a ta tumačenja sintetizovali u knjizi "Banjske i mineralne vode Srbije", objavljenoj 1983. godine. Sa balneološkog ili prostorno-geografskog aspekta, mineralne i termalne vode izučavaju V. Godić, M. Kostić, D. Rodić, J. Marković i drugi.

Uopšte, može se reći da se u proučavanju geotermalnih voda zapažaju jasno izražena tri perioda vremena, tri etape.

Prva etapa obuhvata period od daleke prošlosti (početak kamenog doba) skoro do kraja XVIII veka. U tom dugom periodu, čovečanstvo je koristilo geotermalne vode u osnovi za lečenje. Bez obzira što nisu postojale hemijske analize vode, ipak su se izdvajale osnovne grupe vode prema njihovom sastavu i lekovitim svojstvima do kojih se dolazilo empirijski.

Druga etapa obuhvata vreme od početka XIX veka do 50-tih godina XX veka. U tom periodu se vrše sistematska ispitivanja hemijskog sastava geotermalnih voda, pa je već na kraju XIX veka u mineralnim vodama otkriveno oko 50 elemenata. Preciziraju se i faktori lekovitog delovanja voda, a one se i dalje pretežno koriste u svrhe lečenja.

Treća etapa, od 50-tih godina do sadašnjih dana, karakteriše se nizom specifičnosti. Pre svega, u mnogim zemljama u svetu se povećava intenzitet eksploatacije hidrogeotermalnih ležišta. Već u 1981. godini, ukupna snaga elektrana koje koriste toplotu termalnih voda (i pare) iznosi 211 MW, a 1986. godine dostiže 4764 MW. Pri tome su uspešno rešeni mnogi tehnološki problemi u vezi istraživanja, razrade ležišta, zaštite od korozije; problemi visokih temperatura u bušotinama i slično. Uporedo sa korišćenjem visokotemperaturnih geotermalnih resursa (temperatura vode preko 150°C), široko je razvijena metodika istraživanja i korišćenje niskotemperaturnih geotermalnih resursa (temperatura vode do 50°C). Ovi drugi projekti se naročito uspešno realizuju u Francuskoj, Mađarskoj, Rusiji, Slovačkoj i drugim zemljama.

Specifičnost treće etape se ogleda i u podrobnijem izučavanju hemijskog sastava geotermalnih voda, ispitivanjem izotopskog sastava tih voda. Ova su ispitivanja, počev od prvih radova Dž. Fridmana 1953. godine, dala veoma važne podatke u vezi geneze termalnih i mineralnih voda. Izotopska ispitivanja su vršena i na teritoriji Srbije.

FIZIČKO-GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE TERITORIJE

Teritorija Srbije zahvata površinu od 88.361 km^2, na kojoj živi preko 11 miliona stanovnika. Geografski, nalazi se između 42° i 46° severne geografske širine, i 19° - 23° istočne geografske dužine.

U najvećem delu teritorije preovlađuje brdsko-planinski reljef, raščlanjen rečnim dolinama i međuplaninskim depresijama. Izrazito ravničarski je severni deo Republike, odnosno područje Vojvodine.

Planinski reljef u zapadnom delu Srbije čine uzvišenja Dinarskog planinskog sistema, kao što su Cer, Sokolske planine, Povlen, Maljen, Suvobor, Tara, Zlatibor, Javor, Golija, Rogozna, Mokra gora i druga; kopaonička grupa planina (Kopaonik, Željin, Goč, Stolovi); šumadijske planine (Kosmaj, Bukulja, Rudnik, Kotlenik, Gledićke planine). U centralnom i jugoistočnom delu Republike su Rodopske planine - Jastrebac, Pasjača, Radan, Kukavica, Besna Kobila i druge, dok su u istočnom delu planine Karpatsko-balkanskog sistema: Miroč, Deli Jovan, Homoljske planine, Beljanica, Kučaj, Rtanj, Svrljiške planine, Suva planina, Stara planina i druge.

Između planina su brojne kotline, posebno u okviru Rodopskog (Kruševačka, Toplička, Aleksinačka, Niška, Leskovačka, Vranjska) i Karpatsko-balkanskog planinskog sistema (Homoljska, Crnorečka, Zaječarska, Knjaževačka, Sokobanjska, Pirotska i druge). Najveća međuplaninska depresija u Dinarskom sistemu je Kosovsko-metohijska.

Morfologija terena bitno utiče na vrstu i raspored vegetacije, pa se prema vrsti

vegetacije u navedenoj teritoriji izdvaja nizijski, brežuljkasti i planinski pojas.

Nizijski deo obuhvata aluvijalne ravni velikih reka i područja Panonskog basena, i odlikuje se obalskim drvećem, šibljem i barskim biljkama, zatim žitaricama, industrijskim biljkama, povrćem itd. Brežuljkasti tereni su mestimično pod retkim listopadnim šumama, a pretežno su zasejani poljoprivrednim kulturama i pod voćem. Mestimično su livade i pašnjaci. U planinskom delu terena razvijena je pretežno krupna šumska vegetacija; u nižim delovima hrastova, na nešto višim bukova, a na još višim (uglavnom preko 1200 m) četinarske šume. Iznad njih su po pravilu planinski pašnjaci - suvati.

Hidrogeografska obeležja teritoriji Srbije daju njene velike reke Dunav, Sava, Drina, Velika Morava, Zapadna i Južna Morava sa svojim pritokama. Najveći broj vodotoka pripada slivu Crnog mora, a samo vodotoci sa područja Kosova i Metohije delom su u slivu Jadranskog i delom u slivu Egejskog mora.

U Crno more vodu odvodi Dunav. Glavne reke u slivu Dunava su njegove leve pritoke Tisa sa Begejom i Tamišom, dok su desne pritoke Sava (sa Drinom i Kolubarom), Velika Morava (sa pritokama Jasenicom, Lepenicom, Resavom), koja nastaje od Južne Morave (pritoke: Toplica, Jablanica, Veternica, Nišava, Vlasina) i Zapadne Morave (pritoke: Ibar, Gruža), zatim Mlava, Pek i Timok. Sa područja Kosova i Metohije slivu Jadranskog mora pripada Beli Drim, a slivu Egejskog mora Lepenac.

Dunav je uglavnom ravničarska reka, sa srednjim proticajem od 5100 m^3/s. Sava je pod većim uticajem svojih pritoka, posebno Drine, a srednji proticaj reke je oko 1600 m^3/s. Dužina toka Velike Morave od Stalaća pa do ušća u Dunav je oko 130 km, dok je srednji proticaj oko 230 m^3/s.

Klima u brdsko-planinskom području Srbije je pretežno umereno-kontinentalna, sa srednjom godišnjom temperaturom u intervalu 7-11°C i 700-800 mm padavina u istočnom, a 800-1500 mm u zapadnim krajevima.

Na visinama iznad 800 i 1000 m klima je subalpska (potplaninska), a u visokim planinama alpska, odnosno prava planinska. Planinska klima se odlikuje dugačkim, hladnim i snežnim zimama i kratkim i svežim letima. Jeseni su na planinama toplije od proleća.

Kotline izmedu planina se karakterišu znatno blažom klimom, a kada su zaštićene od vetrova u njima je župska klima (Vranjska kotlina, Metohijsko-prizrenska kotlina itd.). No dešava se nekad da su u kotlinama hladnoće veće nego na susednim planinama (temperaturna inverzija), kada se tokom noći hladan i težak vazduh spusti sa planine u kotlinu i tu zadrži.

U Panonskoj ravnici vlada kontinentalna, odnosno stepsko-kontinentalna klima; sa vrlo toplim letima (srednja julska temperatura oko 23°C) i hladnim zimama (srednja januarska temperatura 0°-2°C), sa izraženim temperaturnim amplitudama i relativno nižom godišnjom količinom padavina (500-600 mm).

Vetrovi su veoma karakteristični za predele u Pomoravlju i Podunavlju. To su uglavnom vetrovi jugoistočnog pravca (košava), koji duvaju sa Karpatskih i Balkanskih planina. Naročito su neugodni zimi, kada povećavaju osećaj hladnoće. U proleće i leti, to je suv i dosta topao vetar. Košava retko donosi padavine, mada u zimskom periodu može biti praćena suvim snegom, uz stvaranje velikih smetova.

U pogledu gustine naseljenosti, postoje znatne razlike između pojedinih krajeva na teritoriji Srbije. Ove razlike nastaju usled različitih prirodnih uslova za razvoj privrede (reljef, klima, plodnost zemljišta, itd.) i različitog stepena razvijenosti.

Naime, iz raznih krajeva sa oskudnim uslovima za razvoj privrede izvršena je (a i dalje se nastavlja) migracija stanovništva u privredno razvijenija područja, posebno u veće industrijske centre.

OPŠTA GEOLOŠKA GRAĐA TERENA

Teritorija Srbije se odlikuje veoma složenom geološkom građom, u kojoj su zastupljeni mnogobrojni litostratigrafski članovi, čija je starost u rasponu od prekambrije do kvartara.

Geološka istorija terena je tesno povezana sa geološkom evolucijom Balkanskog poluostrva, kao sastavnog dela velike mezozojske mediteranske geosinklinale Tetisa.

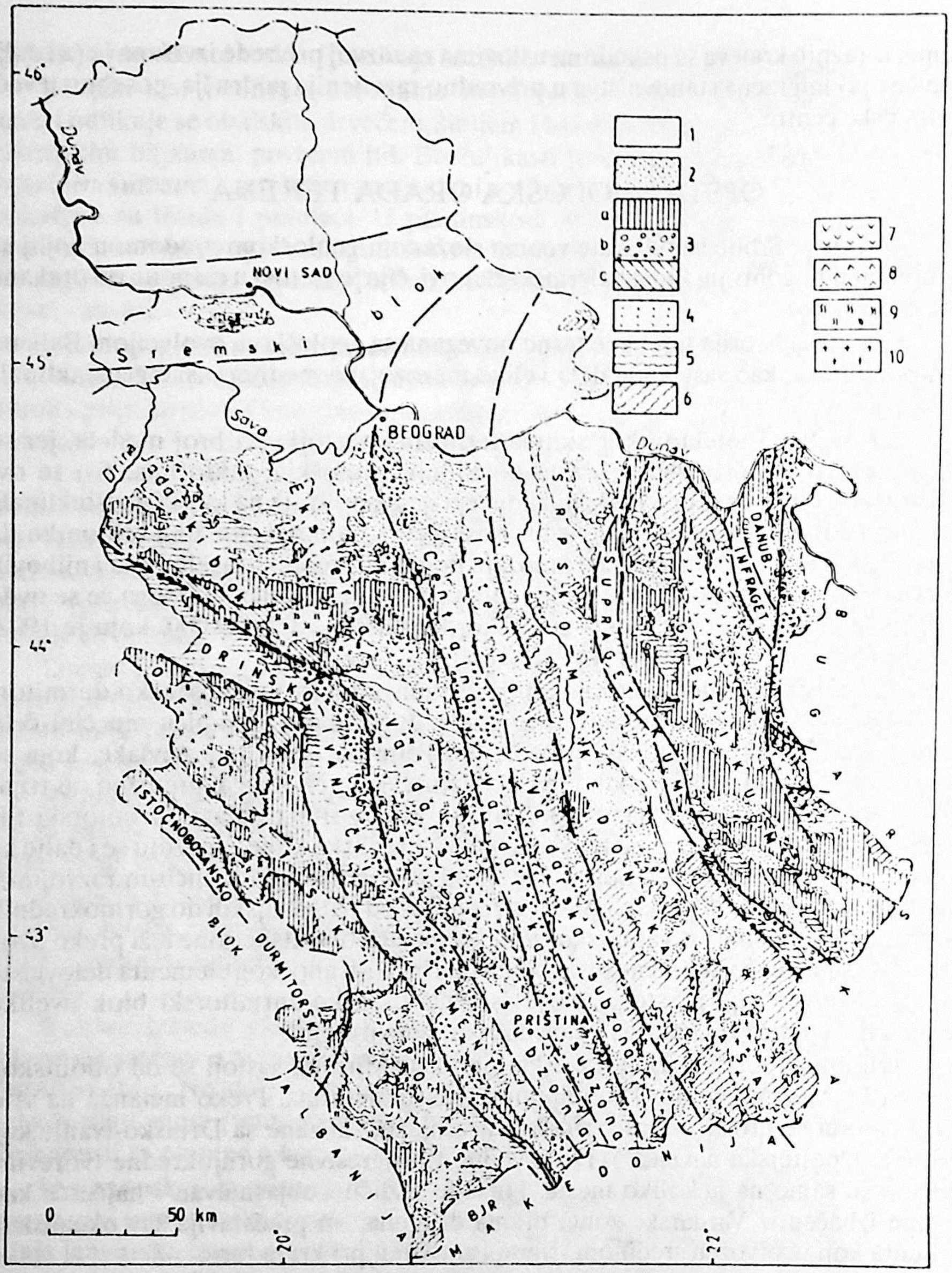
Što se tiče geotektonskog sklopa teritorije, postoji veći broj modela, jer su različiti autori davali različite težine pojedinim geološkim faktorima. Svi se ovi modeli mogu svesti na grupu klasičnih koncepcija zasnovanih na teoriji geosinklinala i modelu bilateralnog orogena, i gledišta oslonjena na novu globalnu tektoniku. U svetlu toga su različita tumačenja o položaju pojedinih geotektonskih zona i njihovih granica, mada ta tumačenja poslednjih godina postaju sve sličnija. Stoga će se ovde dati prikaz geološke građe prema geološkoj karti Srbije 1:2.000.000, koju je 1992. godine publikovao M. Dimitrijević (sl. 1).

Krajnji zapadni deo teritorije Srbije je obuhvaćen Istočnobosansko-durmitorskim blokom, karakteristične navlačne građe. Jugozapadnu granicu mu čini čelo Durmitorske navlake. Tektonski prozori pokazuju da ispod ove navlake, koja se sastoji uglavnom od paleozojskih i trijaskih tvorevina, leži druga, pretežno od trijaskih tvorevina sa vulkanitima, a ispod nje se u prozorima nalazi durmitorski fliš (kretanje preko 40 km). Brojne tanke navlake i tektonske klipe zapažuju se i dalje ka severoistoku, tako da se ova oblast sastoji od više jedinica sa različitim razvojima. Značajno je da je razvoj praktično svih formacija - od paleozojskih do gornjokrednih - različit u ovom bloku i u Vardarskoj zoni; da melanž ofiolitske zone leži preko ovog bloka, i da su paleozojske stene ovog bloka i Drinsko-ivanjičkog elementa delovi iste grupe. Najverovatnije je, stoga, da je Istočnobosansko-durmitorski blok uveliko kretan, ali da potiče iz Dinarida i da je kretan u okviru njih.

Ofiolitski pojas, poznat dalje ka jugu kao Mirdita, sastoji se od ofiolitskog melanža koji leži na donjo- i srednjojurskim sedimentima. Preko melanža na vrlo mnogo mesta se prostiru mase trijaskih krečnjaka, sklizane sa Drinsko-ivanjičkog elementa ("pešterska navlaka"). Plitkovodne transgresivne gornjokredne tvorevine očuvane su samo na nekoliko mesta. Pojas je različito objašnjavan - najčešće kao alohton izbačen iz Vardarske zone; prema drugima, on predstavlja šav okeanskog elementa koji je otvoren sredinom trijasa i zatvoren pri kraju jure.

Drinsko-ivanjički element predstavlja deo Dinarida koji je od njih bio odvojen tokom postojanja okeanskog šava ofiolitskog pojasa. Sastoji se od paleozojske naslage (kambrijum do gornji karbon); sa diskordantnom permsko-trijaskom sukcesijom u JZ delu (sada velikim delom uklizanu u melanž ili na njega), i transgresivnim senonom na istoku (ruditi, rudistni krečnjaci, prefliš, fliš Kosovske Mitrovice). Metamorfiti elementa pokazuju vrlo intenzivnu hercinsku tektogenezu, sa osama SI-JZ.

Vardarska zona je najsloženiji pojas Balkanskog poluostrva. Osnovna karakteristika zone je njen mozaični karakter - sastavljena je od više blokova različitog sastava, geološke istorije i porekla, sa specifičnim okeanskim elementima. U sever-



Sl. 1 - Geološka karta Srbije (D i m i t r i j e v i ć, 1992)
1 - kvarterne tvorevine, 2 - tercijarni sedimenti, 3 - mezozojske tvorevine (a - uopšte, b - fliš, c - ofiolitski melanž), 4 - permotrijaske tvorevine, 5 - paleozojske tvorevine, 6 - metamorfiti, 7 - vulkaniti, 8 - baziti, 9 - ultramafiti, 10 - granitoidi

Fig. 1 - Geological map of Serbia (D i m i t r i j e v i ć, 1992)
1 - Quaternary deposits, 2 - Tertiary sediments, 3 - Mesozoic deposits (a - in general, b - flysch, c - ophiolitic mélange), 4 - Permian-Triassic deposits, 5 - Paleozoic rocks, 6 - metamorphites, 7 - volcanic rocks, 8 - basites, 9 - ultramafites, 10 - granitoids

GEOINSTITUT - BIBLIOTEKA
BEOGRAD
1

nom delu se izdvaja sremski blok, sa Fruškom gorom, u kome su delimično metamorfisane mezozojske tvorevine i kredni fliš. Jadarski blok je izgrađen od paleozojskih škriljaca bez tragova hercinskog ubiranja; trijaske porfirit-rožnačke formacije; senonskog fliša i tercijarnih magmatita (granitoidi Cera, Boranje, Bukulje). U južnom delu Vardarske zone izdvajaju se tri subzone: eksterna (zapadna), centralna i interna (istočna).

Eksterna Vardarska subzona se karakteriše nizom blokova, sa velikim učešćem ultrabazita - Stolovi itd.; senonskim melanžom, granitoidima Željine i Kopaonika i vulkanitima.

Centralna Vardarska subzona je označena pre svega jako stisnutim pojasom donjokrednog parafliša Gledića, koji leži preko jurskog melanža. U južnom delu subzone se kao podloga pojavljuje paleozojska Veleška serija, preko koje leže trijaske tvorevine, jurski ofiolitski kompleks, gornjokredne stene i pčinjska eocenska serija.

Interna Vardarska subzona je uglavnom prerađeni obod Srpsko-makedonske mase. Podlogu joj grade kristalasti škriljci nepoznate starosti, koja se na geološkim kartama prikazuje kao prekambrijska. Preko škriljaca leži senonski fliš Toplice u srednjem delu subzone. Južni deo subzone je dosta složeniji, sa paleozojskim tvorevinama, trijaskim sedimentima, jurskim bazaltima okeanske kore, metamorfisanim i nemetamorfisanim ofiolitskim melanžom. Obodni i unutrašnji razlomi subzone su obeleženi neogenskim vulkanitima.

Srpsko-makedonska masa je, kako je rečeno, nejasne granice prema Vardarskoj zoni (uslovno je to dislokacija Lece-Tupale-Kratovo), dok je prema Karpato-balkanidima granica jasna, označena zonom navlaka kristalina preko paleozojskih i mezozojskih tvorevina istočne Srbije. Jedinicu izgrađuju kristalasti škriljci, za koje se smatra da se sastoje od dva kompleksa: donjeg, visokometamorfisanog, prekambrijske starosti, i gornjeg, tzv. Vlasinskog, izgrađenog od zelenih škriljaca rifejske do donjopaleozojske starosti. Ove stene su probijene paleozojskim (Vlajna, Bujanovac) do tercijarnim granitoidima (Surdulica, Jastrebac).

Karpato-balkanidi se karakterišu većim brojem navlaka, nastalih u toku aptskih do laramijskih tektonskih pokreta (glavna navlačenja), dok su sekundarnog značaja pokreti Štajerske faze. U oblasti se izdvaja više jedinica.

Supragetikum (Golubačko-lužnički pojas) je izgrađen od zelenih škriljaca, devonskog fliša, permskih crvenih peščara, mezozojskih krečnjaka i jurskog fliša. Na njega je navučena Srpsko-makedonska masa ("moravska navlaka"), a sam pojas je navučen prema istoku na Getikum, koji kao velika složena navlaka gradi najveći deo istočne Srbije. Iznosi kretanja i stepen alohtonosti Getikuma mogu se oceniti samo u liniji Dunava, gde kretanje iznosi najmanje 40 km.

Getikum je podeljen na više zona sa delimično različitom geološkom istorijom, koje su smatrane i posebnim navlakama - suvoplaninska, kučajska, timočka, tupižnička, staroplaninska, vidlička, porečka. Jedinica je izgrađena od proterozojsko-kambrijskih škriljaca, ordovičkih i silurskih metamorfita, devonskog fliša, permskih i trijaskih crvenih i šarenih peščara, krečnjaka srednjeg trijasa do kraja krede, kao i gornjokrednom vulkanogeno-sedimentnom formacijom u timočkoj oblasti.

Infragetikum obuhvata ultramafite između autohtona Danubikuma i getskih klipa, gabroide Zaglavka i Deli Jovana sa obodnim škriljcima i Sinajske slojeve. Sa gledišta tektonike ploča, Infragetikum bi mogao označavati granicu mikroploča.

Danubikum je autohton Getikuma i Infragetikuma. U njemu su najstarije

stene zeleni škriljci sa brojnim žicama sijenitskog i mafitskog karaktera; preko njih leže gornjokarbonske tvorevine, pa zatim transgresivna sukcesija lijaske do gornjokredne starosti, dok je gornja kreda u miročkom području u faciji fliša.

Dakijska (Vlaško-pontijska) depresija je samo zapadnim obodom na teritoriji istočne Srbije - to je Karpatsko-balkanski "forland". Depresija je zapunjena neogenskim sedimentima, debljine naslage oko 2000 m.

Panonski basen je formiran krajem paleogena i početkom neogena, raseda-njem i spuštanjem starijih stenskih masa. U moru, koje je prodrlo u depresiju, nataložene su debele naslage tvorevina molasnog tipa. Podloga basena je raznovrsna - kristalasti škriljci i granitoidi u jugoistočnom Banatu, severnom Banatu i severnoj Bačkoj; mezozojske tvorevine u najvećem delu srednjeg i južnog Banata; ofioliti po granicama subzone i blokova Vardarske zone.

HIDROGEOLOŠKI I GEOHEMIJSKI USLOVI FORMIRANJA LEŽIŠTA MINERALNIH I TERMALNIH VODA

Mineralne i termalne vode se karakterišu kompleksnim sastavom, u koji ulaze joni, rastvoreni gasovi, organske materije i koloidne čestice. Svakako da je usled toga izučavanje uslova formiranja takvog sastava verovatno najsloženiji istraživački problem, o čemu su napisane brojne knjige. U ovoj knjizi će se pažnja usmeriti samo na neke, bitnije komponente problema.

Izvor rastvorenih materija u mineralnim i termalnim vodama može biti mantija (isparljive komponente magme), litosfera (stene i minerali), hidrosfera (okeani, mora, jezera, reke) ili atmosfera (padavine). Sastav voda u podzemnoj hidrosferi se neprestano menja. Migracijom (koncentrisanjem i rasejavanjem) prenosi se mineralna materija vodama prostom i složenom formom kretanja, a sastav vode je evolutivni rezultat uzajamnog delovanja mnoštva faktora i procesa. Prema tome, složenost uslova formiranja sastava ne ogleda se samo u brojnosti faktora i procesa formiranja, već i u odrazu konkretne sredine u kojoj se nalaze vode.

Uslovi formiranja ležišta mineralnih i termalnih voda bitno zavise od geološke građe terena, odnosno položaja i petrološke vrste hidrogeoloških kolektora unutar te građe. Mnogi istraživači su zapazili da se u određenom tipu hidrogeološke strukture formira osobeni tip mineralne vode, pa je takva hidrogeološka struktura najširi okvir u kome bi se modelirao proces formiranja hemijskog sastava vode. Specifičnosti sastava stena unutar strukture nalaze odraza u specifičnostima hemijskog sastava voda, od kojih je većina posledica interakcije voda-stena. Poznato je da prelaz hemijskih elemenata iz stena u vodu zavisi i od vremena trajanja interakcije, pa se u složenim hidrogeološkim strukturama, sa različitim brzinama vodozamene u pojedinim kolektorima, registruju u okviru istih stena vode različitog sastava.

Pod hidrogeološkom strukturom se podrazumeva geološko telo sa vodom, unutar čijih granica je nepromenljiv karakter raspodele podzemne vode u stenama; uslova formiranja resursa i njihovog sastava. Pojam je uveo ruski naučnik N.K.Ignjatovič 1945. godine, koji je ove strukture klasifikovao prema stepenu otvorenosti, protočnosti i ispranosti. Hidrogeološka struktura se tako karakteriše svojim prostornim dimenzijama; uslovima koji omogućavaju formiranje, akumuliranje i obnavljanje rezervi mineralnih i termalnih voda u jednom dužem ili kraćem vremenskom periodu; zonom prihranjivanja i zonom pražnjenja voda; odgovarajućim režimom voda i specifičnostima hemizma voda (Filipović, Dimitrijević, 1991).

Postoji više klasifikacija hidrogeoloških struktura. Imajući u vidu zone rasprostranjenja, prihranjivanja i isticanja date izdani u hidrogeološkoj strukturi, O. Franko je 1975. izdvojio veći broj tipova struktura, imenujući ih slovno (tabela 1; Marinov i dr., 1982).

Otvorena hidrogeološka struktura se karakteriše jasno izraženom zonom prihranjivanja, zonom rasprostranjenja i zonom isticanja izdanskih voda. Vodozamena je intenzivna. Prihranjivanje izdani je na račun padavina u granicama rasprostranjenja date izdani i šire.

Tabela 1 - Klasifikacija hidrogeoloških struktura
Table 1 - Classification of hydrogeological structures

Kategorija strukture	A otvorena	B poluotvorena	C poluzatvorena	D zatvorena
Zona strukture	a infiltracija	b akumulacija		c pražnjenje
Kategorija zone pražnjenja i njena karakteristika	otvorena; bez pokrovnih stena	poluotvorena; postoji povlata od propustlj. stena	poluzatvorena; povlatne stene različite propustljivosti	zatvorena; bez prirodnog pražnjenja
Tip strukture	$Aabc_1$ $Aabc_2$ $Aabc_3$ $Aabc_4$	$Babc_4$	Cbc_2 Cbc_3 $Cabc_2$ $Cabc_3$	Dbc_4

U poluotvorenim hidrogeološkim strukturama je izražena zona prihranjivanja i zona akumuliranja. Zona rasprostranjenja izdani je veća od zone prihranjivanja i može da bude znatno udaljena od zone isticanja. Ne postoji jasno izražena zona pražnjenja; vodozamena je usporena. Ovde se obično formira arteski tip izdani.

Poluzatvorena hidrogeološka struktura je slična zatvorenoj, sa jasnom zonom akumuliranja i zonom pražnjenja.

Zatvorena hidrogeološka struktura se karakteriše jasno izraženom zonom akumuliranja, bez jasnih zona prihranjivanja i pražnjenja. Izdan je praktično izolovana vodonepropusnim stenama, pa se i proces vodozamene ne odvija.

Hidrogeološke strukture po svojim razmerama mogu da budu lokalnog ili regionalnog značaja, sa jednostavnim ili složenim uslovima geološke sredine, u homogenim ili heterogenim litološkim kompleksima stena, sa jasnim graničnim uslovima ili međusobno povezane u složeni hidrogeološki sistem strukture. Pod hidrogeološkim sistemom se podrazumevaju dve ili više hidrogeoloških struktura koje imaju zajedničke elemente u takvom sistemu: zajedničku zonu prihranjivanja, a različite zone pražnjenja, itd.

V.M.Stepanov, 1989. godine, izdvaja tri osnovna tipa hidrogeoloških struktura:

- hidrogeološki masivi; masivi magmatogenih ili konsolidovanih sedimentnih stena, hipsometrijski iznad erozionog bazisa, u kojima je raspodela podzemnih voda (pukotinske izdani) ograničena pukotinama zone raspadanja stenskih masa;
- hidrogeološki baseni; sistemi pretežno slojevitih kolektora podzemne vode, koji se potpuno ili delom nalaze ispod lokalne erozione baze, i sa pražnjenjem podzemne vode u znatnom stepenu van granica strukture;

- ovodnjeni rasedi; tektonski razlomi stenskih masa sa otvorenim (zjapećim) pukotinama u dislokacijskoj zoni, u kojima je kretanje podzemnih voda pukotinsko-žične izdani ravanskog karaktera toka, ograničeno unutrašnjim ravnima razloma, ili zidovima ravni koje se obrazuju u zoni prekida kontinuiteta stenske mase.

Navedenim osnovnim tipovima hidrogeoloških struktura odgovaraju i osnovni tipovi podzemnih voda. Međutim, iako se u okviru osnovnih tipova struktura na bazi strukturnih, morfostrukturnih, genetskih i drugih elemenata vrši detaljnije raščlanjavanje, data klasifikacija V.M.Stepanova nema veliku upotrebljivost sa aspekta mineralnih i termalnih voda. Da bi bila izdvojena, hidrogeološka struktura mora zadovoljiti minimum kriterijuma: a) da je geološko telo, b) sadrži podzemnu gravitacionu vodu, c) pripada jednoj geoformaciji, d) da je jasnih hidrogeoloških granica. Kao i svaka geološka struktura (antiklinala, sinklinala i slično), hidrogeološka struktura je jasnog rasprostranjenja u planu i profilu, pa u hidrogeološkim istraživanjima dobija tretman realnog, definisanog objekta, što je sa aspekta efikasnosti tih istraživanja veoma važno. Sa teoretskog aspekta, uvođenjem pojma hidrogeološke strukture prevazilaze se već arhaični pojmovi "vodonosni sloj", "izdan" i slično, koji nisu pogodni za formalizaciju hidrogeološke naučne discipline.

Za formiranje ležišta mineralnih i termalnih voda neophodan uslov jeste postojanje poluotvorene hidrogeološke strukture, odnosno hidrogeološki kolektor treba da je određenim barijerama zaštićen od brze vodozamene, pošto u uslovima brze vodozamene nema dužeg kontakta voda-stena i stoga mineralizovanja vode; a sa druge strane, intenzivno konvektivno iznošenje toplote ubrzalo bi hlađenje okolnih zagrejanih stenskih masa i brzo prevođenje termalnih u hladne vode. To se vidi i iz vrednosti apsolutne starosti nekih termalnih i mineralnih voda (tabela 2; Perić, Milivojević, 1990).

Tabela 2
Table 2

Pojava vode	Apsolutna starost vode prema sadržaju ^{14}C (god.)
Banja Koviljača	18.500 ± 430
Pribojska banja	28.000 ± 1000
Mataruška banja	16.700 ± 350
Vranjska banja	24.200 ± 850
Lukovska banja	24.500 ± 900
Vrnjačka banja	30.000 ± 1700
Sokobanja	4360 ± 110
Niška banja	3.150 ± 100

Iako postoje pretpostavke da su vrednosti starosti u tabeli 2 realno nešto niže, ipak je evidentna razlika između tih i vrednosti vodozamene (tj. maksimalne starosti) drugih prirodnih vodnih resursa (tabela 3, Zverev, 1982).

Dok je za obnavljanje napr. celokupne količine podzemne vode u zoni intenzivne vodozamene potrebno oko 330 godina, obnavljanje ležišta mineralne i termalne vode iznosi uglavnom oko dvadesetak hiljada godina. To dalje znači da se filtracija ovih voda odvija relativno sporo, u specifičnim hidrodinamičkim uslovima, svakako do većih dubina u terenu. Tamo gde je preovlađujuća filtracija vode ograničena na

Tabela 3
Table 3

Deo hidrosfere	Zapremina vode (km^3)	Potpuna obnovljivost zaliha (god.)
Atmosferske vode	14.000	0,028
Rečna voda	1.200	0,033
Jezera	750.000	0,1 - 10
Svetski okean	1370×10^6	2.600
Podzemna voda		
- zona intenz. vodozamene	$4,0 \times 10^6$	330
a) planinska	$1,05 \times 10^6$	230
b) ravničarska	$1,5 \times 10^6$	760
- relativno aktivna vodozam.		
a) planinska	$5,7 \times 10^6$	1.300
b) ravničarska	$2,5 \times 10^6$	60.000

manje dubine, starost vode je manja - kao kod Niške banje, Sokobanje i drugih, o čemu će biti više reči u poglavlju o ležištima vode u karstnim terenima.

Uslov poluotvorenosti (poluzatvorenosti) hidrogeološke strukture se relativno lako ostvaruje u rejonima rasprostranjenja većih sinklinala, tercijarnih basena, kao i u područjima navlaka gde su vodonepropusne stene navučene preko dobro vodopropusnih. Uopšte, složenost tektonskih odnosa pogoduje ostvarenju navedenog uslova, pa stoga teritorija Srbije i obiluje pojavama termalnih i mineralnih voda. U tektonski složenijim terenima, osim toga, postoje uglavnom i lokalne geotermalne anomalije, što se ogleda u pojavama izvora povišene temperature vode, a inače temperatura vode u dubljim strukturama raste po principu geotermskog stupnja.

Geohemijski uslovi formiranja mineralnih i termalnih voda su složeni i zato što voda u stenskim masama kolektora nije nepokretna. Još je Aristotel (IV v. pre n.e.) pisao da je voda onakva kakva je stena iz koje potiče, a Plinije Stariji (I v.n.e.) da "voda zadobija osobine onih stena kroz koje protiče". Filtracijom vode se dešavaju određene promene njenog hemizma, jer postoji heterohronost filtracionih i hidrogeohemijskih procesa. Filtracija je relativno brzi konvektivni proces, u isto vreme dok geohemijska interakcija u sistemu voda-stena često protiče po difuzionoj kinetici i stoga usporenije u poređenju sa filtracijom. Procesi filtracije i prenosa toplote i materije u zemljinoj kori su tesno povezani, pošto kretanje vode uslovljava konvektivnu raspodelu toplotnih i koncentracionih tokova, a pri promenama temperature i koncentracije rastvorenih materija menja se gustina i viskozitet vode, kao i propustljivost stenske mase, posebno u slučaju obaranja ili rastvaranja materije. Sve to dovodi i do nelinearnosti procesa toplo-masoprenosa u vodi, koji se korektno mogu rešiti samo za specifične granične uslove.

Za rešavanje takvih zadataka primenjuje se obično pojednostavljen model, u kojem se nebitan uticaj određenih faktora (promena temperature u vremenu, propustljivost stene, preovlađujuće kretanje podzemne vode u određenom smeru, itd.) zamenjuje, sa zadovoljavajućom tačnošću, linearnim modelom dvo- ili jednodimenzionalnog masoprenosa.

Fizičku osnovu modela podzemnog masoprenosa predstavlja zakon bilansa

masa vode i materije rastvorene u njoj.

Teorija toplo- i masoprenosa, kao uopštavanje metoda filtracije, toploprovodnosti i fizičko-hemijske hidrodinamike, predstavlja univerzalni instrument za kvantitativno izražavanje hidrogeohemijskih procesa, vezanih sa preraspodelom u unutrašnjosti zemlje komponenata složenih rastvora u neizotermskim uslovima i praćenim faznim prelazima u sistemu voda-stena (Krajnov i dr., 1988). Toplo- i masoprenos u litosferi, prema tome, predstavlja rezultantu uzajamnog delovanja hidrodinamičkih, hidrogeotermskih i hidrogeohemijskih procesa, a kvantitativni izraz ovog delovanja je od primarnog značaja za razumevanje geohemijskih uslova formiranja hemizma mineralnih i termalnih voda. Jednačinama kinetike adsorpcije, kristalizacije i hemijskih reakcija, uzima se u obzir uticaj čitavog niza faktora - geohemijske barijere, promene temperature i pritiska, mešanje voda različitog sastava, promene litohemijskog sastava kolektorskih stena, itd.

Pogrešno je zamišljati da se formiranje, obogaćivanje mineralnim materijama geotermalnih voda vrši u nekom "matičnom" akviferu. To formiranje se vrši u jednoj prostranijoj po dubini zoni, gde su lokalno različiti geohemijski uslovi; u jednoj zoni koja nema strogo definisanu gornju granicu (jer se voda počinje mineralizovati već od infiltracije padavina), niti donju granicu (jer i one količine vode koje dotiču iz pukotina relativnog podinskog izolatora mogu donositi sobom određene elemente). Donjom granicom se može smatrati dubina na kojoj brzina filtracije drastično opada. Na dubinama 2-4 km, naime, brzina filtracije je neznatna - iznosi oko n·10 - n (cm/god), pa bitnu ulogu preuzimaju molekularni difuzioni procesi masoprenosa pod uticajem gradijenta temperature, pritiska, koncentracije, itd. (Zverev, 1982). I iz tih je razloga procese formiranja sastava voda pravilnije posmatrati u okviru neke hidrogeološke strukture (umesto u vodonosnom sloju, izdani i slično), odnosno u okviru nekog fizičkog ili geološkog polja.

Razmatrajući pitanje formiranja mineralnih i termalnih voda već je implicitno rečeno da je ono povezano sa gradijentnim poljima. To znači da je tok materije uslovljen postojanjem gradijenta pritiska, filtracije i gradijenta hemijskog potencijala (difuzija i procesi interakcije). Procesi u poluotvorenim hidrogeološkim strukturama su neravnotežni i nepovratni, pošto se vrše uz izmenu materije i energije sa okolnom sredinom, tako da postoji određeni sistem delovanja jednih čestica na druge. A to je polje.

Prema N.A.Ogilviju (1974), fizičko polje se karakteriše time što bilo sama veličina sile U = u(r,t) obrazuje polje, ili što gradijenti te sile vrše prenos energije ili materije. U fizička polja spada polje koncentracije različitih komponenata u vodi, pod čijim se gradijentom na račun difuzije vrši prenos materije, ali i gravitaciono, geomagnetsko i geoelektrično polje, gde postoji prenos energije.

Geološko polje se razlikuje od fizičkog, po shvatanju Ogilvija, u tome što se kod prvih ne vrši prenos energije ili materije. Geološko polje je, napr. čvrstoća stenskih masa, toploprovodnost i slično.

Da bi nastala interakcija voda-stena, potrebno je da postoji razlika hemijskog potencijala faza. Hemijski potencijal je intenzivna veličina; parcijalni diferencijal slobodne energije Gibsa za određene termodinamičke uslove (Krajnov i dr., 1988):

$$\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{P,T} \qquad (1)$$

(n_i - broj mola komponente koja stupa u sistem, P - pritisak, T - temperatura). Ako se u procesu konvektivne filtracije unutar vodonosnog sloja posmatra delovanje

samo gravitacionog polja, čiji je parcijalni izvod (O g i l v i , 1974):

$$\frac{\partial g}{\partial \mu_i} = U$$

gde je U - potencijal gravitacionog polja, tada se izraz za sile koje uslovljavaju prenos materije kroz vodonosni sloj može napisati u formi:

$$\vec{X}_i = -grad\ (\mu_i - U) \qquad (2)$$

(i - indeks svake materije koja ulazi u sastav stenske mase; i = 1, 2, 3, ..., n).

U najopštijem slučaju, uporedo sa tokom materije je neophodno uzeti u obzir delovanje toka toplote J_T i toka elektriciteta J_Φ, pa je izraz za masoprenos u sledećoj formi:

$$(\vec{J}_i) = \{a_{i,j}\}\ (\vec{X}_j) \qquad (3)$$

$(\vec{J}_i)$ - vektor stubac gustine toka odgovarajućih masa (stene i vode), toplote i energilje; $(\vec{X}_j)$ - vektor stubac uopštenih termodinamičkih sila koje izazivaju navedeni tokovi; $\{a_{i,j}\}$ - matrica fenomenoloških koeficijenata; i,j - I, 0, 1, 2, ..., n, T, Φ - odgovarajući indeksi, gde se "I" odnosi na skelet stene, 0 - na čistu vodu, indeksi 1, 2, ..., n na rastvorene u vodi primese; T - na toplotu, Φ - električnu energiju.

Jednačina (3) je složena, i za njeno rešavanje je neophodno poznavanje većeg broja graničnih uslova.

SISTEMATIZACIJE I KLASIFIKACIJE MINERALNIH I TERMALNIH VODA

Sistematizacija i klasifikacija su različite operacije, no obe se sastoje u dobijanju klasifikacionih shema, pa se stoga i sistematizacija može smatrati kao jedna vrsta klasifikacije (G r u z a , 1977; K a r a v a n o v , 1986). Razlike su u tome što pri klasifikaciji istraživača interesuje ono što razdvaja klase; suprotno, pri sistematizaciji se traži veza između klasa, između predstavnika klasa, njihova hijerarhijska zavisnost. Pri sistematizaciji, klase ili objekti se postavljaju u određenom redosledu, koji je uslovljen njihovim unutrašnjim međusobnim odnosima, pa se sistematizacija može uslovno definisati kao kvalitativna klasifikacija. Za razliku od uobičajene "horizontalne" klasifikacije, sistematizacija je "vertikalna" klasifikacija, taksonomija, čija je forma "logičko drvo".

U svetu danas postoji veliki broj klasifikacija mineralnih i termalnih voda, zasnovanih pre svega na specifičnostima njihovog hemijskog sastava. Jedan od razloga takve prakse je što su se izučavanjem mineralnih i termalnih voda u početku i za duži period vremena bavili skoro isključivo lekari-balneolozi, za koje je temperatura i hemijski sastav vode od primarnog značaja u primeni tih voda u terapeutske svrhe. U mnogim klasifikacijama se istovremeno uzima u obzir i gasni i mikrokomponentni sastav voda, kao i balneološki kriterijum, odnosno brojnost shema je velikim delom posledica unošenja u njih elemenata klasifikacije i sistematizacije. Pri definisanju tipa vode, uzimaju se u obzir joni čiji je sadržaj u vodi 20 mmol/l i veći; u nazivu tipa se po opadajućem sadržaju imenuju anjoni, zatim katjoni. Specifične mikrokomponente i gasovi daju dopunske karakteristike tipu vode.

Prvu naučnu klasifikaciju prirodnih voda prema hemijskom sastavu dao je poznati američki geohemičar F. K l a r k . Polazeći od oksidno-anhidritne forme izražavanja analize, on je podelio vode prema sledećim parametrima: mineralizaciji (suma rastvorenih soli u vodi), tvrdoći (suma soli zemnoalkalnih elemenata) i alkal-

nosti (suma soli slabih kiselina). Ipak, nedostaci u samoj osnovi oksidne forme nisu omogućavali upoređenje analiza različitih tipova voda među sobom. Stoga se ova klasifikacija slabo koristila u sistematizaciji hemijskog sastava voda. Tek sa razvojem hemije i izražavanjem sadržaja jona u ekvivalentnoj formi prema postavkama K. Tana i R. Frezenijusa, bila je izgrađena široka naučna osnova za hidrohemijske klasifikacije. Na takvoj osnovi je sazdana prva hidrogeohemijska klasifikacija, objavljena 1911. godine od strane američkog naučnika Č. Palmera.

Tokom 80 godina od pojave prve hidrogeohemijske klasifikacije, razrađene su mnoge klasifikacione sheme. Može se reći da se sve te klasifikacije svrstavaju generalno u nekoliko grupa (Baskov, Surikov, 1989):

- klasifikacije Allena i Deja (1935), D. Wajta (1957), Baskova i Surikova (1975), Perelmana (1979) i drugih, koje na prvom mestu uzimaju u obzir kiselost vode (pH), a zatim anjonski i gasni sastav,
- klasifikacije Kononova (1983), Ščerbakova (1968), Ivanova (1956, 1977) i druge, gde je osnovni parametar klasifikacije gasni sastav vode, sa uzimanjem u obzir podataka o kiselosti vode, njenom hemijskom sastavu i uslovima formiranja,
- klasifikacije Naboka (1959) i drugih, gde je glavni parametar uslovi formiranja vode, zatim njihov jonski i gasni sastav.

Ovde nema potrebe navoditi sve ove klasifikacije, već samo neke poznatije radi ilustracije, uz napomenu da su klasifikacije termalnih voda jednostavne, jer se uglavnom vrše prema temperaturi - do 20°C hladne, preko 20°C termalne (hipoterme, homoterme i hiperterme i slično); tople, vrele, pregrejane i slično.

Zajednička odlika balneoloških klasifikacija je da se one zasnivaju na tri glavna kriterijuma (Novak, 1968): mineralizaciji, balneološki aktivnim elementima i temperaturi vode. Sve druge hidrogeohemijske klasifikacije su, kako se može lako zaključiti, izvedene iz balneološke.

Klasifikacija O.A.Alekina (1946. godine, dopunjena 1970.) je zasnovana na preovlađivanju glavnih jona u vodi, kao i na odnosu koji postoji između tih jona (sadržaj glavnih jona u %-ekv). Autor sve prirodne vode na osnovu preovlađujućih anjona deli na 3 velike klase: hidrokarbonatnu (karbonatnu), sulfatnu i hloridnu. Prema preovlađujućim katjonima (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}) vode deli na grupe. Svaka grupa se deli na tipove voda (ukupno 14), prema kriterijumu:

I tip: $HCO_3 > Ca + Mg$

II tip: $HCO_3 < Ca + Mg < HCO_3 + SO_4$

III tip: $HCO_3 + SO_4 < Ca + Mg$ ili $Cl > Na$

IV tip: $HCO_3 = 0$

Ovome je slična klasifikacija V.A.Sulina (1946. godine), koji na osnovu hemijskog sastava voda razlikuje 4 genetska tipa:

1. sulfatno-natrijski	(Na-Cl) : $SO_4 < 1$	(u %-ekv)
2. hidrokarbonatno-natrijski	(Na-Cl) : $SO_4 > 1$	
3. hlor-magnezijski	(Cl-Na) : $Mg < 1$	
4. hlor-kalcijski	(Cl-Na) : $Mg > 1$	

Jednu širu, potpuniju klasifikaciju mineralnih voda dali su V.V.Ivanov i G.A.Nevrajev 1964. godine, dopunjenu od strane V.V.Ivanova 1977. Njome se daje ocena vode u zavisnosti od njihovog sastava, svojstava i lekovitosti, izdvaja-

njem 7 osnovnih balneoloških grupa: A) bez "specifičnih" komponenti i svojstava, B) ugljenokisele (CO_2 > 95% ukupno), C) sulfidne (opšti H_2S > 10 mg/l), D) gvožđevite (Fe > 20 mg/l) i arsenaste (As > 0,7 mg/l) i sa visokim sadržajem Mn, Cu, Al, Zn; E) bromne (Br > 25 mg/l), jodne (J > 1,5 mg/l) i sa visokim sadržajem organskih materija; F) radonove (Rn > 188 Bq/l), G) silicijske termalne vode (H_2SiO_3 > 50 mg/l i T > 35°C). U klasifikacionoj shemi se tipovi mineralnih voda određuju na presecima vertikalnih kolona, koje karakterišu balneološke grupe i gasni (azotni, ugljendioksidni, metanski) sastav vode, sa horizontalnim redovima koji pokazuju jonski sastav (joni sa sadržajem preko 20% ekv) i mineralizaciju (do 1, 1-5, 5-10, 10-35, 35-150, 150-350 i preko 350 g/l) vode. Osim navedene tri vrste, vode se prema sadržaju H_2S, As i Fe dele na sulfatne, arsenaste i gvožđevite. U shemi su, dalje, prikazani osnovni, realno postojeći u unutrašnjosti zemljine kore, geohemijski i geološki uslovi koji u prvom redu dovode do formiranja osnovnih tipova podzemnih mineralizovanih voda. U njoj je prikazana tako genetska veza osnovnih tipova voda, geohemijskih uslova njihovog formiranja i litoloških kompleksa sredine.

Veoma originalnu klasifikaciju, zasnovanu na apstraktnom modeliranju svih vrsta sistema i podzemnih voda u odgovarajućim genetsko-materijalnim, energetskim i prostorno-vremenskim osama (ordinatama), dao je K. Šterev 1975. godine. Prema genezi rastvarača i rastvorenih materija u globalnom sistemu egzogenih (infiltracionih i sedimentacionih) voda, izdvajaju se podsistemi (odeljci) litomorfnih i egzolitomorfnih voda. U sistemu, egzogenih voda izdvajaju se klasifikacione jedinice (taksonomske) koje obuhvataju 2 podsistema, 4 grupe (hidromineralne formacije), 19 klasa (hidromineralne facije) i 63-65 familija (tipova) mineralnih voda. Fundamentalna jedinica je familija ili tip, pod kojim se podrazumeva genetski, materijalni, energetski i prostorno definisano zajedništvo grupa mineralnih voda, u kojem je isti ili sličan materijalni, gasni i mikrobiološki sastav i opšte granice mineralizacije, pH, Eh i T.

Jednu od prvih potpunijih klasifikacija naših mineralnih i termalnih voda dao je T. Mirković (1892). Kao balneolog, on je mineralne vode podelio u 5 grupa: sulfidne, bikarbonatne, sulfatne, gvožđevite i vode nedefinisanog karaktera. Kasnije, Radojković (1909), banjski i sreski lekar iz Aranđelovca, mineralne vode Srbije deli na alkalne, gvožđevite, gorke, sumporovite, sone i indiferentne. Veliki napredak u klasifikovanju ovih voda ne predstavljaju i kasnije klasifikacije, kao što je napr. klasifikacija R. Đurovića (1960), a tek se u klasifikaciji Vujanovića i Teofilovića (1983) naziru elementi vezivanja klasifikacione sheme za konkretnu geološku sredinu.

Jasno je iz navedenih primera koliko se u istoj shemi prepliću "horizontalni" i "vertikalni" klasifikacioni elementi. Sve to u pokušaju da se izgradi univerzalna i jedinstvena klasifikacija, što je teoretski nemoguće. Stoga se ne može govoriti da je jedna klasifikacija pravilna, a druga ne, već ih treba sve posmatrati u zavisnosti od cilja izučavanja koji istraživači postavljaju. Klasifikacija može da bude onoliko koliko ima ciljeva, parametara ili skupova tih parametara, a glavna slabost većine postojećih klasifikacija je što su bez ikakve ili krhke logičke strukture usled mešanja hidrogeohemijskih pojava i procesa. Uvek je bitno sa čime se operiše: procesima ili objektima. U prvom slučaju je među elementima funkcionisanja procesa neophodno razlikovati uzajamna delovanja, aktivnosti, prelaz iz jedne forme kretanja materije u drugu, odnose delovanja, interakcije, strukturu delovanja itd., dok u drugom slučaju (među objektima) razlikovati sastav, svojstva, elemente (kao komponente objekta), veze,

odnose elemenata i veza, njihovu strukturu. Time se u najvećoj meri odražavaju logički mogući modeli, a klasifikacija omogućava usmeravanje istraživanja na istraživanje novih tipova podzemnih voda, hidrogeoloških struktura itd.

I u ovoj knjizi opisane pojave mineralnih i termalnih voda bi trebalo usaglasiti određenoj klasifikaciji, odnosno sistematizaciji. Jedan sličan prikaz ovih naših voda je dat 1983. godine u Tumaču za kartu mineralnih i termalnih voda SFR Jugoslavije 1:500.000. Taj prikaz je dat kroz hidrogeohemijske provincije, u koje su grupisane vode prema genetskim parametrima koliko je to bilo moguće na faktičkom stepenu njihove izučenosti. Provincije su:

- ugljendioksidne i CO_2-N_2 vode, zastupljene u oblasti mladih magmatskih i termometamorfnih procesa: atmosferskog, jezersko - kontinentalnog *pri67skog ili mešanog porekla,
- azotne i N_2-O_2 pretežno termalne vode, rasprostranjene u oblasti mlađih tektonskih pokreta i rasedanja: atmosferskog porekla,
- azotne, azotno-metanske i metanske vode arteskih basena: atmosferskog i morskog ili mešanog porekla.

Hidrogeohemijske provincije, izdvojene uglavnom prema klasifikacionoj shemi V. V. Ivanova, nisu mogle (zbog složenosti sastava litostratigrafskih jedinica, struktura, vrsta kolektora, uslova formiranja voda) da na zadovoljavajući način izraze sve one specifičnosti mineralnih i termalnih voda kakve se registruju na datoj teritoriji. Inače, ideju hidrogeohemijskih provincija je dao ruski naučnik N. I. Tolstihin 1937. godine, i principi izdvajanja ovih provincija se još koriste u ruskoj stručnoj literaturi.

Ova knjiga nema pretenzije naučne rasprave, pa neće detaljnije razmatrati teoretske osnove klasifikacije. Za izlaganje njenog sadržaja, međutim, veći značaj će imati uvažavanje jednog stanovišta koje bi spomenute hidrogeohemijske specifičnosti relativiziralo u svetlu novog kvaliteta.

Istraživači, naime, u klasifikacijama često ne uzimaju u obzir dualizam uslova u razvijanju svake naučne discipline: 1) logiku razvoja unutrašnjeg sadržaja naučne grane kao sistema znanja o prirodnim pojavama i metodama njihovog izučavanja (teoretski deo) i 2) potrebu za proizvodnjom materijalnih dobara i samog života ljudi (primenljivost nauke). Jer o naučnim teorijama treba uvek suditi gledajući jednim okom na probleme koje bi one mogle da reše (Poper, 1991). Upravo stoga hidrogeohemijske klasifikacije, mahom zasnovane na hemizmu voda, nisu pružale uvid u sredine u kojima su akumulirana ležišta tih voda, budući da je u istoj lokalnosti zapaženo po više tipova mineralizovanih voda. Takve klasifikacije su od male pomoći istraživačima, što je verovatno najveći uzrok slabog poklanjanja pažnje hemizmu vode pri zasnivanju koncepcije istraživanja neke pojave mineralne ili termalne vode.

U duhu kriterijuma naučne teorije (Iljin, 1989), hidrogeološke klasifikacije bi trebalo da su bazirane na hidrogeološkom kriterijumu. Međutim, najveći broj klasifikacija u hidrogeologiji je baziran na fizičkim, geografskim, hemijskim ili drugim parametrima, usled čega je i izgrađenost hidrogeološke teorije, prema mišljenju mnogih naučnika hidrogeologa, još uvek na dosta niskom stepenu (Lange, Plotnikov, 1980; Karavanov, 1986).

Formiranje određenog tipa mineralne vode se vrši uglavnom kroz složene geohemijske procese. No, kako su pokazala ispitivanja u svetu (Pačes, 1972; Arnorsson i dr., 1983), krajnji sastav vode u izvoru je najvećim delom posledica

interakcije voda-stena u akviferu u kojem je formirano ležište date vode. Drugim rečima, u datoj hidrogeološkoj strukturi obično preovlađuje petrološki jedna vrsta kolektora, pa geohemijska analiza određene pojave mineralne vode može (izuzev u slučajevima kada je izvor pod ekstremnim uticajem površinskih voda) ukazati na akvifer, odnosno na hidrogeološku strukturu u kojoj je akumulirano ležište mineralne vode.

S obzirom na izneto, može se u svojstvu hidrogeološkog parametra u klasifikaciji mineralnih i termalnih voda uzeti hidrogeološka struktura, relevantna u pogledu formiranja određenog ležišta vode, kao metodološki ispravno. U svakoj vrsti hidrogeoloških struktura preovlađuje, kako je navedeno, određeni tip akvifera. Znajući to, istraživaču nije veliki problem da pravilno usmeri radove u centralni deo date hidrogeološke strukture radi postizanja optimalnog rezultata.

Klasifikacijom prema navedenom parametru, na teritoriji Srbije su izdvojene 4 grupe mineralnih i termalnih voda: 1) mineralne i termalne vode vulkanogenih masiva, 2) mineralne i termalne vode karstnih područja, 3) mineralne i termalne vode oblasti metamorfita, 4) mineralne i termalne vode hidrogeoloških basena. Specifičnosti pojedinih grupa su obrađene u odgovarajućim poglavljima ove knjige.

Bilo bi preterano neskromno tvrditi da je ova klasifikacija idealna, da se njome mogu bez ospora obuhvatiti sve pojave mineralnih i termalnih voda. Bilo da je kakva klasifikacija, uvek će postojati određene pojave koje će, na datom stepenu njihovog poznavanja, biti teško kategorički svrstati u jednu grupu. No, ipak, to ne umanjuje značaj sličnih klasifikacija u odnosu na čisto teoretske.

Najzad, kada su u pitanju mineralne i termalne vode, postoji i njihova funkcionalna klasifikacija (Rodić, 1975). Za osnovu se uzimaju glavne funkcije ovih voda, kao što su zdravstveno-lečilišna, termo-kultna, rekreativno-turistička, eksportno-eksploataciona i praktično primenjena funkcija. Današnje naše banje su zadržale, manje-više, svoje ranije funkcije, sem kultne. Savremena medicina koristi banje sve više za rehabilitaciju u odnosu na osnovno lečenje bolesnika. Međutim, to ni u čemu ne umanjuje njihovu zdravstvenu funkciju. Dolazi do izražaja i rekreativno-turistička funkcija, a nova tehnologija eksploatacija vode (flaširanje) razvija eksportno-eksploatacionu funkciju. Praktično primenjena funkcija dobija nove oblike u poljoprivredi za gajenje povrća, farme i slično. Na izvorima se podižu sportski bazeni, topla voda se koristi za toplifikaciju, za dobijanje raznih hemijskih elemenata, soli, itd.

II

OPIS LEŽIŠTA I POJAVA

MINERALNE I TERMALNE VODE VULKANOGENIH MASIVA

Vulkanska aktivnost na teritoriji Srbije je izrazito u periodu od gornje krede do miocena bila intenzivna, kada su deponovane velike mase raznovrsnih efuzivnih produkata u određenim lokalnostima. Vulkanske stene probijaju i pokrivaju najraznovrsnije formacije, počev od najstarijih kristalastih stena pa do tercijarnih sedimenata, a takvi tereni se karakterišu nizom osobenosti. To su tereni sa produktima najmlađe vulkanske aktivnosti. U takvim terenima filtracija termalnih i mineralnih voda se vrši pretežno kroz različite vulkanite, odakle u vode termodinamičkim reakcijama dospeva najveći broj hemijskih komponenata; akumuliranje voda je omogućeno specifičnim paleovulkanskim strukturama, kao što su kaldere, vulkansko-tektonske depresije, itd.; postoje povišeni, anomalni toplotni tokovi, generisani očvrslom lavom u dubljem delu nekadašnjeg vulkanskog kanala, ili prekrivenim intruzivom unutar kalderske strukture.

Mnogi naši najtopliji izvori se pojavljuju po obodu vulkanogenih kompleksa: Vranjska banja, Kuršumlijska banja, Novopazarska banja i druge. Osim toga, izvori se obično nalaze u geološkim sredinama koje nemaju izražena svojstva hidrogeološkog kolektora, a ipak su termalni izvori velike izdašnosti. Tako se u području Novopazarske banje termalna voda pojavljuje iz naslage fliša, kao i u području Gornje Trepče i Rajčinović banje; u Kuršumlijskoj banji iz dijabaza i metamorfita koji su ispucali; u Vranjskoj banji iz metamorfita, itd. Da su stenske mase u kojima se pojavljuju izvori istovremeno i deo akvifera u kome su akumulirane termalne vode, tada bi se bušenjem pored izvora mogla zahvatiti u dubini toplija voda u većoj količini. Međutim, bušenjem pored izvora se pokazalo, kako će se kod opisa banja videti, da je filtracija termalne vode ograničena na jednu površinsku zonu, da se dubljim bušenjem ne postižu bitnije bolji rezultati, pošto je dotok termalne vode lateralni. Taj dotok nije, naime, sa veće dubine u lokalnosti izvora, već bočno iz vulkanogenog kompleksa.

Tercijarni vulkanizam je na našem prostoru bio eksplozivnog tipa, pa u sačuvanim masama njegovih produkata preovlađuju u većini lokaliteta piroklastiti. Zbog takvog karaktera vulkanske aktivnosti (znatan sadržaj lako isparljivih sastojaka i gasova u magmi, usled čega eksplozivne erupcije), vulkanogene mase su izrazito heterogenog sastava - aglomerati, vulkanske breče, tuf, slivovi lave i slično. A to znači i relativno velike poroznosti. U slivovima lave su očuvane mnogobrojne šupljine od prvobitno gasnih uklopaka, što sve povećava ukupnu poroznost naslage, kao što su to pokazale istražna bušenja u Vranjskoj banji vršena u vulkanitima za potrebe istraživanja urana (B a c k o v i ć i dr., 1991). Osim toga, amorfna silicija, kojom su ove stenske mase bogate, lako je rastvarana i odnošena hidrotermama u postvulkanskoj fazi, tako da su šupljine i pukotine proširivane.

Istraživanja za naftu u vulkanogenom kompleksu Jakutija (ZND), na primer, pokazala su da su sa efuzivima i piroklastitima prikraterske zone vezani kolektori pretežno pukotinsko-kavernoznog tipa (S t e p a n o v, 1989). U uslovima podvodnog vulkanizma se stvaraju trošnije stene, pa su i kolektori u njima intergranularno-pukotinsko-kavernoznog tipa. Sve ovo ima značaja i za naše vulkanite, koji su najverovatnije delom deponovani podvodno, a vulkanska aktivnost se odvijala iz više centara, odnosno značajna je zastupljenost prikraterskih facija.

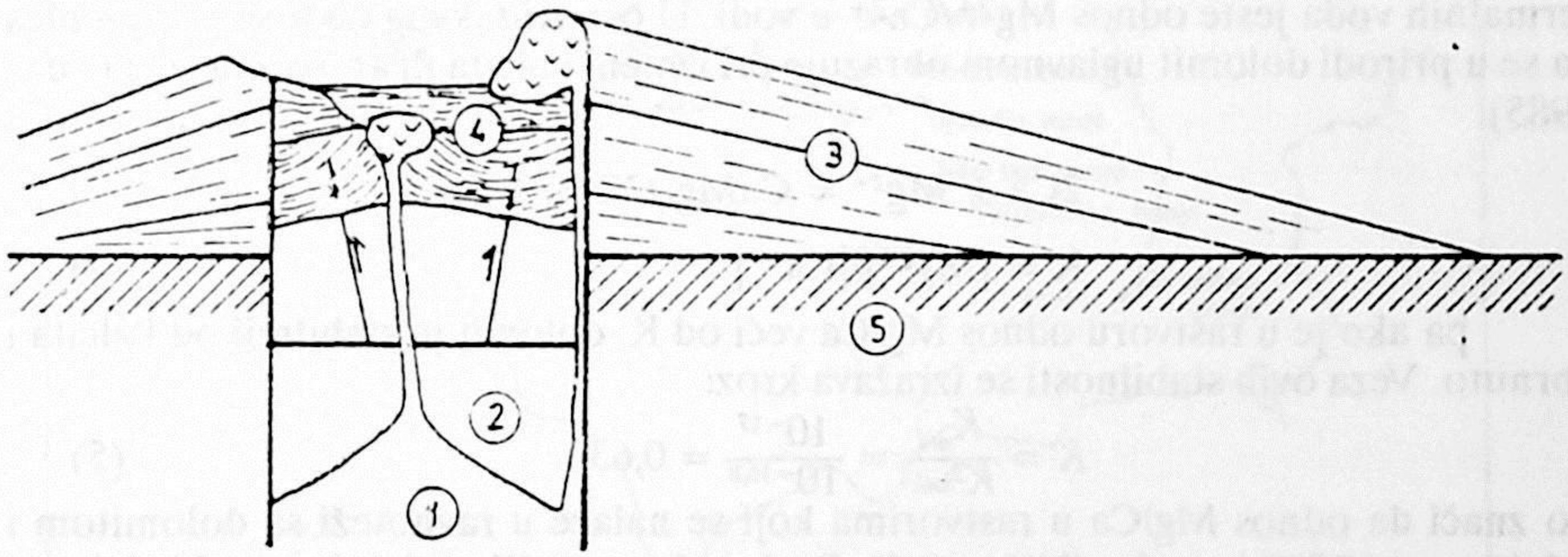
Ispitivanja poroznosti lavičnih slivova i vulkanskih breča u Jermeniji, pokazala

su da poroznost andezit-bazaltnih lava iznosi od 1,56-19,27%, a još je veća za vulkanke tefre (S t e p a n o v, 1989).

Hidrogeološki uslovi akumuliranja uopšte podzemnih voda u vulkanogenim kompleksima su, što se tiče poroznosti tvorevina, veoma povoljni. Stoga su takvi tereni u Jermeniji veoma ovodnjeni - modul podzemnog oticaja je 12,6 l/s·km^2; na Velikom Kavkazu modul podzemnog oticaja dostiže 30 l/s·km^2, itd.

Vulkanogene tvorevine u vertikalnom preseku pokazuju svojevrsnu "slojevitost", naizmenično smenjivanje lavičnih slivova, tufova, pepela, breča i slično, odnosno odslikavaju faznost efuzivne aktivnosti. U fazama prekida vulkanske aktivnosti, na površinama izlivenih lavičnih tokova formira se kora raspadanja, glinovita, koja se kasnije manifestuje kao podinski hidrogeološki izolator za vode u poroznim lavičnim slivovima izlivenih preko prvih. Tako su u okviru vulkanogenog masiva etažno raspoređene vodonosne sredine, razdvojene vodonepropusnim masama tufogenog materijala ili produkata raspadanja, čime je u izvesnim masivima omogućeno formiranje poluzatvorene hidrogeološke strukture. Hidrogeološki se, međutim, značajnija struktura sa aspekta mineralnih i termalnih voda ostvaruje u slučajevima kada vulkaniti ispunjavaju kolapsnu kalderu ili sličnu vulkansko-tektonsku depresiju.

Kolapsne kaldere nastaju tonjenjem dela vulkanske kupe usled izbacivanja velike količine lave i posledičnog deficita mase u ispražnjenom vulkanskom ognjištu (sl. 2). One se obrazuju obično po sistemu kružnih (prstenastih) i radijalnih diskontinuiteta, pa su po pravilu ovalne forme, kružne, ili izdužene po zonama regionalnih razloma. Tonjenje bloka se meri obično kilometrima (1-3 km), a dijametar najvećih kaldera u svetu iznosi i preko 20 km.



Sl. 2 - Šematski presek kolapsne vulkanske kaldere (G o o d e l, 1985)
1 - vulkansko ognjište, 2 - potonuli centralni blok kaldere, 3 - vulkanska kupa, 4 - vulkanske naslage interkaldere, 5 - prevulkanska osnova

Fig. 2 - Schematic cross-section of collapsed volcanic caldera (G o o d e l, 1985)
1 - magmatic chamber, 2 - sinked central block of caldera, 3 - cone of volcano, 4 - volcanic deposit of intercaldera, 5 - pre-volcanic foundation

Strukture kaldera su dosadašnjim proučavanjima uočene u okviru Borač-kotleničkog vulkanogenog masiva, Leckog andezitskog masiva; a mnoge indikacije ukazuju na njihovo postojanje i kod Vranjske banje, u vulkanitima Rogozne i drugim lokalnostima.

Geohemijski proračuni su pokazali da je za termalne vode po obodu vulkanogenih masiva glavni proces obogaćenja hemijskim elementima hidrolitičko razleganje

alumosilikata, što je potvrda da su ležišta ovih voda formirana u okviru vulkanogenih tvorevina. Hemizam termalnih i mineralnih voda je veoma važna indikacija koja upućuje na vrstu stenskih masa kroz koje se vrši filtracija tih voda, odnosno na petrološku vrstu akvifera, s obzirom da je dokazano da glavne karakteristike hemizma voda dobija u akviferu gde se najduže zadržava i gde je kontakt voda-stena vremenski najduži. Apsolutna starost termalnih voda u vulkanogenim masivima se meri i desetinama hiljada godina, što je dovoljno dug period da se formira specifičan hemizam tih voda.

Specifičnost hemizma se ogleda, pre svega, u relativno nižoj ukupnoj mineralizaciji vode - uglavnom 0,3-0,6 g/l. Samo u ređim slučajevima je ova mineralizacija preko 1,0 g/l, i to u izvorima koji su udaljeni od oboda vulkanita i gde se stoga mešaju vode iz drugih akvifera, kao u Kuršumlijskoj banji, Novopazarskoj banji, itd. Vode su po pravilu akalne, HCO_3-Na tipa; sa povišenim sadržajem sulfata i hlorida, koji u izvesnim slučajevima opredeljuju SO_4-Na tip vode (Brestovačka banja, Vranjska banja).

Izučavanje uzajamnog delovanja u sistemu voda-stena, kad je stena granit, efuziv ili kristalasti škriljac, pokazala su opšti tok izmene hemijskog sastava rezultujućih rastvora pri povećanju temperature i vremena trajanja procesa: HCO_3-Ca, Na→ HCO_3-Na, Ca→HCO_3, SO_4-Na→SO_4-Na (Krajnov i dr., 1988). Prema toj shemi, "starije" termalne vode vulkanogenih masiva bi trebalo da su SO_4-Na tipa, a odstupanja se mogu tumačiti time što su izvori u stenskim masama različitim u odnosu na akvifer, pa su i promene u hemizmu vode veće ukoliko je izvor udaljeniji od akvifera. Tako je termalna voda G. Trepče HCO_3-Mg,Ca tipa.

Jedan od hidrogeohemijskih indikatora petrološke vrste akvifera mineralnih i termalnih voda jeste odnos Mg^{2+}/Ca^{2+} u vodi. U osnovi takvog odnosa je činjenica da se u prirodi dolomit uglavnom obrazuje pri izmeni kalcita ili aragonita (Driver, 1985):

$$2Ca + Mg^{2+} = CaMg(CO_3)_2 + Ca^{2+}$$

$$K = [Mg^{2+}]/[Ca^{2+}] \qquad (4)$$

pa ako je u rastvoru odnos Mg/Ca veći od K, dolomit je stabilniji od kalcita i obrnuto. Veza ovih stabilnosti se izražava kroz:

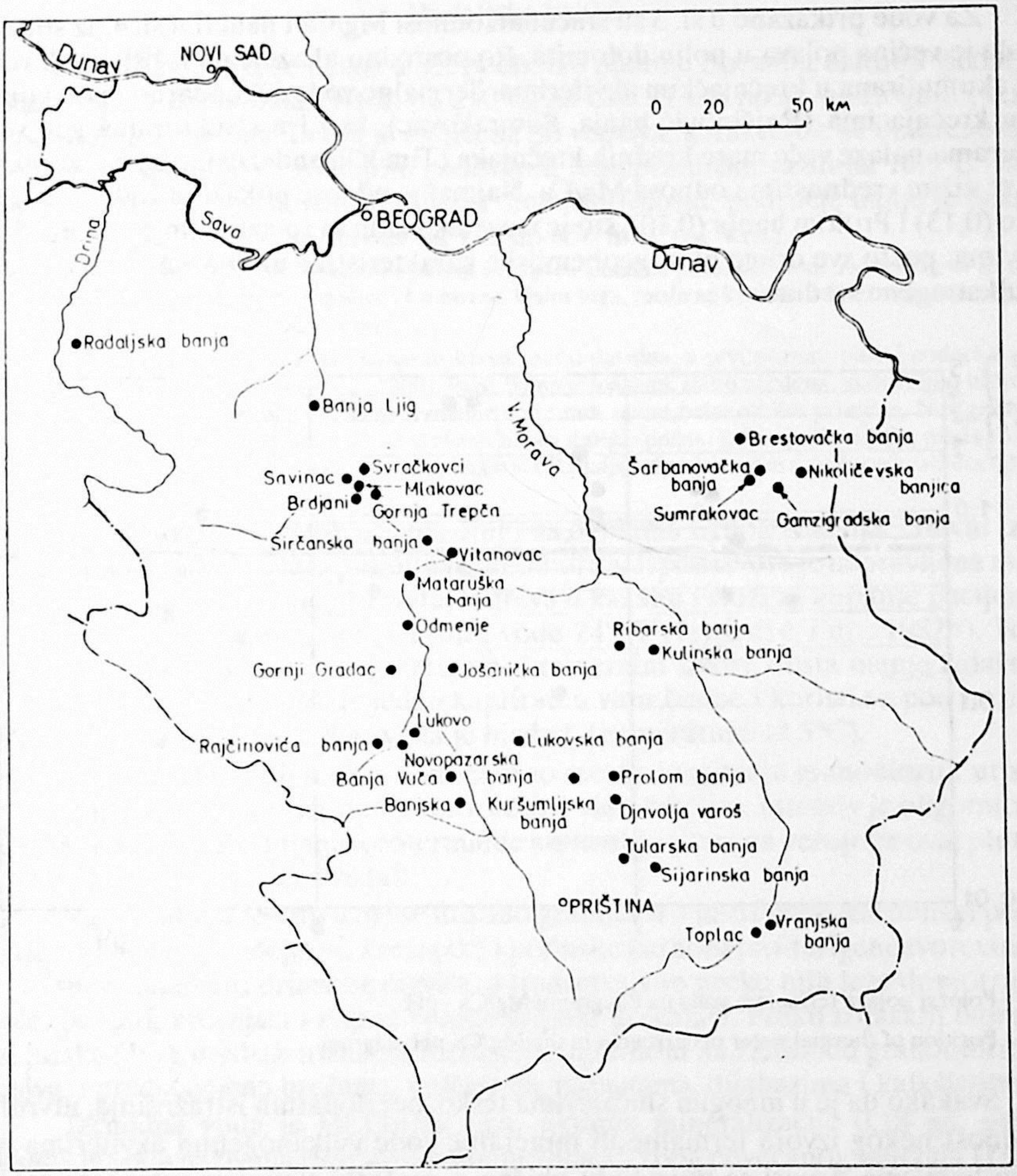
$$K = \frac{K_{dol}}{K^2_{kalc}} = \frac{10^{-17}}{10^{-16,8}} = 0,63 \qquad (5)$$

što znači da odnos Mg/Ca u rastvorima koji se nalaze u ravnoteži sa dolomitom i kalcitom pri 25°C iznosi približno 0,63. Proizvod rastvorljivosti dolomita i kalcita se menja sa porastom temperature, odnosno u tom smeru se smanjuje. Isto tako, taj odnos se smanjuje rastvaranjem kalcita i obogaćivanjem vode jonima Ca^{2+}, pa je taj odnos u karbonatnim akviferima uglavnom ispod 0,63.

Mineralne i termalne vode su pretežno azotnog gasnog sastava, pa je parcijalni pritisak CO_2 nizak. No transformacijom kalcijskih alumosilikata, uz prinos CO_2 iz nekog dubljeg izvora, formiraju se minerali gline i kalcit, odakle jon Ca^{2+} dospeva u vodu. Kada voda struji naviše ka površini terena, smanjuje se temperatura vode i narušava se kompleksna ravnoteža P_{CO_2} sa produktima rastvaranja, odnosno to znači da će fluid na izvesnoj dubini odlagati kalcit. Tako je bušenjem u Šarbanovačkoj banji u piroklastitima otkrivena veća masa kalcita, a mnoge kalcitske žice u pukotinama andezita su registrovane bušenjem u Prolom banji.

Vode vulkanogenih masiva se nalaze u različitim geotektonskim jedinicama

teritorije Srbije, kao što se može videti iz sl. 3, koja prikazuje lokacije razmatranih pojava mineralnih i termalnih voda.



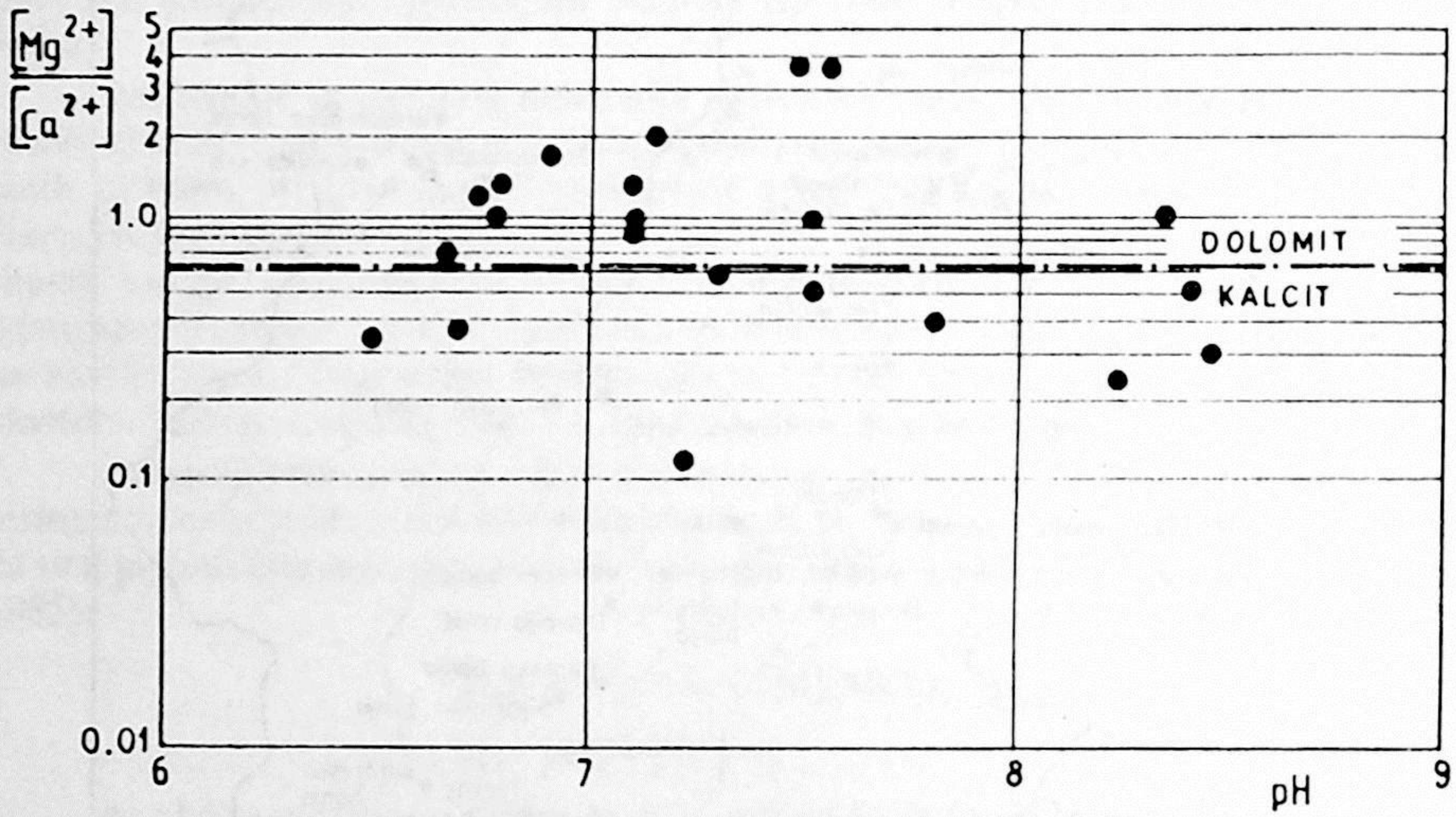
Sl. 3 - Mineralne i termalne vode vulkanogenih masiva

Fig. 3 - Mineral and thermal waters of volcanogenic massifs

Veoma su indikativni i klasifikacioni dijagrami koje su razradili italijanski autori, a koji se baziraju na 6 koeficijenata sračunatih prema sadržaju glavnih hemijskih komponenata i koji upućuju na petrološku vrstu akvifera mineralnih i termalnih voda (D'Amore, i dr., 1983). Ovde nije prezentiran taj dijagram pošto bi za veći broj podataka bio nepregledan, ali se može reći da se najveći broj pojava termalnih voda uklapa u standardni dijagram za vode čija se filtracija obavlja pretežno u nekarbonatnim stenskim masama. Postoje i odstupanja za izvesne pojave, a ona su

najverovatnije uzrokovana time što se u termalnim izvorima mešaju vode različite geneze - posebno u okviru Timočkog andezitskog kompleksa (Timočke kaldere) i kod Gornje Trepče.

Za vode prikazane u sl. 3 su sračunati odnosi Mg/Ca i naneti u sl. 4. Iz slike se vidi da je većina pojava u polju dolomita, što posredno ukazuje da ležišta ovih voda nisu akumulirana u krečnjačkim akviferima. Termalne vode sekundarnog pojavljivanja u krečnjacima (Rajčinović banja, Sumrakovac), kao i u strukturama gde se u kalderama nalaze veće mase krednih krečnjaka (Timočki andezitski masiv), karakterišu se nižim vrednostima odnosa Mg/Ca. Najmanje odnose pokazuju vode Vranjske banje (0,13) i Prolom banja (0,10), što je izuzetak vezan sa specifičnim geohemijskim uslovima, pošto sve druge hidrogeohemijske karakteristike ukazuju na vode tipične za vulkanogene sredine.



Sl. 4 - Položaj pojava termalnih voda na dijagramu Mg/Ca - pH

Fig. 4 - Position of thermal water occurrences in the Mg/Ca-pH diagram

Svakako da je u mnogim slučajevima teško, bez dodatnih istraživanja, utvrditi pripadnost nekog izvora termalne ili mineralne vode vulkanogenim akviferima na osnovu hemizma. Izvori se pojavljuju obično u geološki složenim uslovima, usled čega, naročito kod izvora manje izdašnosti, originalni hemizam vode može biti suštinski promenjen pod uticajem voda neposredne okoline. Hidrogeohemijska indikacija u takvom slučaju postaje nepouzdana. Stoga su u ovoj knjizi u dati odeljak svrstane samo one pojave mineralnih i termalnih voda za koje se raspolaže sa više raznorodnih indikacija, ne isključujući mogućnost da buduća istraživanja ovu listu prošire. Tako su, napr. za ležište termalne vode Vranjske banje mnogi istraživači smatrali (i smatraju) da je vezano sa granodioritskim masivom. Međutim, geohemijska analiza, kao i rezultati najnovijih hidrogeoloških istraživanja u banji, ukazuju da se tercijarni vulkaniti sve više nameću kao glavni hidrogeološki akviferi; da se obogaćenje vode hloridima i sulfatima vrši prilivom vode iz tercijarnih sedimenata,

koji, zajedno sa vulkanitima, izgrađuju hidrogeološku strukturu zapadno i severozapadno od prirodnih izvora.

Radaljska banja

Radaljska banja se nalazi u SZ podnožju planine Boranje, u dolini Radaljske rečice. Leži na nadmorskoj visini od 250 m, na oko 21 km južno od Loznice, a na 8 km od Malog Zvornika. Banja je zaštićena od vetrova; karakteriše se umereno-kontinentalnom klimom, sa srednjom godišnjom temepraturom vazduha 10,9°C i srednjom godišnjom visinom padavina 1050 mm. Morfološki, područje banje je brdsko-planinskog tipa, sa kotama terena od 170 do 856 m (Crni Vrh).

Do banje se može stići asfaltnim putem iz pravca Loznice prema Malom Zvorniku, ili sa druge strane iz pravca Valjeva, preko Rogačice i Ljubovije. Osim toga, može se koristiti i železnica do Loznice, a zatim do banje lokalni autobuski prevoz.

Kao lekoviti, termalni izvori banje su korišćeni od davnina, a prvi poznati pisani podaci o njima potiču iz 1900. godine (Stepanović, 1900). Ipak, banja je još uvek slabo uređena, nedovoljno hidrogeološki istražena, sa još uvek dogrevanjem termalne vode radi njene balneološke primene. Neizgrađenost banje je najvećim delom usled toga što se u blizini nalazi daleko poznatija banja Koviljača, mada to ne bi trebalo da bude objektivni razlog pošto je termalna voda Radaljske banje sasvim različitog kvaliteta od vode banje Koviljače.

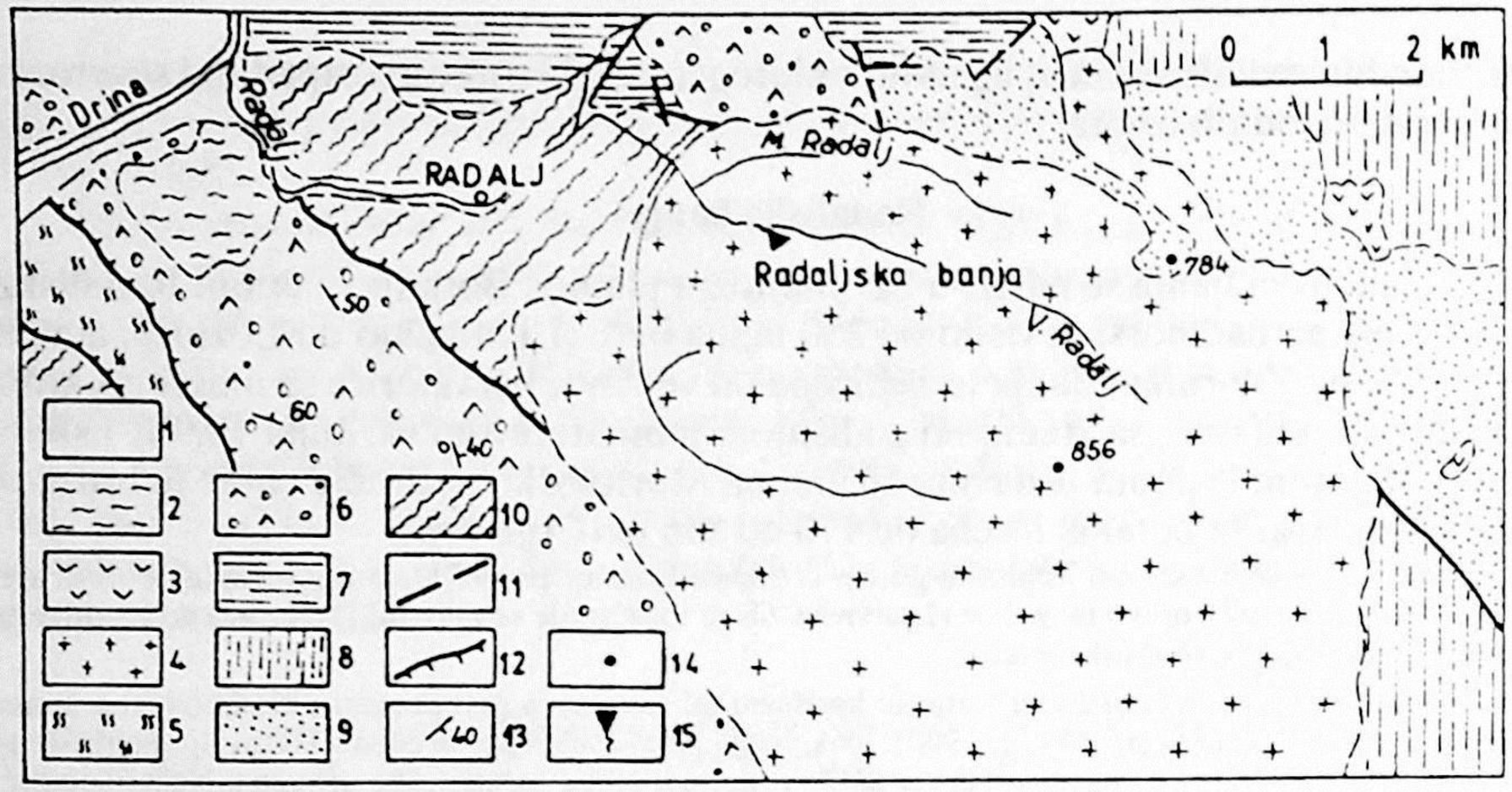
Prirodni izvori u banji se pojavljuju na obalama Crnog Radalja. Glavni izvor, na levoj obali rečice, ističe iz pukotina granodiorita. Ispod izvora je napravljena manja akumulacija, odakle se voda zahvata, zagreva u kazanu i služi za kupanje pacijenata. Izdašnost izvora je 0,3 l/s, temperatura vode 24° (Filipović i dr., 1982b). Nešto nizvodnije, pojavljuju se i drugi termalni i mineralni izvori, dosta manje izdašnosti od glavnog izvora, od kojih je jedan kaptiran u vidu česme i koristi se pod nazivom "Očna voda" za ispiranje očiju (voda je hladna, temperature 14,5°C).

U geološkoj građi terena dominantno mesto zauzimaju granodioriti, utisnuti u paleozojske i mezozojske stene, verovatno u vidu fakolita. Intruziv je oligomiocenske starosti, pa se i postojanje geotermalne anomalije u terenu vezuje za ovaj plutonit (Milivojević, Perić, 1982a).

Najstarije stene kroz koje se utisnuo granodiorit jesu devon-karbonski peščari i škriljci sa redim proslojcima krečnjaka i permske karbonatno-terigene tvorevine (sl. 5). To su metamorfiti drinskog razvića, a transgresivno preko njih leže donjotrijaske breče, peščari, krečnjaci i najzad srednjotrijaski krečnjaci. Preko trijaskih tvorevina leži jurska ($J_{2,3}$), dijabaz-rožnačka formacija, uglavnom na JZ obodu granodioritskog masiva, i predstavljena brečama, peščarima, rožnacima, dijabazima i kalkšistima.

Termalna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,18 g/l, pH-8,4. Nekada je voda nazivana "Radaljska sumpornjača", zbog povećanog sadržaja H_2S (1,7 mg/l) koji vodi daje karakterističan miris. Hemijski sastav vode je sledeći (mg/l):

CO_3^{--}	54,0	Na^+	64,0	Li	0,12
HCO_3^-	24,0	K^+	0,62	Cs	0,010
Cl^-	14,0	Ca^{++}	4,0	Sr	0,005
SO_4^{--}	16,0	Mg^{++}	1,22	Rb	0,003
F^-	3,0	NH_4^+	0,0	Mo	0,002
Br^-	0,15	Fe_2O_3	0,15	Mn	0,001
J^-	0,015	Al_2O_3	0,05	Cu	0,001
HPO_4^{--}	0,05	HBO_2	0,5	Hg	0,0002
$HAsO_4^{--}$	0,0	SiO_2	40,0		



Sl. 5 - Geološka karta područja Radaljske banje (M o j s i l o v i ć i dr., 1968)
1 - aluvijalni nanos, 2 - pliocenski sedimenti, 3 - vulkaniti, 4 - granodioriti, 5 - serpentiniti, 6 - dijabaz-rožnačka formacija, 7 - donjotrijaski krečnjaci i peščari, 8 - karbonski škriljci i peščari, 9 - peščari, argilofiliti i filiti devon-karbona, 10 - paleozojski metamorfiti (neraščlanjeno), 11 - rased, 12 - čelo navlake, kraljušti, 13 - elementi pada slojeva, 14 - kota, 15 - termalni izvor.

Fig. 5 - Geological map of the Radaljska banja area (M o j s i l o v i ć et al., 1968)
1 - alluvial deposit, 2 - Pliocene sediments, 3 - volcanic rocks, 4 - granodiorite, 5 - serpentinite, 6 - Diabase-chert formation, 7 - Lower Triassic limestones and sandstones, 8 - Carboniferous schists and sandstones, 9 - sandstones, argillaceous phyllite and phyllite of Devonian - Carboniferous age, 10 - Paleozoic metamorphites (in general), 11 - fault, 12 - front of overthrust, 13 - dip of strata elements, 14 - elevation point, 15 - thermal spring

Prema gasnom sastavu, voda je tipično azotna. Sadržaj Ra je nešto povišen - 0,20 Bq/l, dok je sadržaj Rn-37,0 Bq/l i U-0,0003 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi 7400 ± 180 godina (P e r i ć, M i l i v o j e v i ć, 1990).

Pojava termalne vode je uvršćena u datu grupu, iako se prirodni izvor nalazi u okviru intruzivnih magmatskih stena. Medutim sa slike 5 je evidentno da granodiorit predstavlja povlatni hidrogeološki izolator za vodonosne vulkanogene tvorevine u dubljem delu terena na lokalnosti Radalja. Tako je formirana poluzatvorena hidrogeološka struktura, a ona je mogla nastati usled fakolitske forme intruziva. Fizičko-hemijske karakteristike termalne vode, kao i hidrogeohemijski proračuni, ukazuju da ova voda potiče iz ležišta formiranog u vulkanogenim tvorevinama.

Tokom 1977/78 godine, izbušene su u banji 3 istražne bušotine, od kojih su dve sa samoizlivom termalne vode. Sve su one bušene kroz granodiorit (F i l i p o v i ć i dr., 1982 b).

Bušotinom B-1, dubine 200 m, dobijena je termalna voda temperature 28,5°C, uglavnom iz pukotina stena sa dubine 120 m. Izdašnost je oscilirala u opsegu 10,0-4,0 l/s, a najmanja izdašnost je u letnjim mesecima (avgust) kada su potrebe za vodom najveće. Hidrostatički pritisak u bušotini je iznosio 0,34 MPa. Bušotinom B-2, dubine 160 m, dobijena je termalna voda temperature 26°C, ali je samoizliv vode iz nje prestao 1982. godine. Bušotina B-3 je dubine 102 m, a nivo termalne vode u njoj subarteski.

Najnovija istraživanja u banji su realizovana tokom 1990. godine, bušenjem istražne bušotine do dubine oko 400 m (B. Ćorović, usm. saop.). Bušenje je u celini vršeno kroz granodiorite, a po završetku bušenja dobijeno je na samoizliv 6 l/s termalne vode, temperature oko 30°C. Eksploatacijom ove bušotine, međutim, presušio je prirodni termalni izvor, i prestalo izlivanje vode iz bušotine B-1.

U balneološke svrhe, termalna voda se koristi za kupanje i pijenje. Indikacije su: hronična reumatična oboljenja, artritis, spondiloze, vanzglobni reumatizam.

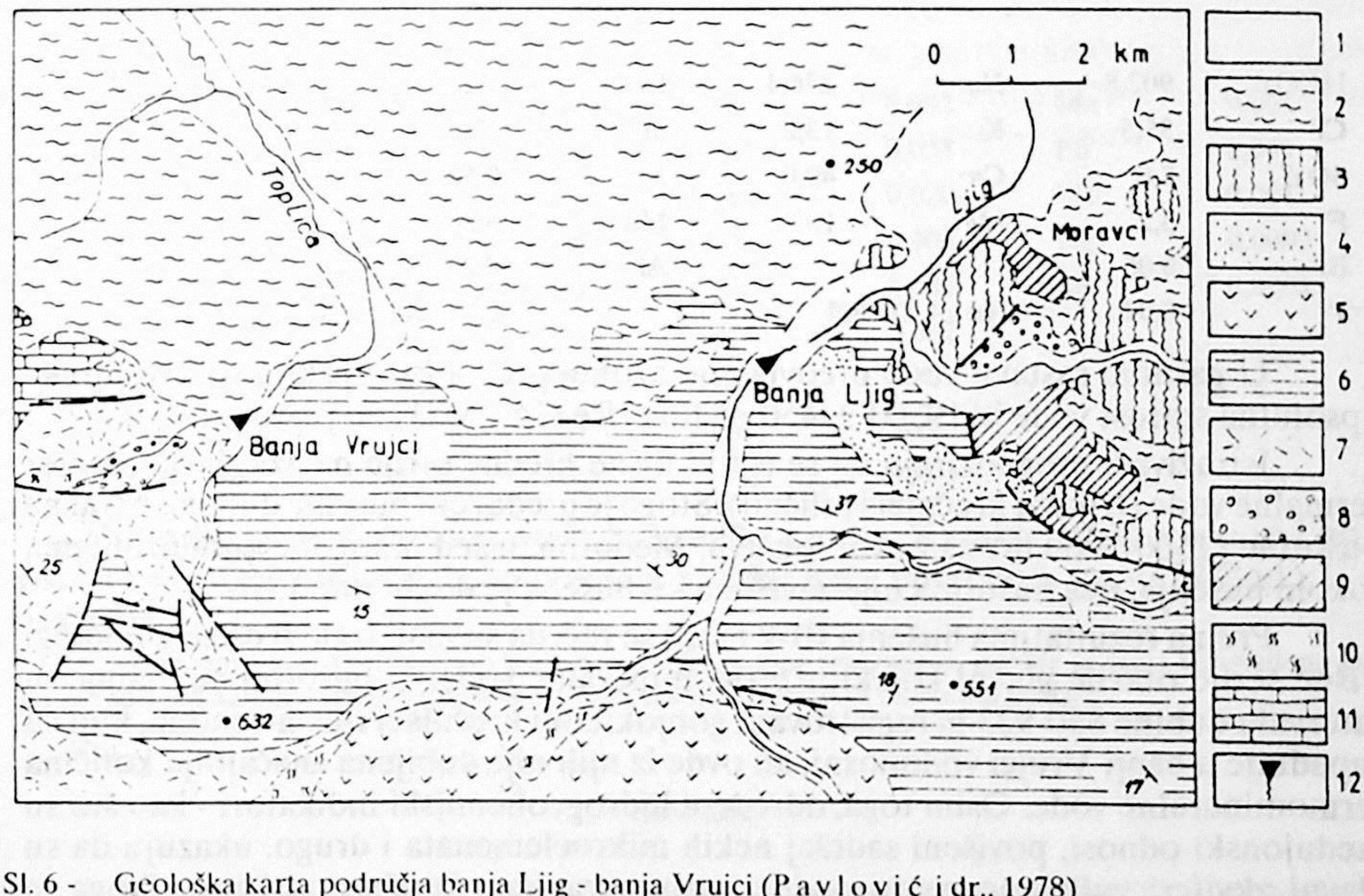
Smeštaj pacijenata i gostiju je u hotelu "Radalj", B kategorije, sa 57 ležaja. Znatno više se mesta (oko 400) omogućuje u privatnom smeštaju.

U blizini banje je Zvorničko jezero, zatim manastiri Tronoša, Tršić; kao i planinski vrh Mačkov kamen (923 m), čuven iz I sv. rata.

Banja Ljig

Banja se nalazi u Ljigu, u dolini istoimene rečice, na oko 86 km južno od Beograda. Leži na ibarskoj magistrali, izuzetno prometnoj saobraćajnici koja povezuje sever naše Republike i Beograd sa zapadnom Srbijom, Kosovom i Metohijom. Sama banja je smeštena na izlazu iz Ljiga uz magistralu, u velikom, lepo uređenom parku. Nadmorska visina banje je 145 m.

Nastanak banje je novijeg datuma - izgrađena je tek kada je istražnim hidrogeološkim bušenjem 1978. godine otkriveno da se u dubljim delovima terena nalazi termalna voda. Od tada je banja postupno



Sl. 6 - Geološka karta područja banja Ljig - banja Vrujci (Pavlović i dr., 1978)
1 - aluvijalni nanos, 2 - neogenski sedimenti, 3 - kvarclatitski ingimbriti, 4 - piroklastiti, 5 - kvarclatiti, 6 - senonski fliš, 7 - gornjokredni krečnjaci, 8 - alb-cenomanski konglomerati i krečnjaci, 9 - donjokredni krečnjaci, 10 - serpentinit, 11 - trijaski krečnjaci, 12 - izvor mineralne (termomineralne) vode

Fig. 6 - Geological map of Ljig and Vrujci spas area (Pavlović et al., 1978)
1 - alluvium, 2 - Neogene sediments, 3 - quartzlatitic ingimbrite, 4 - pyroclastite, 5 - quartzlatite, 6 - Senonian flysch, 7 - Upper Cretaceous limestones, 8 - Albian-Cenomanian conglomerates and limestones, 9 - Lower Cretaceous limestones, 10 - serpentinite, 11 - Triassic limestones, 12 - source of thermal (thermomineral) water

izgrađivana, tako da sada, osim izgrađenih banjskih objekata, ovde postoji i otvoreni bazen olimpijskih razmera sa termomineralnom vodom, koji leti koristi po nekoliko hiljada kupača.

Teren izgrađuju uglavnom gornjokredne flišne tvorevine, sa severa zaplavljene miopliocenskim sedimentima Mioničko-belanovičkog basena (sl. 6). To je, takođe, rudničko-ljiška vulkanogena zona, u kojoj se u više lokalnosti uočavaju proboji tercijarnih vulkanita, kao i mase piroklastita, ingimbrita i slično.

Istražna bušotina IB-1, dubine 400 m, bušena je do dubine 85 m kroz tercijarne glinovito-peskovite sedimente, a zatim kroz flišnu seriju senonske starosti. Dobijena je termalna voda, temperature 29,9°C, ali je bušotina, usled havarije, ostala nedovršena i neispitana. Voda je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije oko 1,10 g/l, pH-7,2. Sadržaj mikroelemenata u vodi je (mg/l): Sr-0,50; Li-0,40; Ba-0,25; Al-0,25; Rb-0,12; Cs-0,012, itd. Prema geotermskim merenjima, prosečan geotermski stupanj je iznosio 20 m/°C (Perić, Milivojević, 1985).

Istražna bušotina IB-2, preduzeta u cilju da se potpuno probuši flišna naslaga, izbušena je do dubine 933 m, a zatim usled havarije na toj dubini završena. Flišna serija nije probušena, a iz bušotine je na samoizliv dobijeno 1,5 l/s vode, temperature 33°C (crpljenjem se dobija 4,0 l/s). Na dubini 932 m izmerena je temperatura stene 48,6°C, tako da je prosečan geotermski stupanj 24 m/°C. Iz ove dublje bušotine, voda je veće mineralizacije (1,32 g/l) u odnosu na prvu bušotinu, izraženije HCO_3-Na tipa, pH-6,9. Hemijski sastav vode (mg/l) je (Perić, Milivojević, 1985):

HCO_3'	902,8	Na^+	276,4	Li	1,28	SiO_2	19,3
Cl'	35,5	K^+	13,2	Sr	1,27		
SO_4''	5,0	Ca^{++}	40,0	Zn	0,50		
F'	3,2	Mg^{++}	18,3	Mn	0,20		
Br'	0,05			Al	0,20		
J'	0,02	Rn - 4,87 Bq/l			U-0,0002 mg/l		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot, a prema izotopskim ispitivanjima, apsolutna starost vode je 19500 ± 450 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Istraživači prognoziraju da se ispod flišne kredne serije nalazi glavni akvifer termalne vode (trijaski krečnjaci i slično). Stoga je preduzeto bušenje duboke istražne bušotine (1500-2000 m) na novoj lokaciji. Međutim, usled mnogobrojnih problema tokom bušenja, ova bušotina nije završena - izbušena je do dubine 1376 m.

Prema rezultatima bušenja IB-2 može se reći da su mali izgledi da se u podlozi flišne serije otkrije glavni kolektor termomineralne vode. U bušotini su, naime, u intervalu dubine 850-933 m registrovani gonjokredni krečnjaci turon-senona, koji su zapadnije u banji Vrujci vodonosni, ali ovde iz njih nije dobijena značajnija količina termomineralne vode. Osim toga, određeni hidrogeohemijski indikatori - kao što su međujonski odnosi, povišeni sadržaj nekih mikroelemenata i drugo, ukazuju da su glavni akviferi vulkanogene tvorevine, rasprostranjene istočno od Ljiga. Stoga je pojava termomineralne vode uvršćena u grupu voda u okviru vulkanogenih kompleksa. Bušenje je vršeno pored primarne hidrogeološke strukture, na što ukazuje i smanjenje geotermskog gradijenta u dubljoj bušotini u odnosu na pliću bušotinu, a što posredno otkriva da uzročnik geotermalne anomalije nije ispod flišne naslage. Potrebno je imati u vidu da je područje Ljiga u Rudničko-ljiškoj vulkanogenoj zoni, gde je u tektonskom rovu flišna naslaga duboko potonula. Obrnuto, u području banje Vrujci i zapadnije, na površini terena su otkriveni trijaski krečnjaci, jer su ih plutoniti

izdigli utiskujući se u njihovu podlogu - zato u tom prostoru postoji više termalnih izvora.

U banji postoji opremljeni medicinski blok i odgovarajući broj stručnih medicinskih kadrova za sprovođenje kompletnog banjskog tretmana. Osim hidroterapije (kupanje u bazenima i pijenje vode), primenjuje se još i medikamentozna terapija, masaža, kineziterapija, elektroterapija, biostimulativni laser, magnetoterapija i drugo. Medicinske indikacije vode su: bolesti lokomotornog aparata (zapaljenski, degenerativni i ekstraartikularni reumatizam), kožne bolesti (psorijaza i hronični ekcemi), posttraumatska stanja, neuropsihijatrijske bolesti (neuroze, neurastenije), stanja posle preloma kostiju i hirurških intervencija na koštano-zglobnom sistemu.

Smeštaj banjskih gostiju je moguć u hotelu "Ljig" (B kategorije, 65 ležaja); motel-kamp "Ljig", sa 30 ležaja; u privatnom aranžmanu, do 500 ležaja.

U samoj banji gostima je na raspolaganju uređena pešačka staza dužine 2 km, uređen park sa 1000 ruža. Mogu se organizovati izleti do planine Rajac, do Struganika, Valjeva, Divčibara, do manastira Bogovađa i Pustinja.

Svračkovci

Termalni izvor se nalazi oko 8 km severoistočno od Gornjeg Milanovca, u podnožju kupastog uzvišenja Veliki Laz (909 m), na nadmorskoj visini oko 600 m. Izvor se pojavljuje iz pukotina kvarclatita, u kontaktnoj zoni kvarclatita i donjokrednih flišnih sedimenata. Izdašnost izvora je 0,4 l/s, temperatura vode do 20°C.

Voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,21 g/l, pH-8,2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	48,3	Sr	0,082	Mn	0,001
HCO_3'	85,0	K^+	0,4	Li	0,033	Pb	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	4,0	As	0,020	Mo	0,001
SO_4''	7,0	Mg^{++}	0,6	Zn	0,005	Hg	0,0003
F'	2,70	NH_4^+	0,1	Cr	0,004	Sb	0,0001
Br'	0,30	Fe_2O_3	0,15	Rb	0,002		
J'	0,02	Al_2O_3	0,07	Cu	0,002		
HPO_4''	0,01	HBO_2	1,0	Cs	0,002		
$HAsO_4''$	0,04	SiO_2	28,0	Ba	0,001		

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna. Karakteristika vode je i povišena radioaktivnost, odnosno povišeni sadržaj Rn - 148,0 Bq/l, Ra -0,18 Bq/l i U - 0,0057 mg/l.

Termalni izvor je primitivno kaptiran u vidu manjeg rezervoara, odakle je voda sprovedena do zgrade sa 4 tuš kabine i jednog spoljašnjeg tuša i česme. Objekat se slobodno koristi.

Savinac

Izvor termalne vode u selu Savinac se nalazi na oko 4 km JZ od Takova, odnosno 10 km zapadno od G. Milanovca. Izvor je u reci Dičini, na nadmorskoj visini od 345 m. Pojavljuje se na kontaktu trijaskih krečnjaka i miocenske vulkanogeno-sedimentne serije u čiji sastav ulaze tufovi, tufiti, vulkanske lave i breče, u smenjivanju sa peščarima, konglomeratima i glincima. Južno od izvora su zastupljene mase ultramafita, koje pripadaju ultramafitskom kompleksu Maljena i Suvobora.

Izdašnost izvora je promenljiva, a sa količinom menja se i kvalitet vode. Pri izdašnosti 8 l/s, temperatura vode je 19°C, mada postoje podaci o temperaturi vode

do 26°C (Vujanović, Teofilović, 1983a); pri Q=1-2 l/s, t=20,7°C (Simić, 1990). Voda je HCO_3,SO_4-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,73 g/l, pH-7,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	28,0	Sr	0,35	Cu	0,0015
HCO_3'	451,0	K^+	2,3	Cs	0,22		
Cl'	8,5	Ca^{++}	85,0	Li	0,18		
SO_4''	105,0	Mg^{++}	54,0	Rb	0,066		
F'	0,50	NH_4^+	0,1	Ba	0,036		
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,025	Ni	0,010		
J'	0,0	Al_2O_3	0,04	Mn	0,0066		
HPO_4''	1,50	HBO_2	4,0	Cr	0,0066		
$HAsO_4''$	0,20	SiO_2	20,0	Ag	0,0022		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot. Karakteristika vode je i njena povišena radonska radioaktivnost, koja varira od 22,2 do 96,2 Bq/l. Apsolutna starost vode je 3400 ± 170 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Iz navedenih podataka može se zaključiti da termalna voda u Savincu potiče iz krečnjačkog akvifera, ali takođe da je izraženo njeno mešanje sa vodama iz vulkanogenih akvifera, sudeći prema povišenim sadržajima sulfata i cezijuma. S obzirom na geološku građu terena, verovatno je da su vulkanogeni akviferi veće geotermalne potencijalnosti (mogućnost postojanja paleovulkanske kaldere i slično).

Termalni izvor je kapiran i voda sprovedena do omanjeg otvorenog bazena koji služi za kupanje.

Mlakovac

Termalni izvor "Mlakovac" se nalazi u dolini Despotovice, oko 4 km nizvodnije od G. Milanovca. Izvor je temperature vode 26,5°C, izdašnosti oko 0,5 l/s, a nalazi se na nadmorskoj visini 300 m.

U geološkom pogledu, teren izgrađuju uglavnom serpentiniti, koji su sa severne i zapadne strane zaplavljeni miocenskim sedimentima. U rejonu izvora sačuvana je i manja masa gornjokrednog fliša, a u miocenskim sedimentima zapažaju se proboji andezita.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,65 g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	23,0	Cs	0,25	Co	0,001
HCO_3'	458,0	K^+	3,0	Li	0,10	Cu	0,001
Cl'	10,0	Ca^{++}	70,0	Sr	0,05	Hg	0,0002
SO_4''	18,0	Mg^{++}	43,0	Rb	0,04		
F'	0,2	NH_4^+	0,1	Ba	0,018		
Br'	0,2	Fe_2O_3	0,75	Cr	0,008		
J'	0,0	Al_2O_3	0,15	Ni	0,0032		
HPO_4''	0,70	HBO_2	1,5	Mn	0,003		
$HAsO_4$	0,0	SiO_2	22,0	Ti	0,002		

U gasnom sastavu preovlađuje azot. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-4,62 Bq/l, Ra-0,20 Bq/l, U-0,0013 mg/l.

Do sada su u neposrednoj okolini termalnog izvora izvođena određena hidrogeološka istraživanja (Vilimonović, 1982). Najveću temperaturu vode otkrila je jedna bušotina (dubine 2,0 m) na kontaktu aluvijalnog nanosa i krednih krečnjaka: iznosila je 30°C. Sa povećavanjem dubine bušenja, temperatura vode je u intervalu 52-75 m opala na 27°C. Pokazalo se da se dubljim bušenjem kroz krečnjak povećavao priliv hladnih podzemnih voda.

Bušotina MI-1/82 je izbušena do dubine 280 m, pri čemu od 0,0-13,0 m kroz kredni fliš, a dublje kroz peridotite. Na dubini 241 m, termokarotažom je registrovana temperatura od 27,2°C, ali je voda, koja se izlivala iz bušotine, bila temperature 21,5°C. Ovo je svakako jedna od indikacija da se primarni hidrogeološki kolektor termalne vode u Mlakovcu ne nalazi dublje već bočno u odnosu na prirodni termalni izvor.

Termalnu vodu koristi lokalno stanovništvo u neuređenoj, sezonskoj "banji".

Brđani

Izvor mineralne vode se nalazi u dolini Dičine, pri njenom ušću u Despotovicu, na oko 8 km JZ od G. Milanovca. Pojavljuje se na kontaktu aluvijalnog nanosa i serpentinita, pa je izraženo mešanje mineralnih i običnih podzemnih voda. Izdašnost izvora je 0,2-0,5 l/s, a temperatura vode do 18°C. Nadmorska visina je 280 m.

Mineralna voda je HCO_3-Mg,Na tipa, ukupne mineralizacije 1,43 g/l, pH-7,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

$CO_3^{''}$	0,0	Na^{+}	115,0	Li	0,31	As	0,002
$HCO_3^{'}$	986,0	K^{+}	1,3	Sr	0,14	Mo	0,001
$Cl^{'}$	42,0	Ca^{++}	40,0	Cs	0,11	Pb	0,001
$SO_4^{''}$	82,0	Mg^{++}	146,0	Mn	0,028	Hg	0,0003
$F^{'}$	0,30	NH_4^{+}	1,4	Ba	0,025	Sb	0,0001
$Br^{'}$	0,03	Fe_2O_3	0,15	Rb	0,018		
$J^{'}$	0,02	Al_2O_3	0,04	Cr	0,006		
$HPO_4^{''}$	0,05	HBO_2	12,0	Zn	0,005		
$HAsO_4^{''}$	0,005	SiO_2	16,0	Cu	0,005		

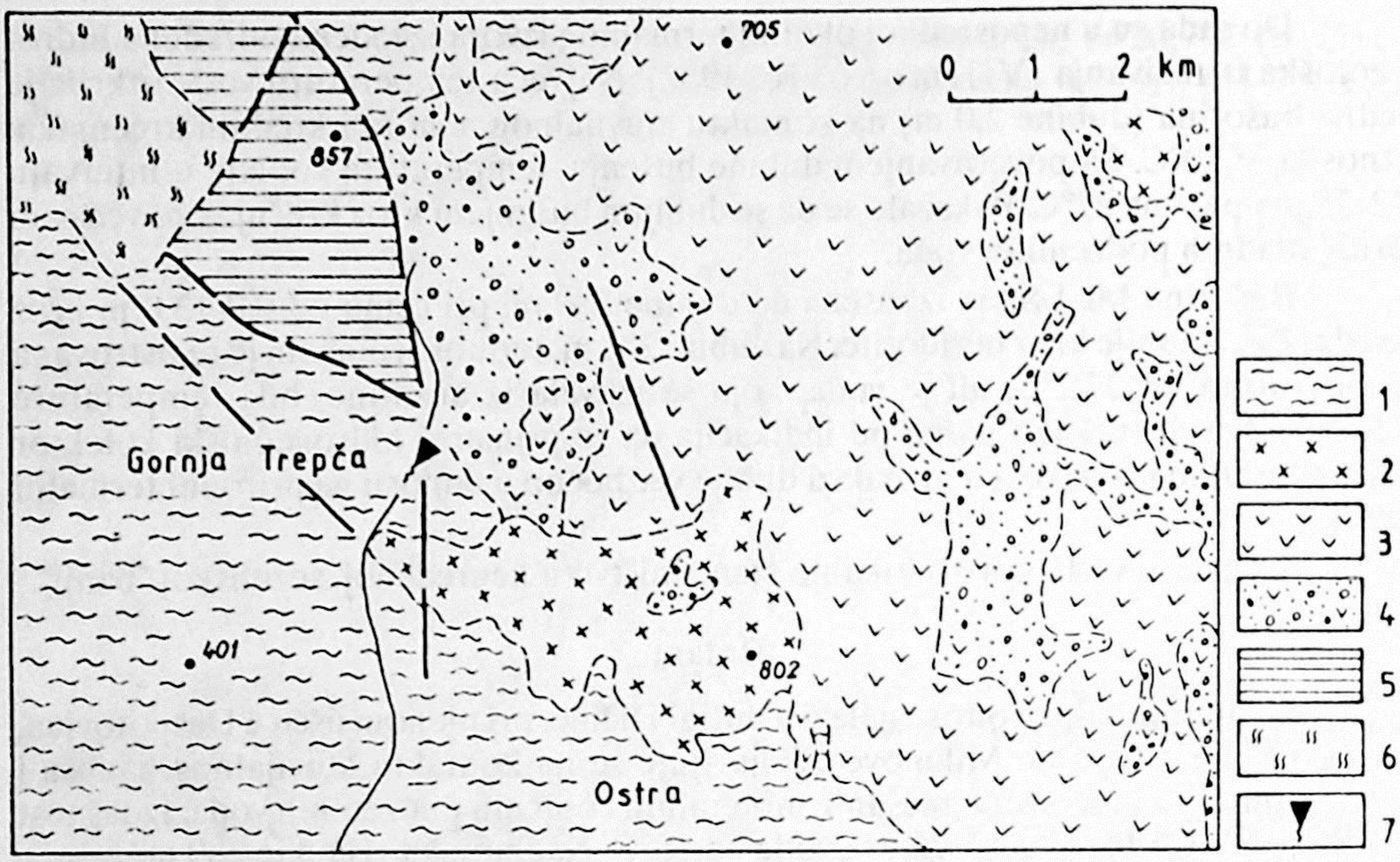
U gasnom sastavu vode preovlađuje azot; sadržaj rastvorenog gasa CO_2 je 50 mg/l. Prema nekim merenjima, radonska radioaktivnost dostiže 74 Bq/l (Vujanović, Teofilović, 1983a), dok je sadržaj ostalih radioaktivnih elemenata nizak: Ra-0,05 Bq/l, U-0,0013 mg/l.

Mineralnu vodu kao "lekovitu" koristi uglavnom lokalno stanovništvo.

Gornja Trepča

Ova banja je poznata i pod nazivom "Atomska banja". Nalazi se 8 km severoistočno od ibarskog puta Beograd-Kraljevo, a od G.Milanovca je udaljena 9 km. Smeštena je u dolini Banjskog potoka, u podnožju visova Bukovika (850 m) i Velikog Vujna (857), na nadmorskoj visini 395 m.

Gornjotrepčanska banja je tek početkom 1977. godine dobila status prirodnog lečilišta. Međutim, neki tragovi upućuju na mogućnost da su termalne izvore koristili i stari Rimljani, a koristili su je i srpski ustanici prošlog stoleća (Ilić, 1972). M.Leko (1922) navodi 6 izvora sumporovite i zemno-alkalne vode i dva bazena u banji, ali je banja, ipak, ostala anonimna sve dok se nije pročula kao radioaktivna. Od tada je nastao burni, ali ne i urbanistički usmeren, razvoj banje.



Sl. 7 - Geološka karta područja Gornje Trepče (M a r k o v i ć , i dr., 1968; B r k o v i ć , i dr., 1978a)
1 - miocenski i miopliocenski sedimenti, 2 - kvarclatiti, 3 - andeziti, 4 - piroklastiti, 5 - gornjokredni fliš, 6 - serpentiniti, 7 - termalni izvor

Fig. 7 - Geological map of Gornja Trepča area (M a r k o v i ć et al., 1968; B r k o v i ć et al., 1978a)
1 - Miocene and Miocene-Pliocene sediments, 2 - quartzlatite, 3 - andesite, 4 - pyroclastite, 5 - Upper Cretaceous flysch, 6 - serpentinite, 7 - thermal spring

Termalni izvori u Gornjoj Trepči, kaptirani plitkim sondama, upkupne izdašnosti oko 20 l/s, temperature vode do 31°C, pojavljuju se u kontaktnoj zoni vulkanita i gornjokrednog fliša (sl. 7), na desnoj obali Banjskog potoka. Vulkaniti su tercijarne starosti i sastavni deo velikog vulkanogenog kompleksa Borača. Predstavljeni su piroklastitima, kvarclatitima i andezitima. Sa južne strane su zaplavljeni miocenskim sedimentima, a prema gornjokrednim flišnim sedimentima zapadno od banje su u tektonskom kontaktu. Ovim tektonskim kontaktom (sistem raseda) predisponirana je pojava termalnih izvora u datoj lokalnosti.

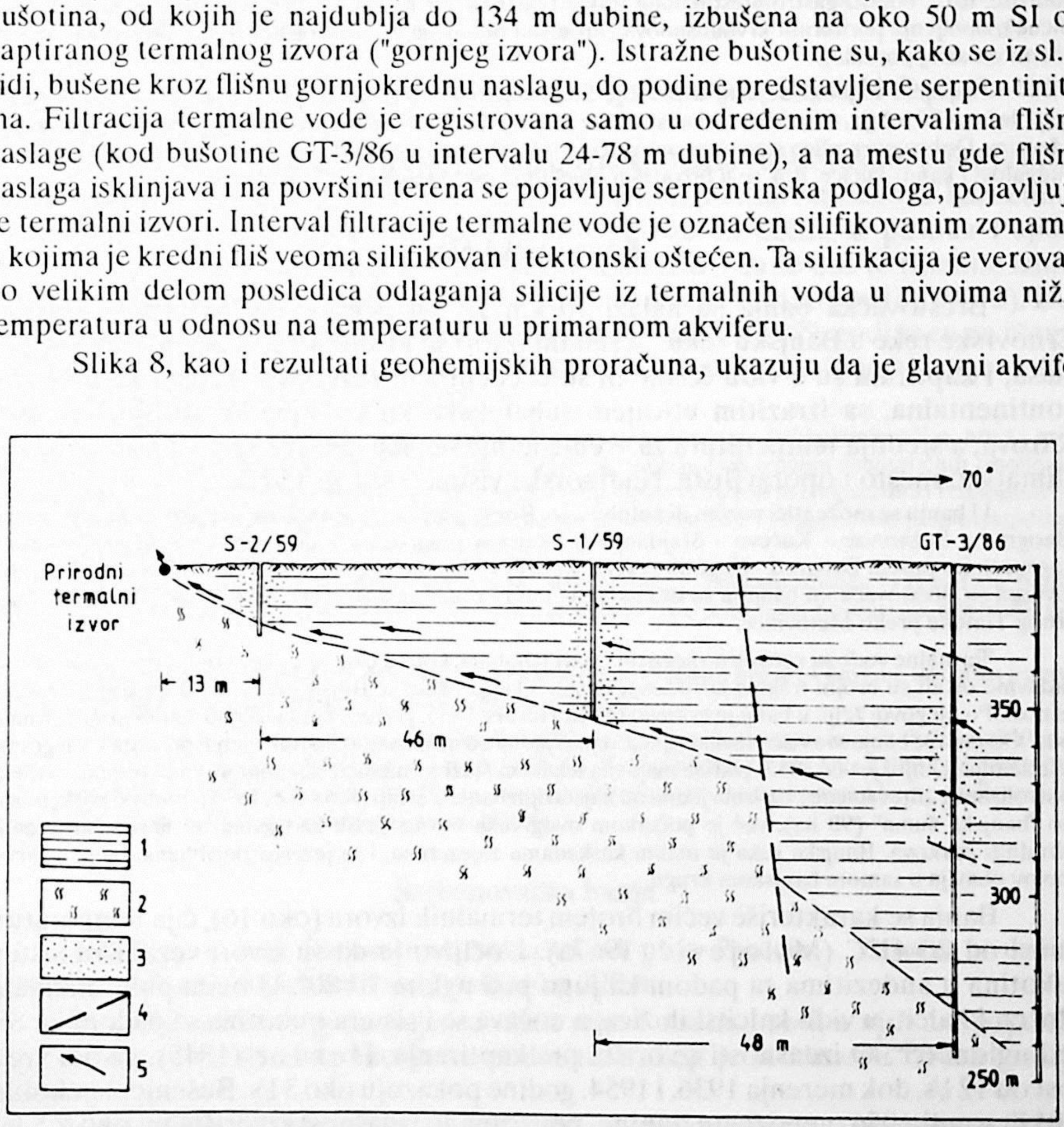
Termalna voda je HCO_3-Mg,Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,52 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	10,0	Cs	0,19	Co	0,001
HCO_3'	385,0	K^+	1,3	Sr	0,15	Cu	0,001
Cl'	10,0	Ca^{++}	26,0	Rb	0,055	V	0,001
SO_4''	8,0	Mg^{++}	61,0	Li	0,021	Hg	0,0002
F'	0,1	NH_4^+	0,1	Ba	0,015		
Br'	0,2	Fe_2O_3	0,0	Ti	0,002		
J'	0,0	Al_2O_3	0,13	Mn	0,001		
HPO_4''	0,2	HBO_2	0,5	Cr	0,001		
$HAsO_4''$	0,0	SiO_2	18,0	Ni	0,001		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot. Prema izotopskim ispitivanjima, apsolutna starost vode je 8000 ± 160 godina (Perić, Milivojević, 1990). Sadržaj radioaktivnih elemenata, prema detaljnim ispitivanjima, pokazuje niske vrednosti: Rn-29,6 Bq/l, Ra-0,16 Bq/l, U-0,0006 mg/l (Ćirić, Rakočević, 1971). Najradioaktivniji u tom pogledu je termalni izvor u Svračkovcima, sa sadržajem radona od 148 Bq/l.

Hidrogeološkim istraživanjima u području banje postignuti su izvesni rezultati u pogledu povećanja eksploatacionih količina termalne vode, ali ne i u pogledu povećanja temperature vode (Vilimonović, 1989). Izbušeno je više istražnih bušotina, od kojih je najdublja do 134 m dubine, izbušena na oko 50 m SI od kaptiranog termalnog izvora ("gornjeg izvora"). Istražne bušotine su, kako se iz sl. 8 vidi, bušene kroz flišnu gornjokrednu naslagu, do podine predstavljene serpentinitima. Filtracija termalne vode je registrovana samo u odredenim intervalima flišne naslage (kod bušotine GT-3/86 u intervalu 24-78 m dubine), a na mestu gde flišna naslaga isklinjava i na površini terena se pojavljuje serpentinska podloga, pojavljuju se termalni izvori. Interval filtracije termalne vode je označen silifikovanim zonama, u kojima je kredni fliš veoma silifikovan i tektonski oštećen. Ta silifikacija je verovatno velikim delom posledica odlaganja silicije iz termalnih voda u nivoima nižih temperatura u odnosu na temperaturu u primarnom akviferu.

Slika 8, kao i rezultati geohemijskih proračuna, ukazuju da je glavni akvifer



Sl. 8 - Hidrogeološki presek terena (Vilimonović, 1989)
1 - gornjokredni fliš, 2 - serpentinit, 3 - hidrotermalno promenjena stena (silifikacija), 4 - rased, 5 - "tranzitna zona" termalne vode

Fig. 8 - Hydrogeological cross section (Vilimonović, 1989)
1 - Upper Cretaceous flysch, 2 - serpentinite, 3 - hydrothermal altered rocks (silicification), 4 - fault, 5 - "transit zone" of thermal water

termalnih voda unutar vulkanogenog kompleksa Borača, u strukturi paleovulkanske kolapsne kaldere, a da se prirodni termalni izvor pojavljuje na zapadnom obodu te kaldere (Protić, 1993). U prilog ovoj postavci je i geofizička indikacija dobijena najnovijim ispitivanjima, da je uzročnik geotermalne anomalije ("grejno telo") severoistočno od izvora, u vulkanitima, na dubini 830 m (Vilimonović, 1989).

Banja je u novije vreme postala stecište mnogobrojnih bolesnika, kako onih za čiju je bolest indicirana, tako i onih sa nedefinisanom dijagnozom oboljenja. Posebno se ovde vodom i peloidom leče razni oblici reumatizma, a dobri rezultati su postignuti u rehabilitaciji hroničnih reumatičara, uz sinhronizovanu upotrebu lekova i primenu fizikalne i druge terapije. Medicinske indikacije su: reumatske bolesti (hronični i druge vrste reumatizma), neuropsihijatrijske bolesti (multipleks skleroza, cerebralna paraliza, neuroze, itd.), bolesti gastrointestinalnog trakta (gastritis, čir na želucu, funkcionalna oboljenja želuca i slično), oboljenja perifernih krvnih sudova (hronična oboljenja arterijskog perifernog krvotoka, hronični edemi venskog porekla).

Najveći i najbolji objekat u banji je hotel-stacionar "Gornja Trepča", završen 1976. godine. On raspolaže sa 86 ležaja, 4 bazena, 10 kada za hidro i fango terapiju, ambulantom, dijagnostičkim kabinetima i drugim. Dobro opremljen stacionar omogućuje lečenje i zimi. Smeštaj gostiju i pacijenata još omogućuju bungalovi i kamp-kućice, dok se u privatnim objektima može smestiti 3-5000 lica.

Brestovačka banja

Brestovačka banja se nalazi 10 km JZ od Bora, na ušću potoka Pujice i Crnovrške reke u Banjsku reku. Termalni izvori se formiraju iz pukotina andezitskih masa, i kaptirani su u vidu česme ili su uvedeni u bazene. Klima banje je umereno-kontinentalna, sa izrazitim uticajem subalpijske klime. Leta su svežija, bez jačih vetrova, a srednja temperatura za vreme letnje sezone iznosi 22,5°C. Stoga je banja i klimatsko mesto i oporavilište. Nadmorska visina banje je 350 m.

U banju se može stići vozom ili autobusom. Bor je povezan železničkom prugom sa Majdanpekom (Beograd - Požarevac - Kučevo - Majdanpek) i starom prugom sa Zaječarom. Postoji putna veza sa magistralnim putem Beograd - Negotin (preko Kučeva i Majdanpeka), kao i Zaječar - Paraćin. Zaječar je povezan sa Brestovačkom banjom sa dva asfaltna puta - dolinom Kriveljske reke preko Slatine i dolinom Crnog Timoka preko Metovnice.

Termalne vode su verovatno koristili i stari Rimljani, koji su u okolini vadili rudu. Iz vremena turske vladavine ostali su brojni tragovi korišćenja banje, a knjaz Miloš je Brestovačkoj banji pridavao izuzetnu važnost. Po njegovoj želji, u banji je boravio baron Herder 1835. godine, i tada izvršio analiziranje termalne vode. Od tada se banja sve više razvijala, pa je danas jedna od naših najpoznatijih banja, poznata i van granica naše zemlje. U njoj je već 1853. godine uvedena lekarska služba i medicinska pomoć, pa je prema uvođenju kontrolisanog zdravstvenog turizma jedna od najstarijih banja u Srbiji (Kostić, 1974). Banjski park, poznat kao "banjska šuma" (90 ha), već je početkom ovog veka bio na glasu kao jedan od najveličanstvenijih prirodnih parkova. Banjska reka je malim kaskadama zajezerena, i ta jezerca poribljena, pa se sportski ribolov obavlja u samom banjskom krugu.

Banja se karakteriše većim brojem termalnih izvora (oko 16), čija temperatura iznosi od 20-41°C (Milojević, 1967a). Uočljivo je da su izvori vezani za sistem pukotina u andezitima sa padom ka jugu pod uglom 70-80°. U ovim pukotinama je izlučen i kalcit, u vidu kalcitskih žica, a uočava se i sistem pukotina sa padom ka SSI pod uglom 65°. O izdašnosti izvorišta pre kaptiranja, Herder (1845) navodi vrednost od 12 l/s, dok merenja 1936. i 1954. godine pokazuju oko 3 l/s. Bušenjem nekoliko plitkih sondi 1956. nepoznate dubine, povećana je izdašnost izvorišta na oko 7,5 l/s.

Hemizam vode je vremenski promenljiv, pošto se i izdašnost izvora i temperatura vode menjaju zavisno od atmosferskih padavina. Na nekim izvorima zapaža se žutomrk talog od $Fe(OH)_3$, kao i slabiji ili jači miris na H_2S. Voda je SO_4-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,60-0,93 g/l, pH-8,1. Hemijski sastav vode je dat na sedećoj strani (mg/l).

Prema gasnom sastavu, termalna voda je tipično azotna - 96,5% zapreminski

CO_3''	12,0	$Na^{\cdot}$	124,0	Mn	1,40	As	0,005
HCO_3'	24,0	$K^{\cdot}$	2,0	Zn	0,33	Cs	0,005
Cl'	21,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	88,0	Sr	0,28	Ti	0,005
SO_4''	400,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	0,0	Rb	0,03	Co	0,003
F'	0,90	$NH_4^{\cdot}$	0,1	Ba	0,03	Cd	0,002
Br'	0,40	Fe_2O_3	0,0	Pb	0,03	Cr	0,002
J'	0,02	Al_2O_3	0,2	Li	0,016	Mo	0,001
HPO_4''	0,07	HBO_2	2,0	Ni	0,010	Ag	0,0005
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	45,0	Cu	0,010	V	0,0002

(Dimitrijević, 1975). Radioaktivnost vode nije značajna: Rn-4,44 Bq/l, Ra-0,10 Bq/l, U-0,0027 mg/l.

Područje Brestovačke banje je izgrađeno od andezita i andezitskih piroklastita - stena koje su sastavni deo Timočkog andezitskog kompleksa. Na osnovu karaktera pukotina u andezitima rejona banje, pretpostavlja se da dolinom potoka Pujice prolazi jedna rasedna zona koja duboko zaseca andezite, i da se duž te rasedne zone probijaju termalne vode iz dubljih nivoa ka površini terena (Milojević, 1967a). Do sada u terenu nije izvedena dublja hidrogeološka bušotina, a 1989. godine su izvršena geofizička ispitivanja, koja su indicirala izvesne pukotinske zone koje hidrogeološki nemaju većeg značaja (Kostić, 1989).

U terapijske svrhe, termalna voda se koristi kupanjem i pijenjem. Za ispiranje očiju, nosa i grla upotrebljava se voda sa posebne česme. Najbolji rezultati se postižu kod lečenja reumatičnih oboljenja mišića, kostiju i zglobova; kožnih oboljenja; posledica povreda, opšte iscrpljenosti organizma i rehabilitacije posle bolničkog lečenja; neuralgije i neurastenije; anemije; ženskih bolesti i drugo. Voda je kontraindikativna za tuberkulozu, sepsu, skorbut i teža oboljenja srca.

Prva sezona u Brestovačkoj banji je otvorena 1871. godine. U periodu između I i II sv. rata, banju je posećivalo oko hiljadu gostiju godišnje. Poslednjih decenija se broj posetilaca povećavao, a lečilište sve više posećuju i turisti.

Smešaj gostiju omogućuju hoteli i vile (oko 550 ležaja). U blizini banje (4 km), uz Boračko jezero, postoji hotel "Metalurg" (140 ležaja), četiri vile i kamp-naselje.

U blizini banje se nalaze dve poznate kraške pećine: Zlotska, sa spletom kanala dužine 1540 m, i Bogovinska - najduža pećina u Srbiji, sa oko 5 km hodnika. Postoje dobri uslovi lova i ribolova. Veštačko Borsko jezero je na nadmorskoj visini oko 500 m, sa uređenim plažama, bungalovima i kamp-kućicama. U samoj banji su očuvana zdanja iz vremena kneza Miloša.

Šarbanovačka banja

Nalazi se u selu Šarbanovac, severno od puta Paraćin - Zaječar u dolini Šarbanovačke reke, na nadmorskoj visini oko 220 m.

Termalni izvori se pojavljuju na obali reke i u samoj reci; a njihovo pojavljivanje je vezano za sistem pukotina u andezitima, koji je u domenu izvora jasnije izražen.

Izvore spominje M.Leko (1922), odnosno "gornji izvor" (temperature 30°C, izdašnosti 0,22 l/s) i "donji izvor" (temperature 28,75°C, izdašnosti 1,5 l/s), na desnoj obali Šarbanovačke reke. Izvori su primitivno kaptirani i pod izraženim uticajem velikih voda reke, tako da ih koristi uglavnom lokalno stanovništvo.

Tokom 1975. godine, u banji su izbušene dve istražne bušotine, dubine 100 i 220 m (Milojević, 1976). Iz dublje bušotine, koja je bušena pretežno kroz piroklastite, dobijeno je na samoizliv 2,5 l/s vode, temperature 28,2°C; iz pliće bušotine 0,7

l/s, iste temperature vode. Zanimljivo je da je na dubini 56 m nabušena u piroklastitima veća kaverna delom ispunjena kalcitom, a koja je ustvari bila i vodonosna.

Usled režima isticanja i mešanja termalne vode sa rečnom, termalna voda je promenljivog kvaliteta. Tako starije analize pokazuju sadržaj H_2S u vodi 5,04 mg/l, a M.Leko (1922) je uvršćuje u red "sumporovitih indiferentnih hipotermi". I drugi istraživači je karakterišu kao SO_4,HCO_3-Na hipotermalnu vodu.

Termalna voda je HCO_3,SO_4-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,28 g/l, pH-8,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	36,0	Na·	74,8	Mn	0,38	Cu	0,004
HCO_3'	24,0	K·	0,8	Zn	0,05	Cs	0,003
Cl'	14,0	Ca··	4,0	Sr	0,02	Ti	0,003
SO_4"	70,0	Mg··	0,0	Ba	0,02	Co	0,002
F'	1,20	NH_4·	0,1	Ni	0,015	Cr	0,001
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,15	Rb	0,010	Mo	0,001
J'	0,02	Al_2O_3	0,20	Pb	0,010	Cd	0,0006
HPO_4"	0,07	HBO_2	2,0	As	0,010	Ag	0,0004
$HAsO_4$"	0,02	SiO_2	50,0	Li	0,005	V	0,0002

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna - 98% zapreminski (Dimitrijević, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-6,6 Bq/l, Ra-0,05 Bq/l, U-0,0005 mg/l. Prema geohemijskim indikatorima, u primarnoj hidrogeološkoj strukturi mogu se očekivati temperature termalne vode do 100°C (prema sadržaju SiO_2 u vodi), odnosno 66°C prema sadržaju jona Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} i K^+ (Perić, Milivojević, 1990).

Banja je neuređena, sezonska, korišćena uglavnom od strane lokalnog stanovništva.

Sumrakovac

Termalni izvor u selu Sumrakovcu se nalazi u dolini Zlotske reke, oko 12 km SSI od Boljevca. Izvor se pojavljuje iz andezita Kamenite čuke, na nadmorskoj visini 218 m. Izdašnost izvora je promenljiva - od 0,5-3,0 l/s, a temperatura voda 17-24°C.

U geološkom pogledu, teren izgrađuju vulkaniti i piroklastiti velikog Timočkog andezitskog kompleksa, u kojem su veće depresije ispunjene tercijarnim sedimentima - kao što je Bogovinski basen, zapadno od Sumrakovca, i Šarbanovački basen severno i istočno od Sumrakovca.

Termalna voda je SO_4-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,32 g/l, pH-8,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	12,0	Na·	80,5	Zn	0,52	As	0,010
HCO_3'	24,0	K·	1,0	Mn	0,095	Co	0,003
Cl'	21,0	Ca··	14,0	Ni	0,050	Cd	0,003
SO_4"	124,0	Mg··	2,6	Cu	0,040	Cs	0,003
F'	2,10	NH_4·	0,0	Rb	0,020	Cr	0,002
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,0	Ba	0,020	Ti	0,001
J'	0,02	Al_2O_3	0,22	Pb	0,020	Mo	0,001
HPO_4"	0,04	HBO_2	0,6	Li	0,014	Ag	0,0005
$HAsO_4$"	0,02	SiO_2	45,0	Sr	0,010	Sn	0,0002

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot. Sadržaj Rn je 25,9 Bq/l, Ra-0,20 Bq/l, U-0,0005 mg/l.

Nikoličevska banjica

U selu Nikoličevu, koje se nalazi oko 7 km SZ od Zaječara, bili su odavno poznati termalni izvori. Postojalo je 3 izvora, koji su bili primitivno kaptirani, ukupne izdašnosti oko 0,45 l/s i temperature do 34°C, a bili su korišćeni od strane meštana kao "lekoviti" (Milojević, 1973). Termalna voda se pojavljivala na obodu tercijarnog basena, gde su već otkriveni izdanci tufa od velike vulkanogene mase deponovane zapadno od sela. Nadmorska visina izvorišta je oko 200 m.

Tokom 1972. godine izbušene su u rejonu izvorišta dve bušotine, dubine 106 i 220 m (Milojević, 1973). Ukupna izdašnost bušotina na samoizliv iznosila je oko 18 l/s, a temperatura vode do 34,9°C; arteski pritisak je iznosio do 10 bara. Zanimljivo je da je plića bušotina, bušena kroz andezite i piroklastite, dala veću izdašnost (12,4 l/s) i veći pijezometarski pritisak, nego dublja bušotina koja je od 108 do 220 m bušena kroz urgonske krečnjake. Kvalitet vode iz bušotina je jednak kvalitetu izvorske vode. Termalna voda je, naime, HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,64 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	127,0	Mn	0,85	cs	0,007
HCO_3'	352,0	K^+	6,3	Zn	0,47	Ti	0,005
Cl'	35,0	Ca^{++}	22,0	Sr	0,35	As	0,005
SO_4''	50,0	Mg^{++}	13,5	Li	0,05	Co	0,003
F'	4,5	NH_4^+	0,3	Ba	0,05	Cd	0,0024
'Br'	O,70	Fe_2O_3	0,0	Rb	0,03	Cr	0,002
J'	0,04	Al_2O_3	0,22	Pb	0,02	Mo	0,001
HPO_4''	0,08	HBO_2	1,0	Cu	0,01	Ag	0,0005
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	27,0	Ni	0,01	Sn	0,0002

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna - 92% zapreminski (Dimitrijević, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-3,7 Bq/l, Ra-0,10 Bq/l, U-0,0003 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi 25500 ± 1000 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Termalnu vodu koriste mnogi bolesnici u neuređenoj, sezonskoj "banji".

Gamzigradska banja

Gamzigradska banja se nalazi 12 km zapadno od Zaječara u dolini Crnog Timoka, na nadmorskoj visini od 160 m. Smeštena je u epigenetski usečenoj meandarskoj dolini donjeg toka Crnog Timoka, pokraj drevnog Gamzigradskog grada i nedaleko od asfaltnog puta Zaječar-Paraćin. Dolina je okružena šumovitim pobrđem, tako da je u nizinskoj klimatskoj zoni. Mikroklimat banje je, stoga, povoljniji od regionalnog kontinentalnog klimata, bez jačih vetrova, ali sa svežim i čistim vazduhom.

Do banje se može stići asfaltnim putem preko Požarevca i Bora, ili autoputem Beograd - Niš sa odvajanjem kod Paraćina (put Paraćin - Zaječar, 72 km), ili železnicom Beograd - Zaječar (gde je železnička stanica, a odatle lokalnim autobusom do banje, 12 km).

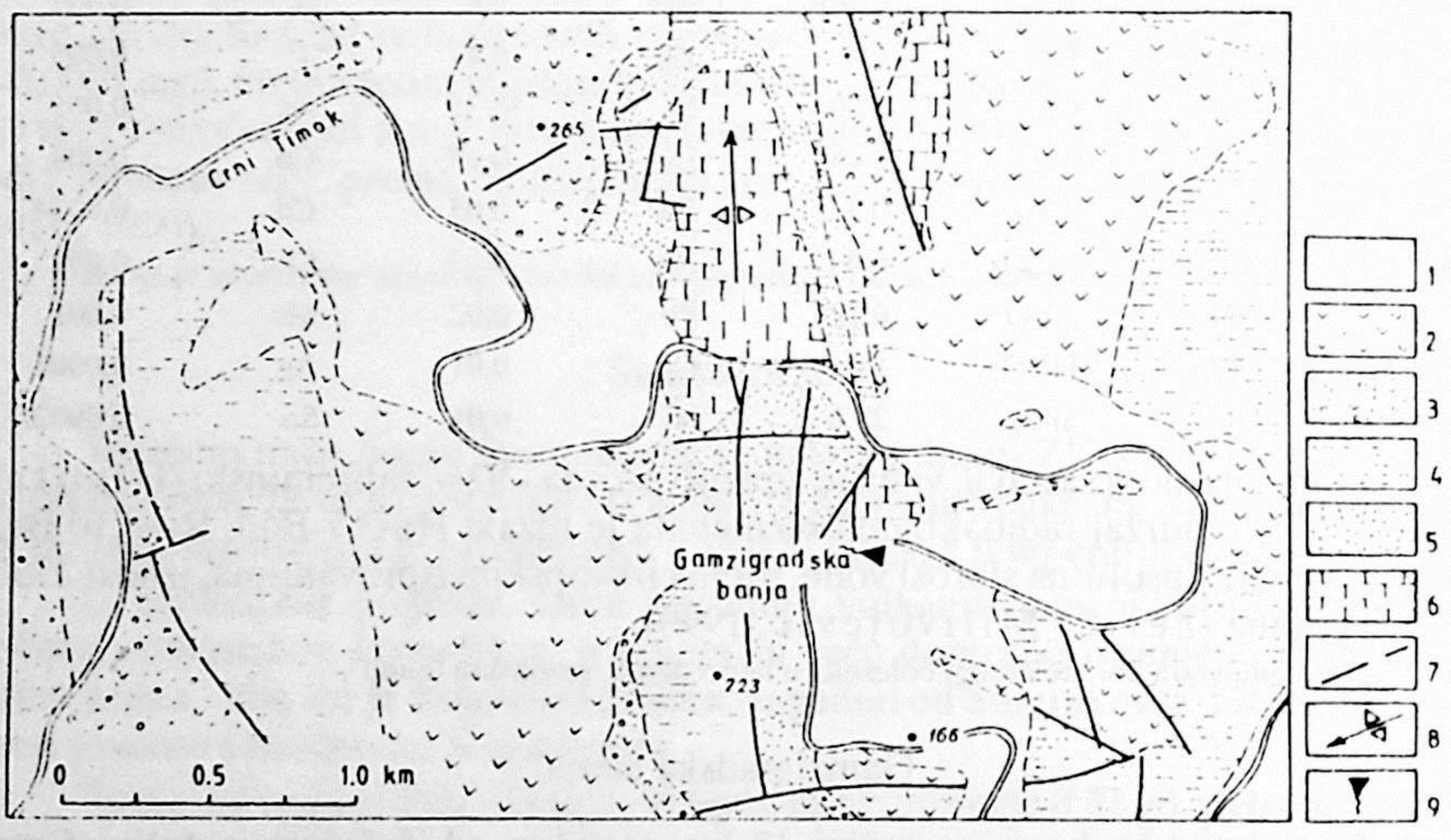
Termalni izvori Gamzigradske banje su se pojavili na rasedu koji se pruža skoro sredinom korita Crnog Timoka. Zato je jedno kupatilo bilo na sredini korita reke, a glavno kupatilo je izgrađeno na samoj

obali reke. Za banju se govorilo da je "topla banja u hladnoj reci" (Marković, 1980). Tek kasnije je bušenjem bušotina rekaptirana termalna voda i omogućeno dislociranje banjskih objekata izvan neposredne rečne zone.

Postoji 5 većih prirodnih termalnih izvora - dva u koritu reke i tri na obali reke. Izvori u koritu reke su izdašnosti 2,5-2,8 l/s, temperature do 41°C, i mogu da se koriste samo pri niskom vodostaju reke. Grupu izvora na obali reke, nad kojima je podignuto kupatilo, reka takođe plavi, tako da se posle povlačenja reke bazeni moraju očistiti od mulja. Ukupna izdašnost izvora je 2,5-5,5 l/s a temperatura vode 37-40°C (Šarčević, 1986).

Lekovitost peloida je bio najvažniji faktor da se kraj termalnih izvora pojavi sezonsko banjsko naselje, gotovo na domak čuvene Brestovačke banje, koja je od četvrte do kraja šeste decenije prošlog veka, prema posećenosti, bila najpoznatija banja Srbije (Kostić, 1974). Kao sezonsko banjsko naselje, Gamzigradska banja se održavala sve do 1930. godine, a tada je počela izgradnja organizovanog banjskog naselja, podizanje bazena, objekata za smeštaj bolesnika, restorana, stambenih objekata i drugo. Najintenzivniji razvoj banja je zabeležila tokom poslednjih dvadesetak godina.

Za geološku građu terena je karakteristično postojanje Gamzigradske antiklinale, čije je jezgro izgrađeno od urgonskih krečnjaka. Antiklinala se pruža pravcem S-J, dužine oko 3 km, i blago tone ka severu (sl. 9). U građi antiklinale, osim urgonskih krečnjaka, učestvuju alb-cenomanski peščari i glinci, zatim piroklastiti sa izlivima andezita, dok su na krilima antiklinale zastupeni sedimenti i vulkanogene tvorevine turon-senona.



Sl. 9 - Geološka karta područja banje (Veselinović i dr., 1975)
1 - aluvijalni nanos, 2 - andeziti, 3 - aglomerati i piroklastiti, 4 - gornjokredni peščari i laporci, 5 - donjokredni konglomerati, peščari i glinci, 6 - urgonski krečnjaci, 7 - rased, 8 - osa antiklinale, sa padom, 9 - termalni izvor

Fig. 9 - Geological map of spa area (Veselinović et al., 1975)
1 - alluvial deposit, 2 - andesite, 3 - agglomerate and pyroclastite, 4 - Upper Createceous sandstones and marlstones, 5 - Lower Cretaceous conglomerate, sandstones and claystones, 6 - Urgonian limestones, 7 - fault, 8 - axis of anticline with dip, 9 - thermal spring

Sve tvorevine u okviru antiklinale, a posebno urgonski sedimenti, ispresecane su brojnim poprečnim i uzdužnim rasedima; krečnjačka masa je pokidana u veće i manje blokove, a slojevi su mahom polomljeni, brečizirani. Od poprečnih raseda

pravca I-Z posebno se ističe onaj u koritu Timoka severno od banje, kojim je presečena Gamzigradska antiklinala. Južni deo antiklinale je potonuo u odnosu na njen severni deo, a severni deo je pomeren prema zapadu za preko 250 m. Sistemom poprečnih i uzdužnih raseda, u terenu je formirana izrazito blokovska struktura.

Termalna voda svih izvora je sličnih fizičko-hemijskih karakteristika. To je voda HCO_3,Cl-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,65 g/l, pH-7,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	149,0	Sr	0,10	Ti	0,005
HCO_3'	270,0	K^+	3,2	Mn	0,095	Ni	0,003
Cl'	86,0	Ca^{++}	60,0	Li	0,070	Pb	0,002
SO_4''	28,0	Mg^{++}	23,0	Ba	0,045	Co	0,001
F'	0,60	NH_4^+	0,2	Rb	0,020	Mo	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,0	Zn	0,010	Cr	0,0005
J'	0,10	Al_2O_3	0,20	Cu	0,010	Ag	0,0002
HPO_4''	0,10	HBO_2	0,50	As	0,005	Cd	0,0002
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	35,0	Cs	0,005	V	0,0001

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna - 95,5% zapreminski (Dimitrijević, 1975). Sadržaj Ra je nešto povišen - 0,28 Bq/l, dok je sadržaj ostalih radioaktivnih elemenata nizak: Rn-25,9 Bq/l, U-0,0004 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi 14300 ± 300 godina (Perić, Milivojević, 1990).

U Gamzigradskoj banji su do sada izvedena relativno obimna hidrogeološka istraživanja (Šarčević, 1986). Osim 9 plitkih sondi koje je Ž. Kapetanović izveo na levoj obali Timoka pedesetih godina, tokom 1980-90 je u banji izbušeno više istražnih hidrogeoloških bušotina. Pri tome su najbolji rezultati dobijeni bušotinom BG-1, izbušenom takođe na levoj dolinskoj strani Timoka. Bušenjem je utvrđena akumulacija termalne vode u urgonskim krečnjacima, ispod naslage peščara, laporaca i glinaca. Geološki profil bušotine je:

0,0	-	3,8	m	aluvijalni nanos
3,8	-	97,3		urgonski krečnjaci
97,3	-	167,3		donjokredni peščari i laporci
167,3	-	303,0		urgonski krečnjaci

U plićem segmentu urgonskih krečnjaka je akumulirana hladnija podzemna voda, sa temeperaturom oko 21°C, odakle se voda crpi za potrebe vodosnabdevanja banje. Međutim, crpenje i iz pliće vodonosne sredine ima uticaja na termalne izvore i bušotine u banji, što indicira jedinstveni hidrogeološki sistem u okviru Gamzigradske antiklinale.

Bušotinom BG-1 dobija se oko 20 l/s termalne vode, uz sniženje nivoa za 3,3 m. Duže crpenje je dovelo do presušivanja termalnih izvora u starom kupatilu, a sa promenama količine crpenja menjaju se i ostali parametri režima izdani - temperatura, hemijski sastav, nivo izdani. Tako se koncentracija sulfata u termalnoj vodi permanentno smanjuje: od 41 mg/l (12. 1983) do 33 mg/l (11. 1984), odnosno 26,2 mg/l (u 1985. godini).

Za termalnu vodu je karakterističan relativno visok sadržaj SiO_2 određivan neposredno na terenu. Taj sadržaj u vodi iz bušotine BG-1 iznosi 175 mg/l, a u termalnim izvorima od 155 - 180 mg/l (Šarčević, 1985).

Visok sadržaj SiO_2; hemizam termalne vode, kao i činjenica da se bušotinom BG-1 nije dobila toplija voda u odnosu na prirodne termalne izvore, ukazuje da su urgonski krečnjaci sekundarni hidrogeološki kolektor, a da se primarni akvifer može očekivati u okviru vulkanita, tj. u okviru vulkanogenog kompleksa severnije od banje kuda tone Gamzigradska antiklinala. U tom području, istočno od Metovnice, morfostrukturnom analizom su identifikovani ostaci vulkanske kupe i izvesne složene kalderske strukture (Đoković, 1988). U primarnom akviferu se mogu očekivati i znatno toplije vode, čija bi temperatura prognozno bila iznad 70°C.

Balneoterapija se u banji obavlja kupanjem i pijenjem vode, kao i oblaganjem lekovitih peloida. Lečenje se sprovodi u Zavodu za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju bolesti perifernih krvnih sudova i vibracione bolesti "Gamzigradska banja". Na raspolaganju su tri zatvorena bazena i kade, u kojima se primenjuju različite procedure. Indikacije: reumatizam zglobova i mišića, išijas, katar želuca, oboljenja perifernih krvnih sudova, neke ženske bolesti, neuralgije, posledice povrede i neke kožne bolesti, zapaljenje trbušne i plućne maramice.

Gamzigradsku banju je pre II sv. rata godišnje posećivalo do 3000 gostiju, uglavnom bolesnika, a u novije vreme broj gostiju je povećan skoro dva puta. Stoga u glavnoj sezoni od maja do oktobra smeštajni kapaciteti u banji nisu dovoljni.

Smeštaj banjskih gostiju je omogućen u Zavodu "Gamzigradska banja", koji raspolaže sa 230 postelja i drugim potrebnim sadržajima; u Centru za odmor i oporavak "Gamzigradska banja"; hotelu "Kastrum" sa 120 ležaja (B kategorije); u privatnim vilama, oko 500 ležaja.

Gamzigradska banja je pogodna i za kulturno-obrazovni turizam. Okolina obiluje raznovrsnim kulturno-istorijskim znamenitostima i atraktivnošću. Tu je, pre svega, Gamzigradski grad, oblika nepravilnog trapezoida, koji zahvata površinu od oko 6,5 ha, opasan odbrambenim sistemom sa 20 kula. Arhitektonski kompleks Gamzigrada podseća na Dioklecijanovu palatu u Splitu; u njemu su očuvani mozaici i monumentalna gradska kapija.

Sirčanska banja

Nalazi se 4 km SI od Kraljeva, na krajnjim južnim padinama Kotlenika, u ataru sela Sirča. Ovo prirodno lečilište ljudi posećuju već decenijama, iako je voda sa balneološkog gledišta nedovoljno ispitana. Sezonsko banjsko naselje se podiže desno od puta Sirča-Trgovište, u Sričanskoj reci. Nadmorska visina izvora je 215 m.

Teren okoline banje izgrađuju vulkaniti - pretežno piroklastiti, a zatim andezitski slivovi. Ove stene su sa zapada zaplavljene neogenskim sedimentima Čačansko-kraljevačkog basena. Obrazovanje vulkanogenog kompleksa je vršeno u nekoliko faza u vremenu od oligomiocena, pa najverovatnije do mlađeg neogena. Tektonska građa terena se karakteriše veoma izraženim razlomnim strukturama (Marković i dr., 1968).

Izvor mineralizovane vode je najverovatnije u vezi sa tercijernom vulkanskom aktivnošću u rejonu Kotlenika. Voda je HCO_3,SO_4-Mg,Na tipa, ukupne mineralizacije 0,95 g/l, temperature 16,6°C, pH-7,4. Izdašnost izvora je oko 0,15 l/s; voda je na granici između mineralnih i običnih, ali zbog povišene koncentracije Ra-0,59 Bq/l, uslovno se može smatrati mineralnom. Da potiče iz dubljih delova terena svedoči i vrednost redoks potencijala: -150 mV. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna. Od radioaktivnih elemenata, povišen je sadržaj Ra-0,59 Bq/l, dok je sadržaj Rn i U nizak: 20,0 Bq/l i 0,001 mg/l. Prema nekim analizama, sadržaj Ni u vodi iznosi 0,029 mg/l, a V-0,0009 mg/l (Kostić, Milanović, 1972).

CO_3"	0,0	$Na^{\cdot}$	106,0	Sr	0,266	As	0,0025
HCO_3'	585,0	$K^{\cdot}$	3,0	Li	0,076	Pb	0,002
Cl'	35,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	34,0	Mn	0,067	Ba	0,001
SO_4"	110,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	80,0	Cs	0,025	Ni	0,001
F'	0,40	$NH_4^{\cdot}$	0,2	Zn	0,010	Co	0,001
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,3	Rb	0,008	Mo	0,001
J'	0,06	Al_2O_3	0,03	Cr	0,005	Hg	0,0005
HPO_4"	0,05	HBO_2	3,0	Ti	0,005	Ag	0,0002
$HAsO_4$"	0,005	SiO_2	22,0	Cu	0,004	Cd	0,0002

Hidrogeološka istraživanja u rejonu banje su bile manjeg obima (Vilimonović, 1973). Izbušena je jedna istražna bušotina i opitni bunar. Bušotina je dubine 170 m; nalazi se na oko 5,5 m od prirodnog izvora, u kontaktnoj zoni andezita, krednih tvorevina i serpentinita. Po završetku bušenja, dobijen je samoizliv od 0,68 l/s vode, temperature 19°C, ali je prirodni izvor presušio. Na istražno-eksploatacionom bunaru nije ostvaren samoizliv vode (Krstić, 1989a).

Prema hidrogeološkim indikatorima, temperatura vode u primarnoj hidrogeološkoj strukturi u ovoj lokalnosti iznosi prognozno iznad 70°C, a kolektor su vodopropusne vulkanogene tvorevine. Najverovatnije je da je ležište termalne vode formirano u okviru neke od kalderskih struktura, koje su odavno (Marković, Pavlović, 1967) detektovane morfostrukturnom analizom masiva Kotlenika.

Iako je voda balneološki nedovoljno ispitana, ljudi su se ovde počeli samoinicijativno lečiti još 1919. godine. Prema dosadašnjim iskustvima, najbolji rezultati se postižu u lečenju reume, išijasa, kožnih bolesti i nekih oblika paralize. Pri tome se primenjuju terapija kupanja i pijenja vode, kao i oblaganje peloidom. Od 1947. godine se pored izvora tokom leta formira veće improvizovano naselje pacijenata, a broj korisnika nekih godina prelazi 2000.

Najbliži organizovani smeštaj posetilaca banje postoji u hotelima u Kraljevu.

Vitanovac

Pojava mineralne vode u Vitanovcu se nalazi u krajnjem jugoistočnom obodu Kotleničkog vulkanogenog masiva (740 m). Izvor slabo sumporovite vode je u međuprostoru nasipa železničke pruge i puta Kragujevac - Kraljevo, na oko 9 km istočno od Kraljeva. Nadmorska visina izvorišta je oko 180 m.

Izvor mineralne vode se pojavio 1971. godine iz zida propusta železničkog nasipa, a na većem prostoru javlja se difuzno pražnjenje mineralnih voda (Arsenijević, 1971). Prema raspoloživim podacima, ukupna mineralizacija vode je preko 1,0 g/l, temperatura vode 19°C, mada je pri delimičnom raskopavanju u zoni izvorišta registrovana temperatura vode od 24°C (Kostić, 1972). Izdašnost izvora je 0,6 l/s.

Mineralna voda je HCO_3,Cl-Na tipa, ukupna mineralizacija 1,15 g/l, pH-7,8. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	$Na^{\cdot}$	304,0	Sr	0,60
HCO_3'	670,0	$K^{\cdot}$	4,0	Li	0,10
Cl'	138,00	$Ca^{\cdot\cdot}$	25,0	Ba	0,035
SO_4"	4,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	6,0	Rb	0,027
F'	1,6	$NH_4^{\cdot}$	0,2	Cs	0,010
Br'	0,3	Fe_2O_3	0,15	Mn	0,007
J'	0,0	Al_2O_3	0,30	Cr	0,003
HPO_4"	0,4	HBO_2	12,0	Cu	0,003
$HAsO_4$"	0,0	SiO_2	45,0	Hg	0,0001

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna, sa relativno povišenim sadržajem H_2S (1,0 mg/l), koji joj daje karakterističan miris. Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-33,3 Bq/l, Ra-0,20 Bq/l, U-0,0003 mg/l.

Na ovoj lokalnosti je mineralna voda korišćena verovatno i u srednjovekovnom dobu, o čemu svedoče različiti arheološki ostaci u tom području (Kostić, 1972). Međutim, plavljenje Gruže ovog dela terena je najviše uticalo da se tu ne ustali banjsko naselje, tako da je i danas to sezonska "narodna banja", gde se neorganizovano leče bolesnici kupanjem, pijenjem vode i oblaganjem peloidom.

Tokom 1975. godine izbušena je istražna bušotina V-1, dubine 251 m (Krstić, 1989a). U celini je bušena kroz dacito-andezite, a iz nje je dobijeno 2,5 l/s temralne vode, temperature slične kao na izvoru. Nakon toga je bušena još jedna bušotina, do dubine 105 m, odnosno na toj dubini je prekinuta zbog nedostatka finansijskih sredstava (Vilimonović, 1990).

Iako je voda balneološki neispitana, veruje se da ona lekovito deluje na kožna oboljenja, reumatične bolesti, stomačna oboljenja, očne bolesti i psihosomatska oboljenja.

Smeštaj posetilaca banje je moguć u hotelima u Kraljevu.

Mataruška banja

Mataruška banja se nalazi oko 8 km JZ od Kraljeva, na desnoj obali reke Ibra. Leži na akumulacionoj terasi reke, visine 6-8 m, i na 205 m apsolutne visine; uz ibarsku prugu i put i nedaleko od velikog saobraćajnog čvora Kraljeva, čime se obezbeđuje dobra saobraćajna povezanost banje sa centrima u Srbiji. Od ibarskih magistrala je udaljena oko 750 m, a priključni put od železničke stanice do banje je oivičen drvoredom jablanova, pa ima i funkciju šetališta.

Klima Mataruške banje je umereno-kontinentalna, blaga; sa srednjom visinom godišnjih padavina 743 mm, i srednjom godišnjom temperaturom vazduha 11,1°C. Kako se banja nalazi u podnožju planine Stolovi (1375 m) i u predelu sa bujnom vegetacijom, vazduh u banji je čist i svež, što ima značaja kako za lečilišnu, tako i za rekreativnu funkciju banje.

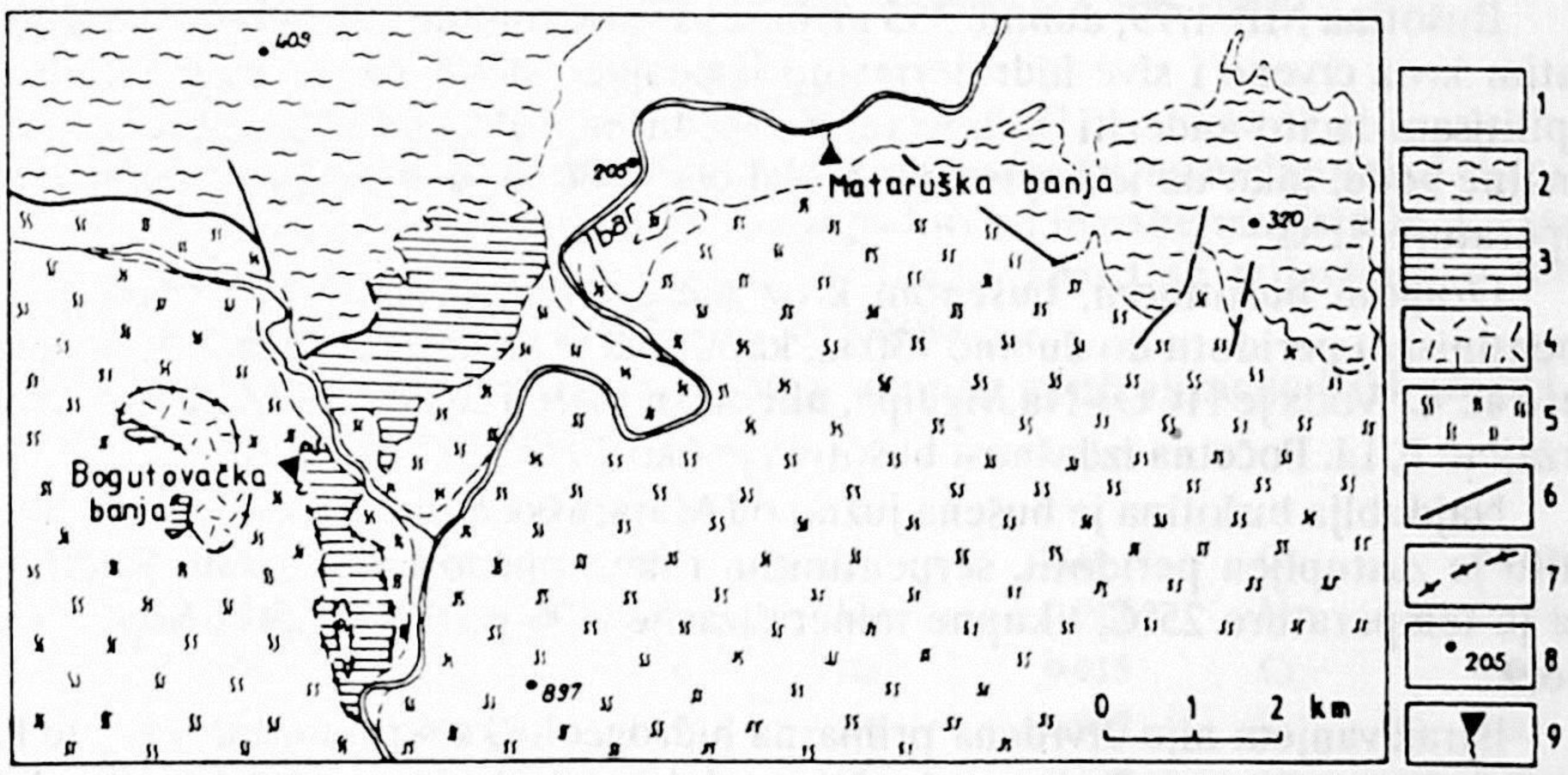
Nastanku Mataruške banje je prethodila katastrofalna poplava Ibra 1897. godine ("trojička poplava"). Matica reke je erodovala najnižu terasu, gde se nakon povlačenja reke u staro korito pojavio izvor tople sumporovite vode (Marković, 1980). Na tom mestu je godinu dana kasnije iskopan bazen za kupanje čime je faktički označen početak rada Mataruške banje. Godine 1900., kada je osnovano privatno društvo za korišćenje termomineralne vode, kaptirana je voda "starim bunarom", koji je služio do 1924. godine, kada je iskopan "novi bunar" (dubine 4,45 m) i 1948. produbljen za 8 m. Banja se relativno brzo razvijala, pa je dvadesetih godina ovog veka bilo izgrađeno 5 bazena i zgrada sa kadama; podignuto nekoliko vila i hotela i uređene parkovske i šumske površine. Značajan datum u razvoju banje je 1932. godina, kada je otvoren veliki i (za ono vreme) moderan hotel "Žiča", sa 30 soba, vodovodom i slično. No tek se posle II sv. rata, kada su kaptažnim radovima obezbeđene nove količine termomineralne vode (9 l/s), banja se razvila u moderan balneološko-lečilišni centar. Sada u banji postoje 3 kupatila: "Staro kupatilo", sa bazenom za 40 osoba, i 9 kada, koriste reumatičari sa srčanom manom; "Novo kupatilo", sa 39 kada, koriste reumatičari sa zdravim srcem; "Zimsko kupatilo" (koje radi od 1951. godine i omogućuje lečenje tokom zime), sa bazenom i 13 kada, koriste uglavnom paralizovani bolesnici.

Matarušku banju je dvadesetih godina ovog veka tokom leta posećivalo oko 3000 bolesnika. Računajući i prolaznike, godišnje je boravilo desetak hiljada osoba. Kasnije je broj gostiju rastao, pa je 1938. godine zabeležen predratni rekord posete - 6830 gostiju, a 98007 noćenja. Poseta u novije doba je u celini rasla (1953. godine 10700; 1972. godine 28952), mada uz povremene padove. Gostiju je sve više, ali je među njima sve veći broj turista, pa prosečna dužina boravka opada. Broj noćenja premašuje četvrt miliona.

Izdašnost prvog izvora je bila mala (temperatura vode 40°C), pa su na tom mestu kopani plići bunari kako bi se zahvatile nove količine vode. Iskopano je ukupno 4 bunara: bunar 1, "stari bunar", koji se više ne koristi; bunar 2, dubine 8,50 m, izdašnosti je 3,8 l/s, temperature vode 21-36,7°C i sadržaja H_2S od 13,86 mg/l; bunar 3, dubine 7,40 m, iskopan 1947. godine; bunar 4, dubine 11,5 m (produbljen bušenjem

do 23 m), daje najtopliju vodu - temperature 42-42,8°C, a sadržaj H_2S u vodi iznosi 21-23 mg/l. Izdašnost bunara 4 je 4,9 l/s (Krstić, 1989a).

Geološki sastav i tektonika terena Mataruške banje su dosta složeni (sl. 10). U gradi terena dominantno mesto zauzimaju serpentiniti i peridotiti, kao deo velikog ibarskog ultramafitskog kompleksa. U području banje su ultramafiti verovatno duž raseda (pravca pružanja ZSZ-IJI) potonuli pri obrazovanju Kraljevačkog tercijarnog basena, i preko njih su nataloženi tercijarni jezerski sedimenti. Pretpostavlja se da je pojava termomineralne vode vezana za taj rased. U mlađim geološkim epohama (pliocen-kvartar), na širem području banje je, naime, preformiran stari tektonski sklop mlađim razlomima. U ovom periodu Čačansko-kraljevačka depresija, na čijem se južnom obodu nalazi Mataruška banja, pokazuje tendenciju tonjenja koje se nastavlja do sada. Intenzivna vulkanska i intruzivna magmatska aktivnost tokom tercijara, čiji se najveći produkti nalaze severnije u području Kotlenika, doprinela je formiranje geotermalne anomalije u terenu, odnosno uslovima formiranja ležišta termomineralne vode.



Sl. 10 - Geološka karta područja Mataruške banje (Marković i dr., 1968; Urošević i dr., 1973a)
1 - aluvijalni nanos, 2 - neogenski sedimenti sa ugljem, 3 - dijabaz-rožnačka formacija, 4 - trijaski krečnjaci i dolomiti, 5 - ultramafiti, 6 - rased, 7 - dijapirski kontakt, 8 - kota terena, 9 - izvor termalne (mineralne) vode

Fig. 10 - Geological map of Mataruška banja area (Marković et al., 1968; Urošević et al., 1973a)
1 - alluvial deposit, 2 - Neogene sediments with coal, 3 - Diabase - chert formation, 4 - Triassic limestones and dolomites, 5 - ultramafites, 6 - fault, 7 - diapiric contact, 8 - elevation point, 9 - source of thermal (mineral) water

Termomineralna voda je HCO_3-Na,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,39 g/l, pH-6,9. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

U gasnom sastavu preovlađuje azot - 70% zapreminski, dok je sadržaj rastvorenog CO_2 oko 0,1-0,2 g/l (Dimitrijević, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak, sa nešto povišenim sadržajem radijuma: Rn-9,2 Bq/l, Ra-0,20 Bq/l, U-0,0006 mg/l. Posebno je visok sadržaj Cs, koji može biti od istraživačkog značaja. Apsolutna starost vode iznosi 16700 ± 350 godina (Perić, Milivojević, 1990). Za SiO_2, Godić i Radić (1963) navode sadržaj od 120 mg/l.

CO_3"	0,0	Na^+	230,0	Li	3,00	Ti	0,002
HCO_3'	915,0	K^+	9,7	Sr	1,32	Co	0,0014
Cl'	63,0	Ca^{++}	50,0	Cs	0,72	Hg	0,0002
SO_4"	27,0	Mg^{++}	58,0	Rb	0,30		
F'	5,0	NH_4^+	0,4	Mn	0,12		
Br'	0,1	Fe_2O_3	0,15	Ba	0,042		
J'	0,0	Al_2O_3	0,36	Al	0,036		
HPO_4"	0,3	HBO_2	10,0	Cr	0,004		
$HAsO_4$"	0,0	SiO_2	40,0	Cu	0,004		

Intenzivnija istraživanja u Mataruškoj banji su vršena u periodu 1977-83 (Krstić, 1989a). Pre toga su u periodu 1961-69. izvršena relativno plića bušenja - do 69,5 m, ali su kasnije u istraživanju primenjene različite metode: strukturno-geološke, geofizičke, istražno bušenje i drugo. Izbušene su tri istražne bušotine različite dubine.

Bušotina MB-1/79, dubine 355 m, bušena je do dubine 292 m kroz peridotite, a zatim kroz crvene i sive hidrotermalno izmenjene stene, što bi moglo da budu propilitisani dacito-andeziti i njihovi tufovi. Međutim, dublje od 97 m nije bilo dotoka termalne vode, tako da je kaptiran interval od 33-86 m, u kome je termalna voda temperature 32°C.

Drugom bušotinom, bušenom kroz hidrotermalno izmenjeni imestimično serpentinisani peridotit do dubine 130 m, kaptirana je termomineralna voda temperature 42°C. Voda je HCO_3-Na,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,48 g/l, sa povišenim sadržajem F, Li. Početna izdašnost bušotine je oko 30 l/s.

Najdublja bušotina je bušena južno od Mataruške banje, do dubine 733 m. U profilu je zastupljen peridotit, serpentinisan i mestimično kavernozan. Kaptirana voda je temperature 25°C, ukupne mineralizacije 0,96 g/l; HCO_3,SO_4-Mg,Ca tipa, pH-6,9.

Istraživanjem nije utvrđena primarna hidrogeološka struktura u kojoj je formirano ležište termomineralne vode, čak su dubljim bušotinama dobijene hladnije vode u odnosu na prirodni izvor, što znači da se udaljilo od navedene strukture. Da bi se približilo strukturi, korisno je imati u vidu indikaciju da su peridotiti na mestu termomineralnog izvora skoro pretvoreni u opalsku masu, pomešani sa sivozelenom karbonatnom masom impregnisanom piritom (indikacija da su u prošlosti ovde cirkulisale vode viših temperatura od 60°C); da je u termomineralnoj vodi sadržan niz mikroelemenata karakterističnih za vode iz vulkanogenih akvifera, kao i da se iz vode Bogutovačke banje (koja se nalazi u sličnim geološkim uslovima) obara na izvoru bigar.

U vezi sa napred iznetim, može se napomenuti da i u Kamenici, na levoj obali reke Turije, 16 km južno od Kraljeva, postoji izvor mineralne sumporovite vode. On se pojavljuje u serpentinisanim peridotitima koji su u blizini probijeni dacitoandezitima. Izvor je izdašnosti 0,2 l/s, dok je voda temperature 13°C, HCO_3-Na,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,84 g/l, pH-7,2 (Krstić, 1989a).

Severnije i zapadnije od banje - u Konarevu i Progorelici, postoje pojave mineralizovanih voda, hladnih, ali specifičnog sastava. One se pojavljuju po trasi navedenog velikog raseda pravca pružanja ZSZ-IJI. Za vodu u Konarevu, starije analize navode ukupnu mineralizaciju 2,79 g/l, mada noviji rezultati ispitivanja

pokazuju za obe lokalnosti tu vrednost reda 0,9 g/l (Protić i dr., 1983). Karakteristično je da su u obe lokalnosti vode povišene radonske radioaktivnosti: 57-62 Bq/l, a za vodu Progorelice starije analize navode sadržaj H_2S do 19 mg/l. Sadržaj H_2S u vodi Mataruške banje je 12,7 mg/l, odnosno prema ranijim ispitivanjima do 16 mg/l.

Lečenje u banji se sprovodi kupanjem u toploj sumporovitoj vodi, pijenjem vode, kao i primenom blatnih obloga. Zastupljene su u lečenju i rehabilitaciji različite procedure: balneoterapija, fizioterapija, masaže, elektroterapija i drugo. Ovo lečenje omogućuju Zavod za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju reumatskih, ginekoloških i posttraumatskih stanja "Braća Maričić" - Mataruška banja, koji raspolaže stručnim timom lekara, terapeuta, kao i savremenom opremom za lečenje, i Prirodno lečilište "Mataruška i Bogutovačka banja" - Mataruška banja, koje pored usluga smeštaja i ishrane banjskih gostiju pruža i usluge iz oblasti lečenja primenom prirodnih lekovitih faktora.

Medicinske indikacije: reumatska oboljenja; degenerativni reumatizam; metabolični reumatizam; vanzglobni reumatizam; neurološka stanja; posttraumatska i postoperativna stanja (kostiju, mišića, zglobova); primarni i sekundarni sterilitet; hormonalni poremećaji.

Banjski gosti se mogu smestiti u objektima Zavoda, koji raspolaže sa 400 postelja (B kategorija); objektima Prirodnog lečilišta, sa ukupno 500 postelja u hotelima, pansionima i vilama; u privatnim vilama sa oko 3000 ležaja.

Dolina Ibra, u kojoj se nalazi banja, pogodna je za izlete i ribolov. U okolini se nalazi i više kulturno-istorijskih spomenika: manastiri Žiča (13. vek), Studenica (12. vek) i drugi.

Odmenje

Termalni izvori se pojavljuju u planinskom području, na nadmorskoj visini 830 m, a oko 3 km južno od Polumira i 4 km zapadno od ibarske magistrale. Izdašnost izvora je 1,2-1,4 l/s, temperatura vode 20-20,1°C. Izvori se pojavljuju u terenu izrgađenom od tercijarnih vulkanita i granodiorita.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,24 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	9,6	Sr	0,16	Cs	0,002
HCO_3^-	146,4	K^+	1,2	Li	0,015	Mo	0,002
Cl^-	10,0	Ca^{++}	33,0	Ba	0,015	Cr	0,001
SO_4^{--}	14,0	Mg^{++}	10,7	Rb	0,007	Ti	0,001
F^-	0,80	NH_4^+	0,0	Zn	0,007	Hg	0,0002
Br^-	0,04	Fe_2O_3	/	As	0,007		
J^-	0,02	Al_2O_3	/	Cu	0,005		
HPO_4^{--}	0,01	HBO_2	0,4	Pb	0,005		
$HAsO_4^{--}$	0,015	SiO_2	15,0	Mn	0,002		

U gasnom sastavu preovlađuje azot. Prema nekim analizama, voda sadrži povišenu koncentraciju radona - 56 Bq/l (Krstić, 1989a).

Termalni izvori su kaptirani i koriste se u okviru neorganizovane, "narodne banje".

Ribarska banja

Ribarska banja se nalazi u dolini Ribarske (Banjske) reke, na severoistočnim šumovitim padinama Velikog Jastrepca, na 540 m nadmorske visine. Udaljena je 34 km jugoistočno od Kruševca, a kako je okružuju planinski ogranci i guste šume, to je banja dobro zaštićena od vetrova, pa zato uživa reputaciju klimatskog mesta sa uvek svežim i čistim vazduhom. Mikroklima je subplaninska, sa srednjom godišnjom visinom padavina oko 750 mm, dok je srednja godišnja temperatura vazduha 10,3°C.

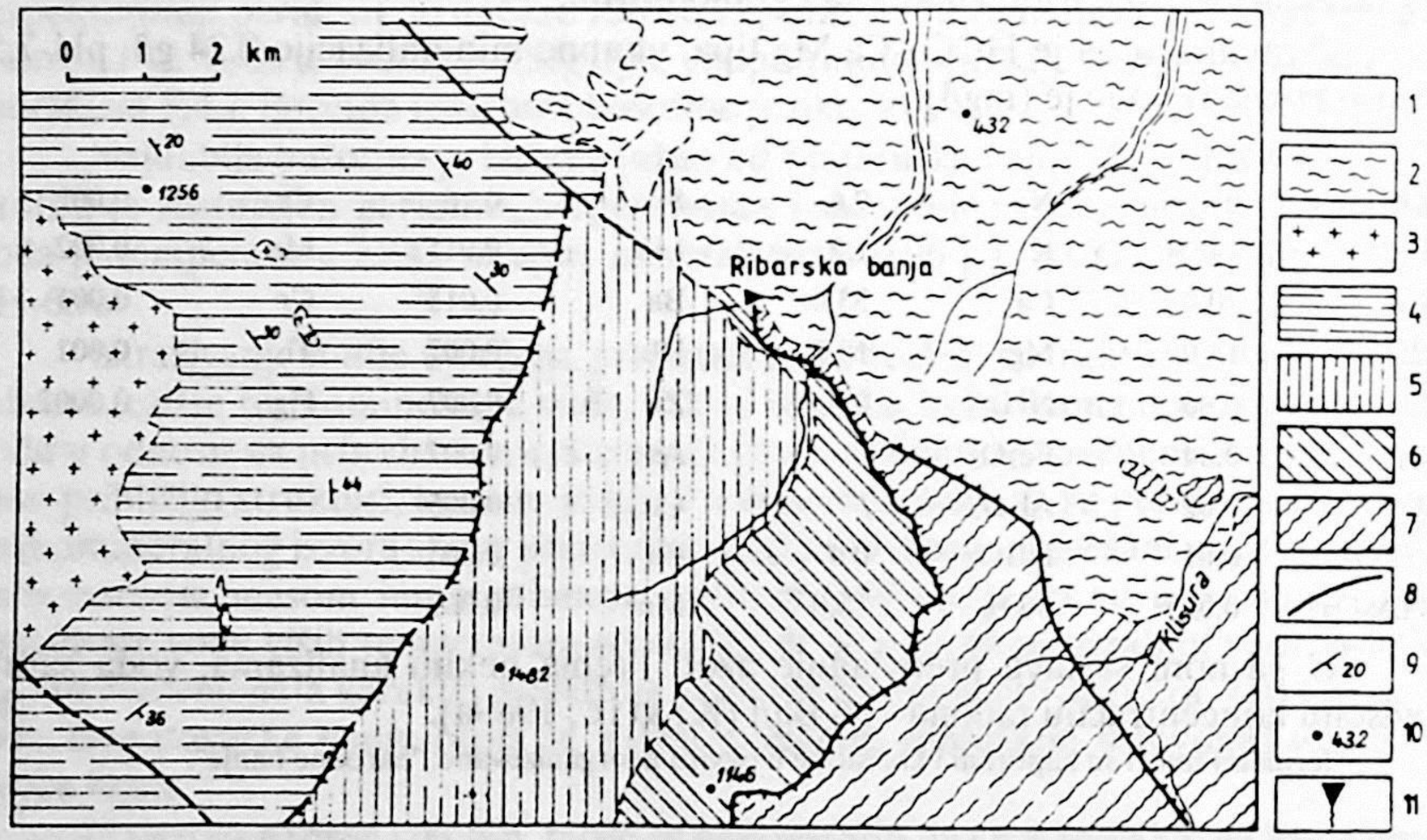
Do Ribarske banje se stiže autoputem Beograd - Niš (odvajanje kod Deligrada, Djunisa - 22 km), preko Kruševca; kao i železnicom - pruga Beograd - Niš (žel. stanica u Djunisu).

Područje Ribarske banje je bilo nastanjeno još u preistorijsko vreme, kao i u antičko doba i srednjem veku. Postoje dokazi da su tople vode koristili rimski kolonisti, kao i srednjovekovna srpska vlastela. Turci su u banji izgradili kupatilo u stilu amama, koje je porušeno 1852. godine. Banja je obnovljena 1882. godine, a ovde je 1887. otvorena apoteka, kao prva u našim banjama. Od tada je banja neprestano dograđivana, uređivana, pa su do I sv. rata izgrađene skoro sve važnije zgrade banje. Nakon toga se od 1952. godine počelo intenzivnije raditi na renoviranju i prilagođavanju lečilišta svojoj balneološkoj i klimatskoj funkciji, tako da je to sada savremeno uređeni i opremljeni banjski centar, koji omogućuje raznovrsne vidove lečenja i rehabilitacije pacijenata.

Ribarska banja je sa malo stalnih stanovnika (1971. godine - 150). Evidencija o poseti banjskih gostiju se vodi od 1860. godine, kada je počelo lečenje bolesnika pod nadzorom lekara. Najveća poseta pre I sv. rata je zabeležena 1906. godine - 2184 gosta, a u međuratnom periodu 1938. godine - 2804. Tada je banja bila stecište bogatih, koji su odmor provodili više u uživanju i razonodi, nego u lečenju. Posle II sv. rata, banja je postala klimatsko oporavilište, u koje Zavod za socijalno osiguranje šalje bolesnike sa preležanom tuberkulozom. Tokom 1971. godine u lečilištu je boravilo oko 7000 obolelih (preko 150.000 bolesničkih dana).

Do 1969. godine, za banjske potrebe su korišćeni samo prirodni izvori. Ovih izvora je bilo 8, na različitim visinama u terenu, duž Banjske reke, sa izdašnošću 0,05-1,5 l/s (Milovanović, 1986). Uglavnom su to termalni izvori, temperature do 38°C, a za piće je korišćena voda hladnog izbora (16°C), sprovedena do česme kraj kupatila. Kasnije, izradom eksploatacionih bušotina, neki izvori su presušili.

U geološkom pogledu, teren izgrađuju pretežno niskometamorfisani škriljci V.Jastrepca (sl. 11). Pri tome su, prema rezultatima dubljeg istražnog bušenja, u



Sl. 11 - Geološka karta područja Ribarska banja (Krstić i dr., 1974; Rakić i dr., 1976)
1 - aluvijalni nanos, 2 - miocenski sedimenti, 3 - granodiorit, 4 - peščari, konglomerati, filiti i glinci (kreda-paleogen), 5 - niskometamorfisani paleozojski škriljci Jastrepca, 6 - albit-sericitski škriljci rifeokambrijuma, 7 - proterozojski gnajsevi, 8 - čelo kraljušti, 9 - elementi poda slojeva, 10 - kota terena, 11 - pojava termalne vode

Fig. 11 - Geological map of Ribarska banja area (Krstić et al., 1974; Rakić et al., 1976)
1 - alluvium, 2 - Miocene sediments, 3 - granodiorite, 4 - sandstones, conglomerates, phyllites and claystone (Cretaceous-Paleogene), 5 - low-metamorphosed Paleozoic schists of Jastrebac Mountain, 6 - Phanerozoic albite-sericite schists, 7 - Proterozoic gneisses, 8 - front of overthrust, 9 - elements of dip strata, 10 - elevation point, 11 - occurrence of thermal water

gornjem delu predstavljeni hloritskim škriljcima, spilitima i gabrovima, za koje se smatra da su donjokredne starosti i da su navučeni preko dublje formacije sericitskih škriljaca i metapeščara gornjokredne starosti (Milovanović, 1980c; Milovanović, 1989b). Debljina gornje formacije je u području bušotine Rb-4 oko 125 m, a u području Rb-5 oko 207 m. Zapadno od banje su naslage gornjokrednog fliša, u koje je utisnuta granitska masa Jastrepca, dok se istočno nastavljaju metamorfiti Srpskog kristalastog jezgra. Te stene su sa severne strane zaplavljene neogenskim sedimentima.

Veoma složeni geološki (i hidrogeološki) odnosi u terenu, indikacije o velikim navlakama, kao i hemizam termalne vode, čini da je ova pojava vode jedna od najproblematičnijih sa aspekta klasifikovanja. Prema većini hidrogeohemijskih parametara, moglo bi se pretpostaviti da je ležište termalne vode formirano u vulkanogenim tvorevinama. Međutim, vulkaniti nisu u većoj masi otkriveni u terenu. Postojanje navlaka i kraljušastih struktura, ipak, ne isključuje mogućnost da su mase vulkanita prekrivene navlakama, slično kao u slučaju Lukovske banje.

Termalna voda je HCO_3,SO_4-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,31 g/l, pH-9,0. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	24,0	Na^+	92,0	Sr	0,025	Pb	0,002
HCO_3'	122,0	K^+	1,7	Li	0,016	Ba	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	4,0	As	0,015	Mo	0,001
SO_4''	53,0	Mg^{++}	0,0	Rb	0,007	Hg	0,0005
F'	2,5	MH_4^+	0,6	Mn	0,007	Sb	0,0003
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,60	Zn	0,005		
J'	0,01	Al_2O_3	0,06	Cr	0,004		
HPO_4''	0,08	HBO_2	0,30	Cs	0,004		
$HAsO_4'$	0,03	SiO_2	60,0	Cu	0,002		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot - 91% zapreminski (Dimitrijević, 1975), dok sadržaj H_2S iznosi 3,0 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-20,3 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,0003 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi 3-11 hiljada godina (Milovanović, 1986).

Hidrogeološka istraživanja u banji su započeta 1969. godine. Do sada su izvršena različita geofizička (gravimetrijska, geomagnetska, seizmička, geoelektrična), hidrohemijska i druga ispitivanja, a izbušeno je i 8 istražnih bušotina. Od toga su 6 bušotina dubine 100-278 m, a dve su dublje. Najbolji rezultati kod plitkih bušotina su dobijeni bušotinom CRb-1, dubine 163 m, kojom su kaptirane vode u pukotinskim kolektorima u okviru metamorfita. Dobijeno je na samoizliv 16 l/s termalne vode, temperature 41°C.

1981. godine izbušena je bušotina Rb-4, dubine 852 m. Dobijeno je na samoizliv 8,5 l/s termalne vode, temperature 45°C. Na dubini 837 m je registrovana jedna pojava vode sa temperaturom 58°C, dok je arteski pritisak iznosio 5,3 bara (Milovanović, 1986).

Bušotina Rb-5, završena 1989. godine, dubine je 1545 m. Do dubine 1350 m se smenjuju tvorevine donjo i gornjokredne serije, o čemu je napred bilo reči, a ispod te dubine u stubu nisu više zastupljeni kvarcni peščari (metapeščari), već pretežno sericitski škriljci. Takođe se do te dubine uglavnom postupno povećavao samoizliv

vode sa napredovanjem dubine bušenja, dok u intervalu 1350 - 1545 m dubine nije uopšte registrovan dotok vode. Po završetku bušotine (i izolovanjem cevima intervala stenske mase od 0,0-537 m dubine) samoizliv je iznosio 10,0 l/s, temperatura vode 55°C (Milovanović, 1989b). Jedna pojava vode u intervalu dubine 1168-1178 m bila je temperature 71° C. Međutim, postoji direktna hidraulička veza Rb-4 i Rb-5, pa je moguće eksploatisati samo jednu od ovih.

Termalna voda dobijena bušotinom Rb-5 je ukupne mineralizacije 0,32 g/l, pH-8,6. Sadržaj hemijskih komponenata je sličan kao i u vodi termalnih izvora, što se može videti iz sledećih podataka (mg/l):

CO_3^{--}	12,0	Na^+	71,9	SiO_2	53,3
HCO_3^-	128,1	K^+	2,4		
Cl^-	7,1	Ca^{++}	8,3	F^-	1,14
SO_4^{--}	53,0	Mg^{++}	2,8		

Ležište termalne vode je svakako većeg prostranstva, a prema rezu tatima bušenja može se pretpostaviti da je bušenje izvršeno na obodu hirogeološke strukture u kojoj je formirano ležište termalne vode. Drugim rečima, opravdano je nastaviti sa istraživanjima u cilju postizanja optimalnog rezultata.

Lečenje u banji se obavlja kupanjem i pijenjem vode. Hladnom vodom se ispiraju grlo, nos i oči. Termalna voda se koristi pri raznim terapijama: hidroterapija (u dva bazena), kineziterapija, sonoterapija (primena ultrazvuka), elektroterapija, termoterapija, radna terapija, medikamentozna terapija. Lečenje se sprovodi u Specijalizovanom zavodu za lečenje i rehabilitaciju ortopedskih i koštano-zglobnih degenerativnih oboljenja "Ribarska banja", u kome radi tim lekara specijalista, fizioterapeuta i drugog medicinskog osoblja.

Medicinske indikacije su: stanje posle koštanih preloma, kao i stanje posle operacije na kostima; svi oblici reumatizma (zapaljivi, degenerativni i vanzglobni); kontakture zglobova različite etiologije; deformacije kičmenog stuba, urođene i stečene; posttraumatska i postoperativna pareza i pareze nerava; hemiplegija i hemipareze.

Zavod raspolaže sa 411 postelja, od kojih se 120 nalazi u objektu "Pogled" (B kategorije). U drugim stacionarima postoji još 140 mesta, a postoje mogućnosti smeštaja i u privatnim domaćinstvima sela Ribara.

Okolina banje pruža dobre uslove za organizovanje izleta i šetnji. U okolini se nalazi i poznati manastir Ljubostinja (XIV vek).

Kulinska banja

Kulinska banja se nalazi u dolini reke Turije, u severnom podnožju Malog Jastrepca (946 m), na nadmorskoj visni 295 m. Udaljena je od Ribarske banje oko 9 km na istok. Banja je povezana asfaltnim putem sa Kruševcom i Nišom, a najbliža železnička stanica je u selu Tešica, udaljenom 21 km od Niša, i 14 km od banje. Podneblje banje se odlikuje ugodnom potplaninskom klimom, bez velikih letnjih vrućina i sa svežim noćima, što pogoduje odmoru i oporavku banjskih pacijenata.

U banji postoji 6 izvora, koji se pojavljuju u okviru razbijenog izvorišta, ukupne izdašnosti 0,3 l/s. Temperatura vode je do 16°C. Izviranje vode je praćeno gasnim mehurićima, kao i sumporvodonikom koji vodi daje neprijatan ukus i miris.

Prema nekim podacima, sumporovitu vodu su koristili još stari Rimljani, a u srednjem veku banjsko naselje je pripadalo manastiru Sv. Jovana. Turci nisu mnogo cenili hladne mineralne vode, pa je u njihovo vreme banja pala u zaborav, pogotovu što se u blizini nalazila topla voda Ribarske banje. Srednjovekovni objekti lečilišta su uništeni u tursko-austrijskom ratu 1690. godine, a od njihovog materijala je izgrađena i spahijska kula. Po njoj je selo najbliže izvorima nazvano Kulina, a banja po ovome - Kulinska. Do tridesetih godina ovog veka, bolesnici su se kupali u bazenima iskopanim u zemlji. Godine 1936. je podignuto Odmaralište železničkih službenika, uglavnom zbog povoljne mikroklime područja, a uz odmaralište su 1953. izgrađeni novi stambeni paviljoni i podignuto naselje za defektnu decu i omladinu. Lečilište nema

adekvatne kupališne objekte, ali ipak banju posećuje oko 600 pacijenata godišnje. Sa pretvaranjem Ribarske banje u zatvoreno kliničko lečilište za plućne bolesnike, Kulinska banja je postala sve posećenija, jer je jedino otvoreno lečilište sa sumporovitom vodom u ovom delu Srbije.

Sa geološkog gledišta, teren izgrađuju proterozojski metamorfiti Srpsko-makedonske mase, sa severne strane zaplavljeni neogenskim sedimentima Kruševačkog tercijarnog basena. Na kontaktu neogenskih sedimenata i škriljaca pojavljuju se izvori sumporovite vode. U kristalastim škriljcima je južno od banje otkrivena veća masa granitmonconita, koji se na Osnovnoj geološkoj karti prikazuje kao da je paleozojske starosti. Međutim, verovatnije je da je ovaj i granitoid Velikog Jastrepca iste, odnosno tercijarne starosti.

Voda Kulinske banje je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,67 g/l, pH-9,0. Sadrži povišenu koncentraciju F' (13,0 mg/l) i H_2S (3,44 mg/l), pa se uslovno može smatrati mineralnom vodom. Prema hemijskom sastavu je veoma slična termalnoj vodi Ribarske banje, što indicira sličnost uslova formiranja. Sastav vode je (mg/l):

CO_3''	24,0	$Na^{\cdot}$	193,2	Sr	0,256	Pb	0,003
HCO_3'	366,0	$K^{\cdot}$	3,3	Li	0,083	Ba	0,001
Cl'	14,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	6,0	Mn	0,041	Mo	0,001
SO_4''	50,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	1,2	As	0,040	Sb	0,0002
F'	13,0	$NH_4^{\cdot}$	1,5	Rb	0,019	Hg	0,0001
Br'	0,03	Fe_2O_3	2,10	Cr	0,007		
J'	0,03	Al_2O_3	0,10	Cs	0,007		
HPO_4''	0,07	HBO_2	3,0	Zn	0,005		
$HAsO_4''$	0,08	SiO_2	60,0	Cu	0,004		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot; sadržaj H_2S je povišen 3,44 mg/l. Od radioaktivnih elemenata, sadržaj radona je relativno povišen - 44,8 Bq/l, dok su sadržaji Ra-0,09 Bq/l i U-0,0004 mg/l niski.

U balneoterapeutske svrhe, voda se koristi za lečenje oboljenja lokomotornog aparata, reumatizma, kožnih i ginekoloških oboljenja. Smeštaj gostiju omogućava Odmaralište železničkih službenika, kao i privatna domaćinstva u okolini.

Jošanička banja

Jošanička banja se nalazi na severozapadnoj strani Kopaonika (2017 m), koji je dolinom Jošaničke reke odvojen od severnijeg i nižeg Željina (1785). Leži na nadmorskoj visini 550 m, u dolini Jošaničke reke, desne pritoke Ibra, kod ušća Samokovske u Jošaničku reku. Od ibarske magistrale i železničke stanice Jošanička banja udaljena je 11 km prema istoku.

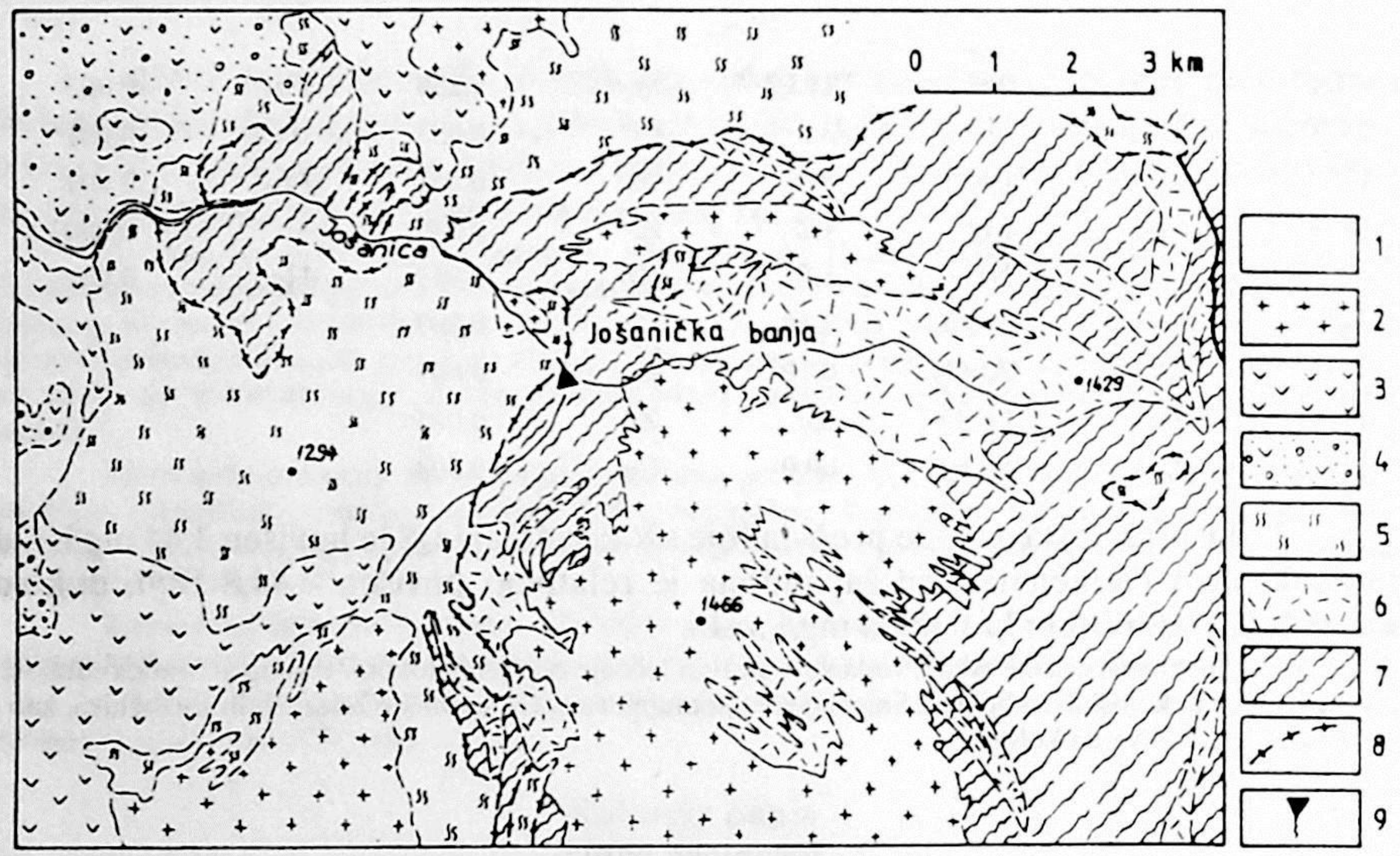
Priroda okoline banje je živopisna i skoro nenarušena. Karakterišu je planinske kose i doline, sa bujnom potplaninskom vegetacijom (mešovita šuma sa preovlađivanjem bora). Tereni iznad lečilišta su četiri meseca u godini pod snegom, što uz smučarske terene daje banji posebnu perspektivnost. Malo je koja banja u Srbiji, kao ova, povoljnih uslova za letnje balneološko-lečilišne, odmarališne i rekreativne i zimsko-sportsko-rekreativne usluge.

Vrelu vodu Jošaničke banje prvi su koristili Turci u XIV veku, mada se za nju i ranije znalo. Turci su izgradili staro kupatilo, a Novo kupatilo je podignuto 1935. godine, kada je lečilište u izvesnom stepenu uređeno. Ipak, banja je bila relativno slabo posećena, najviše zbog oskudnog smeštajnog prostora. Neposredno posle II sv. rata, u banji je boravilo oko 600 gostiju; 1974. godine je ostvareno 7070 noćenja, a 1975. je registrovano oko 3500 gostiju. Poseta je manja nego u Lukovskoj banji, koja je slabije saobraćajno povezana, kao i niže temperature vode. Tek se u novije vreme započelo sa gradnjom modernog hotela, u

stvari stacionara sa medicinsko-terapeutskim delom. Veštačko jezero sa toplom vodom u banji omogućiće kupanje do pozne jeseni.

Termalna voda u banji se pojavljuje u dve lokalnosti u vidu razbijenog izvorišta - u samom naselju banje i oko 2 km nizvodno ("Slanište"). U obe lokalnosti postoji po nekoliko izvora čija je ukupna izdašnost oko 38 l/s, temperatura vode 22-78,5°C. Međutim, postoji i skriveno pražnjenje termalne vode direktno u rečni tok, koji je teško meriti. Glavni banjski izvor je na levoj obali Jošaničke reke, izdašnosti 7 l/s, temperature vode 78,5°C. On je kaptiran za potrebe kupatila, kao i za zagrevanje banjskih objekata u hladnim danima.

U geološki sastav terena šireg područja Jošaničke banje ulazi veliki broj geoloških formacija, sa nizom specifičnosti u strukturnim formama (sl. 12). Intenzivna magmatska aktivnost u području, obnavljana u više faza, znatno je doprinela složenosti geološke građe.



Sl. 12 - Geološka karta područja Jošaničke banje (Urošević i dr., 1973a)
1 - aluvijalni nanos, 2 - granodiorit, 3 - dacito-andeziti, 4 - piroklastiti, 5 - serpentiniti i peridotiti, 6 - kalkšisti i mermeri, 7 - paleozojski škriljci (neraščlanjeno), 8 - dijapirski kontakt, 9 - termalni izvor

Fig. 12 - Geological map of Jošanička banja area (Urošević et al., 1973a)
1 - alluvial deposit, 2 - granodiorite, 3 - dacite and andesite, 4 - pyroclastite, 5 - serpentinite and peridotite, 6 - calcshists and marble, 7 - Paleozoic schists (undivided), 8 - diapiric contact, 9 - thermal spring

Najstarije tvorevine u terenu su metamorfiti koji čine osnovu željinsko-kopaoničkog antiklinorijuma. U nižim delovima, kompleks je izgrađen od sericitsko-hloritskih škriljaca i metapeščara sa masama epidot-aktinolitskih škriljaca i metabazita ("zelenih stena"). U pojedinim fazama i područjima deponovanja naslage dolazilo je do intenzivne submarinske vulkanske aktivnosti geosinklinalnog tipa. Tako je lokalno formirana vulkanogeno-sedimentna asocijacija izgrađena od submarinskih bazičnih vulkanita, psamita i pelita, koja je procesima metamorfizma dala "zelene stene". Viši,

završni delovi iste serije, sadrže i veće mase mermerisanih krečnjaka, mermera, ređe kalkšista. Bliži stratigrafski položaj nije poznat.

Kopaonički granitoid je utisnut u jezgro antiklinorijuma. Intruzija je vezana za gornjomiocenske orogenske pokrete. Delovanjem granitoidne magme, kristalasti kompleks u obodu plutona je intenzivno kontaktno metamorfisan i metasomatski izmenjen. Širina kontaktne zone mestimično iznosi i do 1500 m.

Zapadno od banje su serpentiniti, pa se glavni termalni izvori pojavljuju na granici serpentinita i kristalastih škriljaca.

Termalna voda je HCO_3,Cl-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,36 g/l, pH-8,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	72,0	Na^+	55,2	Li	0,060	V	0,0009
HCO_3^-	48,0	K^+	1,4	W	0,032	Cu	0,0008
Cl^-	17,0	Ca^{++}	2,0	Sr	0,030	Cr	0,0006
SO_4^{--}	20,0	Mg^{++}	5,0	Cs	0,027	Ag	0,0003
F^-	4,8	NH_4^+	0,1	Al	0,027	Mn	0,0003
Br^-	0,0	Fe_2O_3	0,15	Rb	0,016	Hg	0,0002
J^-	0,0	Al_2O_3	0,18	Mo	0,0027		
HPO_4^{--}	0,2	HBO_2	5,0	Ba	0,002		
$HAsO_4^{--}$	0,0	SiO_2	65,0	Ti	0,001		

U gasnom sastavu preovlađuje azot - 89% zapreminski (Dimitrijević, 1975), sa sadržajem H_2S od 1,6 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-7,4 Bq/l, Ra-0,20 Bq/l, U-0,001 mg/l. Apsolutna starost vode je 7800 ± 250 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Hidrogeološka istraživanja u području banje su do sada bila relativno intenzivna. U širem rejonu izvora su izvršena različita ispitivanja, a izbušeno je i više istražnih bušotina, maksimalne dubine do 600 m (Rakočević, 1990). Ovim bušenjem je registrovana maksimalna temperatura termalne vode od 54°C; najveća temperatura stenske mase od 82°C registrovana je u jednoj bušotini, ali ta bušotina nema samoizliv. Dužim režimskim osmatranjima nisu uočene veće oscilacije temperature, izdašnosti izvora, ili temperature vode, što znači da se prirodni izvor prihranjuje iz jednog prostranijeg akvifera, odnosno neke veće hidrogeološke strukture.

Rezultati izvedenih istraživanja, a posebno geohemijski indikatori zasnovani su na kvalitetu termalnih voda (niska mineralizacija, relativno visok u odnosu na nju sadržaj silicije, nizak sadržaj jona Ca^{2+} i odnos Mg/Ca=4,10, kao i tipično azotni gasni sastav) upućuju da termalne vode nisu vezane za geotermalnu anomaliju izazvanu obližnjim granodioritskim plutonom. Te vode najverovatnije potiču iz ležišta formiranog u vulkanitima Baljevačkog basena, što znači da se termalni izvor pojavljuje upravo na istočnom obodu velike i složene paleovulkanske kaldere Baljevačkog basena.

U balneološke svrhe, voda Jošaničke banje se koristi za kupanje u lečenju reumatičnih zapaljenja zgobova, posledica povreda kostiju i otoka, zatim oboljenja mišića, odnosno lumbaga i išijasa, neuralgije, ženskih bolesti, ekcema i slično. Medicinski nadzor vrše lekari specijalisti iz doma zdravlja Raška - zdravstvena stanica u Jošaničkoj banji.

Za smeštaj banjskih gostiju na raspolaganju je hotel "Jošanica", sa 30 ležaja; bungalovi, sa 96 ležaja, kao i privatna domaćinstva, u kojima se obezbeđuje do 500 mesta.

U blizini lečilišta se nalazi više kulturno-istorijskih spomenika, srednjovekovni grad Brvenik, poznati grad Maglić nad Ibrom, manastir Gradac i još poznatiji manastiri Žiča i Studenica.

Gornji Gradac

Termalnni izvori u Gornjem Gradcu se nalaze na zapadnom obodu Baljevačko-gradačkog tercijarnog basena, u dolini reke Brvenice, odnosno u blizini ušća Gradačke reke u Brvenicu, na nadmorskoj visini 480 m. Postoje dva izvora, izdašnosti 1-3 i 6-9 l/s, temperature vode 20,5-21,0°C. Okolni teren izgraduju ultramafiti, sericitsko-hloritski škriljci, dolomitični bankoviti i masivni krečnjaci trijaske starosti, a u blizini izvora je manja naslaga bigra.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,58-0,62 g/l, pH-7,2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	3,0	Sr	0,15	Co	0,001
HCO_3^-	464,0	K^+	0,9	Ti	0,015	Hg	0,0002
Cl^-	7,0	Ca^{++}	80,0	Rb	0,005		
SO_4^{--}	4,0	Mg^{++}	46,0	Cr	0,005		
F^-	0,1	NH_4^+	0,0	Ba	0,005		
Br^-	0,2	Fe_2O_3	0,0	Mn	0,003		
J^-	0,0	Al_2O_3	0,45	Li	0,002		
HPO_4^{--}	0,2	HBO_2	1,0	Ni	0,002		
$HAsO_4^{--}$	0,0	SiO_2	18,0	Cu	0,002		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra-0,24 Bq/l, dok je sadržaj drugih nizak: Rn-18,5 Bq/l, U-0,0002 mg/l. Apsolutna starost vode je 2500 ± 150 godina (Perić, Milivojević, 1990).

U blizini izvora (oko 50 m istočno), bušena je istražna bušotina, dubine 145,5 m (Rakočević, 1979). Od 0,0-112 m bušena je kroz serpentinite, a dublje kroz dolomitične krečnjake. Dobijena je na samoizliv (1,5 l/s) voda temperature 16°C. Karotažna ispitivanja u bušotini su pokazala da je najviša temperatura stene do dubine 20-25 m (27°C), a dublje da pada naglo na 15°C i da se takvo stanje održava do dna bušotine. Ovo nesumnjivo ukazuje na bočni doticaj termalne vode, a najverovatnije iz vulkanogenih tvorevina gradačke tercijarne depresije.

Lukovo

U selu Lukovo, na oko 12 km severoistočno od Novog Pazara i 6 km južno od Raške, postoji izvor hladne mineralne vode, kaptiran za potrebe vodosnabdevanja sela (Krstić, 1989a). Izvor se pojavljuje u terenu izgrađenom od dacito-andezita i piroklastita, na nadmorskoj visini 650 m; izdašnost izvora je 0,3 l/s, a temperatura vode 9°C. Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,10 g/l, pH-6,6. Na mestu izviranja vode istaložava se gel hidroksida gvožđa, a sadržaj Fe_2O_3 je 14,0 mg/l. Karakteriše se i povišenim sadržajem ugljendioksida - sadržaj rastvorenog gasa u vodi je 0,1 g/l.

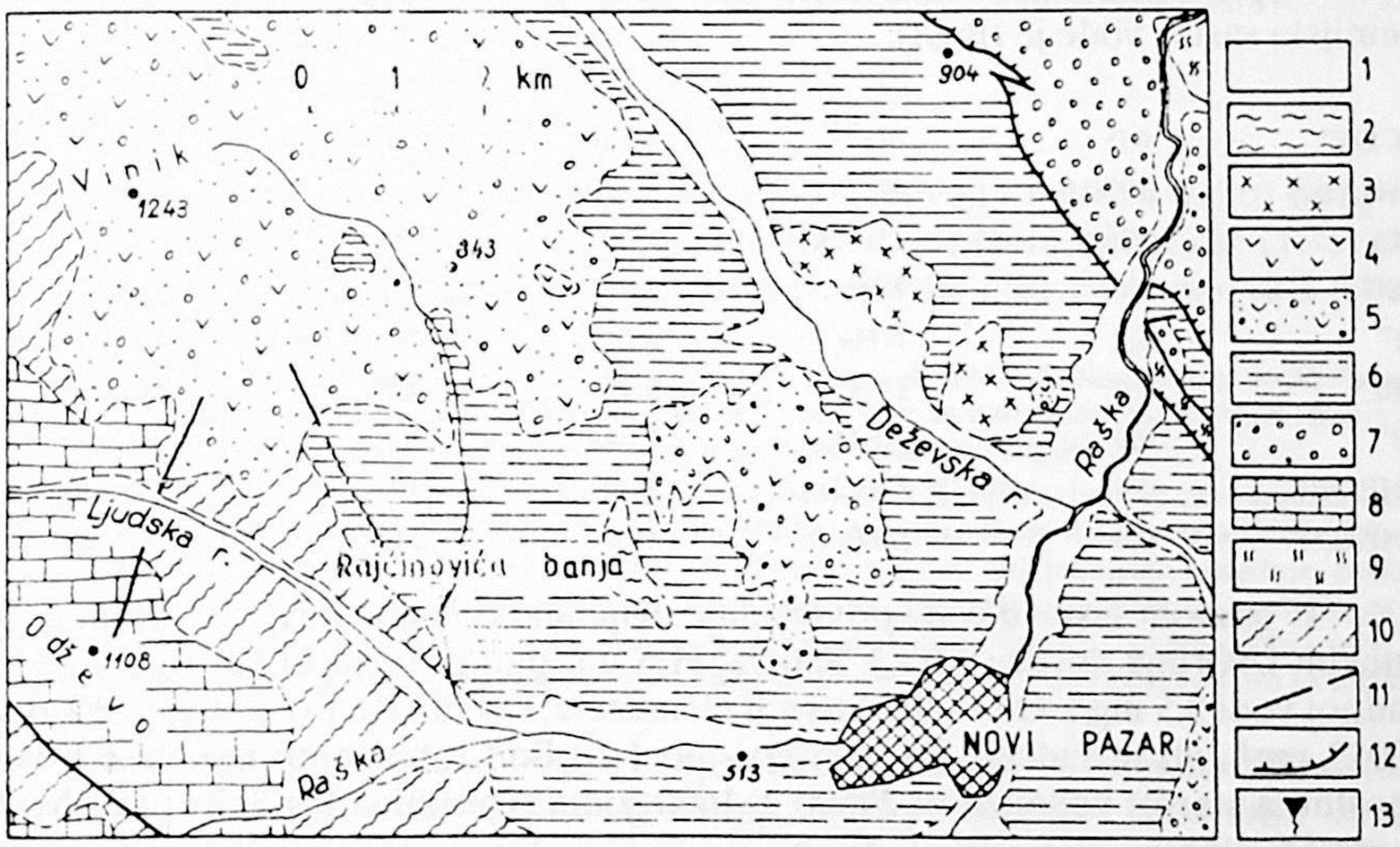
Rajčinovića banja

Rajčinovića banja se nalazi oko 9 km zapadno od Novog Pazara, u podnožju jugoistočnih ogranaka planine Golije. Leži u dolini Rajčinovića potoka, pritoke

Ljudske reke, naspram sela Rajčinovići i na 570 m nadmorske visine. Klima je subalpijska, sa prosečnom visinom godišnjih padavina 638 mm, pa se lečilište koristi i kao klimatsko oporavilište. Sa Novim Pazarom je banja povezana asfaltnim putem, odnosno priključnim putem je uspostavljena veza sa putnim pravcem N.Pazar - Sjenica.

Kao lekoviti, banjski izvori mineralne vode su stanovništvu novopazarskog kraja bili poznati od davnina. Međutim, sve do 1953. godine korišćena je samo hladna ugljenokisela mineralna voda, a tada je kaptiran i termalni izvor otkriven 1950. godine. Taj termalni prirodni izvor je bio izdašnosti 0,2 l/s, temperature vode 30°C.

U geološkog gradi terena učestvuju uglavnom heterogene gornjokredne flišne tvorevine: laporci, peščari, konglomerati, krečnjaci (sl. 13). Zapadno od banje su zastupljeni paleozojski kristalasti škriljci, čiji je kontakt sa flišnom serijom tektonski, duž veće dislokacije. Rajčinovića potok je upravo usekao svoje korito duž ovog raseda, a termalna voda, prema mišljenju nekih istraživača, koristi rased da bi iz dubine dospela na površinu terena. Usput se meša sa običnim podzemnim vodama i rashlađuje. Severno od banje su relativno prostrane mase piroklastita i kvarclatita.



Sl. 13 - Geološka karta područja Rajčinovića banje (Mojsilović i dr., 1980)
1 - aluvijalni nanos, 2 - pliocenski sedimenti, 3 - bazalti, 4 - kvarclatiti, 5 - piroklastiti, 6 - senonske flišne tvorevine, 7 - jurska dijabaz-rožnačka formacija, 8 - srednjotrijaski krečnjaci i dolomiti, 9 - ultramafiti, 10 - paleozojski kristalasti škriljci, 11 - rased, 12 - čelo kraljušti, 13 - izvor termalne (mineralne) vode

Fig. 13 - Geological map of Rajčinovića banja area (Mojsilović et al., 1980)
1 - alluvial deposit, 2 - Pliocene sediments, 3 - basalte, 4 - quartzlatite, 5 - pyroclastite, 6 - Senonian flysch rocks, 7 - Jurassic Diabase-chert formation, 8 - Middle Triassic limestones and dolomites, 9 - ultramafites, 10 - Paleozoic crystalline schists, 11 - fault, 12 - front of overthrust, 13 - thermal (mineral) spring

Pojava termomineralne vode je lokalizovana na granični pojas izmedu Drinsko-ivanjičkog elementa i Eksterne vardarske subzone. Uporedne hemijske analize izvora su pokazale veliku sličnost sastava voda hladnog i termalnog izvora, tako da se može pretpostaviti da oba izvora vode poreklo iz iste hidrogeološke strukture. Vode

su izrazito HCO_3-Na tipa, ugljenokisele, a razlike se uočavaju u ukupnoj mineralizaciji i radioaktivnosti.

Hladna mineralna voda (temperature oko 20°C), ukupne je mineralizacije 5,63 g/l, pH-6,8. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na^+	1470,0	Sr	5,00	Cr	0,005
HCO_3'	3850,0	K^+	29,0	Li	1,72	Ag	0,005
Cl'	185,0	Ca^{++}	50,0	Cu	1,48	Hg	0,0004
SO_4"	2,0	Mg^{++}	15,0	Zn	0,83		
F'	6,0	NH_4^+	0,1	Cs	0,50		
Br'	0,1	Fe_2O_3	0,6	Rb	0,39		
J'	0,0	Al_2O_3	3,63	Ba	0,05		
HPO_4"	1,5	HBO_2	55,0	Mn	0,034		
$HAsO_4$"	0,0	SiO_2	25,0	Ni	0,020		

Topla mineralna voda je nešto niže ukupne mineralizacije - 2,99 g/l, pH - 6,6. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na^+	572,0	Li	2,62
HCO_3'	1930,0	K^+	236,0	Sr	2,10
Cl'	126,0	Ca^{++}	65,0	Rb	0,393
SO_4"	2,0	Mg^{++}	15,0	Cs	0,288
F'	5,2	NH_4^+	0,1	Ba	0,210
Br'	0,0	Fe_2O_3	0,45	Mn	0,045
J'	0,0	Al_2O_3	1,94	Cr	0,005
HPO_4"	0,4	HBO_2	48,0	Cu	0,002
$HAsO_4$"	0,0	SiO_2	45,0	Hg	0,0002

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid, a sadržaj rastvorenog gasa u nekim izvorima dostiže 1,0 g/l. Sadržaj H_2S u toploj vodi iznosi 1,0 mg/l, dok je u hladnoj vodi 0,5 mg/l. Od radioaktivnih elemenata, sadržaj Rn i U je nizak: 9,2 Bq/l i 0,0013 mg/l, ali je sadržaj Ra povišen - do 1,18 Bq/l u hladnijoj mineralnoj vodi. Apsolutna starost vode iznosi 29600 ± 1600 godina (bušotina Rb-3; Perić, Milivojević, 1990).

Prva hidrogeološka istraživanja u banji su izvedena 1954/55 godine, kada je izbušeno 19 plitkih istražnih bušotina. Dobijeno je oko 1,9 l/s termomineralne vode, temperature 38-42°C. U toku kasnijih istraživanja (period 1975-79), izbušeno je 6 dubljih istražnih bušotina, dubine do 350 m (Protić, Đalović, 1979). Ovim bušotinama se dosegla podina flišne serije, odnosno kristalasti škriljci, ali nisu postignuti bolji rezultati u pogledu temperature vode u odnosu na prethodna istraživanja. Rezultati su pokazali da se u okviru kredne naslage ne mogu očekivati značajniji akviferi termomineralne vode.

Istraživanja do 1986. godine, kada je u području banje izbušeno niz novih bušotina i do 500 m dubine, samo su potvrdila iznetu konstataciju. Najbolji rezultati su dobijeni na bušotini Rb-5: količina vode na samoizliv je bila 1,44 l/s, temperatura vode 40,3°C (Đalović, 1986a). Ta se bušotina nalazi na oko 30 m severno od banjskog kupatila.

Na osnovu rezultata istraživanja i hidrogeohemijskih indikacija, može se istaći povezanost termalne vode sa akviferima u okviru vulkanogenog kompleksa, odnosno pretpostavka da je ležište termomineralne vode Rajčinovića banje formirano u paleovulkanskoj kalderi severno od banje. Na to ukazuje i podataka da su najbolji rezultati postignuti na bušotini Rb-5, koja je severno od banje; da su bušotine zapadno mahom negativne, a južnije da je veliki međusobni uticaj bušotina; da se ispod fliša ušlo u vodonepropusne kristalaste škriljce. Međutim, u banji su zastupljene i hladne mineralne vode, veće ukupne mineralizacije u odnosu na termalne. Te hladne vode su vezane, izgleda, delom za metamorfite zapadno od banje, u kojima se vrši generisanje gasa CO_2 procesima termometamorfizma izazvanih utiskivanjem izvesne (skrivene) mase granitoida.

Termomineralna voda se, zbog povećanog sadržaja ugljendioksida, koristi za piće, ali i za kupanje. Balneološka primena je u lečenju oboljenja organa za varenje, jetre, žučnih puteva, bubrega i mokraćnih puteva. Kako je lečilište u stalnoj autobuskoj vezi sa Novim Pazarom, broj kupanja u toku dana dostiže 500. Nedeljom i praznikom banju posećuje više od 3500 izletnika, uglavnom iz okoline.

Za smeštaj banjskih gostiju postoje dva paviljona sa 55 ležaja, a seoska domaćinstva omogućuju smeštaj još 200 gostiju. Blizina Novog Pazara i velikog broja spomenika kulture iz srednjovekovne Srbije (Ras, Petrova crkva, Đurđevi stupovi, Studenica, Sopoćani), čini da izletnička funkcija lečilišta postaje sve značajnija u odnosu na balneološku ulogu.

Novopazarska banja

Novopazarska banja se nalazi oko 3 km SI od Novog Pazara, u dolini Banjske reke, desne pritoke Raške. To je severozapadno podnožje planine Rogozne (1504 m). Nadmorska visina banje je 504 m, a prijatno podneblje čini da banja važi i kao klimatsko lečilište.

Do banje se dolazi od Beograda ili Priština ibarskim putem ili železničkom prugom do Raške, pa asfaltnim putem dolinom reke Raške ka Novom Pazaru. Pored veze sa ibarskom magistralom, banja se preko Ribarića vezuje za kontinentalni deo jadranske magistrale i tako za Podgoricu.

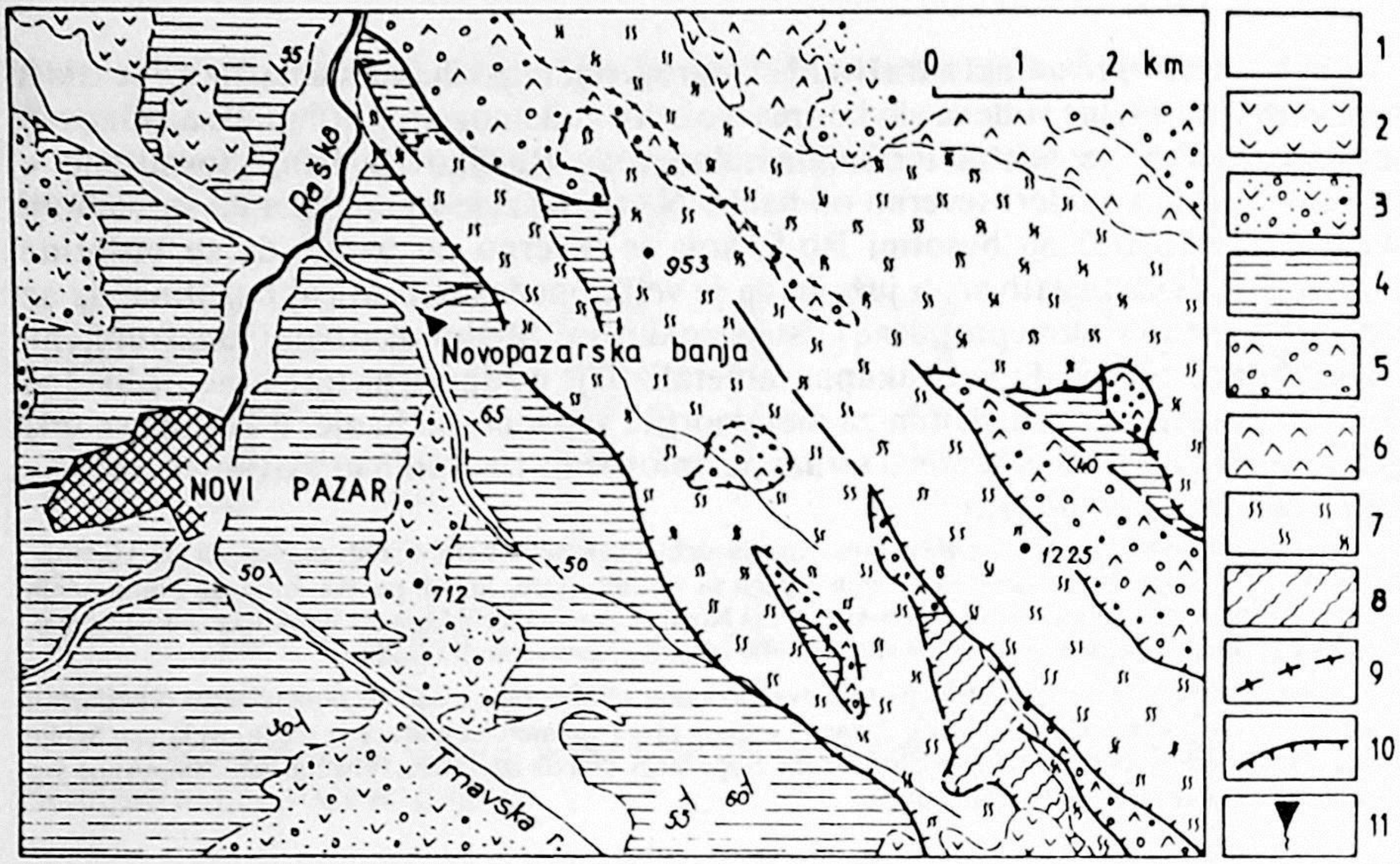
Termomineralne vode Novopazarske banje su koristili stari Rimljani, koji su prvi kaptirali ove izvore. U srednjem veku bilo je tu poznato lečilište srpske Raške, pogotovu što se nalazilo uz središte države - stari grad Ras. Razvoj moderne banje datira od 1949. godine, kada se ona proširuje i uređuje, podižu stambeni objekti i stacioinar Reumatološkog centra. Zavod za lečenje i rehabilitaciju obolelih od miopatije i neuromiopatije poseduje svoj bazen i 22 kada sa kapacitetom od hiljadu kupanja dnevno, kao i sobe sa 200 ležaja koje su neposredno spojene sa kupatilom. Banja je postala jedan od najvećih centara za lečenje distrofičara.

Glavni prirodni termalni izvor u banji je temperature 54°C, sa mineralizacijom vode oko 1,7 g/l, izdašnosti 1,01 l/s. U banji, inače, postoji više termalnih izvora (ukupno 14), mahom niske izdašnosti, raspoređenih u jednoj zoni pružanja SZ-JI (Dimitrijević, 1975). Na nekim izvorima se oseća miris H_2S, a i voda ostavlja beo talog od jedinjenja sumpora. Sadržaj H_2S u gasovima termalne vode iznosi do 9,5 mg/l (6%).

Pojavljivanje termalne vode je iz gornjokrednih flišnih sedimenata (sl. 14), koji su u predelu banje skoro vertikalnog položaja slojeva. Stoga se mislilo da termalna voda iz dubljih akvifera struji duž međuslojnih i drugih pukotina do površine terena, odnosno da je termalna voda vezana za relativno uski i izduženi mezozojski sinklinorijum pravca pružanja SZ-JI, tačnije za trijaske krečnjake u bazi tog sinklinorijuma.

Termomineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineraizacije 1,7 g/l, pH-6,8. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani(mg/l).

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot - 70,05% zapreminski, dok je sadržaj rastvorenog CO_2 - 176 mg/l (Dimitrijević, 1975). Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra - 0,28 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski: 9,25 Bq/l i 0,0006



Sl. 14 - Geološka karta područja banje (Urošević i dr., 1973b)
1 - aluvijalni nanos, 2 - vulkaniti, 3 - piroklastiti, 4 - senonski fliš, 5 - jurska dijabaz-rožnačka formacija, 6 - gabro, 7 - peridotiti i serpentiniti, 8 - amfibolitski paleozojski škriljci, 9 - dijapirski kontakt, 10 - čelo kraljušti, 11 - termomineralni izvor

Fig. 14 - Geological map of spa area (Urošević et al., 1973b)
1 - alluvial deposit, 2 - volcanic rocks, 3 - pyroclastite, 4 - Senonian flysch, 5 - Jurassic Diabase-chert formation, 6 - gabbro, 7 - peridotite and serpentinite, 8 - Paleozoic amphibolite shists, 9 - diapiric contact, 10 - front of overthrust, 11 - thermomineral spring

CO_3''	0,0	Na^+	378,0	Li	1,357
HCO_3'	1170,0	K^+	10,5	Sr	0,653
Cl'	42,0	Ca^{++}	35,0	Rb	0,218
SO_4''	16,0	Mg^{++}	27,0	Cs	0,160
F'	1,6	NH_4^+	0,5	Ba	0,052
Br'	0,0	Fe_2O_3	0,15	Mn	0,026
J'	0,0	Al_2O_3	0,88	Cr	0,003
HPO_4''	0,2	HBO_2	12,0	Cu	0,001
$HAsO_4''$	0,0	SiO_2	45,0	Hg	0,0003

mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi 20000 ± 500 godina (Perić, Milivojević, 1990). Mnogi hidrogeohemijski geotermometri, posebno oni na bazi sadržaja SiO_2, indiciraju temperaturu vode u primarnom ležištu veću od 100°C.

Tokom 1983. godine izbušena je u banji istražna bušotina dubine 141 m (Milovanović, 1983). Ona je u celini bušena kroz sedimente fliša, a rezultati bušenja su bili sledeći: količina vode na samoizliv 0,02 l/s, temperatura vode 30°C, a voda HCO_3-Ca,Mg sastava.

Da bi se probušila flišna naslaga, izvedena je 1990. godine bušotina NB-1,

dubine 1507 m (Milivojević i dr., 1990a). I ova bušotina je u celini izbušena kroz flišnu naslagu, ali njome nije otkriveno ležište termalne vode. Na dubini 62-64 m, temperatura stene je iznosila 60°C, da bi posle dubine 64 m počela da opada, i na 240 m dubine iznosila 55°C. Od 240 do 560 m dubine, slojna temperatura je rasla od 55 do 57°C, a zatim je temperaturni porast konstantan i lagan, pa je na dubini 1400 m izmerena slojna temperatura od 63,3°C.

Hemizam termalne vode, kao i odgovarajući hidrogeohemijski proračuni, indiciraju da akvifer primarnog ležišta izgrađuju nekarbonatne stenske mase. Isto tako, sadržaj određenih mikroelemenata u vodi (Li, Rb, Ca, Sr i drugi) ukazuje na izvesnu povezanost termalne vode sa produktima (i procesima) vulkanizma, pa je termalna voda i u klasifikaciji V.Vujanovića i M.Teofilovića (1983a) uvrščena u grupu "vulkanskih voda šumadijskog tipa". Stoga se sa velikom verovatnoćom pretpostavlja da je primarni akvifer termalne vode u okviru vulkanogenog komlpeksa Rogozne, odnosno da je ležište formirano u paleovulkanskoj kalderi kao najpovoljnijoj hidrogeološkoj strukturi sa aspekta mogućnosti akumuliranja termalnih voda.

Banjski gosti u Novopazarskoj banji odsedaju u stacionaru za distrofičare i dva stambena paviljona sa 60 ležaja, zatim hotelu i u privatnom smeštaju. Ovde se sprovodi lečenje pacijenata od reumatičnih oboljenja, išijasa, ginekoloških bolesti, kožnih bolesti, posledica povreda i drugo. Terapija je pijenjem vode i kupanjem. U Malom kupatilu leče se srčani bolesnici, koji ne podnose visoku temperaturu vode Glavnog kupatila. Glavno kupatilo, sa 4 kade, u vezi je sa sobama i restoranom, pa je lečenje moguće i zimi.

Leti je banja sva u zelenilu, sa prostranim parkom i alejama. Banjska ekonomija, na čijem je zemljištu većina termalnih izvora, koristi toplu vodu i za gajenje povrća.

U novije vreme broj korisnika banjskih usluga je između 3000 i 4000. Računajući prolazne goste i izletnike iz Novog Pazara, godišnja poseta dostiže 90000. U stacionaru Zavoda za lečenje i rehabilitaciju godišnje se ostvari oko 30000 noćenja. Uz rekreativnu i izletničku funkciju lečilišta, broj posetilaca banje se stalno povećava.

U okolini banje postoji više prirodnih i kulturno-istorijskih znamenitosti. Na planini Rogozni su egzotične paleovulkanske kupe, među kojima se ističe Jeleč-grad (1262 m), kupa sa ruinama istoimenog srednjovekovnog grada iz XII veka. Nedaleko od banje je karstno vrelo Raške, sa pećinom i hidroelektranom. U blizini su manastiri Sopoćani iz 1265. godine i Đurđevi stupovi iz 1168. godine. Ruševine starog grada Rasa, prestonice prve srpske države Raške, nalaze se na brdu Gradini iznad Pazarišta.

Lukovska banja

Lukovska banja se nalazi u istočnom podnožju Kopaonika, oko 35 km zapadno od Kuršumlije. Od sela Lukova je udaljena 1 km. Leži u kotlinskom proširenju doline gornjeg toka Lukovske reke, koja se ovde naziva Štavska reka. Kotlinica je uokvirena uzvišenjima, od kojih se na severnoj strani ističe Oštri krš (1317 m), Vrletnica na zapadu i Gradište na južnoj strani. Kotlinica je tektonska depresija, naknadno modelirana rečnom erozijom i denudacijom, sa nadmorskom visinom 680 do 690 m.

Do 1924. godine banja je bila pod šumom i utrinom. Tada je počelo krčenje šume i izgradnja banjskog naselja, i to prvo u Gornjoj banji, a kasnije i u Donjoj banji (Marković, 1980). Postoje, međutim, indikacije da su toplu vodu koristili još Rimljani, legionari koji su tu podigli naselje, o čemu svedoče vodovodne cevi i antičke ruine u Gornjoj banji. Naselje je postojalo i u srednjovekovnoj srpskoj državi, a najverovatnije i u vreme turske okupacije. Ipak, sve do 1952. godine, u banji je malo urađeno na izgradnji lečilišnih objekata. Te godine je sazidano kupatilo, jedna društvena zgrada, osnovna škola i drugi objekti, a dve godine kasnije je puštena u rad lokalna hidroelektrana. Od tada datira intenzivniji razvoj banje, pa je do sada ovde podignuto šest kupatila, sa blatnim kupatilom, još nekim pratećim objektima, ali u celini nedovoljno s obzirom kakve mogućnosti razvoja banje postoje.

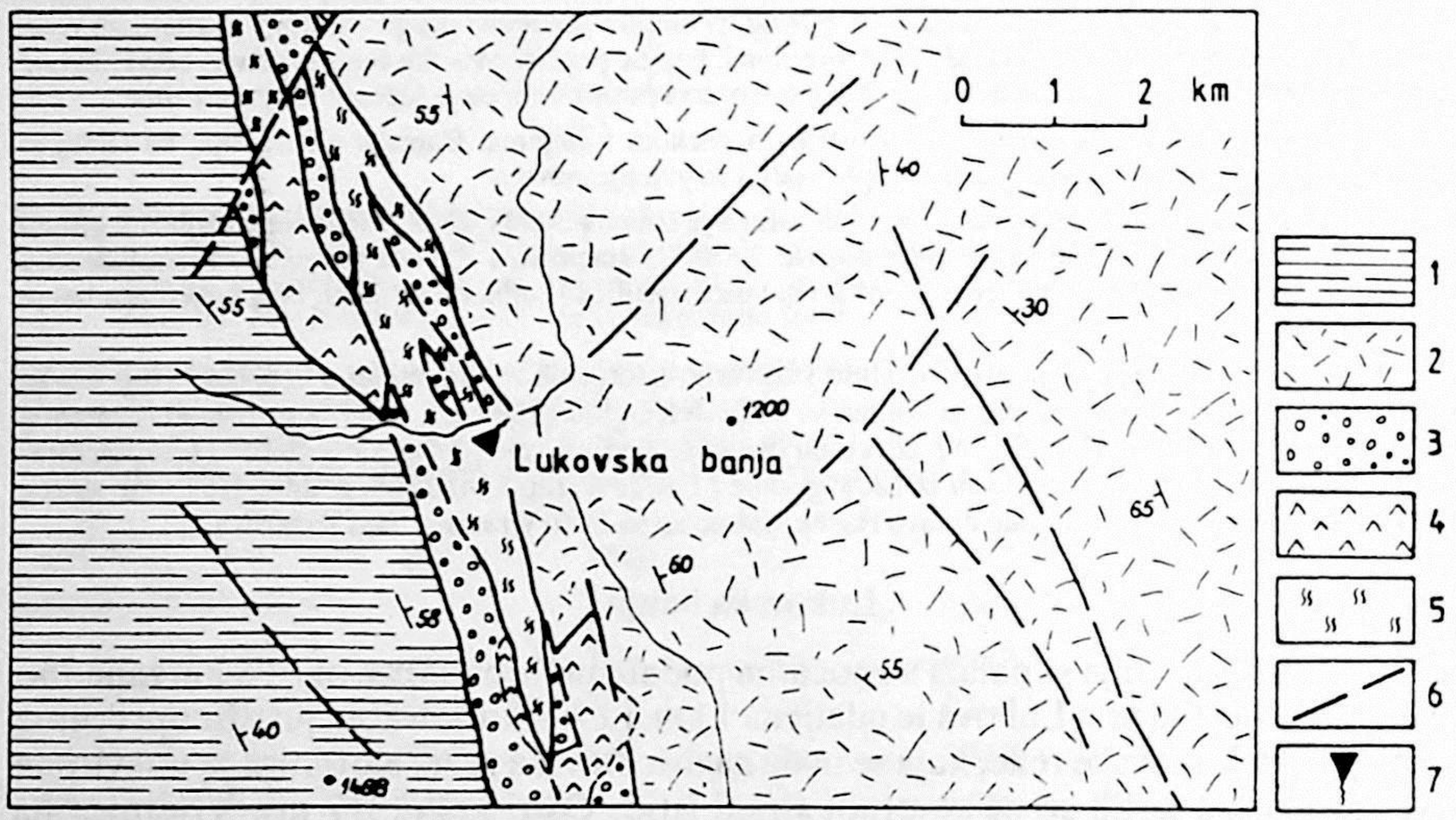
Banja se karakteriše potplaninskom klimom, gde oslobađanje značajnih količina toplote iz termalnih izvora utiče na mikroklimu banje. Sneg se u banji ne zadržava zimi, ali su zato tada česte magle. Leta su uglavnom prijatna, sa uvek svežim i čistim vazduhom. Srednja godišnja visina padavina je oko 800 mm.

Termomineralni izvori se u banji pojavljuju u vidu razbijenog izvorišta, sa obe strane Štavske reke, u jednoj zoni dužine oko 400 m. Lokalizovani su na kontakte

serpentinita, odnosno hidrokvarcita i krečnjaka. Duž raseda kojim se izlivaju, vode odlažu bigar i jedinjenja gvožđa. Pre izvođenja istražnog bušenja postojalo je 13 izvora (po nekim podacima 30), temperature vode 24-56°C, mada su neki izvori većim delom godine bili potopljeni rečnim tokom. Izvesna merenja su pokazala da je ukupna izdašnost termomineralnih izvora u Gornjoj banji oko 11 l/s, a u Donjoj banji 60 l/s (Milovanović, 1980b).

Geološka građa terena je veoma složena, tako da i rezultati dubokog istražnog bušenja nisu bitno doprineli razjašnjavanju te građe, posebno strukturnih odnosa.

U užem području banje su serpentiniti najvećeg rasprostranjenja (sl. 15). Za ove stene se pretpostavlja da su jurske starosti. Uz tvorevine jurske dijabaz-rožnačke formacije, serpentiniti grade izdužene zone između ofiolita i vulkanita na zapadu i donjokrednog fliša na istoku. Tektonskim poremećajima su zone iskidane, deformisane, pa se često određene stenske mase pojavljuju i sočivasto. Jedno veće sočivo titonskih krečnjaka se nalazi severno od banje, i na površini terena dopire do Donje banje. Zapadno od banje su otkriveni dijabazi, kao i laporci i laporoviti krečnjaci gornje krede.



Sl. 15 - Geološka karta područja Lukovske banje (Malešević i dr., 1980)
1 - senonski flišni sedimenti, 2 - donjokredni flišni sedimenti, 3 - dijabaz-rožnačka formacija, 4 - dijabazi, 5 - serpentiniti, 6 - rased, 7 - termomineralni izvor

Fig. 15 - Geological map of Lukovska banja area (Malešević et al., 1980)
1 - Senonian flysch sediments, 2 - Lower Cretaceous flysch sediments, 3 - diabase-chert formation, 4 - diabase, 5 - serpentinite, 6 - fault, 7 - thermomineral spring

Donjokredni fliš istočno od Lukovske banje je heterogenog litološkog sastava, sa preovlađivanjem peščara i alevrolita. Debljina serije je preko 500 m.

Tektonski odnosi u terenu su vrlo složeni. Markantni su longitudinalni rasedi, koji obično pripadaju reversnim, i duž kojih je došlo do reversnog kretanja u pravcu zapada i JZ. Izražena je slojevitost sedimenata: padni uglovi su strmi, a negde su slojevi skoro vertikalni. Pad je ka ISI, SI i istoku. Dolinom Lukovske reke je takođe markantan rased, pravcem I-Z, za koji se vezuju prirodni termomineralni izvori.

Kvalitet termomineralne vode lokalno varira, ali su vode najtoplijih izvora uglavnom sličnog hemijskog sastava. Voda je HCO_3-Na,Mg,Ca tipa, u kojoj je skoro ravnopravna zastupljenost katjona Na^+, Mg^{2+} i Ca^{2+}; slabog je mirisa na H_2S (sadržaj H_2S je 0,30 mg/l). Ukupna mineralizacija vode je 1,56 g/l, pH-6,8. Hemijski sastav vode je sledeći (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	161,0	Sr	0,890	Cu	0,008
HCO_3'	1067,5	K^+	10,0	Zn	0,485	Pb	0,007
Cl'	35,0	Ca^{++}	128,0	As	0,300	Ti	0,003
SO_4''	70,0	Mg^{++}	80,0	Li	0,125	Mo	0,003
F'	1,20	NH_4^+	0,6	Mn	0,063	Ni	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,75	Cs	0,042	Co	0,001
J'	0,06	Al_2O_3	0,07	Ba	0,030	V	0,001
HPO_4''	0,50	HBO_2	10,0	Rb	0,028	Sb	0,0007
$HAsO_4''$	0,60	SiO_2	60,0	Cr	0,024	Hg	0,0002

U gasnom sastavu preovlađuje CO_2 (75% zapreminski), sa sadržajem rastvorenog gasa 0,4 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-11,1 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,0008 mg/l. Apsolutna starost vode iznosi 24500 ± 900 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Hidrogeološka istraživanja u banji su započeta sedamdesetih godina, i do sada je izbušeno više istražnih bušotina. Bušeno je u Gornjoj banji (LB-3, LB-4), Donjoj banji (LB-5, IEB-6/90) i u široj okolini (LB-1, LB-2). Većina bušotina je manje dubine - do 200 m, a samo je LB-5 bušena do dubine 870 m (Jorović i dr., 1985).

Istražnom bušotinom LB-5, završenom 1984. godine, dobijeno je na samoizliv 4,6 l/s vode, temperature 61°C. Bušeno je kroz veoma heterogenu seriju dijabaz-rožnačke formacije, sa češćim intervalima serpentinita i tektonskim zonama drobljenja. Najnovijom bušotinom IEB-6/90, dubine 204 m, dobijeno je na samoizliv 16,6 l/s vode, temperature 53,5°C (Filipović i dr., 1990b). Bušotina je od 0,0-62 m bušena kroz laporce, serpentinite i krečnjake; od 62-138 m kroz silifikovane krečnjake, od 138-204 m kroz serpentinite sa proslojcima krečnjaka.

Istraživanjima nije odgonetnuta osnovna hidrogeološka struktura u kojoj se nalazi ležište termomineralne vode. Istražne bušotine su bušene u zoni pražnjenja strukture, koja je u geotektonskom pogledu na granici donjokrednog parafliša Gledića i ofiolita, pa je nepoznato da li je oblast rasprostranjenja hidrogeološke strukture istočno ili zapadno od navedene granice. Dubokim bušenjem nije dobijeno znatnije povećanje temperature vode u odnosu na prirodne izvore, a hemizam vode ukazuje na relativno duže zadržavanje termalne vode u krečnjačkim akviferima i interakciju vode sa serpentinitima (jon Mg^{2+}) i vulkanitima (primese H_2S, mikroelementi). Hidrogeološka istraživanja su nezavršena, tako da je ovde uslovno (samo na osnovu hemizma vode) prihvaćeno da je ležište termalne vode u okviru vulkanita zapadno od banje. Reversnim kretanjem jurskih i krednih stenskih masa ka zapadu, najverovatnije je prekriven vulkanogeni akvifer.

Termomineralna voda u Lukovskoj banji se koristi u balneoterapiji uglavnom kupanjem. Međutim, lečilište nije dobro uređeno, a lekovito dejstvo vode nije dovoljno medicinski proučeno. Stoga je banja, iako cenjena i bogata termalnim izvorima, slabo posećena. Lečilište mahom posećuju reumatičari i nervni bolesnici. U banji nema hotelskih objekata. Smeštaj gostiju je u privatnim kućama, kamp-kućicama DP "Planinka" iz Kuršumlije, i ugostiteljskom objektu koji ujedno omogućuje ishranu oko 300 posetilaca.

Do I sv. rata, godišnja poseta u banji je, prema proceni, iznosila oko 1500 bolesnika, a posle II sv. rata, poseta je oscilirala između 500 i 1600 gostiju godišnje.

Banja je veoma pogodnih uslova za razvoj rekreativnog, odmarališnog turizma. Desetak kilometara od banje, u Jelaku, već je podignuto prvo radničko odmaralište u ovom kraju. Sama banja, sa nadmorskom visinom od oko 700 m, naša je najviša banja.

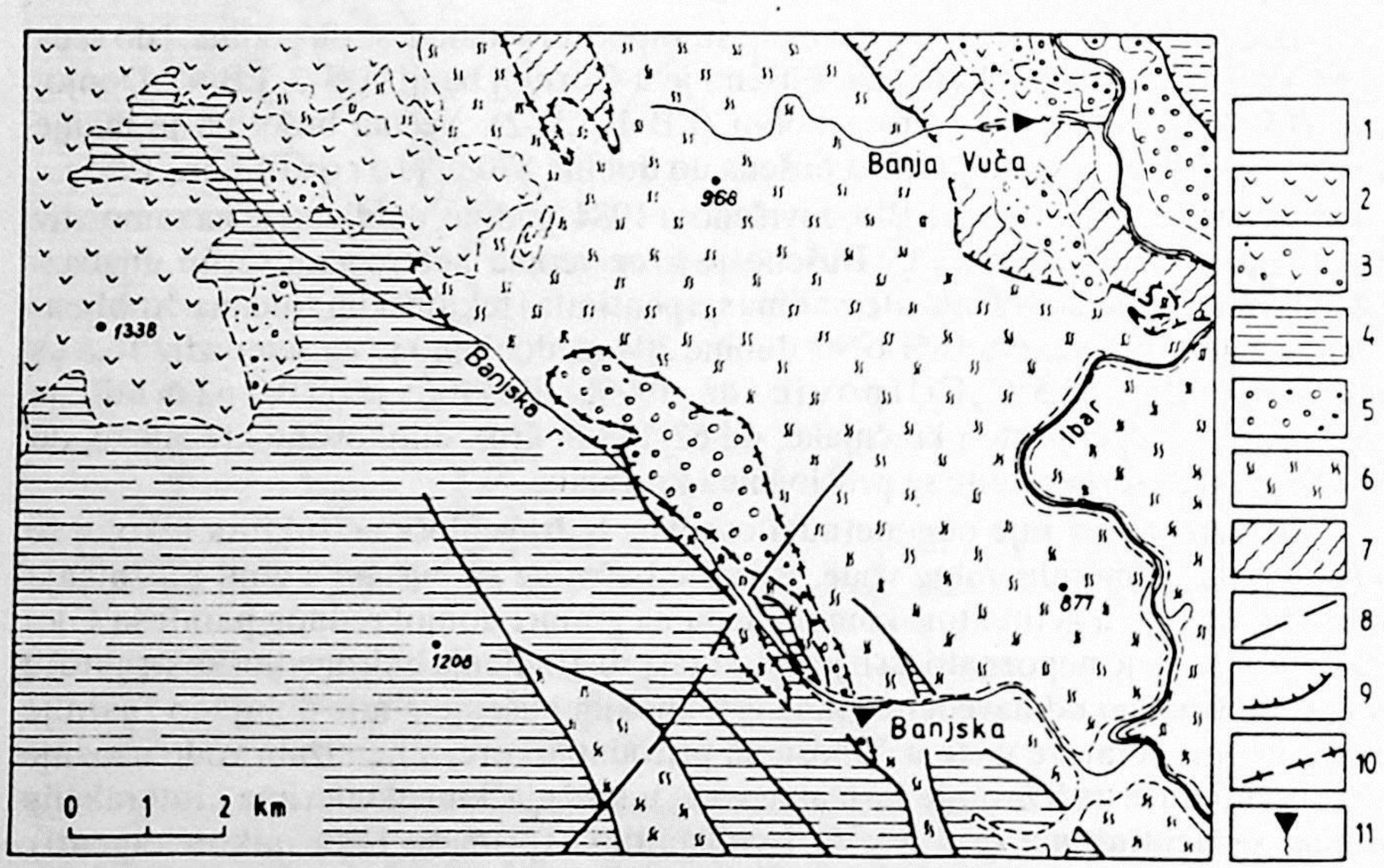
Banjska

Termalni izvori se pojavljuju u selu Banjska, na oko 15 km SZ od Kosovske Mitrovice, po kojoj se lečilište naziva i Mitrovička Banjska. Banja je u jugoistočnom podnožju planine Rogozne (1504 m), na 540 m nadmorske visine. Pristup do Banjske je od istoimene železničke stanice (5 km) na ibarskoj pruzi, ili autobusom od Kosovske Mitrovice takođe uz prugu i put Kraljevo - Priština.

Banjska je poznata kao lečilište još iz turskog vremena, ali je veći razvitak ostvaren tek posle 1945. godine. Smeštena ispod visokih vrhova Rogozne, banja je subalpskog podneblja, pa se koristi i kao klimatsko lečilište. Nalazi se u morfološki sličnom terenu kao i Novopazarska banja, a te dve banje karakteriše termalna voda skoro identičnih fizičko-hemijskih odlika.

Pojavljivanje termalne vode je uz veliku rasednu strukturu, koja se zapaža duž kontakta senonskog fliša (na zapadu) i ultrabazita (na istoku i severoistoku). Duž tog reversnog raseda mogu se zapaziti različite hidrotermalne promene okolnih stenskih masa. Geološki sastav šireg područja banje je prikazan u sl. 16.

U banji postoji više termalnih izvora, od kojih su veći kaptirani. Temperatura



Sl. 16 - Geološka karta područja Banjske (Urošević i dr., 1973b; Bogdanović i dr., 1982)
1 - aluvijalni nanos, 2 - daciti i andeziti, 3 - piroklastiti, 4 - senonski fliš, 5 - dijabaz-rožnačka formacija, 6 - serpentiniti, 7 - paleozojski gnajsevi i mikašisti, 8 - rased, 9 - čelo kraljušti, 10 - dijapirski kontakt, 11 - termomineralni izvor

Fig. 16 - Geological map of Banjska area (Urošević et al., 1973b; Bogdanović et al., 1982)
1 - alluvial deposit, 2 - dacite and andesite, 3 - pyroclastite, 4 - Senonian flysch, 5 - Diabase-chert formation, 6 - serpentinite, 7 - Paleozoic gneisses and micashists, 8 - fault, 9 - front of overthrust, 10 - diapiric contact, 11 - thermomineral spring

vode je 31,5-54°C. Glavni izvor je kaptiran u vidu betonske komore sa prelivima; izdašnost izvora je 2,5 l/s (Dimitrijević, 1975).

Termomineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,36 g/l, pH-6,7. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	300,0	Li	0,44	Ni	0,004
HCO_3'	806,0	K^+	11,0	Ba	0,17	Cr	0,003
Cl'	99,4	Ca^{++}	38,0	Sr	0,10	Co	0,003
SO_4''	70,0	Mg^{++}	28,5	Mn	0,050	Cu	0,003
F'	2,50	NH_4^+	1,2	Rb	0,030	Ti	0,003
Br'	0,07	Fe_2O_3	0,15	Zn	0,027	Mo	0,003
J'	0,07	Al_2O_3	5,60	Pb	0,020	Cd	0,0004
HPO_4''	0,05	HBO_2	3,0	Cs	0,008	Ag	0,0003
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	75,0	As	0,005	V	0,0002

Prema gasnom sastavu, voda je pretežno azotna, sa sadržajem rastvorenog CO_2 od 0,27 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-3,7 Bq/l, ra-0,17 Bq/l, U-0,0016 mg/l.

Hemizam termomineralne vode je toliko sličan hemizmu voda Novopazarske banje kao da te dve grupe izvora potiču iz istog ležišta. Stoga se i za termomineralnu vodu Banjske, a na osnovu hidrogeohemijskih proračuna, pretpostavlja da potiče iz akumulacije koja se nalazi u okviru vulkanita Rogozne.

Termalna voda se koristi za kupanje i lečenje pijenjem. Indikacije su bolesti lokomotornog aparata, odnosno reumatizam, neuralgije, naročito išijas, i kožne bolesti. Lečilište raspolaže sa dva bazena i nekoliko kada. Pored smeštaja u domaćinstvima sela, postoji banjski hotel sa 30 ležaja, sanatorijum sa 80 postelja.

U banji je 1936. godine registrovano 1550 gostiju. Lečilište je 1954. godine posetilo 2877 bolesnika, a u novije vreme ta poseta dostiže 3500 gostiju godišnje.

Okolina banje je pogodna za izlete i rekreativni odmor. U blizini je srednjovekovni grad Zvečan, grad Jeleč na paleovulkanskoj kupi na Rogozni, sa izvanrednim vidikovcima.

Banja Vuča

Termalni izvor između sela Vuče i Grkaje se nalazi na levoj dolinskoj strani Ibra, tačnije u dolini Grkajske reke pri njenom ušću u Ibar. Selo je na istočnom podnožju planine Rogozne, udaljeno oko 24 km od N. Pazara ka JI. Nadmorska visina izvora je oko 520 m.

Pojava termalne vode je u terenu izgrađenom od vulkanogenih tvorevina, dijabaz-rožnačke formacije, krednog fliša i proterozojskih metamorfita, dok su zapadnije od izvorišta otkrivene velike mase peridotita (sl. 16). Izvor se pojavljuje iz krečnjaka, koji su u tektonskom kontaktu između metamorfita i krednog fliša. On je izdašnosti 0,8 l/s, temperature vode 30,0°C. Na izvoru se oseća miris na H_2S, ali je sadržaj ovog gasa u vodi do 0,5 mg/l.

Termalna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,30 g/l, pH-8,4. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna (98% zapreminski). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-4,8 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,001 mg/l.

Sadržaj određenih komponenata u vodi (jonski sastav, nizak sadržaj Ca^{2+} i Mg^{2+}), indicira da glavni akvifer termalne vode mogu biti vulkanogene tvorevine, dok nizak sadržaj SiO_2 i određenih mikroelemenata upućuju na krečnjačke akvifere. Ovde

CO_3''	144,0	Na^+	128,0	Mn	0,30	Li	0,006
HCO_3'	0,0	K^+	2,5	Zn	0,10	Co	0,006
Cl'	25,0	Ca^{++}	0,0	Pb	0,07	As	0,005
SO_4''	2,0	Mg^{++}	0,0	Ni	0,04	Mo	0,004
F'	0,10	NH_4^+	0,8	Ba	0,03	Cs	0,002
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,30	Sr	0,02	Cd	0,0008
J'	0,05	Al_2O_3	6,90	Cr	0,014	Ag	0,0005
HPO_4''	0,05	HBO_2	0,4	Rb	0,010	Sb	0,0003
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	7,0	Ti	0,010	Sn	0,0002

je data prednost prvoj pretpostavci, mada se ne može isključiti mogućnost postojanja i ležišta termalne vode ispod naslage dijabaz-rožnačke formacije u krečnjacima trijaske starosti. Preciznije tumačenje zahteva, naravno, dodatna ispitivanja.

Prolom banja

Prolom banja se nalazi u gornjem toku Prolomske reke, desne pritoke Kosanice, na oko 11 km od motela "Rudare" i regionalnog puta Kuršumlija - Priština. Leži na 630 m nadmorske visine, te se ubraja u najviše naše banje. Okružena je sa svih strana planinskim vrhovima, od kojih je najviši vrh Radana (1406 m). Kroz banju je duboko usekla svoju dolinu Prolomska reka, dajući glavne crte morfologiji tog dela terena.

Do banje se može doći asfaltnim putem Niš - Prokuplje - Priština (skretanje kod motela "Rudare"), ili železunicom do motela "Rudare" gde je lokalna stanica na pruzi Niš - Priština.

Pretpostavlja se da su termalni izvori Prolom banje korišćeni u lečilišne svrhe još u antičko doba. Prvi pisani trag o njima, međutim, nalazi se u izveštaju D. Micića, okružnog fizikusa Okruga topličkog, koji je 1906. godine upućen Sanitetu Ministarstva unutrašnjih dela Kraljevine Srbije (M a ć e j k a , 1987). No sve do pred II sv. rat, banja je bila nepoznata, izuzev u svojoj okolini, a ipak je tokom leta 1939. godine u njoj bilo preko 2000 posetilaca, koji su se lečili od stomačnih, kožnih i reumatičnih bolesti. Tek se sa posleratnom izgradnjom asfaltnih puteva, Prolom banja našla u blizini većih saobraćajnica, što je doprinelo brzom povećanju banjskih gostiju, posebno onih koji su zahvatali vodu u veće posude i nosili je kući radi sopstvene upotrebe ili prodaje. Od 1956. godine naglo raste publicitet i poseta u ovoj tada "divljoj" banji - u njoj je 1960. godine bilo samo nekoliko kuća i mnogo koliba, improvizovanih skloništa banjskih pacijenata. Glavni izvor je kaptiran u česmu 1963. godine, kada je podignuto i kupatilo sa 3 bazena; 1968. je sagrađen hotel "Radan" sa 28 ležaja, i banja je zvanično otvorena. Međutim, status prirodnog lečilišta je stekla 1977. godine, jer su lekari dugo odbijali da je prihvate kao banju, pošto nisu mogli da objasne fenomen lekovitosti njene vode.

Litološki sastav terena je vrlo jednostavan - u građi šireg područja banje učestvuju vulkaniti Lečkog kompleksa: andeziti, piroklastiti, aglomerati, vulkanske vreče i slično.

U banji je postojao prirodni termalni izvor, tzv. "glavni izvor", izdašnosti 0,15 l/s, temperature vode 26,4°C. Izvor je bio kaptiran za potrebe banje, ali je nakon izrade obližnjih istražnih (a potom i eksploatacionih) hidrogeoloških bušotina, presušio. Zapadno od ovog, nalazio se i termalni izvor u selu Pupavce, izdašnosti 0,2 l/s, temperature 26°C.

Termalna voda je bez izrazitog mirisa i ukusa, specifičnog hemijskog sastava, koji je isti za vodu iz istražnih bušotina i vodu prirodnog termalnog izvora. Ta specifičnost se ogleda, pre svega, u izuzetno niskoj ukupnoj mineralizaciji vode (0,22 g/l), pa ipak su o njenom lekovitom dejstvu ispredane razne priče, kako "leči sve

boljke". U nesrazmeri sa ukupnom mineralizacijom je visok sadržaj SiO_2 - do 60 mg/l. Voda je HCO_3-Na tipa, pH-9,0. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	24,0	Na^+	48,4	Sr	0,028	Cu	0,001
HCO_3'	79,3	K^+	0,2	As	0,010	Pb	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	4,0	Zn	0,005	Hg	0,0005
SO_4''	2,0	Mg^{++}	0,0	Cr	0,005	Cs	0,0002
F'	0,20	NH_4^+	0,1	Mo	0,001		
Br'	0,03	Fe_2O_3	0,30	Li	0,001		
J'	0,01	Al_2O_3	0,03	Rb	0,001		
HPO_4''	0,05	HBO_2	0,50	Ba	0,001		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	60,0	Mn	0,001		

U gasnom sastavu preovlađuje azot. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-19,2 Bq/l, Ra-0,07 Bq/l, U-0,0033 mg/l. Apsolutna starost termalne vode iznosi 1350 ± 90 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Tokom 1981-82. godine, izvedena su u banji hidrogeološka istraživanja, u okviru kojih je izvršeno geoelektrično sondiranje terena i bušenje 3 istražne bušotine (Protić, 1982). Bušeno je do 160 m dubine maksimalno, kroz andezite ispresecane pukotinama i uz povećanje samoizliva vode kako je povećavana dubina bušenja. Ukupno je dobijeno na samoizliv 6,0 l/s termalne vode, temperature do 3,8 bara. Kasnije je ovde izbušena i bušotina B-4, dubine 200 m, naknadno produbljena do 350 m (Stanković, Stanković, 1985). Takođe je produbljena bušotina B-3 do dubine 500 m, ali nisu dobijeni bolji rezultati u odnosu na prva bušenja.

U lokalnosti "Pupavac" (kota terena 578 m), izbušena je 1986. godine istražna bušotina BP-5, dubine 200 m (Čubraković, 1987). Bušotina je bušena kroz andezite, a po njenom završetku izmeren je samoizliv od 6,6 l/s vode, temperature 30,5°C. Pritisak u bušotini je iznosio 9,5 bara. Izlivanje vode se odrazilo na opadanje nivoa u bušotini B-3 za 1,34 m.

Lecki vulkanogeni kompleks je složene strukture. U njemu su odavno uočene paleovulkanske kaldere: gajtanska, đavoljevaroška u tularska, od kojih je đavoljevaroška dijametra oko 25 km (Jovanović i dr., 1972). Mnoge indikacije ukazuju da je ovde zastupljen rezurgentni (ponovo oživljavani, reaktivirani) tip kaldere, karakterističan za krupne masive. U takvim strukturama je kalderski blok nakon prvobitnog tonjenja bio izdizan do obrazovanja strukturne kupole, unutar koje su kasnije formirane nove kupe, kaldere, pa u krajnjem složena forma paleovulkanske kaldere se ocrtava kao u slici 17. Indikacije rezurgentnog vulkanizma su kvarcno-brečaste zone, duž kojih je došlo do intenzivnih hidrotermalnih promena stena. Ove zone se u terenu manifestuju u vidu rifova i mestimično su otkrivene po grebenima brda. Nakon završene vulkanske aktivnosti, u području je regionalno izdizanje terena dostiglo značajan stepen. Intruzijom magme je formirana široka doma, što je uslovilo karakteristično polukružno oblikovanje rečnih dolina Toplice i Tularske reke (Jablanice). U vulkanitima kalderske strukture je formirano ležište termalne vode, iz kojeg potiču termalni izvori Prolom banje, Kuršumlijske banje, a verovatno i Sijarinske banje.

U Prolom banji se lečenje obavlja pijenjem vode, hidroterapijom (kupanjem u kadi, bazenu), peloidoterapijom, elektroterapijom i drugim terapijama. Postoje posebni programi za bioelektrično toni-

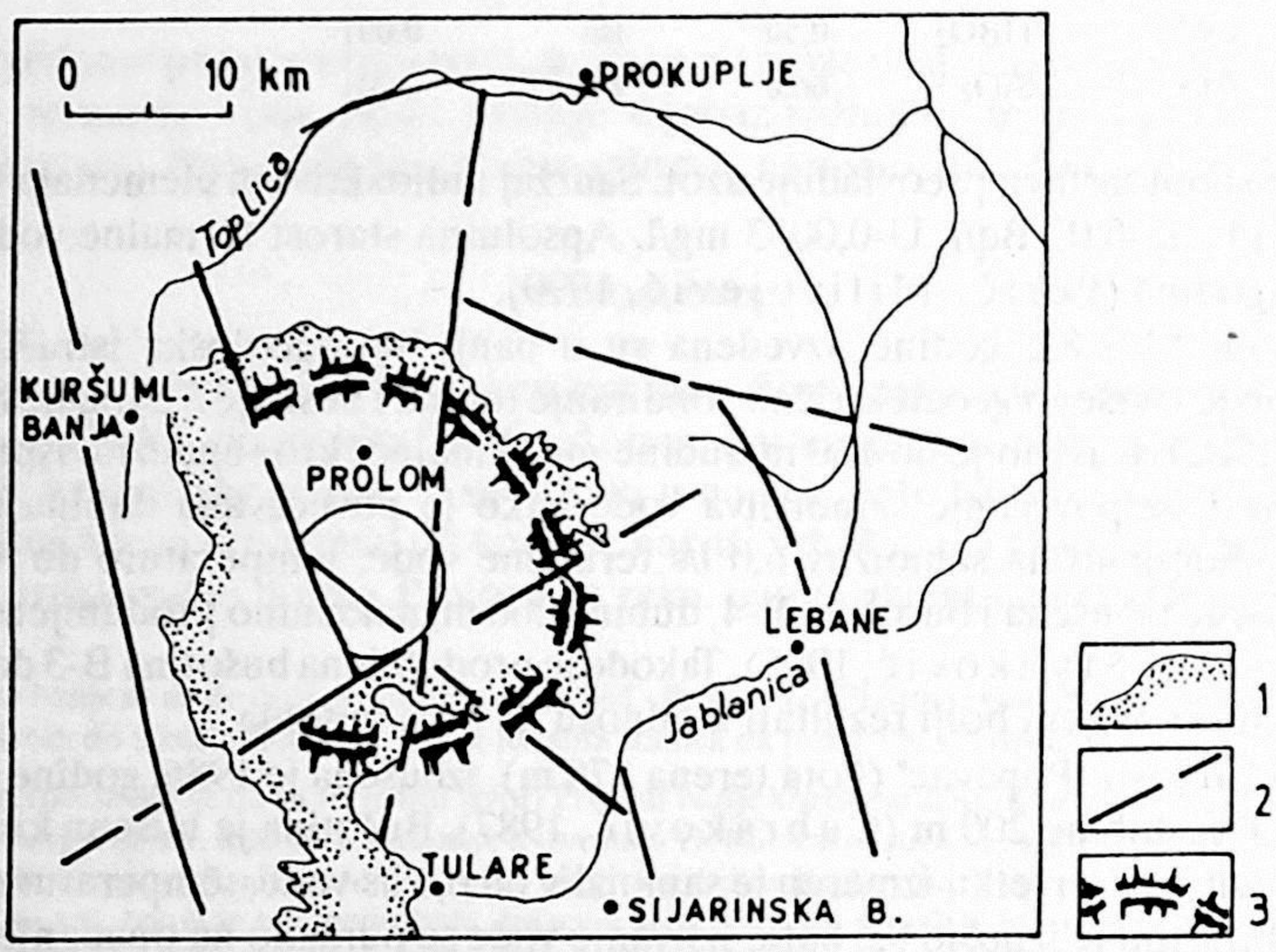
ranje lica - ispravljanje bora s lica i nadlanica; vraćanje licu mladalačkog sjaja i mekoće, kompleksna terapija celulita i slično.

Organizaciju lečenja vrši Prirodno lečilište "Prolom banja".

Medicinske indikacije vode: bolesti organa za varenje (gastritis, ulkus, zapaljenje žuči i žučnih puteva, katar creva i slično), bolesti lokomotornog aparata (zapaljivi i degenerativni reumatizam), kardio-vaskularne bolesti, bolesti krvnih sudova, neurološka oboljenja, ginekološka oboljenja, kožne bolesti, anemije i drugo. Za upotrebu vode nema kontraindikacija.

Banju je 1976. godine posetilo preko 8000 bolesnika, koji su ostvarili preko 100.000 noćenja. U sezoni 1974., poseta je takođe premašila cifru od 8000.

Smeštaj gostiju je omogućen u hotelu "Radan" (B kategorije) sa 436 postelja, dok se u privatnom aranžmanu može smestiti oko 1700 gostiju.



Sl. 17 - Složena kaldera Leckog andezitskog kompleksa (prema N. Stanić, 1993)
1 - vulkanogeni kompleks, 2 - razlomne strukture regionalnog značaja, 3 - konture kaldere

Fig. 17 - Complex caldera of andesite massif of Lece (author N. Stanić, 1993)
1 - volcanic complex, 2 - fault structures of regional significance, 3 - contour of caldera

Kuršumlijska banja

Kuršumlijska banja se nalazi u topličkom kraju - Kosanici. Od Kuršumlije je udaljena 11 km ka JZ, od Niša 73 km. Leži na 442 m nadmorske visine, u podnožju poznatog prevoja Prepolac. Sastoji se od Donje banje u dnu kotlinice, kod ušća Prepolačkog i Krtočkog potoka u Banjsku reku (desnu pritoku Toplice), i Gornje banje na levoj, nižoj i blaže nagnutoj dolinskoj strani Banjske reke, na rečnim terasama 6-14 m relativne visine. Mikroklima lečilišta je ugodna, jer potplaninsko naselje leži na znatnoj visini, te je i klimatsko mesto (vazdušna banja).

Do banje se može stići asfaltnim putem koji se odvaja od međunarodnog puta E-5 od Niša preko Prokuplja i Kuršumlije; železnicom do Kuršumlije, a zatim lokalnom autobuskom vezom; ili asfaltnim putem od Prištine preko Prepolca.

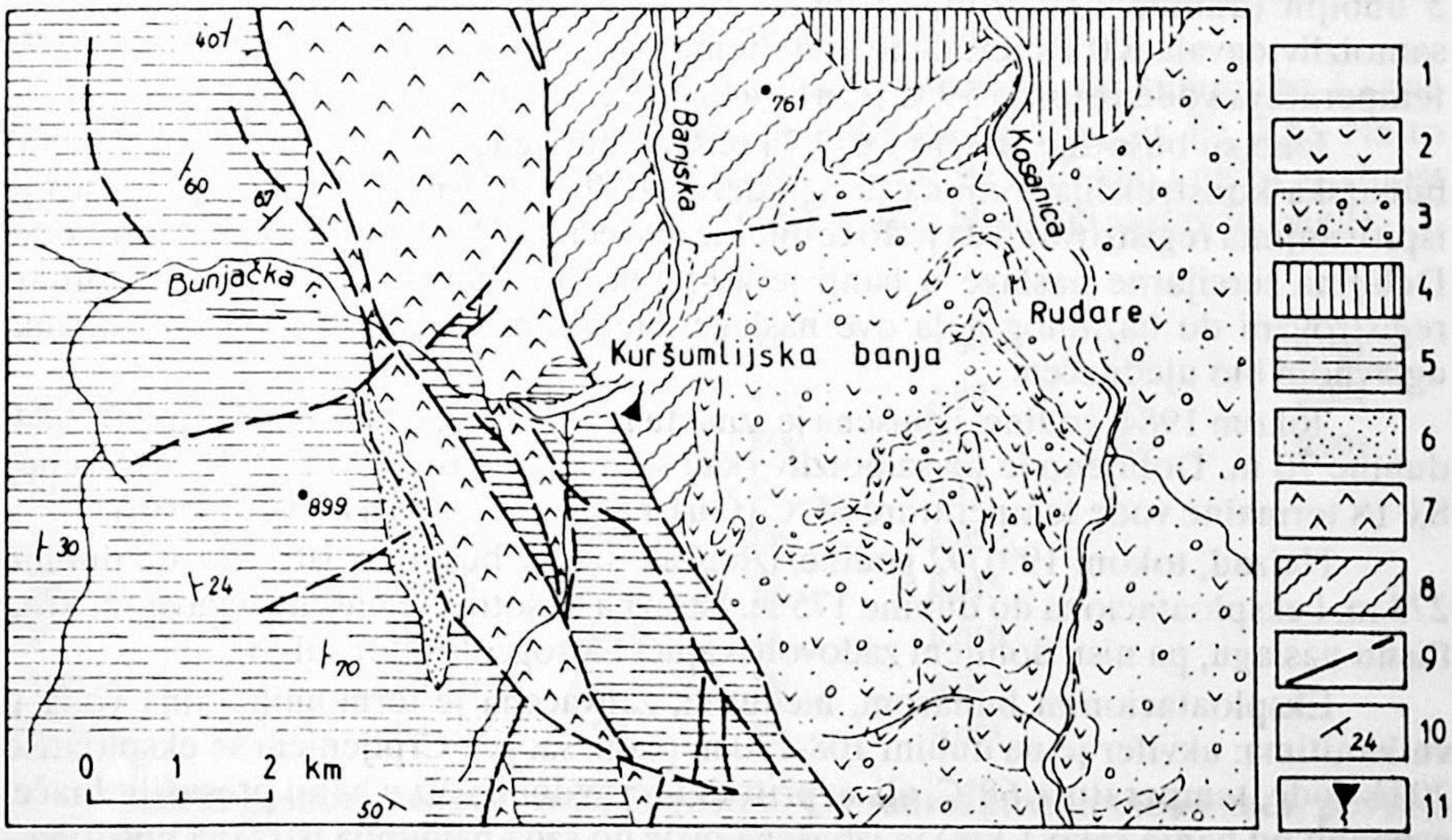
Termalni izvori Kuršumlijske banje se koriste od davnina. U njoj su nađeni tragovi iz rimskog doba. Na mestu Donje banje postojalo je manje rimsko naselje u blizini većeg naselja Ad Fines - preteče Kuršumlije. Banja je postojala i u vreme srednjovekovne srpske države, ali je oko 1870. godine u banji bila

izgrađena samo jedna drvena zgrada nad izvorom vrele vode i nekoliko koliba. R. Radojković 1909. godine navodi da u banji postoje 3 bazena od dasaka, i to dva pokrivena za kupanje, a 1 otvoren za pranje nogu. Tek posle 1949. počinje intenzivnije uređenje i izgrađivanje banje. Banju sada čine savremeno naselje i delovi sa seoskim izgledom, naročito u Gornjoj banji. Lečilište je balneološko i turističko mesto, sa brojnim vilama, kamp-kućicama i mogućnostima smeštaja u privatnim domaćinstvima.

U Kuršumlijskoj banji je postojalo više prirodnih termalnih izvora, izdašnosti do 1,0 l/s i temperature 37-59°C, pa je banja poznata kao "lečilište sa izvorom do izvora". Postojalo je više toplih izvora koji su nekaptirani oticali u reku, te je rečna voda u tom delu bila zagrejana do 33°C (Marković, 1980).

Pojavljivanje termalnih izvora je vezivano za veći rased meridijanskog pravca pružanja, koji markira kontakt paleozojskih škriljaca i donjokrednih peščara, laporaca i sličnih sedimenata. Duž ovog raseda (sl. 18), utisnuti su dijabazi, za koje se smatralo da, pošto su ispucali i ispresecani rasedima, poseduju funkciju sprovođenja termalne vode sa zapadnog prostora do barijere, odnosno do kontakta sa kristalastim škriljcima, gde se ta voda izliva na površinu terena (Čubraković, Stanković, 1986).

Za geološku građu terena je značajno postojanje tercijarnih vulkanogenih produkata istočno od banje. To su piroklastiti i andeziti u sklopu velikog Leckog andezitskog kompleksa, tako da se banja u stvari nalazi na zapadnom obodu ovog vulkanogenog kompleksa.



Sl. 18. - Geološka karta područja Kuršumlijske banje (Mališević i dr., 1980)
1 - aluvijalni nanos, 2 - andeziti, 3 - vulkanske breče i tufovi, 5 - senonski fliš, 5 - donjokredni fliš, 6 - dijabaz-rožnačka formacija, 7 - dijabazi, 8 - prekambrijski gnajsevi, 9 - rased, 10 - elementi pada slojeva, 11 - termomineralni izvor

Fig. 18 - Geological map of Kuršumlijska banja area (Mališević et al., 1980)
1 - alluvial deposit, 2 - andesite, 3 - volcanic breccia and tuffs, 4 - Senonian flysch, 5 - Lower Cretaceous flysch, 6 - Diabase-chert formation, 7 - diabase, 8 - Prekambrian gneisses, 9 - fault, 10 - dip elements of layers, 11 - thermomneral spring

Termomineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 3,12, g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	713,0	Li	2,13	Ti	0,007
HCO_3^-	2135,0	K^+	34,0	Sr	1,12	Pb	0,006
Cl^-	28,0	Ca^{++}	26,0	Rb	0,094	Mo	0,003
SO_4^{--}	14,0	Mg^{++}	33,0	Cs	0,080	As	0,002
F^-	2,0	NH_4^+	6,0	Mn	0,037	Ni	0,001
Br^-	0,03	Fe_2O_3	0,45	Ba	0,035	Co	0,001
J^-	0,02	Al_2O_3	0,42	Zn	0,017	V	0,001
HPO_4^{--}	0,90	HBO_2	60,0	Cu	0,014	Sb	0,0006
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	120,0	Cr	0,012	Sn	0,0002

Prema gasnom sastavu, voda je preovlađujućeg ugljendioksidnog sastava - 77,2% zapreminski (Dimitrijević, 1975); sadržaj rastvorenog CO_2 u vodi je do 0,4 g/l, a sadržaj H_2S (prema starijim analizama) do 4,0 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-18,5 Bq/l, Ra-0,12 Bq/l, U-0,0004 mg/l. Apsolutna starost vode iznosi 24000 ± 900 godina (Perić, Milivojević, 1990).

U cilju kaptiranja termalnih izvora, 1963. godine je Ž. Kapetanović izveo plitka bušenja, a zatim su 1974. izvedena obimnija hidrogeološka istraživanja, sa bušenjem 5 dubljih (dubine 70-220 m) i 6 plićih istražnih bušotina. Bušotina B-1/74 je na samoizliv davala 8,0 l/s termalne vode temperature 61°C, dok je u bušotini B-2/74 temperatura vode iznosila 59°C (Čubraković, Stanković, 1986).

Iako su bušotine B-1/74 i B-2/74 bušene dublje (prva 168,5 m; druga 75,7 m) bunarska konstrukcija u njima je ugrađena do 40, odnosno 50 m dubine, pošto je ispitivanjima registrovano da je do te dubine najveći dotok i najviša temperatura vode. Debljina tercijarne naslage u banji je 40-50 m, što znači da su najbolji rezultati registrovani do bazalnog dela ove naslage. Hemizam vode je u svim bušotinama uglavnom bio ujednačen.

Tokom 1984. godine, izbušena je između B-1/74 i B-2/74 nova bušotina B-3/84, dubine 70 m. Dobijeno je na samoizliv (kad su bušotine B-1/74 i B-2/74 zatvorene) 8,0 l/s termalne vode temperature 65°C (Čubraković, Stanković, 1986).

Najzad, tokom 1991/92 godine, izbušene su dve bušotine: istražna, do dubine 273 m, i eksploataciona do dubine 175 m. Istražna bušotina je bušena uglavnom kroz flišnu naslagu, pa nisu dobijeni zadovoljavajući hidrogeološki rezultati.

Eksploatacionim bunarom, međutim, zahvaćena je termomineralna voda u vulkanitima: akvifer je na dubini 108-170 m (usm. saop.). Crpljenjem se eksploatiše 20 l/s vode, temperature 68°C, ali su prirodni termalni izvori u banji presušili. Inače, uzvodno od banje (oko 1 km) je izbušena ovde do sada najdublja istražna bušotina - do 480 m dubine; bušena je pretežno kroz dijabaze, pa je hidrogeološki negativna.

Eksploataciona bušotina je odmah uključena u sistem grejanja banje, tako da nisu izvršena standardna ispitivanja i osmatranja, čime bi se dobio potpuniji uvid u postignute rezultate istraživanja. Ipak, može se reći da su dobijena značajna povećanja količine termalne vode za eksploataciju, ali ne i značajnije povećanje temperature vode. Rezultati su ostvareni, kako izgleda, najviše na račun zaštite termalnih voda od prevelikog mešanja sa običnim podzemnim vodama, izolovanjem gornjih delova terena pogodnom konstrukcijom bunara.

GEOINSTITUT - BIBLIOTEKA
BEOGRAD
77
1

Istraživanjima, osim toga, nije utvrđena primarna hidrogeološka struktura. Geohemijski proračuni na bazi hemizma termomineralne vode indiciraju nekarbonatne akvifere, što upućuje na pretpostavku da je ležište ove vode formirano u okviru vulkanogenog masiva na istoku, odnosno u paleokalderi Leckog vulkanogenog kompleksa.

Lečenje u banji se obavlja kupanjem, pijenjem vode i oblaganjem mineralnim blatom. Ovde se leče pacijenti od reumatskih bolesti, povreda i oboljenja lokomotornog sistema, ginekoloških bolesti, neuropsihijatrijskih oboljenja, kardiovaskularnih bolesti, bolesti metabolizima, organa za varenje i bubrežnih bolesti. Lečenje sprovodi Zavod za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju bolesti i povreda lokomotornog aparata, neuroloških i ginekoloških oboljenja "Kuršumlijska banja", koji u svom sastavu ima 2 bazena, 9 kada za hidroterapiju i 3 kade za terapiju sa CO_2.

Banju godišnje posećuje 2000-3000 gostiju. Godine 1930. banju je posetilo 800 pacijenata; 1940. godine 1466, a 1950. godine 3158 gostiju. Godine 1974. je u banji boravilo 4200 gostiju.

Banjski gosti se mogu smestiti u stacionaru Zavoda "Žubor", gde je na raspolaganju 240 ležaja (B kategorije); zatim u vilama "Milica" (52 ležaja) i "Jugoslavija" (31), kao i u privatnim domaćinstvima (oko stotinu ležaja). U banji postoji otvoreni bazen za kupanje i tereni za male sportove.

Za ljubitelje prirode interesantan je prevoj Prepolac - između Toplice i Kosova, zatim jedinstveni morfološki fenomeni nastali erozionim procesima u vulkanitima - "Đavolja varoš" u Đačkom potoku, i drugo. U Kuršumliji je crkva Sv. Nikole iz XII veka, zadužbina Stevana Nemanje.

Đavolja varoš

U blizini morfološki dobro poznate "Đavolje varoši" na Radan planini, nalazi se izvor neobičnog hemijskog sastava vode. Izvor se pojavljuje u terenu izgrađenom od andezita i andezitskih piroklastita, u dolini Banjskog potoka, na nadmorskoj visini 665 m. Izdašnost izvora je oko 0,05 l/s, a temperatura vode 13°C.

Prema hemijskom sastavu, voda je mešavina razblažene sumporne i sone kiseline, i potiče iz zone oksidacije određenih sulfidnih ležišta (Cu, Fe, Zn). Na to ukazuje visoka vrednost Eh od +460 mV, visok sadržaj Fe i Al, kao i niska vrednost pH - 3,5. Ukupna mineralizacija vode je 9,09 g/l, a njen hemijski sastav je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^{+}	1,8	Zn	5,00	Hg	0,001
HCO_3'	0,0	K^{+}	0,1	Cu	5,00	Cs	0,001
Cl'	3590,0	Ca^{++}	50,0	Mn	0,45	Rb	0,001
SO_4''	4800,0	Mg^{++}	61,0	Cr	0,12		
F'	1,20	H^{+}	182,5	Pb	0,05		
Br'	0,03	Fe_2O_3	600,0	As	0,015		
J'	0,03	Al_2O_3	100,0	Li	0,010		
HPO_4''	0,05	HBO_2	0,2	Mo	0,002		
$HAsO_4''$	0,03	SiO_2	15,0	Sb	0,001		

Prema gasnom sastavu, voda je azotna. Od radioaktivnih elemenata, povišen je sadržaj radijuma - 0,40 Bq/l, i urana - 0,030 mg/l, dok je sadržaj radona nizak - 7,8 Bq/l.

Tularska banja

Tularska banja se nalazi u JI padinama planine Brajine (1218 m), 63 km JZ od Leskovca, kod sela Tulara. Izvori mineralne vode se pojavljuju u dolini Tularske reke, na nadmorskoj visni 570 m. Izvorište vode je razbijenog tipa, u kome se izdvajaju dve

grupe manjih izvora, međusobno udaljena oko 100 m: izvori "Kisele vode" i izvori "Slane (sumporovite) vode".

Najveći izvor ugljenokisele vode je kaptiran u vidu česme. Izdašnosti je 0,006 l/s, temperature vode 14,8 °C. Izvor sumporovite vode je takođe primitivno kaptiran, sličnih karakteristika kao i prethodni, a sadržaj slobodnog H_2S iznosi oko 1,5 mg/l. Ipak, preovlađujući gas u vodi obe grupe izvora je CO_2.

Smatra se da su mineralnu vodu Tulara koristili i stari Rimljani, sudeći po ostacima rimskih kastela na obližnjim visovima Mrkonj (1017 m) i Brajinski vis (1070). Verovatno se voda koristila i u srednjem veku, pošto je to bio rudarski kraj, a kod mineralnih izvora je podignut manastir.

U geološkom pogledu, teren izgrađuju vulkanogene tvorevine (andeziti, tufovi, vulkanske breče i slično) velikog Radanskog andezitskog kompleksa. Istočnije od Tulara su prostrane mase proterozojskih kristalastih škriljaca, pa se mineralni izvori pojavljuju na granici vulkanita i škriljaca. U području Brajine je, osim toga, formirana veća paleovulkanska kaldera (Jovanović i dr., 1972), tako da se mineralni izvori pojavljuju u istočnom obodu te vulkansko-tektonske strukture.

Mineralna ugljenokisela voda je HCO_3,SO_4-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 5,8 g/l, pH-6,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	1265,0	Sr	5,00
HCO_3'	3416,0	K^+	35,0	Li	2,25
Cl'	213,0	Ca^{++}	178,0	Cs	0,50
SO_4''	480,0	Mg^{++}	74,0	Rb	0,10
F'	2,40	NH_4^+	0,70	Mn	0,045
Br'	0,15	Fe_2O_3	4,29	Cu	0,025
J'	0,05	Al_2O_3	1,0	Cr	0,005
HPO_4''	0,60	HBO_2	92,0		
$HAsO_4''$	0,04	SiO_2	25,0		

U gasnom sastavu preovlađuje ugljendioksid, čiji je sadržaj do 1,3 g/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra-0,25 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski: 21,1 Bq/l i 0,0011 mg/l.

Jednom bušotinom, bušenoj 1970. godine u cilju istraživanja gvožđa, dobijeno je na samoizliv oko 1,0 l/s mineralne vode, čija je mineralizacija 7,7 g/l, a temperatura vode 19,5°C. Bušotina, dubine 110 m, bušena je kroz andezite (Dimitrijević, 1975).

Novim bušenjima u banji povećana je eksploatacioina količina mineralne vode; nije dobijeno značajnije povećanje temperature vode, ali je voda sa znatnim sadržajem slobodnog gasa CO_2 (usm. saop.).

Mineralna voda se koristi za kupanje i piće, a pomaže kod gastritičnih oboljenja, poremećaja metabolizma i anemičnih stanja. Indicirana je i za nervna oboljenja - "neurobanja", kao Bogutovačka i Lopatnička banja. Stanovništvo ovu vodu koristi kao okrepljujući napitak i umesto sode bikarbone. Banja se sve više okreće klimatsko-rekreativnoj funkciji, čemu pogoduje tiho, potplaninsko i šumovito okruženje.

Sijarinska banja

Sijarinska banja se nalazi oko 50 km jugozapadno od Leskovca, u klisuri Jablaničke reke koja se ovde naziva Banjska reka. Smeštena je pod visom Kale (752 m), a južnije se diže planina Goljak (1957). Nadmorska visina banje je 430 m, pa je stoga ovo lečilište poznato i kao klimatsko mesto. Banja je okružena brdima sa

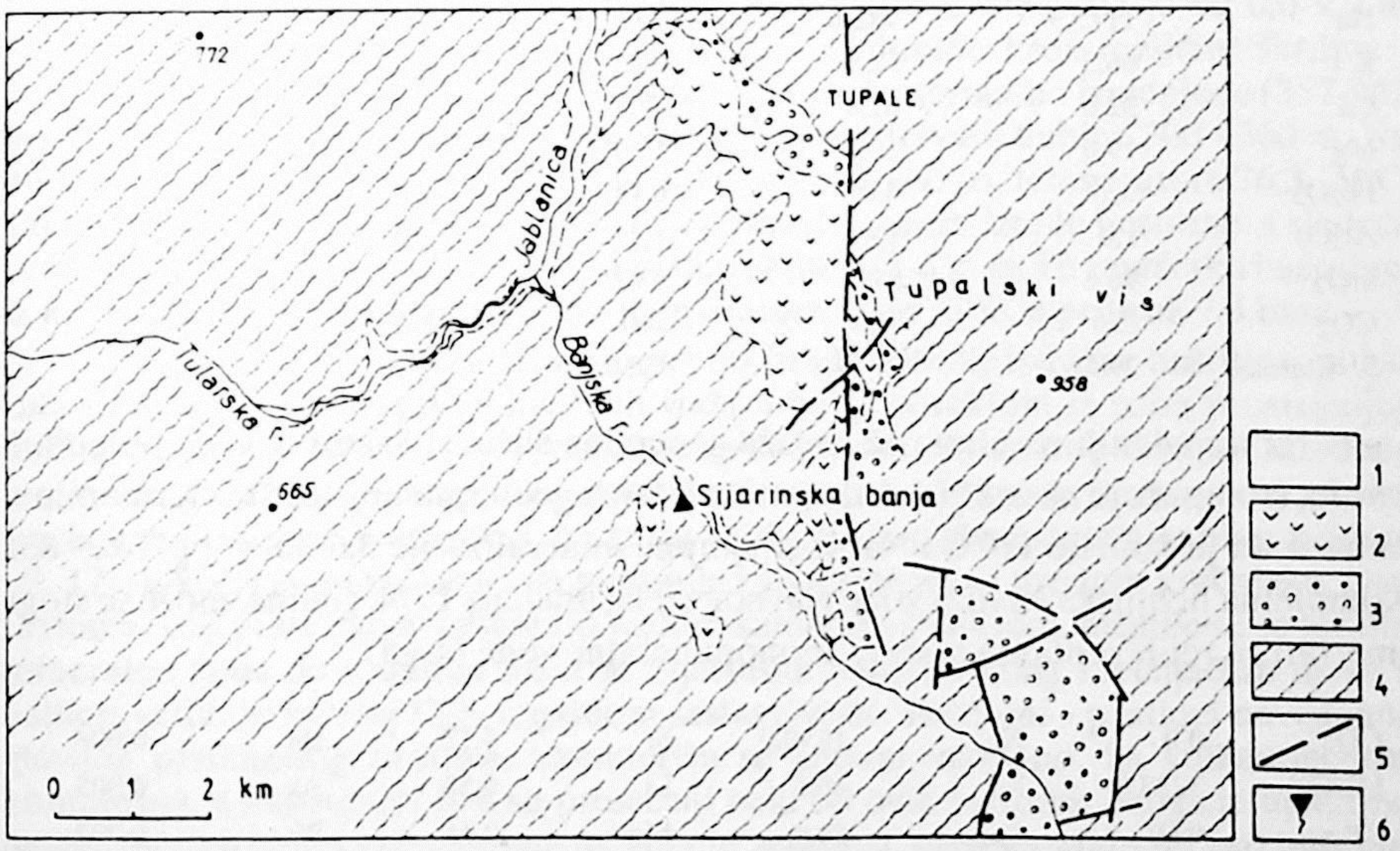
gustom hrastovom i bukovom šumom, pa je zaštićena od vetrova. Mikroklima područja je subplaninska; srednja godišnja temperatura vazduha je 10,2°C, a visina padavina prosečno 720 mm godišnje.

Do banje se može stići asfaltnim putem preko Leskovca i Lebana, ili od Podujeva preko Tulara; kao i železnicom do Leskovca, a zatim lokalnim autobusom do banje.

Naziv banje se vezuje za izvesnu Irinu ("sija Irina"), nekadašnju vlasnicu poseda na kome su termomineralni izvori. U suštini, banju čine Donja banja, na nadmorskoj visini 520 m, uglavnom sa desne strane Banjske reke, i Gornja banja na 530-540 m nadmorske visine, novije balneološko naselje sa obe strane izgrađeni 1971. godine bilo 109 domaćinstava i 308 stanovnika, ali je u novije vreme banja znatno

Termomineralnu vodu su koristili stari Rimljani, pa se jedan od starih bazena u lečilištu i sada naziva "Rimski bazen". U srednjovekovnoj Srbiji, Sijarina je bila sedište župe, dok je lečilište za vreme turske okupacije "bilo na glasu". Po oslobođenju Srbije, banja je obnovljena, a 1906. godine u njoj su izgrađeni "Acini konaci" i "Maznićevi konaci", sa 20 odeljenja i kafanom u prizemlju. Tada su u banji postojale pekara, mesarnica i bakalnica. "Maznićevi konaci" su najstarija očuvana prizemna zgrada balkanskog tipa u banji. Nakon I sv. rata je dolinom Jablanice izgrađen za to doba dobar put i uspostavljena autobuska veza između banje i Leskovca. Naročito intenzivan razvoj banje je usledio posle II sv. rata, kada su uređene kaptaže izvora, podignuti brojni objekti i izvršena obimnija istraživanja termomineralne vode.

Osnovu terena čine kristalasti škriljci - mikašisti, gnajsevi i amfibolitski škriljci Srpsko-makedonske mase (sl. 19). Škriljci su isprobijani brojnim eruptivnim masama dacito-andezita, tercijarne starosti. U najužem području banje registrovani su i andezitski piroklastiti, koji su skoro potpuno alterisani, naročito u zoni isticanja termalnih voda. Folijacija metamorfita je preovlađujućeg pada ka JI, a vrlo retko u drugim pravcima. Istočno od banje, pojavljuje se jedna uska traka (kraljušt?) senonskog fliša, pravca SSZ-JJI, koja brzo isklinjava. Teren presecaju brojne razlomne zone,



Sl. 19 - Geološka karta područja Sijarinske banje (Vukanović i dr., 1965)
1 - aluvijalni nanos, 2 - andeziti, 3 - oligocenski tufovi, peščari i laporci, 4 - proterozojski metamorfiti, 5 - rased, 6 - termomineralni izvor

Fig. 19 - Geological map of Sijarinska banja area (Vukanović et al., 1965)
1 - alluvium, 2 - andesite, 3 - Oligocene tuffs, sandstones and marlstones, 4 - Proterozoic metamorphites, 5 - fault, 6 - thermomineral spring

od kojih je najveća tzv. tupalska dislokacija, za koju su mnogi istraživači vezivali pojavu termomineralne vode.

U banji postoji 18 izvora termomineralne vode, i svi se oni nalaze na levoj strani Banjske reke, u obali ili u koritu reke, u zoni dužine oko 800 m. Izvori su pretežno niske izdašnosti, a temperatura vode je u rasponu 25-71°C. Temperatura vode je najveća u izvorima Donje Banje (Stanković, 1985).

Grupu glavnih izvora čine vrela "Bungaje", izdašnosti 5,0 l/s i temperature vode 71,5°C. Voda je korišćena za kupatilio uz prethodno rashlađivanje. Dva izvora "Zdravlje" su izdašnosti 0,35 l/s, temperature vode 33,5-36°C, a voda se koristi za pijenje. Takođe se voda u terapijske svrhe pijenja koristi iz tri hladnija izvora, izdašnosti oko 1,5 l/s i temperature vode 16-21°C.

Pored glavnih, postoji i izvor sumporovito-kisele vode temperature 22°C, izdašnosti 0,03 l/s, kao i izvor hladne kisele vode u hotelu, temperature 16°C. Posebnu grupu čine slabo alkalni kiseljaci, kao što su izvor "Spas", temperature 37°C; "Rimski bazen" u kupatilu, temperature 40,5°C, itd. Hemizam vode nekih od ovih izvora je dat tabelarno niže (mg/l) (Vujanović, Teofilović, 1983a):

	"Glavni izvor"	"Rimski bazen"	"Spas"	"Zdravlje"	Sumporovita voda
HCO_3'	2987,4	2670,5	2940,2	2879,2	2447,9
Cl'	98,0	90,5	99,8	93,0	81,4
SO_4''	75,7	118,9	88,9	80,7	78,7
Na^+	1113,9	982,6	1090,9	1052,9	950,2
K^+	66,5	52,9	60,3	65,5	47,0
Ca^{++}	32,0	61,8	48,8	53,3	48,5
Mg^{++}	19,0	20,0	17,6	16,7	18,6
Fe_2O_3	0,14	8,0	0,14	0,14	10,8
Al_2O_3	1,0	1,6	1,2	1,2	4,2
SiO_2	96,6	87,4	93,2	84,6	72,0
CO_2	250	720	260	1050	1560
S. ostatak	2980	2740	2950	2870	2450

Iz navedenih rezultata se zapaža generalna sličnost kvaliteta vode pojedinih izvora, što upućuje na zaključak da potiču iz istog geotermalnog ležišta. Termomineralna voda je izrazito HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 3,6-4,8 g/l, pH-6,8-8,0. Kompletna hemijska analiza vode glavnog vrela, urađena 1974. godine, može se stoga smatrati za reprezentanta sastava termomineralne vode (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	1150,0	Sr	4,12	Ba	0,008
HCO_3'	3233,0	K^+	46,8	Li	0,53	As	0,005
Cl'	92,0	Ca^{++}	50,0	Mn	0,15	Pb	0,003
SO_4''	96,0	Mg^{++}	30,5	Rb	0,14	Ni	0,002
F'	2,50	NH_4^+	0,8	Cs	0,041	Co	0,001
Br'	0,06	Fe_2O_3	60,0	Cr	0,033	Mo	0,001
J'	0,05	Al_2O_3	0,5	Cu	0,020	V	0,001
HPO_4''	0,50	HBO_2	40,0	Zn	0,015		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	40,0	Ti	0,015		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid (60-80% zapreminski), sa sadržajem rastvorenog gasa 0,25-1,56 g/l. Visoki sadržaji CO_2 su omogućili formiranje gejzira u banji. Prema izotopskim ispitivanjima, poreklo gasa CO_2 se vezuje za geotermička i hidrolitička razlaganja karbonatnih stena (Perić, Milivojević, 1990). Oslobađanjem CO_2 iz vode na mestu izviranja, obara se iz vode kalcijum-karbonat, pa je usled toga formirana tokom dužeg geološkog vremena veća naslaga aragonita na lokaciji glavnog termomineralnog izvora. Radioaktivnost vode je uglavnom niska za većinu izvora, a povišena vrednost radona je registrovana u izvorima "Hisar" (51,8 Bq/l) i "Borovac" (92,5).

Veća istraživanja termomineralne vode u banji su vršena tokom 1954. godine (Stanković, 1985). Tada je pored glavnog izvora izbušena plitka bušotina, koja je na dubini 8,0 m otkrila termomineralnu vodu pod velikim pritiskom i iz koje je nastao čuveni gejzir u banji. Fontaniranje vode, temperature 68°C, dostiže visinu 8 m, a količina vode je 3-5 l/s. Plitkim sondažnim bušenjem u terenu nastali su i izvori "Bungaja", "Jablanica", "Borovac", "Hisar", "Snežnik", "Vodoskok".

Sledeća veća istraživanja u banji su izvršena u periodu 1972-83, kada su izbušene tri istražne bušotine (dubine najviše do 100 m), kao i dva bunara dubine 40 i 102 m. Izdašnost bušotina i bunara je relativno mala - od 0,06 do 1,6 l/s, a najveća temperatura vode do 65°C. Najveći broj bušotina su bile u stvari rekaptaže brojnih banjskih izvora. Bušeno je kroz škriljce i andezite, pri čemu su bolji rezultati dobijeni iz eruptiva (Stanković, 1985).

1990. godine je izbušena na levoj obali Banjske reke u banji duboka istražna bušotina B-4, dubine 1232 m (Stanković i dr., 1993). Bušotina je od 0,0-9,0 m dubine bušena kroz rečni nanos; od 9,0-1232 m dubine kroz različite škriljce i gnajseve, mestimično silifikovane, kataklazirane i hidrotermalno izmenjene (357-362 m). Pojava termomineralne vode je registrovana u intervalu dubine 300 - 360 m. Na dubini 362 m došlo je do erupcije vode u količini oko 60 l/s, temperature 76,3-79°C. Taj interval je izolovan cementacijom obložnih cevi tokom izrade bušotine, a sledeća veća pojava vode je registrovana u intervalu dubine 825-835 m. Po završetku bušotine, iz nje je samoizliv iznosio oko 30 l/s, temperatura vode 75°C, a pritisak 7,4 bara.

Hidrogeološka istraživanja, a posebno izrada duboke istražne bušotine, pokazala su da su pojave termomineralnih voda u banji poreklom iz istog prostranijeg ležišta, čiji se položaj kao i petrografska vrata kolektora za sada ne poznaju. Određene indikacije, međutim, ukazuju da je ležište termomineralne vode formirano u okviru Leckog andezitskog kompleksa, u okviru velike Prolomske paleovulkanske kaldere (sl. 17), u kojoj su sa vulkanitima potonule i značajne mase krednih krečnjaka. Duž razloma, koji prate glavni prstenasti razlom kalderske strukture, probile su se termomineralne vode do sadašnje lokacije Sijarinske banje, a zbog krečnjačkih masa u kalderi veliki je sadržaj CO_2 u gasnom sastavu vode. Razlomi - pratioci navedenog glavnog prstenastog razloma, karakterišu se padom, naravno, ka vulkanogenom kompleksu, a bušotinom B-4 su presečeni neki od ovih razloma. Stoga je upadljiva devijacija bušotine ka severozapadu, koja je, nažalost, merena samo u I fazi bušenja: pri dubini 360 m, dno bušotine je (zbog devijacije ose bušenja) u horizontalnoj ravni odstupalo od usta bušotine za 21 m. Dublji interval u kome se pojavila termomineralna voda je, osim toga, dao vodu nešto niže temperature (po termokarotažu je evidentan pad temperature stene), što svakako isključuje verovatnoću da je ležište termomineralne vode u nekom akviferu (mermeri?) direktno u tom rejonu na većoj dubini.

U balneološke svrhe se voda koristi pijenjem, inhaliranjem i kupanjem, a pored toga se koristi i peloid u vidu obloga. Lečenje organizuje Zavod za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju bolesti i stanja lokomotornog aparata gastrointestinalnog i hepatobilijarnog trakta "Sijarinska banja", koji raspolaže sa 3 bazena za balneoterapiju i 16 kada za pojedinačne banjske procedure. Medicinske indikacije: svi oblici reumatizma zglobova i mišića, išijas, lumbago, sve neuralgije i kostobolje, periferna uzetost, pareze, malokrvnost - hlorozi, itd.; plućne bolesti, hronično zapaljenje porebrice (izuzev tuberkuloze); stomačna oboljenja i bolesti creva; bubrežne bolesti, bolesti jetre i žučne kese, kamen u žučnoj kesi i manje srčane mane; sve ženske bolesti; bolesti disajnih puteva.

Banja radi cele godine, a leti je puna gostiju. S obzirom da se nalazi udaljena od prometnih komunikacija, banja je relativno slabo posećena prema svojim vrednostima kojima raspolaže. Pre II sv. rata, u lečilištu je boravilo do 2000 gostiju godišnje, a u novije vreme ta se poseta povećala za oko 7 puta.

Smeštaj gostiju omogućava stacionar Zavoda, sa 150 ležaja; hotel "Gejzir" (B kategorije), sa 277 ležaja, zatvorenih bazenom, salom za rekreaciju i drugo; kamp "Sijarinska banja" sa 48 ležaja; privatna domaćinstva, do 1600 ležaja.

Priroda okoline banje je zanimljiva. Klisura Jablanica je duboka do 900 m, sa više erozionih proširenja, vodopada, kao i džinovskim "loncima" u koritu reke. U banji se nalaze ostaci crkve iz srednjeg veka, a 21 km od banje su očuvani ostaci Caričinog grada, jednog od najznačajnijih arheoloških nalazišta u Srbiji. Verovatno je to carski grad Justinijana, iz ranovizantijskog perioda. U blizini su neobični morfološki oblici Leckih vulkanita, kao i paleovulkanska kupa Mrkonj (1077 m).

Vranjska banja

Vranjska banja se nalazi 10 km istočno od Vranja, u uskoj, klisurastoj i šumovitoj dolini Banjske reke. Banjsko naselje je na istočnom obodu Vranjske kotline, u podnožju planine Besna Kobila (1922 m) i Velikog Peštera (1946), na nadmorskoj visini 420 m. Položaj banje je povoljan, jer se ona nalazi uz savremeni put i magistralnu prugu kroz Moravsko-vardarsku udolinu: od puta E-5 je udaljena 5 km, a od železničke stanice 3 km. Na istoku je, preko Bosiljgrada, povezana sa Sofijom.

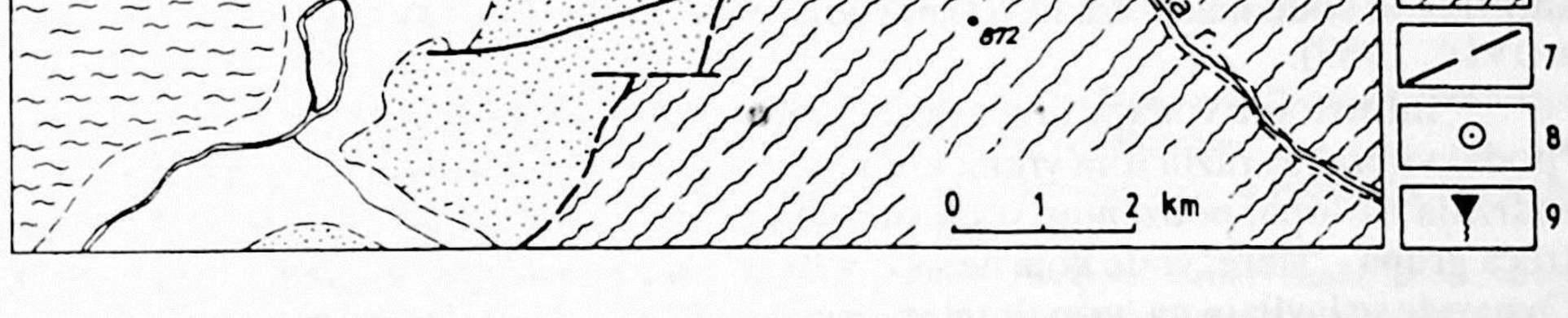
Podneblje banje je umereno-kontinentalno, sa izvesnim odlikama potplaninske klime usled blizine planina. Letnje noći su sveže, iako su tokom dana veće vrućine, a naselje je okruženo šumovitim brežuljcima i zaštićeno od jakih vetrova.

Na području banje su nađeni tragovi praistorijskih stanovnika. Termalni izvori su korišćeni u rimsko i vizantijsko vreme, kao i u vreme srednjovekovne srpske države. Lečilište se najviše pročulo u tursko vreme, kada su Turci u njemu podigli više kupališnih objekata. Iako je već tada vrela sumporovita voda korišćena za lečenje i okupljala mnoge bolesnike, u banji sve do 1860. godine nije bilo objekata za smeštaj gostiju. Tada je podignut han i jedna manja zgrada sa tri sobe, a od 1903. godine počela je intenzivnija izgradnja banje. Uporedo sa izgradnjom vila i hotela, uređen je park, a okolina pošumljena. Od tada se banja neprekidno uređuje i proširuje.

Termalni izvori u Vranjskoj banji su najtopliji na teritoriji Srbije - temperatura vode dostiže 95°C, a izdašnost svih izvora je oko 65 l/s. Postoji više izvora, od kojih se neki pojavljuju i u rečnom koritu Banjske reke. Fizičko-hemijske karakteristike vode ovih izvora su slične, ali je temperatura vode od 63 do 95°C. Tako, izvor "Velika česma", koji se nalazi uz rečno korito, izdašnosti je oko 15 l/s, temperature 92°C, a vode ohlađena služi za piće; sumporoviti izvor je temperature 84°C, i uveden je i sumporoviti bazen za kupanje; gvoždeviti izvor je temperature 63°C; mešoviti izvor je temperature 72°C, itd.

Pojavljivanje termalnih izvora je lokalizovano na obod proširene doline Banjske reke, uz kontakt vulkanita i kristalastih proterozojskih škriljaca (sl. 20). Kristalasti škriljci su predstavljeni mikašistima, gnajsevima i liskunovitim škriljcima. U rejonu banje su na većem prostoru otkriveni daciti tercijarne starosti, kao i mase silifikovanih granodiorita. Zapadno od banje, prema Katalencu, u relativno strmom odseku terena, sačuvani su erozioni ostaci vulkanske kupe. Tu se u profilu smenjuju tufovi, vulkanske breče i aglomerati, tipični lavični slivovi i slični produkti, sa jasno

izraženim padom serije ka jugozapadu. Kupa je u produžetku svog prostiranja ka Toplacu i dalje, bila ispod nivoa jezera, tako da sa udaljavanjem od banje postupno preovlađuju sedimentne tvorevine i forma kupe se gubi u eocenskoj vulkanogeno-sedimentnoj seriji.



Sl. 20 - Geološka karta područja Vranjska banja (Babović i dr., 1968; Vukanović i dr., 1970)
1 - aluvijalni nanos, 2 - miopliocenski sedimenti, 3 - vulkaniti, 4 - eocenski sedimenti, 5 - paleozojski škriljci, 6 - rased, 7 - termalni izvor

Fig. 20 - Geological map of Vranjska banja area (Babović et. al., 1968; Vukanović et al., 1970)
1 - alluvial deposit, 2 - Miocene-Pliocene sediments; 3 - volcanic rocks, 4 - Eocene sediments, 5 - Paleozoic schists, 6 - fault, 7 - thermal spring

Vulkanski centar je bio u rejonu same banje, a savremena depresija banje je najverovatnije posledica kolapsa (potonuća) vulkanskog kratera sa delom vulkanske kupe. Obodni rased, duž kojeg je izvršeno tonjenje centralnog dela vulkanske kupe, markiran je danas pojavama termalnih izvora, a prema zapadu još i vulkanskim nekom Šuplji kamen. Erozijom su uništeni ostaci vulkanske kupe istočno i severoistočno od banje. Formiranjem tektonskog rova Južne Morave, deformisana je banjska depresija koja je prvobitno bila kružnog ili elipsastog oblika, a depresija je ispunjena naslagom neogenskih i kvartarnih sedimenata.

Termomineralna voda je HCO_3,SO_4-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,3 g/l, pH-7,2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	320,0	Al	5,04	Zn	0,005
HCO_3'	384,3	$K^{\cdot}$	8,6	Sr	1,71	As	0,005
Cl'	57,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	30,0	Li	0,158	Ni	0,002
SO_4''	365,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	2,4	Mn	0,158	Pb	0,002
F'	10,0	$NH_4^{\cdot}$	0,6	Ba	0,055	Ti	0,002
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,60	Rb	0,033	Co	0,001
J'	0,03	Al_2O_3	0,21	Cs	0,020	Mo	0,001
HPO_4''	0,03	HBO_2	2,0	Cr	0,017	V	0,001
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	90,0	Cu	0,007	Ag	0,0003

U gasnom sastavu termalne vode preovlađuje azot - 70% zapreminski (Dimitrijević, 1975); ukupni sadržaj CO_2 je do 0,38 g/l, dok je sadržaj H_2S do 0,7 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-14,8 Bq/l, Ra-0,17 Bq/l, U-0,0001 mg/l. Međutim, prema nekim analizama, radonska radioaktivnost nekih izvora dostiže i 114,7 Bq/l (Vujanović, Teofilović, 1983a). Apsolutna starost vode iznosi 24200 ± 850 godina (Perić, Milivojević, 1990).

U području banje je do sada izbušeno više plitkih bušotina, u kojima je registrovana pojava termalne vode. Najbolji rezultat je dobijen u bunaru B-1a, gde je na dubini 7 m registrovana temperatura vode od 99°C (Anderson i dr., 1985).

Tokom 1980. godine izbušena je u blizini žel. stanice Vranje duboka istražna bušotina Vr-1/H, dubine 2020 m (Nikolić i dr., 1980). Bušeno je od 0,0-688 m dubine kroz paleogenske sedimente, a na dubini 1960 m ušlo se u paleozojske škriljce. Sa dubine 1240 m dobijen je samoizliv vode, Q=0,25 l/s, temperature 27-33°C. Na dubini 2000 m temperatura stena je iznosila 86,4°C. Ipak, potpuniji rezultati bušenja nisu poznati.

U okviru hidrogeoloških istraživanja geotermalnog sistema banje, prikupljeno je tokom 1986-89 više od 150 uzoraka vode, vegetacije, tla i stena, u kojima je izvršeno merenje sadržaja izotopa D, ^{18}O, ^{3}H, ^{13}C, ^{14}C, kao i analiziranje hemijskog sastava. Ova ispitivanja su ukazala na atmosfersko poreklo termalnih voda, gde se zona infiltracije vode nalazi iznad 700 m nadmorske visine (Hadžišehović, Milovanović, 1989).

Infiltrirana voda se kreće duž pukotina u dublje delove akvifera, stvarajući više "podakvifera" sa različitim vremenom zadržavanja vode u svakom od njih. Na osnovu sadržaja izotopa, podzemne vode su podeljene u tri grupe, od kojih je najznačajnija treća grupa - "stare" vode koja ne sadrži ^{3}H, sa malom koncentracijom ^{14}C (1,3-6,9%). Ove vode se javljaju na termalnim izvorima u Vranjskoj i Bujanovačkoj banji. Njihova starost je procenjena na 10-20 hiljada godina. Sadržaj izotopa ^{13}C u njima, oko vrednosti -6,6 do 0,3%, ukazuje na magmatsko i marinsko poreklo karbonata, tj. razblaženje aktivnog ugljenika sa neaktivnim iz stena.

Rezultate su istraživači tumačili da se infiltracija podzemne vode, do njenog pojavljivanja na termalnim izvorima, vrši kroz masiv surduličkog granodiorita, pa su shodno tome projektovane duboke istražne bušotine u banji.

Duboka bušotina VG-2 je izbušena 1989. godine do dubine 1063 m (Stanković, 1989). Od 0,0-577 m je bušeno kroz silifikovani granodiorit i gnajsgranit, sa čestim interkalacijama amfibolitsko-biotitskih škriljaca; od 577-1063 m su uglavnom amfibolitsko-biotitski škriljci, u smeni sa gnajsevima i gnajs-granitima. Tokom bušenja je došlo do erupcije vode u količini od 50 l/s, temperature 70-96°C. Zacevljenjem je izolovan gornji deo bušotine, a iz kaptiranog intervala 864-890 m (gde je izmerena slojna temperatura 126°C) dobijeno je 26 l/s termalne vode temperature 111°C. Pritisak vode na glavi bušotine je 9,5 bara.

1991. godine je izbušena i druga duboka bušotina VG-3, dubine 1600 m. Ona je do dubine oko 500 m bušena kao vertikalna, a zatim kao kosa u smeru JI (ν = 120°C). Profil bušotine do dubine oko 400 m čine silifikovani kvarcdioriti, granodiorit sa interkalacijama škriljaca, a od 400-1600 m su pretežno gnajsevi i amfibolitski škriljci (Popović, 1992). U intervalu dubine 1500-1575 m izmerena je temperatura stene od 124°C; ovaj interval je kaptiran i dobijeno na samoizliv 21 l/s termalne vode, temperature oko 100°C. Pritisak na bušotini je 8,5 bara.

Hidrodinamičkim ispitivanjima u bušotinama VG-2 i VG-3, utvrđeno je da se ove nalaze u jedinstvenoj pukotinskoj izdani (Tomić, 1993). Podatak da je bušotina VG-3 dala slabije rezultate u odnosu na bušotinu VG-2, jeste još jedan značajan

indikator da ležište ovih voda nije vezano za surdulički granodioritski masiv, kako su istraživači u banji pretpostavljali. Jer, hemizam vode, hidrogeohemijski proračuni i mnogi drugi pokazatelji daju osnovanost mišljenju da je ležište termalne vode formirano u vulkanogenim tvorevinama kolapsne paleovulkanske kaldere Vranjske banje, u potonulom bloku vulkanske kupe nekadašnjeg vulkana na prostoru banje. Prstenasti razlom, duž koga je potonuo centralni blok kupe, jeste u stvari "dovodni kanal" termalnih voda, a isticanjem vode i drugim procesima izvršena je značajna silifikacija stenske mase u rasednoj strukturi. Time je povećana otpornost te sredine na bušenje u odnosu na okolne stenske mase, pa je usled toga došlo do upadljive devijacije bušotine VG-2, odnosno do skretanja bušotine ka severoistoku po rasednoj površini.

Širok je dijapazon bolesti koje se leče sumporovitim i gvožđevitim vodama Vranjske banje. Lečenje je uglavnom kupanjem, ali i pijenjem, ispiranjem i inhaliranjem; hidro, elektro i fango terapijama. Indikacije su: hronična reumatična oboljenja mišića i zglobova, neuralgije, išijas i lumbago, ženske bolesti, diskopatija, behterovljeva bolest u početnom stadijumu, posledice povrede i preloma kostiju, atrofije mišića i drugo. Voda se pije kod oboljenja creva, želuca, jetre, bubrega, dijabetisa i slično. Lečenje se sprovodi u Zavodu za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju obolelih od degenerativnog reumatizma i posttraumatskih stanja "Vranjska banja", koji u tu svrhu koristi 2 bazena i 30 kada, i primenjuje savremene balneološke postupke.

Broj pacijenata u banji je, od prve banjske sezone iz godine u godinu rastao, sa povremenim padovima te posete. Tako je napr. 1950. godine u banji boravilo 14917 gostiju, a 1956. svega 2559, manje nego 1932. godine. Broj posetilaca je od 1929. do 1940. godine povećan za četiri puta, a znatno povećanje ovog broja je zabeleženo u periodu 1945. do 1951. godine.

Smeštaj banjskih gostiju omogućuju: a) stacionar Zavoda, sa 125 ležaja, b) vila "Balkan" sa 84 ležaja, c) železničko odmaralište sa 176 ležaja, d) privatna domaćinstva sa oko 1000 mesta.

U novije vreme se sve više posvećuje pažnje iskorišćavanju termalne vode za geoenergetske svrhe - za staklenike, farme, zagrevanje objekata u banji i Vranju i slično.

U okolini banje postoji više interesantnih izletničkih mesta. Živopisni obronci Besne Kobile su leti pogodni za šetnju, a zimi za sankanje i skijanje. U Vranju se mogu videti znamenitosti iz prošlih vekova, kao i Borina kuća; organizuju se izleti do Vlasinskog jezera, koje je na 1200 m nadmorske visine.

Toplac

Termomineralni izvor se nalazi u selu Toplac, na oko 4 km zapadno od Vranjske banje, odnosno oko 4 km IJI od Vranja (sl. 20). Izvor se pojavljuje u desnoj dolinskoj strani Južne Morave, na nadmorskoj visini 460 m.

Područje izvorišta je izgrađeno od eocenske vulkanogeno-sedimentne serije i piroklastita, u kojima se istočno od izvora zapažaju i lavični slivovi. Izdašnost izvora je 0,35 l/s, a temperatura vode 23,5°C. Prema lokaciji izvora, može se pretpostaviti da se izvor pojavljuje na zapadnom obodu velike hidrogeološke strukture Vranjske banje. Na to ukazuju i rezultati bušenja duboke istražne bušotine Vr-1, kojom nije registrovano značajnije ležište termalne vode u rejonu zapadnije od Toplaca.

Termalna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,03 g/l, pH-7,9. Sadržaj glavnih jona u vodi je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^{+}	280,9		
HCO_3^{-}	658,8	K^{+}	3,1		
Cl^{-}	13,1	Ca^{++}	2,7	SiO_2	35,0
SO_4^{--}	63,0	Mg^{++}	0,6		

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna. Od radioaktivnih elemenata, povišen je sadržaj U-0,040 mg/l, dok su sadržaji Rn i Ra niski: 13,3 i 0,08 Bq/l. Apsolutna starost vode iznosi 9500 ± 170 godina (Perić, Milivojević, 1990).

MINERALNE I TERMALNE VODE KARSTNIH PODRUČJA

U terenima Srbije izgrađenim pretežno od krečnjačkih i krečnjačko-dolomitskih stena, kao što su područja istočne i zapadne Srbije, postoje brojni izvori termalnih voda. Mnogi takvi izvori su u stvari prava karstna vrela, sa značajnim variranjem izdašnosti i temperature vode tokom godine, zavisno od spoljnih hidroloških uslova. Tako se glavno vrelo Niške banje karakteriše promenama izdašnosti u rasponu 35-5000 l/s, a temperature 12-39,1°C; izrazite su promene i izvora Sokobanje, Krivog Vira, Pribojske banje i drugih, što sve nepovoljno utiče u balneološkoj primeni ovih voda.

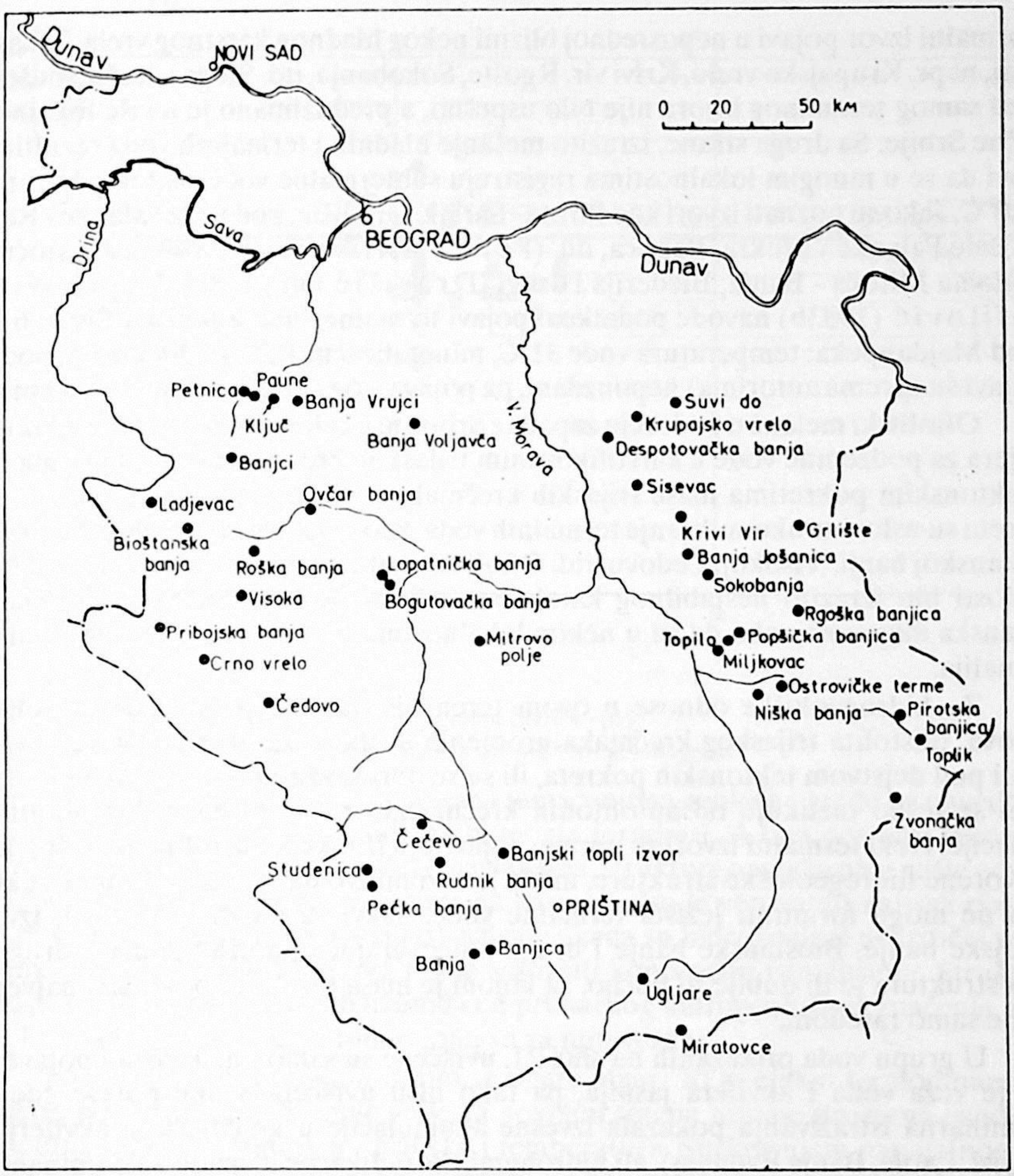
Hidrogeološka istraživanja, koja su u određenim lokalnostima preduzimana radi kaptiranja termalne vode postojanog kvaliteta, nisu po pravilu davala povoljne rezultate, s obzirom da su u istim karstnim akviferima akumulirane i obične hladne podzemne vode koje se mešaju sa termalnim. Iako se termalni izvori uglavnom pojavljuju na kontaktu krečnjaka i nekih vodonepropusnih naslaga, hidrogeološki uslovi njihovog pojavljivanja su vrlo složeni. Sasvim je razumljivo da ležište termalne vode ne može biti formirano u otvorenoj hidrogeološkoj strukturi, pa je stoga u ovim terenima, na osnovu analize niza strukturno-geoloških i geohemijskih indikacija, neophodno identifikovati odgovarajuću poluotvorenu hidrogeološku strukturu iz koje potiče posmatrani termalni izvor.

Glavni akviferi termalnih voda u karstnim područjima su krečnjačke, odnosno krečnjačko-dolomitske mase. Stoga su termalne vode takvih terena međusobno po svojim hemijskim karakteristikama veoma slične, nezavisno od lokalnosti u kojoj se pojavljuju. To su malomineralizovane vode, ukupne mineralizacije uglavnom između 0,4-0,6 g/l, sa promenama zavisnom od promena izdašnosti izvora. Sastav im je tipičan za vode karstnih akvifera, što znači da je HCO_3-Ca,Mg tipa, sa neznatnim sadržajem mikroelemenata. Prema gasnom sastavu, vode su izrazito azotne, a prema izotopskim ispitivanjima su najmlađe u odnosu na vode iz drugih akvifera - od 2000 do 4000 godina.

U sl. 21 su prikazane najvažnije pojave termalnih voda vezanih za karstne akvifere.

Iz pregleda geološke građe teritorije Srbije evidentna je glavna karakteristika Karpato-balkanida istočne Srbije - postojanje velikih i brojnih navlaka. U području Dinarida zapadne Srbije na velikom prostoru relativno slabo vodopropusni ofioliti pokrivaju trijske krečnjake koji su dobri hidrogeološki kolektori. Sve su to uslovi za formiranje poluotvorenih hidrogeoloških struktura i akumuliranje termalnih voda u istim strukturama.

Najveći broj termalnih izvora u istočnoj Srbiji je vezan za graničnu zonu između Supragetikuma i Getikuma, odnosno za zonu gde je prva geotektonska jedinica navučena na drugu, koja je i sama pretežno paraautohton. U toj zoni veliko rasprostranjenje zauzimaju crveni permski peščari, poznati kao nosioci uranske mineralizacije, pa su termalne vode uglavnom i radioaktivne. Povišenoj radioaktivnosti verovatno doprinose i brojne intruzivne i subvulkanske mase tercijarnih magmatita, poznate takođe kao donosioci uranske mineraluizacije. Specifični uslovi formiranja termalnih voda omogućuju da iz navedenih stenskih masa (kao hidrogeoloških barijera) u termalnu vodu dospeju radioaktivni elementi, budući da su karstni akviferi sa ekstremno niskim sadržajem radioaktivnih elemenata. Pored toga, neotkrivene mase magmatita jesu glavni izvori zagrevanja tih termalnih voda.



SL. 21 - Mineralne i termalne vode karstnih područja
Fig. 21 - Mineral and thermal waters of karstic terrain

Za formiranje ležišta termalnih voda u ovim terenima su povoljni uslovi tamo gde se vodonepropusni klastiti nalaze preko krednih i jurskih karstifikovanih krečnjaka. Drugim rečima, u rejonima velikih navlaka, navučene su permsko-karbonske tvorevine preko mezozojskih krečnjaka, čime je usporena vodozamena u tim krečnjacima, a skrivena magmatska tela obezbeđuju anomalno geotermsko polje. Obični, gravitacioni rasedi, iako su im mnogi istraživači pridavali posebnu pažnju, nemaju hidrogeološkog značaja u procesu stvaranja povoljnih struktura za termalne vode, pošto su oni samo sprovodnici vode iz neke bočne (udaljenije) hidrogeološke strukture. A to proizilazi iz njihove geološke uloge uopšte (M a u l e n o v, 1987).

U terenima sa strukturama navlaka, prema tome, rasedi su najčešći razlog da

se termalni izvor pojavi u neposrednoj blizini nekog hladnog karstnog vrela. Takav je slučaj, napr. Krupajsko vrelo, Krivi vir, Rgošte, Sokobanja, itd. Stoga istražno bušenje pored samog termalnog izvora nije bilo uspešno, a preduzimano je u više lokalnosti istočne Srbije. Sa druge strane, izrazito mešanje hladnih i termalnih voda rezultira u pojavi da se u mnogim lokalnostima registruju subtermalne vode, sa temperaturom 17-20°C. Tako su poznati izvori kod Pirota - Sarlak, Gradište, kod Brze Palanke - Reka, kod Bele Palanke - Mokra, Banjica, itd. (Perić, Milivojević, 1990); na istočnim padinama Miroča - Banja, Blederija i drugi (Dragišić i dr., 1988). Vujanović i Teofilović (1983b) navode podatke o pojavi termalne vode u potoku Bigar, 6 km SZ od Majdanpeka: temperatura vode 31°C, mineralizacija 0,23 g/l. Međutim, podaci o pojavi su (prema autorima) nepouzdani, pa pojava stoga nije uvršćena u ovu knjigu.

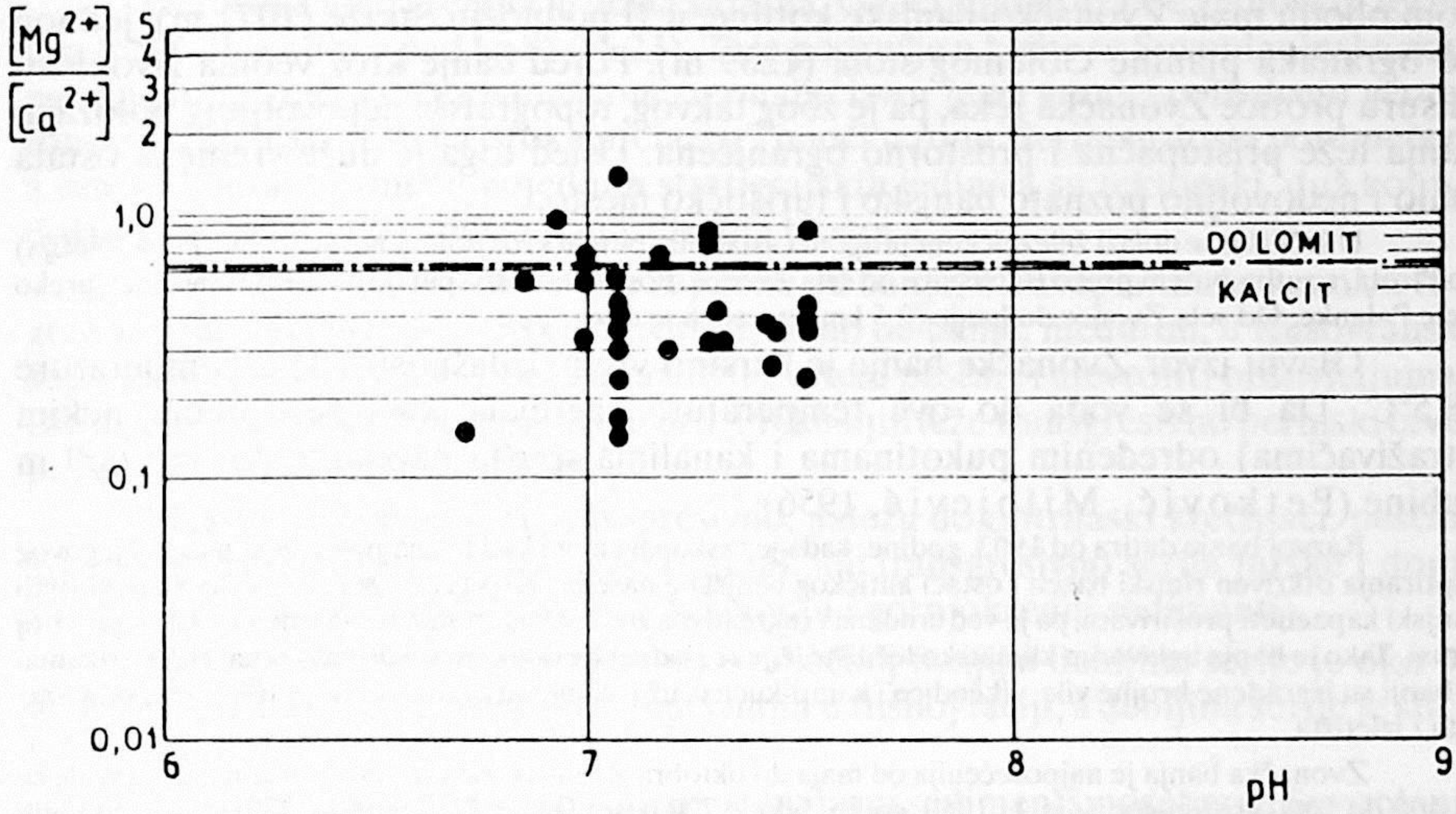
Ofiolitski melanž u području zapadne Srbije je u celini povlatna hidrogeološka barijera za podzemne vode u karstifikovanim trijaskim krečnjacima. U rejonima gde su tektonskim pokretima mase trijaskih krečnjaka izolovane i bočnim barijerama, stvoreni su uslovi za akumuliranje termalnih voda, kao što je slučaj u Pribojskoj banji, Bioštanskoj banji, Visokoj, Čedovu, itd. Ofioliti se nalaze u pojasu koji je u geološkoj prošlosti bio izrazito nestabilnog karaktera, u kome je bila izražena i tercijarna vulkanska aktivnost, tako da su u nekim lokalnostima stvoreni uslovi geotermalnih anomalija.

Za hidrogeološke odnose u ovom terenu je karakteristična pojava velikih blokova, olistolita trijaskog krečnjaka uronjenih u ofiolitsku masu. Ovi blokovi su klizali pod dejstvom tektonskih pokreta, ili su se obrušavali sa obale jurskog mora, i danas se teško razlikuju od autohtonih krečnjačkih masa koje strče iz ofiolitske formacije. Neki termalni izvori se upravo pojavljuju iz takvih olistolita, prividno kao iz otvorene hidrogeološke strukture, mada je razumljivo da se u otvorenim strukturama ne mogu formirati ležišta termalne vode. Takvi su izvori u Visokoj, izvori Pribojske banje, Bioštanske banje i drugi. Odgovarajuća poluzatvorena hidrogeološka struktura je ili dublje ili bočno, sa kojom je masa olistolita povezana najverovatnije samo rasedom.

U grupu voda prikazanih na slici 21, uvršćene su samo ona ležišta i pojave za koje je veza voda i akvifera jasnija, pa tako nisu uvršćene i one pojave gde su preliminarna istraživanja pokazala izvesne akumulacije u krečnjačkim akviferima (Ljig, M. Laole, Banja Badanja), ali hidrohemijske indikacije ukazuju na dominantan priliv voda iz drugih hidrogeoloških struktura (vulkanskih, tercijarnih basena i slično). Za te pojave su sračunati odnosi Mg/Ca i prikazani u sl. 22 u funkciji pH. Slika jasno ilustruje da je većina pojava u polju kalcita, što posredno potvrđuje da su ležišta tih voda akumulirana u krečnjačkim akviferima.

Zbog složene tektonske građe terena izgrađenog od ofiolita, pražnjenje mnogih ležišta termalnih voda je teško uočljivo, pošto je izraženo mešanje ovih sa hladnim vodama iz olistolitskih blokova. Stoga je područje zapadne Srbije veoma perspektivno u pogledu daljih istraživanja termalnih voda, pri čemu bi trebalo obratiti pažnju na svaku pojavu podzemne vode čija je temperatura ma koliko povišena u odnosu na okolne pojave, kao putokaz za otkrivanje novih ležišta termalnih voda.

I u terenima sa navlakama istočne Srbije nije lako otkriti primarnu hidrogeološku strukturu samo na osnovu hidrogeoloških indikacija. Potrebno je uzeti u obzir niz različitih indikacija, a kao prvo izvršiti kritičko usaglašavanje geoloških podataka prikazanih na Osnovnoj geološkoj karti 1:100,000 sa hidrogeološkom situacijom konkretnog terena. O tome će biti više reči u prikazu određenih ležišta termalnih



SL. 22 - Položaj pojava termalnih voda na dijagramu Mg/Ca - pH
Fig. 22 - Position of thermal water occurrences in the Mg/Ca - pH diagram

voda, a ovde samo napomena da se prema tumačenjima geološke građe na navedenoj karti mnoga ležišta termalne vode ne bi mogla formirati. A ona postoje. Iako se u geološkim tumačima, naime, govori o navlakama, strukture navlaka nisu našle odraza u odgovarajućim geološkim presecima na kartama, što je verovatno najveći razlog i slabim rezultatima hidrogeoloških istraživanja kada su hidrogeolozi nekritički usvajali takve geološke karte i prema njima zasnivali koncepciju istraživanja. Strukture navlaka su u rejonu Karpato-balkanida od primarnog hidrogeološkog značenja, i sva veća ležišta termalne vode u tom rejonu su za njih vezana.

Pored mnogih termalnih izvora se obara bigar. To je efekat termodinamičke barijere, pošto strujanjem tople vode ka površini terena nastaje promena osnovnih termodinamičkih parametara - pritiska i temperature. Snižavanjem parcijalnog pritiska gasa CO_2, koji je u dubokom akviferu u vodi stabilizovao jone HCO_3^-, vrši se reakcija:

$$\underset{\text{rastvor}}{Ca^{2+} + 2HCO_3^-} \rightarrow \underset{\text{talog}}{CaCO_3 \downarrow} + H_2O \uparrow \qquad (6)$$

pa se obrazuju kalcitske žice, travertini u mestima izviranja vode, kalcitske interkalacije u tlu i sedimentnim stenama. Takve pojave su od značaja u istraživanju ovih voda, posebno ako se, kao u Niškoj banji, iz jednog termalnog izvora obara bigar, a iz drugog ne obara.

Zvonačka banja

Zvonačka banja se nalazi oko 40 km južno od Pirota, na levoj dolinskoj strani Zvonačke reke, pritoke Jerme. Podignuta je na široj bigrovitoj terasi relativne visine 80-90 m, a u širem banjskom rejonu se na više mesta zapažaju mase bigra, nastale deponovanjem $CaCO_3$ iz termalnih izvora. Nadmorska visina banje je 650 m.

U morfološkom pogledu, područje je veoma markantno. Banja leži na sever-

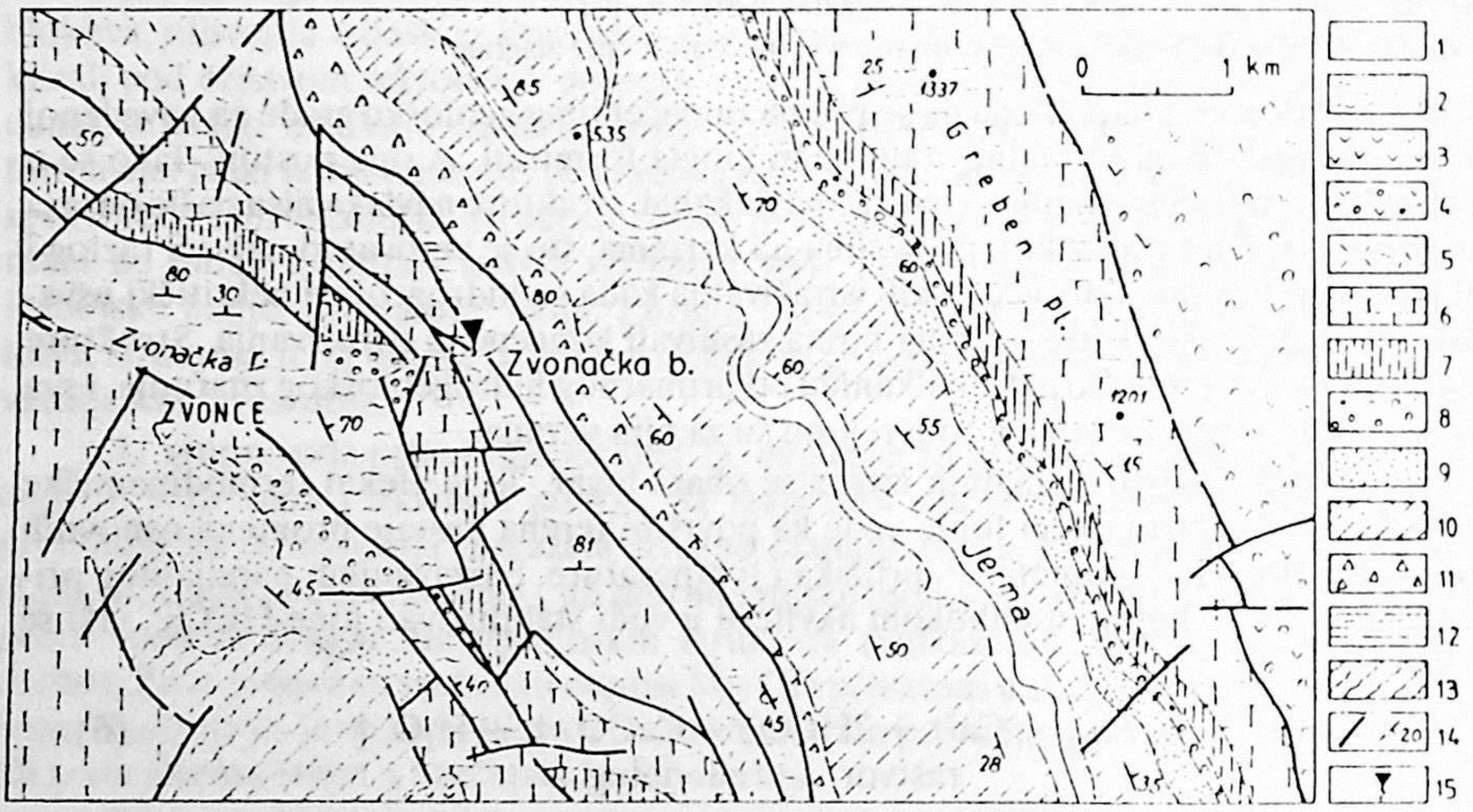
nom obodu male Zvonačko-banjske kotline, u JI podnožju Straže (1071 m), jednog od ogranaka planine Golemog stola (1239 m). Pored banje kroz veoma živopisnu klisuru protiče Zvonačka reka, pa je zbog takvog, topografski nepovoljnog položaja, banja teže pristupačna i prostorno ograničena. Usled toga je duže vremena ostala malo i nedovoljno poznato banjsko i turističko mesto.

U lečilište se dolazi železničkom prugom i asfaltnim putem kroz dolinu Nišave (Niš - Pirot - Sofija) do Pirota, a zatim putem preko Babušnice do sela Zvonce. Postoji takođe i put od Niša do Babušnice preko Bele Palanke. Od sela Zvonce do banje (2,5 km) izgrađen je dobar put.

Glavni izvor Zvonačke banje je karstno vrelo, izdašnosti 9 l/s, i temperature 28,5°C. Da bi se voda do ove temperature zagrejala, ona se (prema nekim istraživačima) određenim pukotinama i kanalima spušta najmanje do oko 600 m dubine (Petković, Milojević, 1956).

Razvoj banje datira od 1903. godine, kada je raskopavanjem kod termalnog izvora u cilju njegovog kaptiranja otkriven rimski bazen i ostaci antičkog banjskog naselja (Kostić, 1965). Od tada su postupno banjski kapaciteti proširivani, pa je već urađena i rekreativna zona sa otvorenim bazenom na nižoj bigrovitoj terasi. Tako je banja uglavnom klimatsko lečilište, čije se podneblje odlikuje subalpijskim karakteristikama. U banji su izgrađene brojne vile, vikendice i kamp-kućice, uz jačanje turističke funkcije banje kao odmarališta i izletišta.

Zvonačka banja je najposećenija od maja do oktobra. Pre II sv. rata poseta je bila mala i kretala se od 400 do 1000 gostiju godišnje. U 1950. godini bilo je 720 posetilaca, a 1962. godine 2892 gosta, od kojih samo jedna četvrtina bolesnika. Osamdesetih godina broj gostiju je bio vei od 3500 godišnje.



SL. 23 - Geološka građa šire okoline banje (Anđelković i dr., 1976)
1 - aluvijalni nanos, 2 - tercijarni sedimenti, 3 - vulkaniti, 4 - gornjokredni krečnjaci i vulkanogeno-sedimentna serija, 5 - donjokredni krečnjaci, 6 - titonski krečnjaci, 7 - jurski sedimenti (J_1, J_2, J_3^{1+2}), 8 - krečnjaci, peščari i konglomerati donjeg trijasa, 9 - permski crveni peščari, 10 - devonski flišoliki kompleks, 11 - silurski škriljci i peščari, 12 - peščari i alevroliti ordovicijuma, 13 - prekambrijski gnajsevi i graniti, 14 - rased; pad slojeva, 15 - termalni izvor

Fig. 23 - Geological map of spa broad area (Anđelković et al., 1976)
1 - alluvial deposit, 2 - Tertiary sediments, 3 - volcanic rocks, 4 - Upper Cretaceous limestones and volcanic-sedimentary complex, 5 - Lower Cretaceous limestones, 6 - Tithonian limestones, 7 - Jurassic sediments (J_1, J_2, J_3^{1+2}), 8 - Lower Triassic limestones, sandstones and conglomerate, 9 - Permian red sandstones, 10 - Devonian flysch-like complex, 11 - Silurian schists and sandstones, 12 - sandstones and siltstones of Ordovician age, 13 - Precambrian gneisses and granite, 14 - fault; dip of strata, 15 - thermal spring

Geološka građa terena je dosta složena. Generalno pružanje geoloških formacija je SZ-JI, a njihov pad ka SI (sl. 23). To je područje u kome se Suvoplaninska zona, na zapadu, graniči sa Kusovranskom (termalni izvor je na granici ovih dveju geotektonskih jedinica), a ova na istoku prelazi u Timočku zonu. Serije su dosta poremećene, a mnogi kontakti između pojedinih stratigrafskih jedinica su tektonski, duž kojih je dolazilo do relativnog spuštanja i izdizanja blokova.

Najstarije stene su otkrivene zapadno od banje, u Suvoplaninskoj zoni, a to su graniti i gnajsevi prekambrijske starosti. Istočno od banje, međutim, u Kusovranskoj zoni, najstarije otkrivene stene su različiti kvarcni peščari i alevroliti ordovicijuma, a zatim klastiti silurske i devonske starosti. Preko njih leže transgresivno permski crveni peščari, debljine serije do 150 m.

Preko crvenih peščara, transgresivno, naležu donjotrijaski krečnjaci, peščari i konglomerati, debljine 10-50 m, a zatim takođe transgresivno serija jurske i donjokredne starosti (u Timočkoj zoni se pojavljuju i gornjokredni sedimenti).

Jurski sedimenti su pretežno u krečnjačkoj faciji, a debljina serije je oko 400 m. Kredni sedimenti su heterogeni, uglavnom u flišnoj faciji, a debljina serije je slično kao i jurske.

Značajno rasprostranjenje imaju i tercijarni sedimenti, posebno u Suvoplaninskoj zoni. U tom rejonu se zapažaju izlivi tercijarnih vulkanita, što ima posrednog značaja sa aspekta termalnih voda. Jer, ako postoje izlivi, realno je pretpostaviti da postoje i tercijarna subvulkanska i intruzivna tela.

Istraživanjem termalne vode se bavilo više autora, ali veći napredak u otkrivanju ležišta ove vode nije postignut. Proučavajući geološki sklop i hidrogeološke osobine terena, K.Petković i N.Milojević (1956) vezuju pojavu termalnog izvora za titonske krečnjake. Oni navode radioaktivnost vode od 2,68 Bq/l, dok M.Kostić (1965) za istu navodi 88,16 Bq/l (pozivajući se na analizu Instituta za fiziku Medicinskog fakulteta iz Beograda, 1939. god.). Drugi, pak, ukazuju da to nije obično karstno vrelo, već da voda stiče radioaktivnost u geološkoj sredini koja u svom sastavu sadrži i radioaktivne materije (Godić, Radić, 1963).

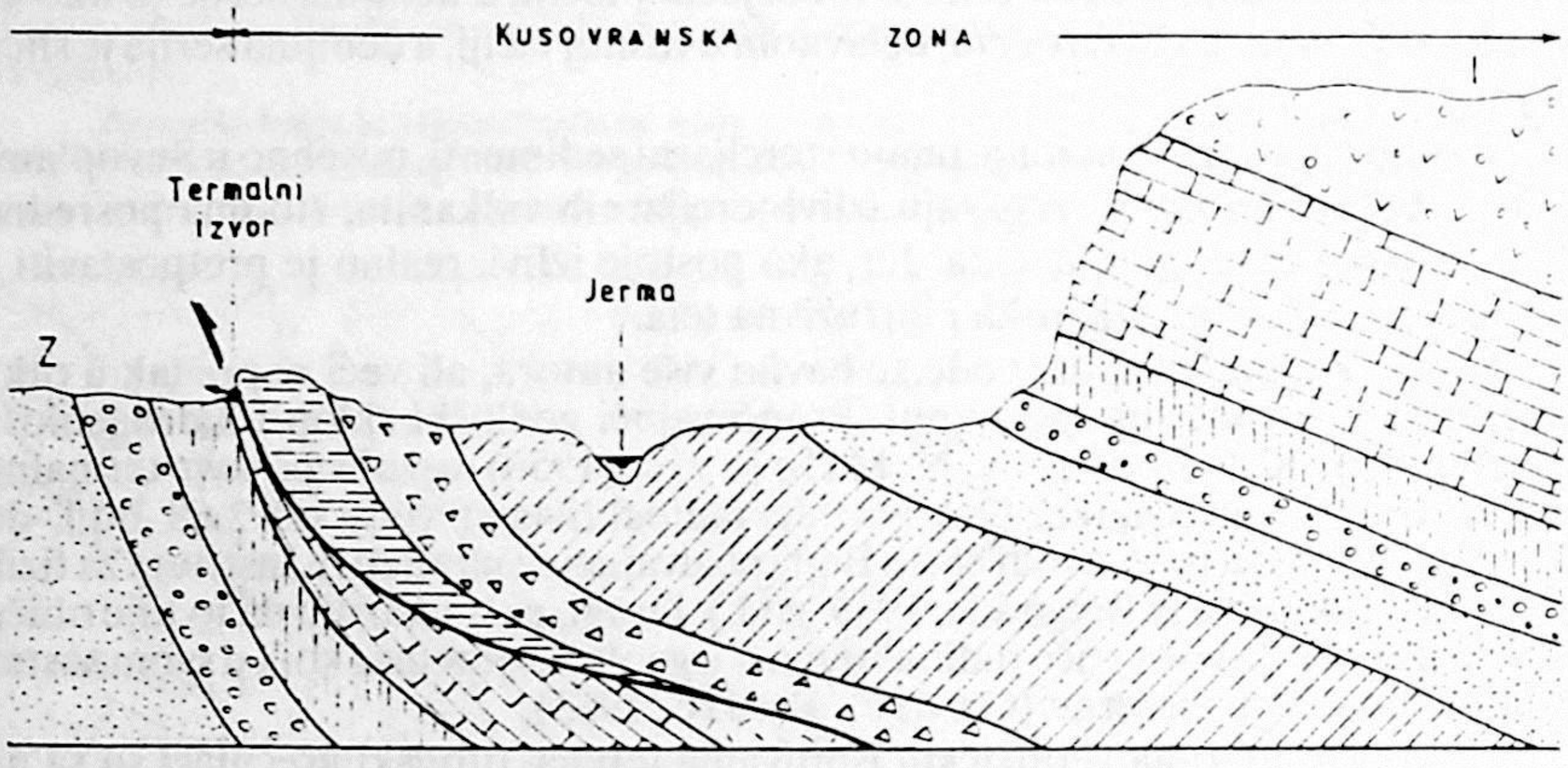
Prema rezultatima geofizičkih ispitivanja terena, titonski krečnjaci su sa najnižim sadržajem radioaktivnih elemenata - najniži fon radioaktivnosti. Nešto višeg fona su sedimetni krednog fliša, a najvišeg tvorevine ordovicijuma (Samojlov, 1985). Relativno obimijim geoelektričnim sondiranjem terena, indicirane su određene razlomne strukture u neposrednoj blizini izvora (Mladenović, 1982).

Hemizam termalne vode je tipičan za vode iz krečnjačkih sredina: voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,37 g/l, pH-7,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	2,3	Sr	0,30	Co	0,001
HCO_3'	255,0	$K^{\cdot}$	0,8	Ba	0,02	Cu	0,001
Cl'	7,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	70,0	Mn	0,01	Pb	0,001
SO_4''	10,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	12,2	As	0,01	Cs	0,001
F'	0,10	$NH_4^{\cdot}$	0,1	Li	0,008	Mo	0,001
Br'	0,08	Fe_2O_3	0,0	Rb	0,008	Cr	0,0004
J'	0,01	Al_2O_3	0,5	Zn	0,004	Ag	0,0002
HPO_4''	0,10	HBO_2	0,3	Ni	0,003	Cd	0,0002
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	10,0	Ti	0,002	V	0,0001

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot - 81% zapreminski (Dimitrijević, 1975). Sadržaj Ra je 0,13 Bq/l, U - 0,0008 mg/l.

Termalni izvor se nalazi u veoma složenim geološkim i hidrogeološkim uslovima. On se javlja u okviru krečnjaka, prividno liči na karstno vrelo, što podrazumeva da je struktura krečnjaka hidrogeološki otvorena i usled čega je nemoguće objasniti povišenu temperaturu vode. Ovo je zaista nemoguće ako se pogleda kako su autori izrade Osnovne geološke karte 1:100.000, list Breznik, tumačili geološki profil terena. Tamo je predstavljeno da se tvorevine ordovicijuma, silura i devona istočno od banje nalaze u normalnoj antiklinali. Međutim, padovi serije i međusobni odnosi litofacija to isključuju. Verovatnije je da je granica između Suvoplaninske i Kusovranske zone reversna, a na tom kontaktu je i termalni izvor. Te dve zone se razlikuju oštro i po tome što su titonski sedimenti u Kusovranskoj zoni u krečnjačkoj faciji, dok su u Suvoplaninskoj pretežno u faciji fliša. Labilnija Suvoplaninska zona omogućila je reversno naleganje relativno kompaktnijeg istočnog bloka, tako da su paleozojski škriljci "isplivali" na površinu, a ispod njih se duboko podvlače kredni i jurski sedimenti (sl. 24).



SL. 24 - Šematski geološki presek u području banje (oznake kao na prethodnoj slici)
Fig. 24 - A schematic geological cross-section in spa area (marks as in precedent figure)

Reversnim naleganjem formirana je poluzatvorena hidrogeološka struktura, neophodna za nastanak ležišta termalne vode. Time postaje objašnjivo poreklo temperature vode (sprečena brza vodozamena u kolektorima ispod navlake), radioaktivnost - jer voda dolazi na svom kretanju u kontakt sa paleozojskim klastitima; kao i put kako da se zahvate toplije termalne vode u tom terenu.

Balneoterapija u banji se sprovodi kupanjem pod različitim vrstama tuševa, u kadama i bazenima, podvodnom masažom i pijenjem vode. Glavne indikacije su: bolesti lokomotornog aparata, nervne bolesti (neuralgije, neurastenije, psihoneuroze, vegetativne neuroze), povišeni krvni pritisak (poremećaji perifernog krvotoka, reumatizam, klimakterične tegobe i slično. Smeštaj gostiju je u hotelu "Mir" (B kategorije) sa 140 ležaja, i u privatnim kućama do 90 ležaja.

U banji postoji rekreativni otvoreni bazen olimpijskih razmera, kao i dobri uslovi za sportski lov i ribolov. Zanimljivi su kraški oblici u okolini (kanjon Jerma, pećine); kulturno-istorijski spomenici, kao što su Poganovski manastir iz XIV veka, manastir Sv. Bogorodice i drugi.

Toplik (Krupac)

Uz obod Pirotske kotline, oko 8 km JI od Pirota, u ataru Krupca, pojavljuju se termalni izvori. Isticanje termalnih voda je na nivou jezera, tako da dolazi do direkt-

nog mešanja hladnih i termalnih voda. Može se proceniti da je izdašnost izvora preko 10 l/s, a temperatura vode varira od 16-22,5°C (Tomić, Stevanović, 1982). Teren izgrađuju pretežno jurski krečnjaci, preko kojih leže donjokredni krečnjaci.

Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije oko 0,45 g/l, tipičnog sastava voda iz karstnih akvifera, kako se može videti i iz priloženih rezultata analize (Perić, Milivojević, 1990):

CO_3''	0,0 mg/l	Na^+	7,3 mg/l		mg/l
HCO_3'	338,0	K^+	1,5	Li	0,01
Cl'	10,7	Ca^{++}	81,0	SiO_2	21,0
SO_4''	14,0	Mg^{++}	20,3		

U cilju zahvatanja toplijih voda, izbušena je 1982. godine u neposrednoj blizini izvora istražna bušotina, dubine 375 m. Bušeno je sve kroz krečnjake, bez pozitivnih geotermalnih rezultata. Na dubini 265 m izmerena je temperatura stene od 22,5°C; statički nivo vode u bušotini je bio -0,9 m. Probnim crpljenjem je dobijena vrednost transmisiviteta krečnjačke sredine $T=1,05 \times 10^{-5}$ m^2/s (Tomić, Stevanović, 1982).

Pirotska banjica

Termalni izvori se pojavljuju u veoma uzanoj klisuri Dobrodolske reke, koja se nizvodnije od sela Nišora naziva Banjicom, a dalje kod sela Gradašnice i Gradašničkom rekom. Izvorište je razbijenog tipa, sa izvorima na levoj i desnoj obali reke, kao i u samom rečnom koritu; udaljeno oko 4 km severno od Pirota. Nadmorska visina izvorišta je 466-470 m.

Klisura reke je usečena u krečnjačke mase. Na više mesta u koritu reke se zapažaju stepeničasti pragovi ili strmi odseci po nekoliko metara visine. U koritu reke iznad sela Gradašnice veoma su česti džinovski lonci, koji predstavljaju posebnu atrakciju. Sve to ukazuje na značajne tektonske strukture koje preseca tok reke, i duž kojih su aktivna i neotektonska pomeranja blokova terena.

Područje je brdsko-planinskog karaktera, sa umereno-kontinentalnom klimom. Prema istoku se teren naglo diže iz klisure do Malog vrha (1013 m), a prema zapadu su nagibi nešto blaži.

Termalni izvori se pojavljuju u lokalnosti gde tok reke preseca veliku Vidličku navlaku, odnosno reversnu strukturu duž koje su trijaski sedimenti navučeni na kredne krečnjake. Izvori su izdašnosti oko 35 l/s, a temperatura vode 18-31°C (Milojević, 1969). U zoni isticanja termalne vode postoje i izlučene mase bigra.

Termalna voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,39 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	3,2	Sr	0,26	Cu	0,002
HCO_3'	278,0	K^+	0,8	Ba	0,02	Co	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	64,0	Mn	0,02	Pb	0,001
SO_4''	6,0	Mg^{++}	18,0	Li	0,005	Cs	0,001
F'	0,10	NH_4^+	0,8	Rb	0,005	Mo	0,001
Br'	0,03	Fe_2O_3	0,15	As	0,005	Cr	0,0004
J'	0,02	Al_2O_3	0,12	Zn	0,004	Ag	0,0002
HPO_4''	0,02	HBO_2	0,30	Ni	0,003	Cd	0,0002
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	7,0	Ti	0,003	Sn	0,0001

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna. Izražene su oscilacije temperature, izdašnosti i kvaliteta vode zavisno od atmosferskih padavina. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-6,66 Bq/l, ra-0,07 Bq/l, U-0,0011 mg/l.

Dobrodolska reka u letnjem periodu gubi vodu po ponorima, pa je korito Gradašničke reke gotovo potpuno suvo. Tada reka dobija vodu samo od termalnih izvora (Martinović, Kostić, 1971). Voda se zadržava u džinovskim loncima u reci, pa lokalno stanovništvo koristi ove "virove" i kupa se u njima, gotovo sve do sela Gradašnice.

Zanimljivo je tumačenje Ž. Martinovića i M. Kostića (1972) o poreklu termalne vode. Pojave termalnih voda su, prema ovim autorima, vezane za banjsku rasednu zonu, kojom je predisponirana i dolina Gradašničke reke; vidlička i tepoška reversna dislokacija su od manjeg značaja, pošto "na velikim reversnim dislokacijama nisu poznate češće termalne zone".

Tumačenje je zanimljivo ne zato što je tačno, već što se njegova neosnovanost reflektuje i u brojnim projektima hidrogeoloških istraživanja termalnih voda u istočnoj Srbiji. Trebalo bi, međutim, očekivati da buduća istraživanja pokažu da je pojava termalne vode u ovoj lokalnosti upravo povezana sa reversnom geološkom strukturom, slično kao u slučaju Zvonačke banje.

Južnije od Pirotske banjice, u gradskom području Pirota, nalazi se subtermalni karstni izvor Sarlak, izdašnosti 25 l/s i temperature vode 20°C. Osim ovog izvora, u okolini su u više lokalnosti po obodu Pirotskog basena poznate pojave subtermalnih voda.

Ostrovičke terme

Termalni izvori se pojavljuju na južnom obodu tercijarnog basena Sv. Petka, odnosno severnom završetku basena Ostrovice, na levoj obali Nišave ispod uzvišenja Gradca (320 m). To je predeo Sićevačke klisure, gde basen Sv. Petke ima zavetrinski položaj i zaklonjen je okolnim planinama od hladnih istočnih i severnih vetrova. Nadmorska visina izvorišta je 250 m.

Šire područje izvorišta termalne vode je izgrađeno od jurskih i krednih krečnjaka, gde je u rejonu Ostrovice formiran izduženi tektonski rov ispunjen neogenskim sedimentima debljine do 200 m. U neogenskim glinovito-peskovitim sedimentima usečeno je korito Ostrovičke reke. Ona je bujičnog karaktera, tako da se termalni izvori pojavljuju iz plavinskog konusa reke. Osim toga, kod Sićeva i manastira Sv. Petka su registrovani tercijarni vulkaniti.

Glavni termalni izvor je Banjica, na desnoj obali Ostrovičke reke na izlasku iz klisure Ždrelo; izdašnosti je 8,6 l/s, temperature vode 22°C (Kostić, Martinović, 1967; Jovanović, 1985). Pored ovog izvora, postoji niz termalnih izvora duž toka Ostrovičke reke, kao i izvori iz pukotina krečnjaka.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,50 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	6,9	Sr	0,13	Cu	0,001
HCO_3'	347,0	$K^{\cdot}$	1,0	As	0,02	Pb	0,001
Cl'	7,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	86,0	Ba	0,015	Cs	0,001
SO_4'	14,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	21,0	Li	0,009	Ti	0,001
F'	0,10	$NH_4^{\cdot}$	0,3	Rb	0,006	Mo	0,001
Br'	0,07	Fe_2O_3	0,15	Mn	0,005	Cr	0,0004
J'	0,05	Al_2O_3	0,52	Zn	0,003	Ag	0,0002
HPO_4''	0,10	HBO_2	0,20	Ni	0,003	Cd	0,0002
$HAsO_4''$	0,04	SiO_2	8,0	Co	0,001	V	0,0001

U gasnom sastavu preovlađuje azot, a sadržaj rastvorenog CO_2 je 50 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-4,44 Bq/l, Ra-0,13 Bq/l, U-0,0008 mg/l.

Niška banja

Niška banja se nalazi oko 10 km istočno od Niša. Leži na lepo očuvanim terasama leve obale Nišave, iznad kojih se izdiže krečnjačko brdo Koritnik (808 m), sa svojim strmim zakaršćenim stranama; dalje na jug diže se glavni greben Suve planine (1808 m). Nadmorska visina banje je 245 m.

Banja je povezana sa Nišom asfaltnim putem i železničkom prugom. Pruga i put su deo magistrale Beograd - Niš - Sofija - Istanbul. Od istoimene žel. stanice, banja je udaljena nepun kilometar, dok je sa okolnim većim gradovima dobro povezana autobuskim linijama.

U banji postoje dva prirodna termalna izvora: "Glavno vrelo" i "Suva banja". Prema shvatanjima mnogih istraživača, oni se nalaze na trasi banjskog (nišavskog) raseda, koji je približno paralelan toku Nišave.

"Glavno vrelo" je karstno vrelo, minimalne izdašnosti 35 l/s i temperature do 39,1°C. Izdašnost izvora je promenljiva u zavisnosti od spoljnih hidroloških uslova, tako da u vreme visokih padavina ili naglog topljenja snega dostiže 5000 l/s, dok se temperatura vode snižava do 12°C. Izvor se nalazi na koti 250 m, a izlivanjem vode je deponovana velika masa bigra, čija je debljina i posle delimične erozije do 25 m (Georgijević, 1975). Deo banje, sa objektima za balneoterapiju, hoteli i park, nalaze se na gornjoj terasi od ovog bigra.

"Suva banja" je takođe karstno vrelo, koje se nalazi na koti 290 m, oko 300 m IJI od "Glavnog vrela". Izvor je bio povremenog karaktera, pa je u dva maha (1932. i 1956. godine) galerijama spušten izliv na nižu kotu, tako da se sada izvor nalazi na koti 275 m. Izdašnost izvora je 8-23 l/s, a temperatura vode do 37,4°C. Sa "Glavnim vrelom" je u direktnoj hidrauličkoj vezi.

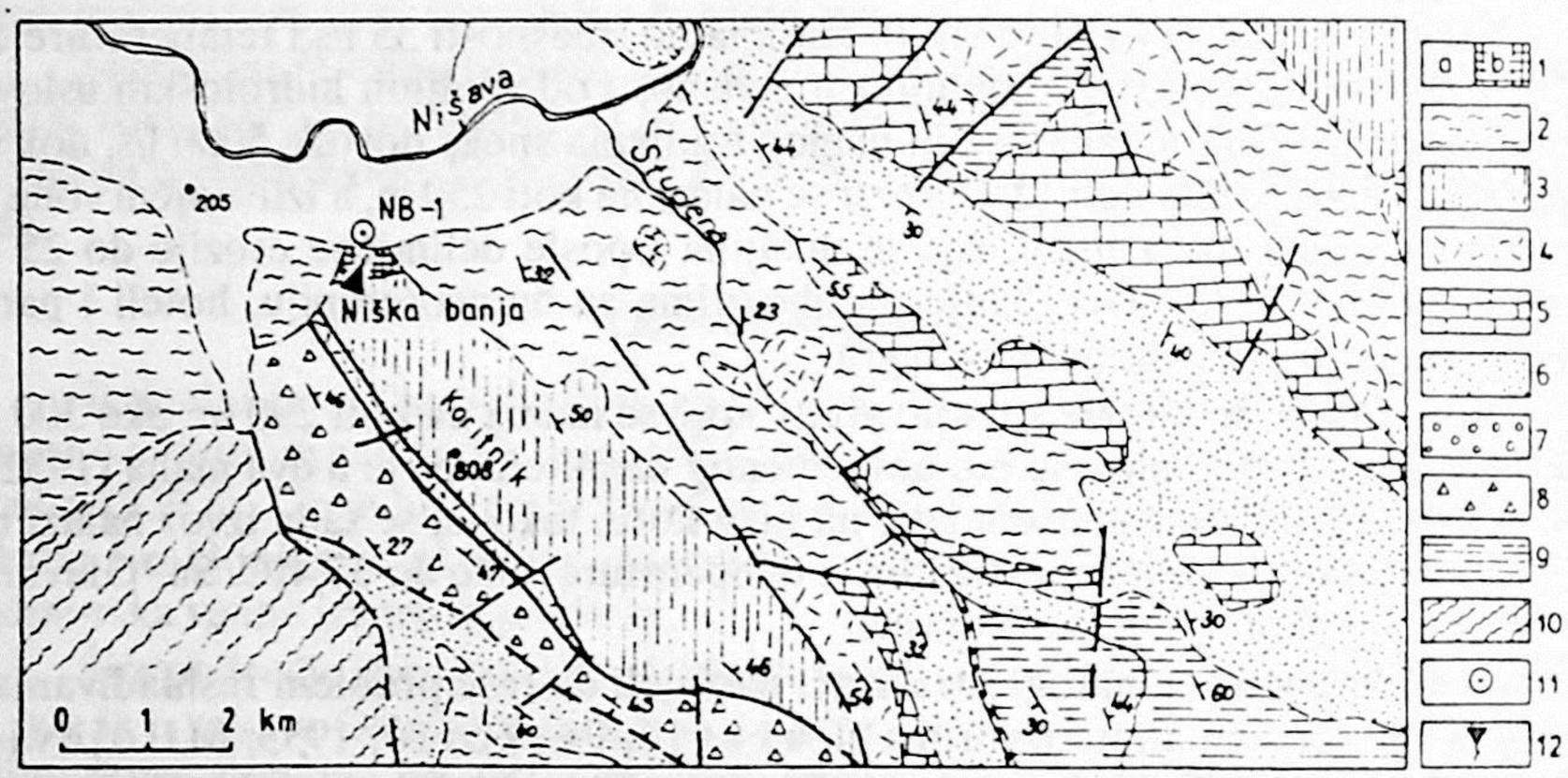
Dugo vremena su mnogi istraživači nastojali da reše problem rashlađivanja i mućenja vode na termalnim izvorima (Luković, Petković, 1933; Milojević, 1952; Petković, 1952; Milojević, 1958a, itd.). Ti problemi su izraženi uglavnom u svim našim kraškim terenima, s obzirom na tip poroznosti krečnjačkih masiva, a rashlađivanje izvora Niške banje u vreme većih kiša je našlo mesta i u "Ivkovoj slavi" Stevana Sremca. Oscilacije izdašnosti izvora se odražavaju i na radioaktivnost vode, bitnu komponentu u terapijskoj primeni te vode, pa merenja koja su različiti autori vršili u različitim periodima pokazuju i različite vrednosti. Može se reći da je glavna radioaktivnost vode radonska, koja dostiže 148 Bq/l.

Istraživači su rano zapazili direktnu hidrauličku vezu između "Suve banje" i "Glavnog vrela". U istoj vezi su i ponori Rautovačkog potoka, tj. kraški ponori u koritu potoka koji se nalazi 2,5 km istočno od "Glavnog vrela". Bojenjem u ponorima je utvrđeno da se boja na izvoru "Suva banja" pojavila nakon 20 sati, a posle pola sata i na "Glavnom vrelu". Budući na višoj koti, "Suva banja" je podložnija rashlađivanju, a bojenjem je pokazano da glavnina hladne podzemne vode dotiče u "Glavno vrelo" sa istoka. Stoga je spuštanjem izliva "Suve banje" smanjen dotok tih voda na "Glavno vrelo", pa su izdašnost izvora i temperatura vode relativno stabilniji. Rashlađivanje i mućenje izvora "Suva banja" je svedeno na tri meseca godišnje u proseku, dok na "Glavnom vrelu" pad temperature vode ispod 38°C ne traje duže od 5 dana godišnje u proseku (Milivojević, 1991).

Izvori Niške banje su korišćeni još u antičko doba, a najstariji podaci o lekovitosti izvora potiču iz 362. godine (Marković, 1980). Pri gradnji kupatila otkriven je bazen rimskog kupatila i kaptažni sistem izvora iz I veka naše ere. Naročito su izvore koristili rimski građani susednog Naissusa i Mediane, što nije

slučaj sa kasnijim stanovnicima niške kotline. U V veku, banju je opustošio Atila, a ona se kasnije spominje 1521. godine, u vreme pohoda turskog sultana Sulejmana prema Beogradu. Ovde je 1667. godine boravio dubrovački pesnik Jaketa Palmotić-Đomorić, i ostavio opis banje, iz koga se vidi da je izvor veoma izdašan i topao; da je na izvoru bio sagrađen otvoreni mermerni bazen; da su se ovde lečili svakovrsni bolesnici (Nenadović, 1936). Sredinom XVIII veka, banja je već uređeno naselje, sa kupatilima uz izvore tople i hladne lekovite vode. Osnove današnjeg izgleda i uređenja Niške banje postavljene su 1938. godine, kada su izgrađeni i najvećim delom urbanizovani kompleksi, u sklopu generalnog plana banje. Posle II sv. rata, banja je znatno proširena; izgrađeno dvadesetak vila, a 1954. godine je otvoren Inhalatorijum, prvi objekat ove vrste na Balkanu. Banja je sada moderni balneo-turistički centar, gde se balneološko naselje stopilo sa selom Banja u jedinstvenu građevinsku celinu, što je učvršćuje među naše najveće balneološke centre.

Termalni izvori Niške banje se nalaze, geološki posmatrano, u graničnoj zoni Srpsko-makedonske mase i Karpato-balkanida, gde su tektonske strukture izdužene pravcem SZ-JI (sl. 25). Velikom moravskom dislokacijom odvojen je zapadni moravski kristalin od mezozojskog basena na istoku, a suvoplaninska dislokacija odvaja Lužničku od Suvoplaninske tektonske zone.



SL. 25 - Geološka karta područja Niške banje (Vujisić i dr., 1980)
1 - kvartarne tvorevine (a - aluvijum, b - bigar), 2 - miopliocenski sedimenti, 3 - donjokredni konglomerati, alevroliti i peščari, 4 - titonski krečnjaci i dolomiti, 5 - jurski peščari, krečnjaci i dolomiti (J_2, J_3^{1+2}), 6 - permski crveni peščari, 7 - karbonski peščari, glinci i konglomerati, 8 - devonkarbonski škriljci i peščari, 9 - devonski peščari i alevroliti, 10 - proterozojski metamorfiti, 11 - istražna bušotina, 12 - termalni izvor

Fig. 25 - Geological map of Niška banja area (Vujisić et. al., 1980)
1 - Quaternary deposits (a - alluvium, b - travertine) 2 - Miocene-Pliocene sediments, 3 - Lower Cretaceous conglomerate, siltstones and sandstones, 4 - Tithonian limestones and dolomites, 5 - Jurassic sandstones, limestones and dolomites (J_2, J_3^{1+2}), 6 - Permian red sandstones, 7 - Carboniferous sandstones, claystones and conglomerates, 8 - Devonian-Carboniferous schists and sadstones, 9 - Devonian sandstones and siltstones, 10 - Proterozoic metamorphites, 11 - exploratory drill-hole, 12 - thermal spring

Za ovaj deo terena je karakteristična Suvoplaninska antiklinala, najmarkantniji naborni oblik u istočnoj Srbiji. To je asimetrična, normalna antiklinala, čija osa tone ka JI, a dužine je preko 30 km. U jezgru su otkrivene paleozojske stene i sedimenti srednje jure, a na krilima su sedimenti gornje jure i krede. U celini je deformisana uzdužnim i poprečnim rasedima. Zapadno krilo te antiklinale predstavlja sabirnu površinu za velike količine podzemnih voda, od kojih se deo prazni i u Niškoj banji.

Fizičko-hemijske karakteristike termalne vode su tipične za vode koje potiču

iz krečnjačkih akvifera. Voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,41 g/l, pH-7,4. Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna - 84,3% zapreminski (Dimitrijević, 1975), dok je udeo CO_2 svega 1,0%. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	22,7	Sr	0,30	Ni	0,003
HCO_3'	220,0	K^+	1,2	As	0,05	Cs	0,002
Cl'	28,0	Ca^{++}	62,0	Li	0,028	Ti	0,002
SO_4''	40,0	Mg^{++}	14,0	Ba	0,020	Mo	0,001
F'	0,40	NH_4^+	0,5	Al	0,018	Co	0,001
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,15	Rb	0,010	Pb	0,001
J'	0,05	Al_2O_3	0,50	Mn	0,005	Ag	0,0002
HPO_4''	0,15	HBO_2	1,0	Zn	0,005		
$HAsO_4''$	0,10	SiO_2	18,0	Cu	0,004		

Sadržaj radijuma u vodi je 0,17 Bq/l, a urana 0,0008 mg/l. Prema izotopskim ispitivanjima, apsolutna starost vode je 3150 godina (Perić, Milivojević, 1990). Može se napomenuti da je najveći sadržaj radona registrovan u onoj vodi koja se filtrira kroz naslage bigra - tako izvor "Školska česma" (temperatura vode 19,5°C), dostiže radioaktivnost od 736 Bq/l (Georgijević, 1975). To je poznati "Mahov paradoks" iz banje Bad-Gaštajn.

Interesantno je da se deponovanje bigra vrši samo iz "Glavnog vrela", iako su vode oba vrela prema temperaturi i hemizmu slične. Kako rastvorljivost karbonata opada sa porastom temperature vode, realnije bi bilo očekivati da se bigar obara iz vode "Suve banje", čije su vode niže temperature i stoga sa većim sadržajem jona karbonata i bikarbonata. Zaista, analiza vode pokazuje relativno viši sadržaj jona Ca^{2+} i HCO_3^- u vodi "Suve banje" (Georgijević, 1975):

	"Glavno vrelo" (37,3°C)	"Suva banja" (34,8°C)
Na^+	17,0	15,9
K^+	2,1	1,9
Ca^{++}	69,0	72,6
Mg^{++}	11,3	11,2
HCO_3'	249,6	260,0
Cl'	17,0	16,0
SO_4''	26,4	24,3
CO_2 (slob.)	20	20
Suvi ost.	286,6	281

Apsolutna starost bigra je 27000 godina. No bigar nije po celom profilu radioaktivan - već samo gornji deo naslage (Pokrajac, Petrović, 1965). Deponovanje naslage je stoga nesumnjivo važna indikacija, čije geohemijsko razjašnjavanje može ukazati na pravi put ka istraživanju i kaptiranju termalne vode. Svi dosadašnji pristupi ovom problemu nisu dali optimalno rešenje, odnosno nije otkrivena primarna hidrogeološka struktura u kojoj bi se zahvatile termalne vode viših temperatura i radioaktivnosti od one koja je na prirodnom izvoru. To se može reći i za najnovija istraživanja, u okviru kojih je tokom 1986-87. godine izbušena bušotina NB-1 do dubine 510 m (Milivojević, 1991). Tom bušotinom je ispod tercijarne

naslage niškog basena otkrivena akumulacija termalne vode u krednim krečnjacima, što je istraživačima bio dokaz da je to u suštini primarno ležište termalne vode koje se prirodno prazni preko "Glavnog vrela" i "Suve banje". Lokacija bušotine je oko 50 m severno od "Školske česme", a geološki profil je sledeći:

0,0-135,0 m	neogenski sedimenti
135,0-220,0	glina, laporci i peščari donje krede
220,0-340,0	blokovi krečnjaka u glinovitom materijalu
340,0-470,0	kompaktni i bezvodni krečnjaci neokoma
470,0-510,0 -	karstifikovani krečnjaci neokome sa termalnom vodom

Temperatura vode je 36,9°C, sadržaj Rn-3,7 Bq/l, Ra-0,12 Bq/l, što dovodi u sumnju pretpostavku da je otkriveno primarno ležište termalne vode.

Lečenje u banji se obavlja kupanjem u radioaktivnoj vodi, pijenjem vode i inhaliranjem, zatim primenom drugih terapija. Medicinske indikacije su: reumatske bolesti i zapaljenski reumatizam; sistemske bolesti vezivnog tkiva; vanzglobni oblici reumatizma; hronični artritisi; oboljenja perifernih krvnih sudova, infarkt miokarda posle rane hospitalne rehabilitacije; esencijalna arterijska hipertenzija; neurološka oštećenja; stanja posle povrede kostiju, mišića i zglobova. Nosilac lečenja je Institut za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju reumatičnih i srčanih bolesnika "Niška banja", koji je u sastavu Medicinskog fakulteta u Nišu. Institut upošljava 400 radnika, od kojih 220 radnika medicinske struke, a lečenje je uz najsavremenije metode i opremu.

Hladnu radioaktivnu vodu daju dve česme, jedna u parku, a druga kod škole (tzv. "Školska česma"). Inhalatorijum sa korišćenjem radona je sa pet odeljenja - dve sale i tri kabine. Zbog neprekidnog proticanja velike količine radioaktivne vode kroz bazene, oni su postali prirodni inhalatorijumi. Radon se skuplja iz naslage bigra i cevima sprovodi do objekta. Glavno kupatilo, sa dva bazena (za muškarce i žene), nalazi se u središtu banje, moderno opremljeno sa 32 kabine, prostorijama za masažu, ispiranje i odmaranje. U holu su dve česme sa toplom vodom. "Ozrenske kade" (12) su hodnikom povezane sa hotelom "Ozren", te se ovde bolesnici mogu lečiti i zimi. U banji postoji ukupno 5 bazena i 53 kade u velikom kupatilu.

Niška banju posećuje sedam puta više gostiju nego pre II sv. rata: 1939. godine 5533, a 1970. godine 40020. U banji je 1903. boravilo 275 gostiju. U novije vreme, Niška banja je po poseti odmah iza Vrnjačke banje.

Smeštaj gostiju u banji omogućuju: a) objekti u sastavu Instituta - stacioinari "Radon", "Zelengora", "Terme", sa ukupno 510 postelja (B kategorija); b) objekti u sastavu RO "Srbija-turist" Niš - hoteli "Ozren", "Partizan" i "Srbija", sa ukupno 430 ležaja (B kategorija); c) privatne vile, sa oko 5000 ležaja I i II kategorije.

U okolini Niške banje su interesantna mnoga izletišta: Jelašnička klisura (3 km), Sićevačka klisura (8 km), Čerjanska pećina (5 km). Od kulturno-istorijskih spomenika tu su Medijana (IV vek n.e.), letnjikovac cara Konstantina Velikog. Na putu od banje prema Nišu se nalazi Ćele-kula, jedinstveni spomenik u svetu, sagrađen 1809. godine od lobanje srpskih ustanika izginulih na Čegru.

Miljkovac

Pojava termalne vode u selu Miljkovac se nalazi u dolini Toponičke reke, na oko 3 km nizvodno od banje Topilo, i oko 20 km severno od Niša. Glavni izvor, zvani "Vidrište", nalazi se na levoj obali reke, na kontaktu krečnjaka i kristalastih škriljaca, na nadmorskoj visini od 225 m. To je karstni izvor, izdašnosti 8-10 l/s, temperature vode 33°C.

Pojava termalnog izvora je lokalizovana uz veliku Poružničku dislokaciju reversnog tipa, duž koje su metamorfiti zapadnije Srpsko-makedonske mase nalegli na mezozojske krečnjake. Teren istočno od izvora, izgrađen pretežno od mezozojskih krečnjaka, karakteriše se velikom ubranošću, sa brojnim stisnutim, prevrnutim i istočnovergentnim borama, kao i rasadima generalnog pružanja SZ-JI i I-Z. Jedan veliki rased pruža se i dolinom Labunovske reke koja se kod Miljkovca uliva u Toponičku reku.

Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,44 g/l, pH-7,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na^+	5,7	Sr	0,23	Pb	0,002
HCO_3'	315,0	K^+	0,8	Zn	0,10	Co	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	78,0	Ba	0,035	Cs	0,001
SO_4"	6,0	Mg^{++}	15,0	Ni	0,010	Ti	0,001
F'	0,10	NH_4^+	0,1	As	0,010	Mo	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,15	Cu	0,008	Cr	0,0004
J'	0,01	Al_2O_3	0,20	Li	0,005	Ag	0,0003
HPO_4"	0,10	HBO_2	0,5	Rb	0,005	Cd	0,0002
$HAsO_4$"	0,02	SiO_2	8,0	Mn	0,005	Sn	0,0001

U gasnom sastavu preovlađuje azot. Karakteristika vode je povišena radonska radioaktivnost - 148 Bq/l, čime se po radioaktivnosti izjednačava sa Niškom banjom. Sadržaj Ra je 0,15 Bq/l, U-0,0005 mg/l.

Banja Topilo

Banja se nalazi u dolini Toponičke reke, oko 25 km severno od Niša. Smeštena je u jugoistočnom obodu Aleksinačke kotline, u ataru sela Kravlje, pa se često naziva i Kravljansko Topilo. Nadmorska visina je 290 m. Sa Nišom je povezana dobrim asfaltnim putem preko Gornje Toponice, kuda saobraća redovna autobuska linija.

Izvori termalne vode se nalaze uz sam rub krečnjačkog masiva na levoj obali Toponičke reke. Tu se, u stvari, nalazi 7 izvora, od kojih su 3 sa hladnom vodom, a i temperatura termalnih izvora oscilira u zavisnosti od spoljnih hidroloških uslova (Jovanović i dr., 1983). Izvori su izdašnosti 0,1-1,0 l/s. Najtopliji je izvor "Tresibaba", temperature oko 33°C, ali i do 37°C u hidrološkom minimumu (za vreme suše).

Termalnu vodu je koristilo okolno stanovništvo još u srednjem veku i tursko doba, kako za lečenje, tako i za potapanje konoplje (otuda i naziv Topilo). Međutim, izgradnja sezonske banjske naseobine je počela 1954. godine. Bolesnici preko leta stanuju pod šatorima i u kolibama. Najčešći gosti su reumatičari, koji se kupaju, a vodu piju oni sa stomačnim oboljenjima. Veće uređenje banje je započelo 1981. godine, pa su ovde izgrađena dva zatvorena kupatila i uređeni prilazi; preduzimani radovi da se obezbedi toplija voda.

Geološka građa terena je složena. Termalni izvori se pojavljuju uz veliki i složeni, sa brojnim strukturama navlaka, Golubačko-lužnički pojas (Supragetikum). U velikoj antiklinali Kurilova su otkriveni unutar mezozojskih krečnjaka permski crveni peščari, a po obodu te antiklinale su raspoređene pojave termalnih radioaktivnih voda u Miljkovcu, Kravlju, Popšici, Grbavču itd. Kredni krečnjaci, koji su otkriveni na krilima antiklinale, nisu svakako primarni akviferi termalne vode, iako se po hemizmu vode može pouzdano zaključiti da vode potiču iz nekog krečnjačkog akvifera. Da bi se taj akvifer identifikovao, neophodno je rekonstruisati položaj navedenih navlaka u datom terenu.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,44 g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

U gasnom sastavu preovlađuje azot. Sadržaj radona od 66,6 Bq/l karakteriše ovu vodu i kao radioaktivnu. Sadržaj Ra je 0,16 Bq/l, a U-0,0006 mg/l.

U okviru hidrogeoloških istraživanja termalne vode, izvedena su u periodu 1982-83. godine geofizička i druga ispitivanja terena, a zatim i bušenje 3 istražne bušotine, na oko 50-70 m severno od izvora. Bušotine su po 150 m dubine, bušene

CO_3"	0,0	Na·	7,0	Zn	0,40	Co	0,003
HCO_3'	305,0	K·	1,6	Sr	0,25	Pb	0,002
Cl'	10,0	Ca··	66,0	Ba	0,03	Ti	0,002
SO_4"	14,0	Mg··	23,0	Li	0,013	Mo	0,002
F'	0,20	NH_4·	0,15	Ni	0,010	Cd	0,001
Br'	0,07	Fe_2O_3	0,15	Cu	0,008	Cs	0,001
J'	0,01	Al_2O_3	0,22	Rb	0,007	Cr	0,0005
HPO_4"	0,08	HBO_2	0,5	Mn	0,005	Ag	0,0005
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	17,0	As	0,005	Sn	0,0001

kroz kredne krečnjake, ali bez povoljnih rezultata u pogledu otkrivanja toplijih voda (Jovanović i dr., 1983).

U balneološke svrhe, voda se koristi za kupanje i pijenje. Indikacije su: bolesti lokomotornog aparata (reumatizam, posledice ranjavanja, spondiloza), funkcionalna oboljenja nervnog sistema, bolesti gastro-intestinalnog trakta, oboljenje bubrega i mokraćnih puteva.

Za smeštaj posetilaca, u banji je na raspolaganju oko 600 ležaja u privatnim domaćinstvima.

Popšička banjica

Nalazi se u istoimenom selu, na oko 18 km od Svrljiga i 30 km severno od Niša. Termalni izvori se pojavljuju na levoj dolinskoj strani Labukovske reke, pod uzvišenjem Ciganska čuka. Nadmorska visina je 320 m.

Termalni izvori se pojavljuju u jednoj tektonski veoma složenoj zoni, gde su usled reversnih kretanja u sklopu Moravske navlake na površinu dospeli permski crveni peščari. Peščari su u tektonskom kontaktu sa krednim krečnjacima. Reversni rased je uočljiv i kod Ciganske čuke, gde se termalne vode izlivaju u vidu razbijenog izvorišta.

Glavni izvor je "Grlo". Izdašnost izvora je 15-16 l/s, temperature 21°C. Ukupna izdašnost izvorišta je oko 20 l/s, sa ne velikim oscilacijama ove tokom godine. Na mestu isticanja vode obrazovane su mase bigra.

Termalna voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,5 g/l, pH-7,1. Hemizam vode je sledeći (mg/l):

CO_3"	0,0	Na·	2,3	Sr	0,20	Co	0,002
HCO_3'	303,0	K·	1,0	Ba	0,03	Pb	0,002
Cl'	10,0	Ca··	92,0	Zn	0,01	Cs	0,002
SO_4"	8,0	Mg··	8,0	Cu	0,008	Ti	0,001
F'	0,10	NH_4·	0,1	Rb	0,005	Mo	0,001
Br'	0,03	Fe_2O_3	0,30	Mn	0,005	Cr	0,0003
J'	0,02	Al_2O_3	0,24	As	0,005	Ag	0,0002
HPO_4"	0,10	HBO_2	0,5	Li	0,004	Cd	0,0002
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	7,0	Ni	0,003	V	0,0002

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna, sa nešto povišenim sadržajem CO_2 (66 mg/l). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-9,2 Bq/l, Ra-0,14 Bq/l, U-0,0007 mg/l.

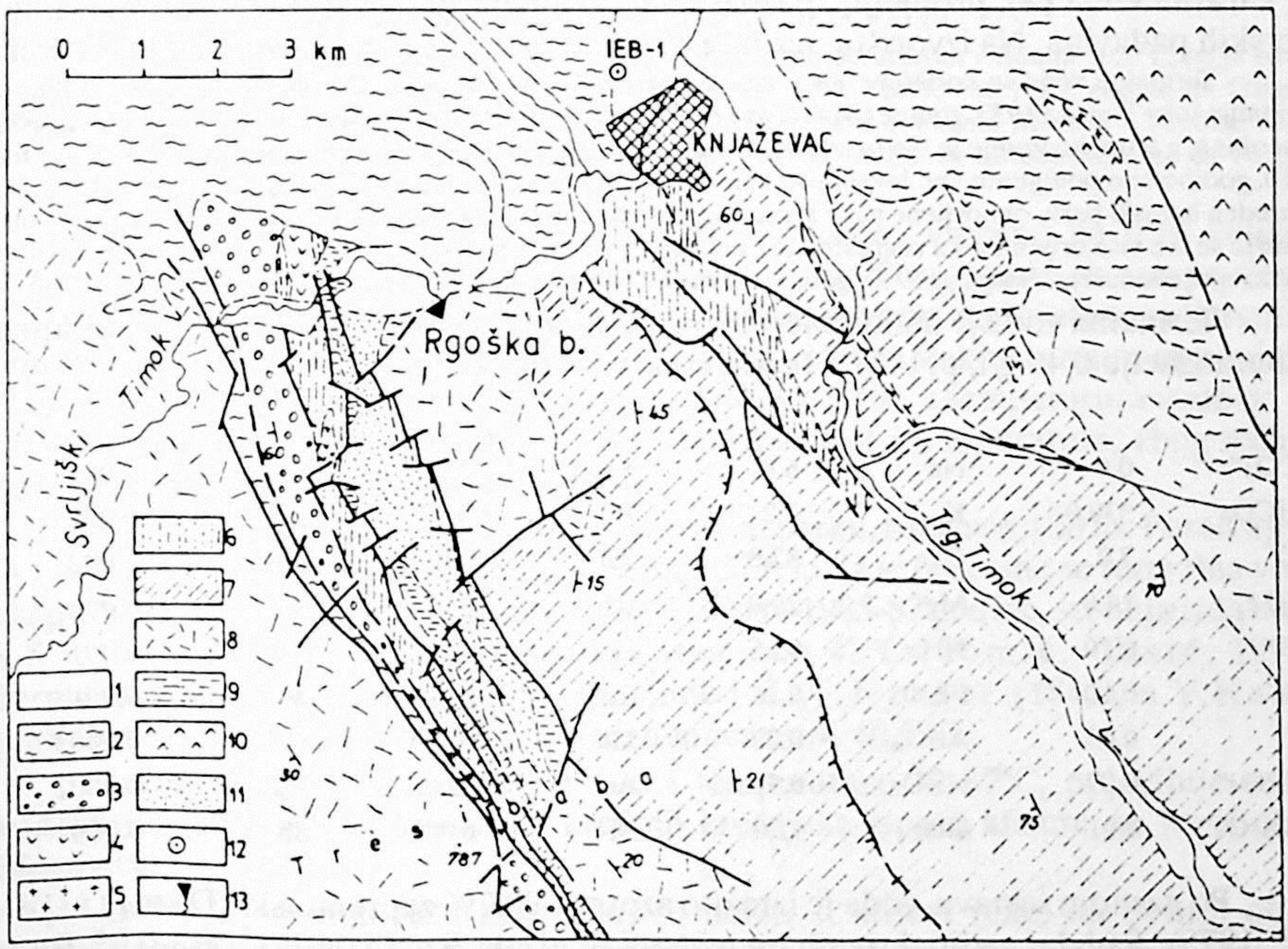
Područje pripada planinsko-župskoj klimi svrljiškog regiona, sa mnogo povoljnih elemenata za

razvoj balneoturizma. Ipak, ovde osim bazena za rekreaciju (10x15 m) nisu podignuti drugi savremeni banjski objekti, niti su vršeni radovi da se zahvate toplije termalne vode.

Zapadnije od Popšičke banjice, u široj okolini Svrljiga, poznate su pojave subtermalnih voda u selu Grbavče, u Okruglici i Ništevcu, temperature vode do 20°C. Posebno je interesantna pojava u Ništevcu, na ulazu u klisurastu dolinu Svrljiškog Timoka, tzv. "Ništevačka banjica", o čijem korišćenju postoje arheološki ostaci i dokazi u toponimima (Martinović, Kostić, 1975). Izlivanje toplih voda je prestalo, veruje se, nakon velikog zemljotresa 1904. goldine, a sada je isticanje termalne vode (usled sifonalnog karaktera izvora) ograničeno na kraći vremenski period posle obilnijih kiša. Izvor u Okruglici je izdašnosti 20 l/s, temperature vode 20°C (Perić, Milivojević, 1990), a sličan je izvor i u selu Grbavče.

Rgoška banjica

Termalni izvori rgoške "Banjice" se nalaze oko 5 km JZ od Knjaževca, u klisuri Svrljiškog Timoka i u SI području planinskog masiva Tresibabe (787 m), Banja je



SL. 26 - Geološka karta područja Rgoške banjice (Krstić i dr., 1977)
1 - kvartarne tvorevine, 2 - miocenski sedimenti, 3 - paleogenski sedimenti sa ugljem, 4 - vulkaniti, 5 - granitoidi, 6 - gornjokredni krečnjaci, laporci i vulkanogeno-sedimentna serija, 7 - donjokredni peščari, glinci, krečnjaci, 8 - urgonski krečnjaci, 9 - jurski sedimenti, 10 - gabro, 11 - devonski peščari, alevroliti i konglomerati, 12 - istražna bušotina, 13 - termalni izvor

Fig. 26 - Geological map of Rgoška banjica area (Krstić et al., 1977)
1 - Quaternary deposits, 2 - Miocene sediments, 3 - Paleogene sediments with coal, 4 - volcanic rocks, 5 - granitoids, 6 - Upper Cretaceous limestones, marls and volcanic-sedimentary complex, 7 - Lower Cretaceous sandstones, claystones, limestones, 9 - Jurassic sediments, 10 - gabbro, 11 - Devonian sandstones, siltstones and conglomerates, 12 - exploratory drill-hole, 13 - thermal spring

povoljnog položaja, pošto se termalni izvori nalaze na desnoj obali reke, a leva obala je zaravnjena i prelazi u aluvijalnu ravan na kojoj su podignuti banjski objekti. Nadmorska visina banje je 240 m.

Pristupačnost banji je dobra, jer se ona nalazi na transbalkanskoj pruzi Niš - Knjaževac - Zaječar - Negotin (žel. stanica Rgošte). Takođe je pristup u banju moguć asfaltnim putem od Niša prema Zaječaru (odvojak od Knjaževca, 6 km).

U geološkom pogledu, karstni izvori se pojavljuju u zapadnom obodu tupižničko-knjaževačke sinklinale, izgrađene pretežno od krednih krečnjaka i klastita (sl. 26). Dalje na zapad, nastavlja se rtanjsko-kučajska zona, takođe izgrađena pretežno od krednih krečnjaka, a između ovih zona su otkrivene u uskom prostoru paleozojske (devonske i permske) tvorevine, trijaski i jurski sedimenti. Na geološkoj karti je to izdvojeno kao horst Tresibabe, mada je uočljivo da se taj rejon nalazi u sklopu velike regionalne nestabilne zone koja se počev od Dimitrovgrada i Pirota pruža preko Turije, pored Rgošta i nastavlja dalje na sever, obodom timočkog andezitskog masiva. Duž te zone dubokih dislokacija, izbili su na više mesta vulkaniti.

Na izvorima se prazni oko 35-40 l/s termalne vode, temperature 26-32°C. To su karatna vrela (4), promenljive izdašnosti i temperature, zavisno od režima atmosferskih padavina. Na izvorištu, termalne vode se pojavljuju pod arteskim pritiskom.

Termalne vode su korišćene još u rimsko vreme. Rimsko kupatilo i novac su otkriveni prilikom skretanja toka Timoka 1933. godine (M a r k o v i ć, 1980). U srednjem veku je postojala manastirska banjska naseobina, a u tursko vreme je bio tu izgrađen hamam. Dugo vremena je banja bila zaboravljena, da bi tek 1910. godine bilo podignuto tzv. Joksimovo kameno kupatilo na mestu današnjeg kupatila. Posle II sv. rata je uređen banjski park, obnovljene neke zgrade, izgrađeno kupatilo sa većim bazenom, itd. U novije vreme, lečilište se sve više orijentiše ka rekreativnoj funkciji - izgrađen je bazen olimpijskih razmera, dečji plivački basen, sportski tereni. Banju je 1937. godine posetilo 3700 gostiju, a 1979. oko 4000 bolesnika.

Termalna voda je malomineralizovana, hipoterma, HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,49 g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	6,0	Sr	0,26	Co	0,002
HCO_3'	330,0	K^+	1,2	Ba	0,03	Pb	0,002
Cl'	7,0	Ca^{++}	82,0	Zn	0,03	Cs	0,002
SO_4'	14,0	Mg^{++}	20,0	Rb	0,01	Ti	0,002
F'	0,10	NH_4^+	0,15	Li	0,006	Cd	0,001
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,15	Cu	0,006	Mo	0,001
J'	0,03	Al_2O_3	0,22	Mn	0,005	Cr	0,0003
HPO_4''	0,07	HBO_2	0,5	As	0,005	Ag	0,0002
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	12,0	Ni	0,002	Sb	0,0001

Po gasnom sastavu, voda je izrazito azotna - 90,2% zapreminski (D i m i t r i j e v i ć, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-14,06 Bq/l, Ra-0,07 Bq/l, U-0,0012 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi 4250 ± 110 godina (P e r i ć, M i l i v o j e v i ć a, 1990).

Na mestu najsnažnijeg pražnjenja termalnih karstnih voda je izvedena vertikalna šahtna kaptaža, dubine 14,6 m (P a v l o v i ć, 1985). Crpljenje je pokazalo da se može eksploatisati do 100 l/s vode, temperature do 30°C. Izbušeno je i više istražnih bušotina u krečnjaku, dubine do 150 m, ali nije otkrivena voda više temperature. Istraživači su stoga pretpostavili da se toplija voda može dobiti u centralnom delu sinklinale, što znači i istočnije od sadašnjih termalnih izvora.

Međutim, bušenjem kod Knjaževca ("Staklenici"), duboke istražne bušotine

IEB-1, u centralnom delu sinklinale, nisu dobijeni zadovoljavajući rezultati (Tomić, 1988c). Bušotina je dubine 950 m, i do dubine 340 je bušena kroz peskovito-glinovito-laporovitu miocensku naslagu; od 340-950 m kroz kredne peščare i krečnjake, gde je najdublji deo naslage možda jurske starosti. Na dubini 949 m je izmerena temperatura stene od 36,6 °C, a po završetku bušenja je dobijeno na samoizliv 0,05 l/s vode, temperature 22°C.

Nema stručno potvrđenih lečilišnih indikacija termalne vode. Ipak, ona se, kao i mnoge druge vode sličnih karakteristika, koristi u lečenju reumatizma, išijasa i nervnih oboljenja. Smeštaj gostiju je moguć u privatnim kućama, kao i hotelu "Timok" u Knjaževcu.

Sokobanja

Banja se nalazi 30 km SI od Aleksinca, u živopisnoj dolini Moravice, na severnom podnožju planine Ozren. Kod banje reka izlazi iz kraće klisure, u kojoj su ostaci čuvenog Soko grada, i ulazi u tercijarni sokobanjski basen koji se ka zapadu širi. Od reke se teren prema severu preko blago zatalasanih brežuljaka diže prema Rtnju (1570 m), dok se prema jugu teren odmah iza banje strmo diže prema Ozrenu (1174) i Devici (1187). Nadmorska visina banje je oko 300 m.

Klima područja je subalpijska, sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha 10,1°C, pa je banja poznato klimatsko mesto i lečilište. Uživa i reputaciju "dečje banje", pa je već 1928. godine na Ozrenu podignuto dečje oporavilište. Banja je izvan glavnih saobraćajnica u dolinama Morava i Timoka, ali je dobrim asfaltnim putem povezana sa Aleksincem i Knjaževcem. Stalne su autobuske veze sa Nišom, Zaječarom, Kruševcem i Beogradom.

Termalni izvori se pojavljuju duž toka Moravice, odnosno na trasi velikog sokobanjskog raseda, kako većina istraživača smatra. Duž tog raseda, pravca pružanja I-Z, prazni se u više lokalnosti velika količina termalne vode, mešajući se sa karstnim podzemnim vodama koje dotiču sa padina Ozrena. Prema nekim ranijim merenjima (Jovanović, 1934), izdašnost svih vrela iznosi oko 50 l/s, a temperatura vode od 40 do 46°C. Postoje 3 veća termalna izvora, čija izdašnost i temperatura, zbog načina pojavljivanja vrela, variraju tokom godine.

Glavni termalni izvor je "Park", u banjskom parku, izdašnosti 28 l/s. Pored njega je 1962. godine izbušena bušotina S-5, dubine 37,5 m. Iz te bušotine se termalna voda eksploatiše crpljenjem, neravnomerno, a u periodu 1985-87 godine, srednja izdašnost S-5 je iznosila 12-17 l/s, a temperatura vode oko 42°C (Tomić, Tasić, 1991). Termalni izvor temperature 46,2°C spominje i Ž.A.Herder (1845), a V.Karić (1887) navodi izdašnost vrela od 7,0 l/s i temperaturu 46,5°C.

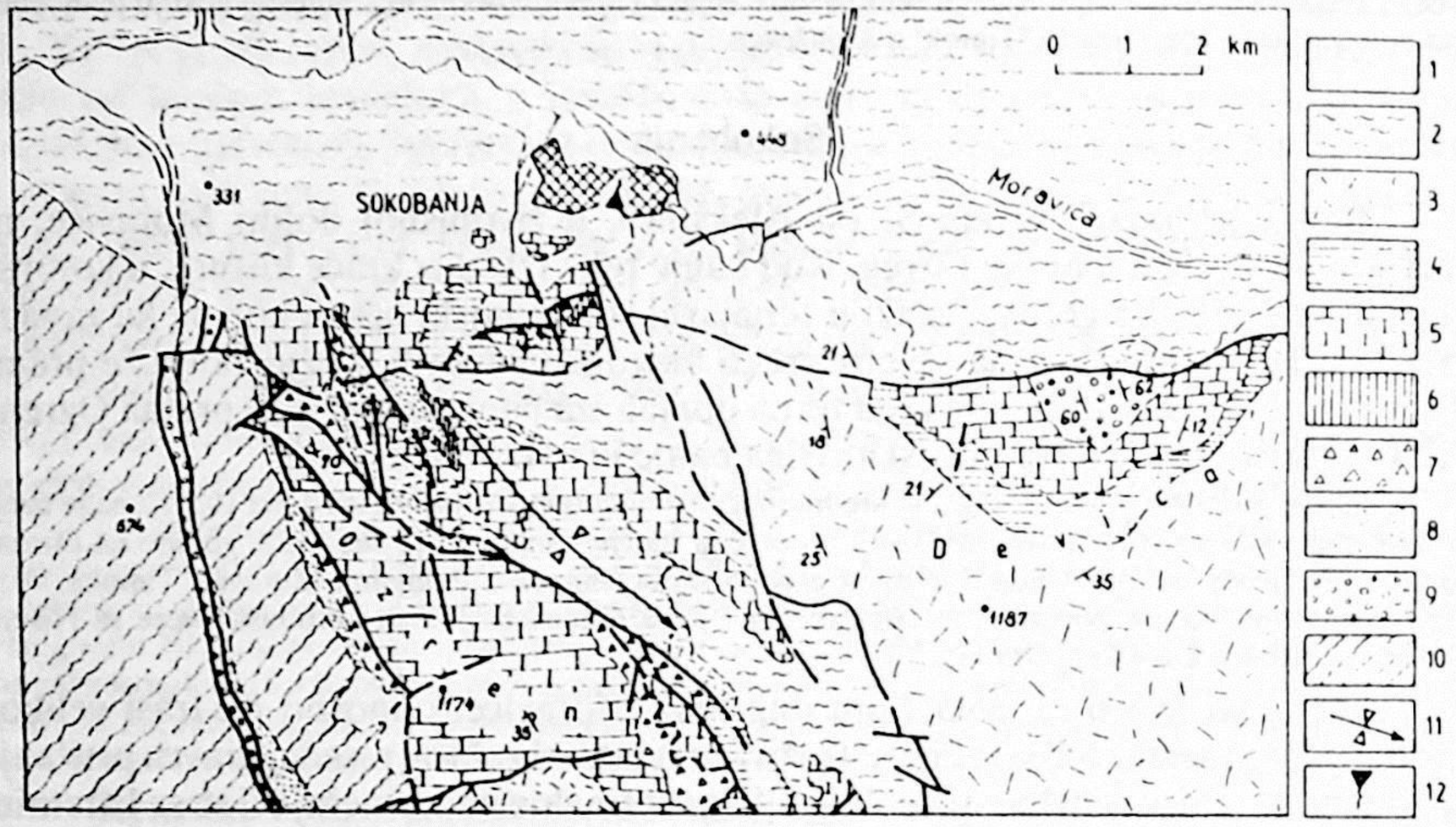
Izvor "Banjica", izdašnosti 7,0 l/s i temperature 32-37°C, pojavljuje se na kontaktu tercijarnih sedimenata i krednih krečnjaka ispred klisure na levoj obali Moravice.

Izvor "D. Jovanović" (Lepterija) se nalazi u klisuri reke, na desnoj obali. Termalna voda ističe iz karstifikovanih krečnjaka, u nivou reke i u samoj reci, a o pražnjenju svedoči izbijanje gasova na više mesta u reci. Procenjuje se da je ukupno pražnjenje termalne vode oko 10 l/s, temperature 21,8°C (Milojević, 1958b).

Termalne izvore Sokobanje su koristili još stari Rimljani, o čemu svedoče ostaci zida velikog bazena sa fragmentima antičkih cigala. Takođe je banja intenzivno korišćena u tursko doba. To je jedina stara varoška banja na tlu Srbije, jer je od prvih dana turske okupacije bila jedno od tri najvažnija naselja Vidinskog sandžaka. U srednjem veku se ovde stvarala varoš sa utvrđenjem Sokograd. Nakon II sv. rata, Sokobanja je modernizovana, proširena, privredno i populaciono ojačala i afirmisala se kao drugi turistički i lečilišni centar Srbije. Sa Vrnjačkom i Niškom banjom, Sokobanja se ubraja među naša najveća banjska naselja.

Geološki odnosi u terenu su dosta složeni. Termalni izvori se pojavljuju u

graničnoj zoni između složene bore Ozrena i antiklinale Device, odnosno u severnom produženju te zone ispod tercijarne naslage (sl. 27). Tamo gde je navedena zona presečena poprečnim rasedom duž toka Moravice (sokobanjski rased), pojavilo se karstno termalno vrelo "Park", u kome je temperatura vode najveća, dok se istočno i zapadno po trasi raseda temperatura izvora postupno smanjuje, kao što su to istraživanja pokazala.



SL. 27 - Geološka karta područja Sokobanje (Krstić i dr., 1974)
1 - kvartarne tvorevine, 2 - miocenski sedimenti, 3 - urgonski krečnjaci, 4 - donjokredni krečnjaci ($K_1^{1,2}$), 5 - gornjojurski krečnjaci i dolomiti, 6 - srednjojurski peskoviti krečnjaci, 7 - trijaski peščari, krečnjaci i dolomiti, 8 - permski crveni peščari, 9 - devonski peščari, argilošisti i krečnjaci, 10 - kambrijski metamorfiti, 11 - osa sinklinale, sa padom, 12 - termalni izvor

Fig. 27 - Geological map of Sokobanja area (Krstić et al., 1974)
1 - Quaternary deposits, 2 - Miocene sediments, 3 - Urgonian limestones, 4 - Lower Cretaceous limestones ($K_1^{1,2}$), 5 - Upper Jurassic limestones and dolomites, 6 - Middle Jurassic sandy limestones, 7 - Triassic sandstones, limestones and dolomites, 8 - Permian red sandstones, 9 - Devonian sandstones, argillaceous shale and limestones, 10 - Cambrian metamorphites, 11 - axis of syncline, with dip, 12 - thermal spring

U složenoj bori Ozrena su naborni oblici sistemom reversnih raseda veoma deformisani i pojedine geološke jedinice dovedene u različite tektonske kontakte. Za razliku od istočnije antiklinale Device, prva geotektonska jedinica je u celini daleko složenije građe, sa probojima vulkanita, i sa stratigrafskim članovima u rasponu od devonskih i permskih, pa preko jurskih i krednih do miocenskih tvorevina. Antiklinala Device je relativno pravilnije forme - sa devonskim metapeščarima i metakonglomeratima otkrivenim u jezgru, i sa urgonskim krečnjacima na krilima antiklinale. Najverovatnije da je reversno navlačenje jedinice Ozrena preko antiklinale Device izraženije nego što je na OGK list Boljevac 1:100.000 predstavljeno, čime su stvoreni uslovi poluzatvorene hidrogeološke strukture i pojave termalne vode, s obzirom da se u produžetku te reversne strukture na drugom kraju sokobanjskog basena kod Jošanice takođe pojavljuje termalna voda.

Osim strukturnih odnosa, za formiranje ležišta termalne vode je značajna i

tercijarna vulkanska aktivnost, čiju vezu sa ovim vodama ističu i drugi istraživači. U vreme deponovanja tercijarnih sedimenata, dolazilo je do submarinskih vulkanskih erupcija duž izraženih dubokih dislokacija, do stvaranja tufova, koji su registrovani u Žućkovcu (dubina 54-60 m i 459,5-462,0 m) na oko 10 km SZ od Sokobanje.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,38-0,48 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	7,0	Sr	0,34	Cu	0,002
HCO_3'	295,0	K^+	8,0	Al	0,044	Cs	0,002
Cl'	14,0	Ca^{++}	74,0	Ba	0,020	Ti	0,002
SO_4''	20,0	Mg^{++}	17,0	Li	0,012	Co	0,001
F'	0,20	NH_4^+	0,3	Rb	0,007	Pb	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,0	Mn	0,005	Mo	0,001
J'	0,05	Al_2O_3	0,5	As	0,005	Cr	0,0003
HPO_4''	0,40	HBO_2	0,3	Zn	0,004	Ag	0,0002
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	18,0	Ni	0,003	Cd	0,0002

Prema gasnom sastavu, voda je azotna - 89,4% zapreminski (Dimitrijević, 1975). Sadržaj rastvorenog CO_2 iznosi do 44 mg/l (Sokobanjska banjica), ali se u slobodnim gasovima zapažaju i plemeniti gasovi (He, Ne, Ar), što posredno upućuje na pretpostavku da termalna voda potiče sa veće dubine. Izvesni istraživači smatraju da je primarno ležište vode u podlozi tercijarnog basena, u donjokrednim krečnjacima, odakle voda duž sokobanjskog raseda izbija na površinu terena (Milojević, 1958b). Apsolutna starost vode je 4360 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Termalna voda se karakteriše povišenom radioaktivnošću, što joj daje specifičan balneološki značaj. Ta radioaktivnost je kao i temperatura vode promenljiva, tako da različiti autori daju različite vrednosti, zavisno u kakvim su hidrološkim uslovima vršena merenja. Uglavnom je izražena radonska radioaktivnost, koja je veća za slobodne gasove nego za vodu. Neka merenja pokazuju da je radioaktivnost gasova 673 Bq/l (Milojević, 1958b), dok ista radioaktivnost vode, prema drugim merenjima, dostiže 370 Bq/l na vrelu "Banjica" (Protić i dr., 1983). Sadržaj Ra je takođe povišen, dostižući čak 0,48 Bq/l u izvorima "Park" i "Banjica". Sadržaj U je reda 0,0007 mg/l.

Dosadašnja hidrogeološka istraživanja termalnih voda su se uglavnom svodila na plića bušenja (do 40 m dubine), u cilju boljeg kaptiranja postojećih vrela. Bušotinama je utvrđeno da se ispod tercijarnog pokrivača, debljine promenljive, ulazi u vodonosne krečnjake sa termalnom vodom.

U cilju rešavanja problema vodosnabdevanja banje pijaćom vodom, izbušeno je u okolini banje u periodu 1984-91 godine 6 istražnih, odnosno istražno-eksploatacionih bušotina, dubine 202-346 m (Tomić, Tasić, 1991). U svim bušotinama je otkrivena karstna izdan pod pritiskom ispod neogenskih sedimenata. Temperatura vode u bušotinama je od 14-39°C, a na osnovu tih podataka konstruisana je karta izotermi, koja jasno indicira da se pražnjenje termalnih voda uglavnom obavlja duž sokobanjskog raseda. I pored toga, ostalo je otvoreno pitanje porekla tih voda, odnosno da li je primarno ležište u okviru složene bore Ozrena ili u podlozi sokobanjskog tercijarnog basena.

Lečenje termalnim vodama se obavlja kupanjem, pijenjem vode i inhaliranjem, uz primenu

postupaka: balneoterapija, fizioterapija, aerosolterapija, masaža, kineziterapija i slično. Lečenje se obavlja u Zavodu za rehabilitaciju, prevenciju i lečenje hroničnih nespecifičnih i profesionalnih oboljenja pluća "Sokobanja", koji upošljava 340 radnika, od kojih 162 medicinske struke (35 lekara). Zavod raspolaže najmodernijom opremom za dijagnostiku, lečenje i rehabilitaciju primenom prirodnih lekovitih faktora, a sarađuje sa Medicinskim fakultetom u Beogradu i Nišu.

Medicinske indikacije vode: bronhijalna astma, hronični bronhitis; psihoneuroze, neurastenije; laki oblici povišenog krvnog pritiska, hronični reumatizam, išijas; stanje nakon povrede.

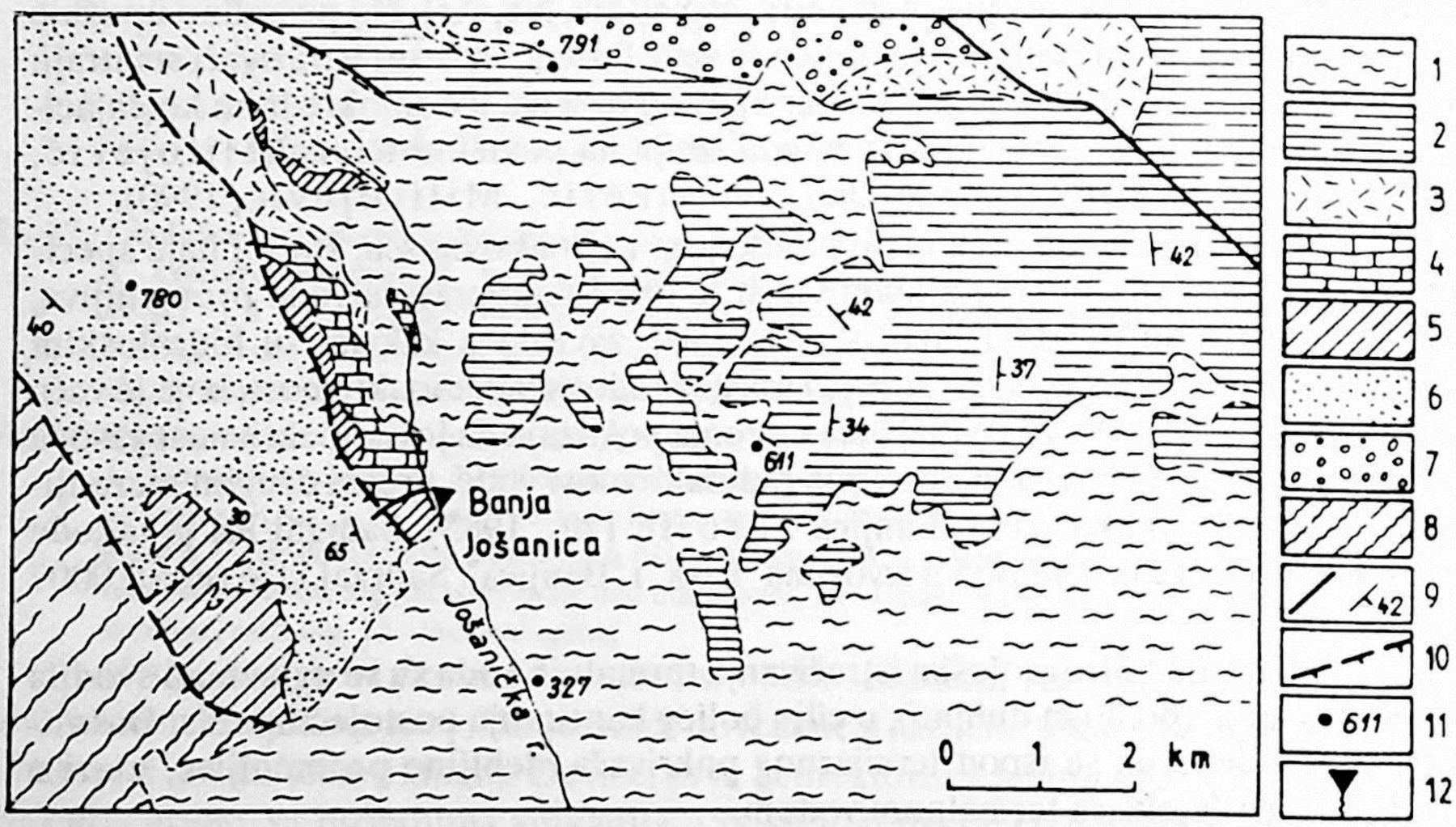
Broj gostiju u banji godišnje premašuje 40000 (broj je neprecizan, jer se mnogi ne prijavljuju banjskoj službi). Banju je 1975. godine posetilo 44830 gostiju, koji su ostvarili preko 528000 noćenja. Procenjuje se da je osamdesetih godina u banji boravilo godišnje oko 70000 gostiju, dok je taj broj pre II sv. rata iznosio oko 3000. Među posetiocima banje su sve brojniji turisti.

Smeštaj gostiju je omogućen u Zavodu "Sokobanja", koji raspolaže sa 500 ležaja (B kategorije; od čega 100 ležaja prilagođeno deci), kao i u stacionaru Zavoda sa 250 postelja. Osim toga, u Sokobanji postoji čitav niz hotela, sa preko 1000 ležaja, kao i privatne vile koje raspolažu sa oko 10000 mesta.

U okolini banje postoji više interesantnih prirodnih fenomena i spomenika kulture. Tu je živopisna Bovanska klisura, vrelo Moravice, Gradašnička reka sa kaskadama i vodopadima; zatim srednjovekovni Soko-grad, izgrađen na temeljima rimskog bastiona, i drugo. U starom kupatilu je i kada Miloša Obrenovića, iz 1860. godine, kada je knez boravio u Sokobanji.

Banja Jošanica

Termalni izvori banje Jošanice se nalaze u istoimenom selu, na oko 20 km SSI od Aleksinca, a 9 km severno od puta Aleksinac - Sokobanja. Izvori su na južnom



SL. 28 - Geološka karta područja banje (Veselinović i dr., 1964)
1 - miocenski sedimenti, 2 - donjokredni krečnjaci, peščari, laporoviti krečnjaci, 3 - jurski krečnjaci i dolomiti, 4 - srednjotrijaski krečnjaci, 5 - donjotrijaski krečnjaci, konglomerati i peščari, 6 - permski crveni peščari, 7 - devonski peščari i konglomerati, 8 - proterozojski metamorfiti, 9 - rased; elementi pada sloja, 10 - čelo navlake, kraljušti, 11 - kota terena, 12 - termalni izvor

Fig. 28 - Geological map of spa area (Veselinović et al., 1964)
1 - Miocene sediments, 2 - Lower Cretaceous limestones, sandstones, marly limestones, 3 - Jurassic limestones and dolomites, 4 - Middle Triassic limestones, 5 - Lower Triassic limestones, conglomerates and sandstones, 6 - Permian red sandstones, 7 - Devonian sandstones and conglomerates, 8 - Proterozoic metamorphites, 9 - fault; dip of strata elements, 10 - front of nappe, overthrust, 11 - elevation point, 12 - thermal spring

obodu sela, u koritu Jošaničke reke, koja teče od severa ka jugu. Postoji više izvora (8), različitih temperatura i uglavnom male izdašnosti. Temperatura vode varira od 17-26°C, a ukupna izdašnost izvora pre izrade istražne bušotine 1985. godine je iznosila 1,5 l/s.

U morfološkom pogledu, rejon banje je blago zatalasana kotlina, koja se južnije širi u prostrani sokobanjski basen, a zapadno i severno prelazi u planinske ogranke Bukovika (897 m) i Rtnja (1570). Nadmorska visina banje je 360 m.

Do banje se stiže asfaltnim putem Aleksinac - Sokobanja - Knjaževac. Kod česme "Trebič" u blizini Bovanskog jezera, skreće se na sever. Na ovom putu česma "Trebič" je istorijski spomenik: sagradio je knez Miloš 1860. godine kao uspomenu na svoj dolazak i boravak u Sokobanji.

Termalni izvori banje Jošanice su korišćeni još u vreme starih Rimljana. To potvrđuju pronađene vodovodne cevi od opeke na lokalitetu Čardačište, iznad stare crkve u ovom naselju. Za Jošanicu se znalo i u srednjem veku, o čemu svedoče manastirsko naselje i stara crkva, dok prvi pisani dokumenti o naselju kao banji potiču iz turskog perioda. Na temeljima starog kupatila iz 1905. godine, banja je 1969. godine obnovljena, preuređena; sagrađeno je novo kupatilo sa dva bazena, a sledeće godine je lečilište dobilo stalnog lekara i odgovarajuće medicinsko osoblje. Tako je ova banja postala "priznato" prirodno lečilište, sa smeštajnim kapacitetom za oko 1200 gostiju.

Termalni izvori se nalaze na severnom obodu sokobanjskog tercijarnog basena, u zoni geološki veoma složene jošaničke kraljušti. Odlučujućeg uticaja na odnose u terenu je imala Moravska navlaka zapadno od banje, gde su kristalasti škriljci Srpsko-makedonske mase navučeni preko permskih crvenih peščara Karpato-balkanida. Time su u rejonu banje izazvana značajnija razlamanja i kraljuštanja, pa je i formiranje poluzatvorene hidrogeološke strukture bilo omogućeno.

Permski crveni peščari su uglavnom u tektonskom kontaktu sa susednim geološkim formacijama (sl. 28). Debljine su oko 500 m, a preko njih diskordantno leže trijaski dolomitični krečnjaci, peščari, konglomerati i slično, debljine do 100 m. Iznad ovih, takođe diskordantno, zaležu donjojurski peskoviti krečnjaci, debljine do 50 m, a zatim se nastavljaju gornjojurski krečnjaci i dolomiti, debljine do 400 m. Preko jurskih, diskordantno leže urgonski bankoviti i slojeviti krečnjaci, a ovi su zaplavljeni miocenskim sedimentima.

Tokom krede je počelo izlivanje vulkanita (daciti), koje je završeno u paleogenu, a dacitski tufovi u tercijarnoj naslagi su registrovani kod Žućkovca i Vrbovca. Dacitski proboj je registrovan u jurskim sedimentima na oko 4 km SZ od banje.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,40 g/l, pH-7,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	6.4	Sr	0,46	Cs	0,002
HCO_3'	256,0	K^+	3,4	Ba	0,04	Pb	0,002
Cl'	7,0	Ca^{++}	50,0	Li	0,037	Co	0,001
SO_4''	30,0	Mg^{++}	25,0	Zn	0,010	Ti	0,001
F'	0,70	NH_4^+	0,9	Cu	0,008	Mo	0,001
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,15	Rb	0,007	Cr	0,0003
J'	0,03	Al_2O_3	0,20	Mn	0,005	Ag	0,0002
HPO_4''	0,05	HBO_2	0,7	As	0,005	Sb	0,0002
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	22,0	Ni	0,003	Cd	0,0002

Gasni sastav vode je preovlađujuće azotni - 95% zapreminski (Dimitrijević, 1975), sa sadržajem rastvorenog CO_2 od 35,2 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-7,0 Bq/l, Ra-0,16 Bq/l, U-0,0005 mg/l.

U blizini termalnog izvora je 1985. godine izbušena istražna bušotina, dubine 336 m (Tomić, 1988b). Geološki profil bušotine je sledeći:

0,0 - 7,0 m	aluvijalni sedimenti
7,0 - 36,0	neogenski sedimenti
36,0 - 308,0	karstifikovani krečnjaci tamno sive boje, sa kalcitskim žicama (K_1 ?)
308,0 - 336,0	crveni permski peščari

Iz bušotine je dobijen samoizliv vode u količini Q=3,5 l/s, temperature vode 26,1°C. Na dnu bušotine (322 m) temperatura stene je 26,3°C. Po hemizmu, voda je slična vodi izvora, a kako nije rađena paleonotološka odredba uzoraka krečnjaka, ne zna se da li je možda bušeno i kroz trijaske krečnjake. Dotok vode je u celini na intervalu dubine 218-259 m.

U terapijske svrhe, voda se koristi uglavnom pijenjem, a u novom kupatilu se voda za kupanje dogreva do 30°C. Medicinske indikacije su: čir na dvanaestopalačnom crevu i želucu, stanje posle preležane žutice, oboljenje mokraćnih i genitalnih organa, pesak i kamen u bubregu, upala bubrega, razna reumatična oboljenja, šećerna bolest, anemija, neuroze, sniženi krvni pritisak, klimakterične tegobe, kožne bolesti (ekcemi i drugo). Stoga se osim vode, koriste i terapije oblaganjem mineralnih peloida.

Tokom letnje sezone (od maja do oktobra) u banji boravi više od hiljadu gostiju istovremeno. Poslednjih godina je poseta dostigla 5000 pacijenata, što ubrzava urbanističko širenje banje. Iako u banji nije izgrađen hotel, za smeštaj gostiju je na raspolaganju više privatnih kuća, kamp-naselje, depandans i drugo, sa oko 950 ležaja.

Grlište

Termalni izvor se nalazi u selu Grlište, u dolini Grliške reke, na oko 10 km JJZ od Zaječara. To je karstno vrelo, izdašnosti oko 10 l/s i temperature 22,5°C. Nadmorska visina izvora je 165 m.

Teren užeg područja izvora je izgrađen od donjokrednih, urgonskih krečnjaka, koji su tektonski veoma poremećeni i ubrani, a na istoku su zaplavljeni neogenskim sedimentima. Termalni izvor se nalazi na kontaktu krečnjaka i neogenske naslage. U domenu izvora krečnjaci grade veću sinklinalu, čija je osa pravca skoro S-J. Zapadno od Grlišta, u pravcu Lenovca, u terenu se pojavljuju i andeziti.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,53 g/l, pH-7,1. U gasnom sastavu preovlađuje azot - 90% zapreminski (Dimitrijević, 1975), dok je sadržaj rastvorenog CO_2 - 44 mg/l.

Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-10,7 Bq/l, Ra-0,05 Bq/l, U-0,0018 mg/l. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	2,8	Zn	2,25	Rb	0,004
HCO_3'	365,0	K^+	0,9	Mn	0,30	Co	0,003
Cl'	10,0	Ca^{++}	100,0	Sr	0,28	Mo	0,003
SO_4''	10,0	Mg^{++}	19,5	Ba	0,035	Cr	0,002
F'	0,10	NH_4^+	0,1	Pb	0,030	Cd	0,0015
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,0	Ni	0,025	Ti	0,001
J'	0,07	Al_2O_3	0,26	Cu	0,012	Ag	0,0005
HPO_4''	0,08	HBO_2	0,30	As	0,005	Cs	0,0005
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	5,0	Li	0,004	Sb	0,0002

Voda se koristila za vodosnabdevanje sela Grlišta, ali je izgradnjom brane u Grliškoj reci, termalni izvor potopljen.

Krivi Vir

Termalni izvori, ili Krivovirska banjica lokalnog naziva, nalazi se u samom naselju Krivi Vir, oko 30 km istočno od Paraćina, nedaleko od magistralnog puta Paraćin - Zaječar. Izvori su u kotlini, koja je sa severa ograničena padinama Kučaja (1158 m), dok se južno diže planina Rtanj (1570). Nadmorska visina izvorišta je oko 360 m. Srednja godišnja visina padavina iznosi 761 mm, a srednja godišnja temperatura vazduha 6,1°C.

Glavno termalno vrelo ("Kupatilo") se pojavljuje ispod strmog krečnjačkog odseka, na obodu aluvijalne ravni Crnog Timoka. Izdašnost izvora varira od 60-140 l/s, dok je temperatura vode 15-23,1°C.

Krivovirska kotlina je tektonski nastala depresija, u kojoj su deponovani sedimenti neogenske starosti, debljine oko 150 m. Obodni deo je izgrađen od jurskih i krednih sedimenata, pretežno krečnjačkog sastava, tako da je i termalni izvor u suštini karstno vrelo. Istočno od Krivog Vira su otkriveni devonski peščari i argilošisti, dok su zapadno na većem prostoru otkrivene mase crvenih permskih peščara. Tektonski odnosi su stoga veoma složeni, pa se termalni izvori pojavljuju u graničnom pojasu između Ridanjsko-krepoljinske zone i Rtanjsko-kučajske navlake (odnosno Supragetikuma i Getikuma).

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,45 g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	3,2	Mn	0,58	As	0,005
HCO_3'	305,0	K^+	1,0	Sr	0,17	Cr	0,002
Cl'	10,0	Ca^{++}	86,0	Zn	0,16	Co	0,002
SO_4''	14,0	Mg^{++}	13.5	Ba	0,04	Cs	0,001
F'	0,20	NH_4^+	0,1	Pb	0,02	Ti	0,001
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,15	Ni	0,015	Mo	0,001
J'	1,30	Al_2O_3	0,20	Cu	0,007	Ag	0,0005
HPO_4''	0,10	HBO_2	0,50	Li	0,005	Cd	0,0003
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	10,0	Rb	0,005	V	0,0001

Prema gasnom sastavu, vode su izrazito azotne (84% zapreminski). Sadržaj rastvorenog CO_2 je 44 mg/l, a sadržaj radioaktivnih elemenata nizak: Ra-0,05 Bq/l, Rn-11,1 Bq/l, U-0,0005 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima iznosi 2850 ± 100 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Tokom 1979. godine, izvršena su određena hidrogeološka ispitivanja u rejonu termalnih izvora, a 1987. je izbušena istražna bušotina pored izvora, dubine 257 m (Filipović i dr., 1988). Bušena je kroz urgonske krečnjake, a iz nje je dobijeno na samoizliv 4,5 l/s vode temperature 20,5°C.

Sisevac

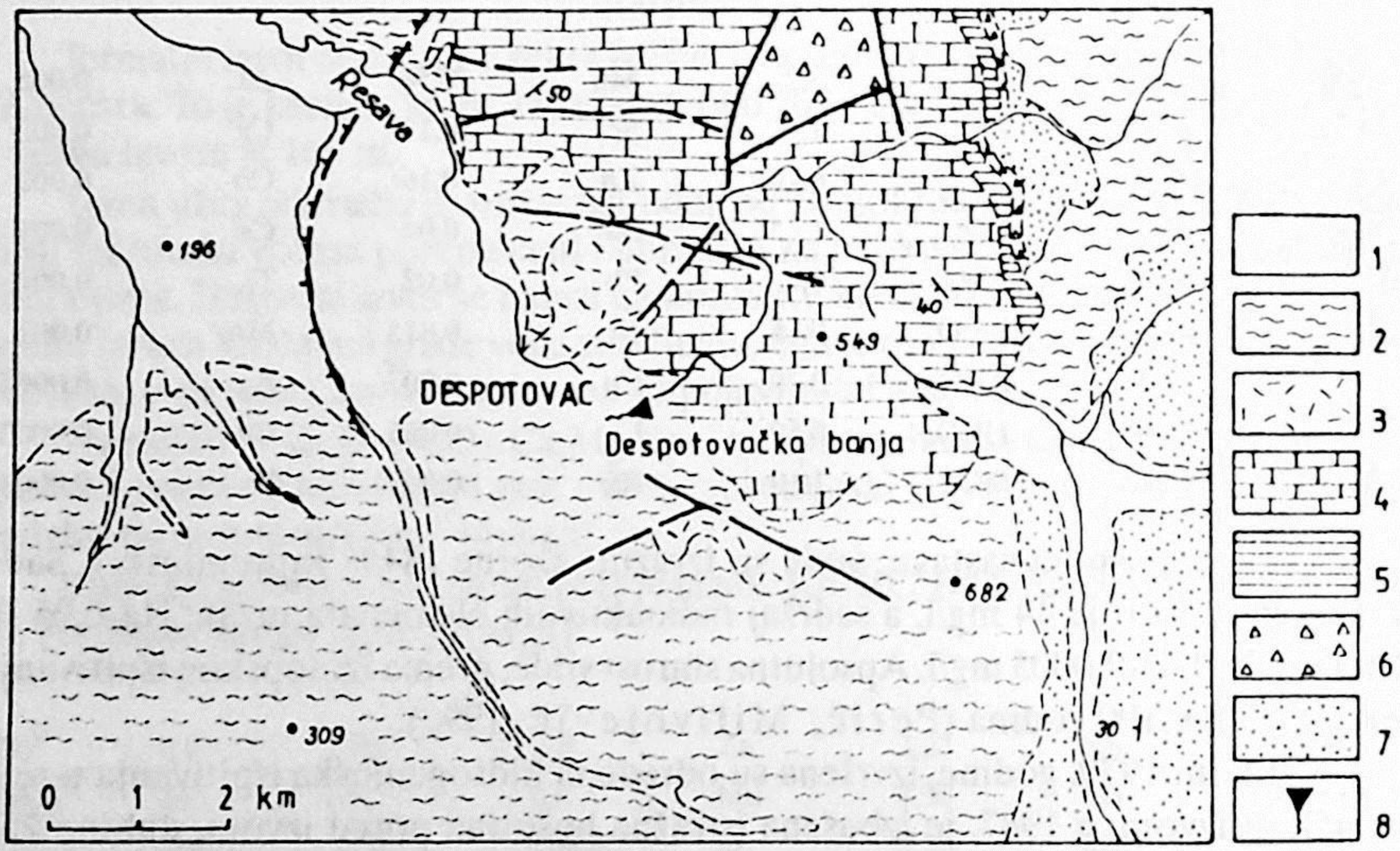
Termalni izvor u Sisevcu se nalazi oko 17 km SI od Paraćina, na nadmorskoj visini 350 m. U stvari, to je karstno vrelo, koje se pojavljuje na kontaktu krednih krečnjaka i permskih crvenih peščara. Izdašnost izvora je reda 10 l/s, ali je promenljiva tokom godine, kao i temperatura vode, koja varira od 26-34°C.

Termlna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,44 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na^+	4,6	Mn	2,00	Cr	0,003
HCO_3'	299,0	K^+	1,1	Sr	0,19	Co	0,002
Cl'	10,0	Ca^{++}	78,0	Zn	0,10	Pb	0,001
SO_4"	18,0	Mg^{++}	19,0	Ba	0,04	Ti	0,001
F'	0,10	NH_4^+	0,1	Ni	0,01	Mo	0,001
Br'	0,30	Fe_2O_3	0,0	As	0,01	Cd	0,0007
J'	0,03	Al_2O_3	0,24	Cu	0,008	Cs	0,0005
HPO_4"	0,08	HBO_2	0,50	Li	0,005	Ag	0,0004
$HAsO_4$"	0,02	SiO_2	7,0	Rb	0,003	Sb	0,0002

U gasnom sastavu preovlađuje azot - 91,7% zapreminski (Dimitrijević, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-14,8 Bq/l, Ra-0,09 Bq/l, U-0,0004 mg/l.

Termalna voda je u sklopu rudarskog naselja korišćena u rekreativnoj funkciji - otvoreni plivački bazen.



SL. 29 - Geološka karta područja banje (Antonijević i dr., 1963)
1 - aluvijalni nanos, 2 - neogenski sedimenti, 3 - titon-valendijski krečnjaci, 4 - gornjojurski krečnjaci i dolomiti, 5 - donjojurski krečnjaci i peščari, 6 - trijaski krečnjaci, laporci i alevroliti, 7 - crveni permski peščari, 8 - termalni izvor

Fig. 29 - Geological map of spa area (Antonijević et. al., 1963)
1 - alluvial deposit, 2 - Neogene sediments, 3 - Tithonian-Valanginian limestones, 4 - Upper Jurassic limestones and dolomites, 5 - Lower Jurassic limestones and sandstones, 6 - Triassic limestones, marls and siltstones, 7 - Permian red sandstones, 8 - thermal spring

Despotovačka banja

Despotovac, sa pojavom termalne vode, nalazi se u krajnjem istočnom delu proširene aluvijalne ravnice Resave, na oko 190 m nadmorske visine. Neposredno prema istoku dižu se vrhovi Mali i Veliki Pastorak do 556 m, a prema zapadu teren prelazi u ravničarsko Pomoravlje, sa kotama ispod 200 m. Klima područja je kontinentalna, sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha oko 8°C i srednjom godišnjom visinom padavina oko 800 mm.

Izvor termalne vode se pojavljuje iz krečnjačke kaverne pravca pružanja S-J. On je kaptiran, a voda odvedena u banjsko kupatilo, koje se neredovno koristi. Izdašnost izvora varira od 0,25-2,0 l/s, dok je temperatura vode 26-27°C (Božović, 1992).

U geološkom pogledu, termalna voda se pojavljuje u delu terena gde Lužnička zona (zapadno) preko niza većih reversnih raseda prelazi u Gornjačko-suvoplaninsku zonu (istočno), odnosno duž jednog od ovih reversnih raseda se pojavio termalni izvor (sl. 29). Kristalasti metamorfitni kompleks stena je ovim sa zapada navučen preko mezozojskih krečnjaka na istoku, formirana poluzatvorena hidrogeološka struktura i omogućeno akumuliranje termalne vode. Dokaz navlaka je i pojavljivanje crvenih permskih peščara istočno od banje.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,47 g/l, pH-7,0. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	16,1	Mn	0,26	Cr	0,004
HCO_3'	330,0	K^+	2,0	Sr	0,25	Co	0,003
Cl'	7,0	Ca^{++}	64,0	Zn	0,20	Pb	0,003
SO_4''	25,0	Mg^{++}	25,6	Cu	0,056	Cs	0,002
F'	0,20	NH_4^+	0,1	Ba	0,045	Mo	0,002
Br'	0,10	Fe_2O_3	2,10	Li	0,012	Ti	0,002
J'	0,05	Al_2O_3	0,36	Rb	0,010	Ag	0,0004
HPO_4''	0,08	HBO_2	1,0	Ni	0,010	Cd	0,0003
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	3,0	As	0,005	Sb	0,0002

Prema gasnom astavu, voda je pretežno azotna, sa sadržajem rastvorenog CO_2 - 44 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-19,6 Bq/l, Ra-0,12 Bq/l, U-0,0003 mg/l.

U širem području Despotovca je poznata pojava hladnog izvora sa povišenom radonskom radioaktivnošću u Milivi - sadržaj Rn je 49,2 Bq/l, kao i pojava subtermalne vode u Dražimirovcu (20°C).

Krupajsko vrelo

Na zapadnim padinama Beljanice, u klisurasto usečenom izvorišnom delu Krupanjske reke, postoje pojave termalne vode koje lokalno stanovništvo koristi kao lekovite. Najznačajnija pojava je pored poznatog velikog karstnog Krupajskog vrela, a druga pojava je izvor "Banjica" na oko 2 km nizvodnije.

Termalni izvor "Krupanjsko vrelo" se nalazi na oko 30 m od hladnog karstnog vrela, na nadmorskoj visni 220 m. Izvor je izdašnosti 9-18 l/s, temperatura vode 25,2-27,1°C. Manje je poznato široj javnosti, iako ga je opisao J.Cvijić još 1895. godine. Pojavljuje se u geotektonski veoma složenom Supragetikumu, na kontaktu

čela navlake crvenih permskih peščara i urgonskih krečnjaka. U rejonu izvora "Banjica" su registrovane i dacitoandezitske stene.

Izvor "Banjica" je izdašnosti 0,5-3,5 l/s, temperature vode 21-22°C (Filipović i dr., 1982a).

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,55 g/l, pH-7,2. Sa promenama izdašnosti izvora se menjaju i sadržaji određenih hemijskih komponenata, ali je njihova koncentracija uglavnom sledeća (mg/l) (Filipović i dr., 1982a):

$Na^{+}+K^{+}$	19,6	HCO_3^{-}	378,2
Ca^{++}	94,2	Cl^{-}	17,0
Mg^{++}	18,2	SO_4^{--}	17,6

Prema gasnom sastavu, voda je azotna. Sadržaj mikroelemenata je izuzetno nizak, kao uostalom i u drugim termalnim vodama istočne Srbije. Tako je sadržaj Sr-0,08 mg/l, Al-0,04 mg/l, Ba-0,011 mg/l, Li-0,006 mg/l, itd.

Pored termalnog "Krupajskog vrela" je bušena istražna bušotina, dubine oko 200 m, ali je usled brojnih problema tokom bušenja ostala nezavršena. Bušeno je kroz krečnjak, u kojem nisu otkrivene toplije vode.

Suvi Do

Izvor termalne vode se nalazi na periferiji sela Suvi Do u južnom obodu Žagubičke kotline. Udaljen je od Žagubice oko 7 km zapadno, a od regionalnog puta Žagubica-Krepoljin-Petrovac oko 5 km. Nadmorska visina izvorišta je 295 m.

U zoni pojavljivanja termalne vode postoji i karstni izvor hladne vode, pa nizvodno od izvora nastaje potok koji se potom uliva u Mlavu. Termalni izvor je izdašnosti 3 l/s, temperature vode 21°C, uz uočljivo izbijanje gasova. Meštani su termalnu vodu od davnina pili kao lekovitu, ali je tek krajem sedamdesetih godina ovog veka izvršeno kaptiranje izvora, kao i iskopani bazeni za kupanje.

Termalna voda se pojavljuje na kontaktu neogenskih sedimenata i krednih krečnjaka severnih ogranaka planine Beljanice (1939 m). Ovi krečnjaci su razvijeni u urgonskoj faciji, veoma karstifikovani i u sklopu terena grade otvorenu hidrogeološku strukturu u kojoj su akumulirane obične podzemne vode koje se prazne preko većih kraških vrela po obodu Beljanice i Kučaja - Mlavsko vrelo, Krupajsko vrelo, Zlotsko vrelo, itd. Planina Beljanica je izdignuta utiskivanjem tercijarnih granitoida u paleozojske škriljce podloge, tako da su mase granita i kristalastih škriljaca erozijom danas otkrivene u vrhu planine. Ti plutoniti su svakako donosioci toplote, uzročnici geotermalne anomalije u tom regionu i pojave termalnih izvora u Suvom Dolu, i možda kod Krupaje (?).

Termalna voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,53 g/l, pH-7,2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^{+}	7,3	Sr	0,15	Cu	0,0026
HCO_3^{-}	317,2	K^{+}	0,6	Ti	0,04	V	0,002
Cl^{-}	10,0	Ca^{++}	103,4	Cr	0,018	Ni	0,0016
SO_4^{--}	48,5	Mg^{++}	9,3	Ba	0,017	Al	0,0016
F^{-}	0,12	NH_4^{+}	0,0	Li	0,012		
Br^{-}	0,0	Fe_2O_3	1,1	Ag	0,012		
J^{-}	0,0	Al_2O_3	14,1	Mn	0,010		
HPO_4^{--}	0,05	HBO_2	0,5	Rb	0,005		
$HAsO_4^{--}$	0,0	SiO_2	27,6	Cs	0,005		

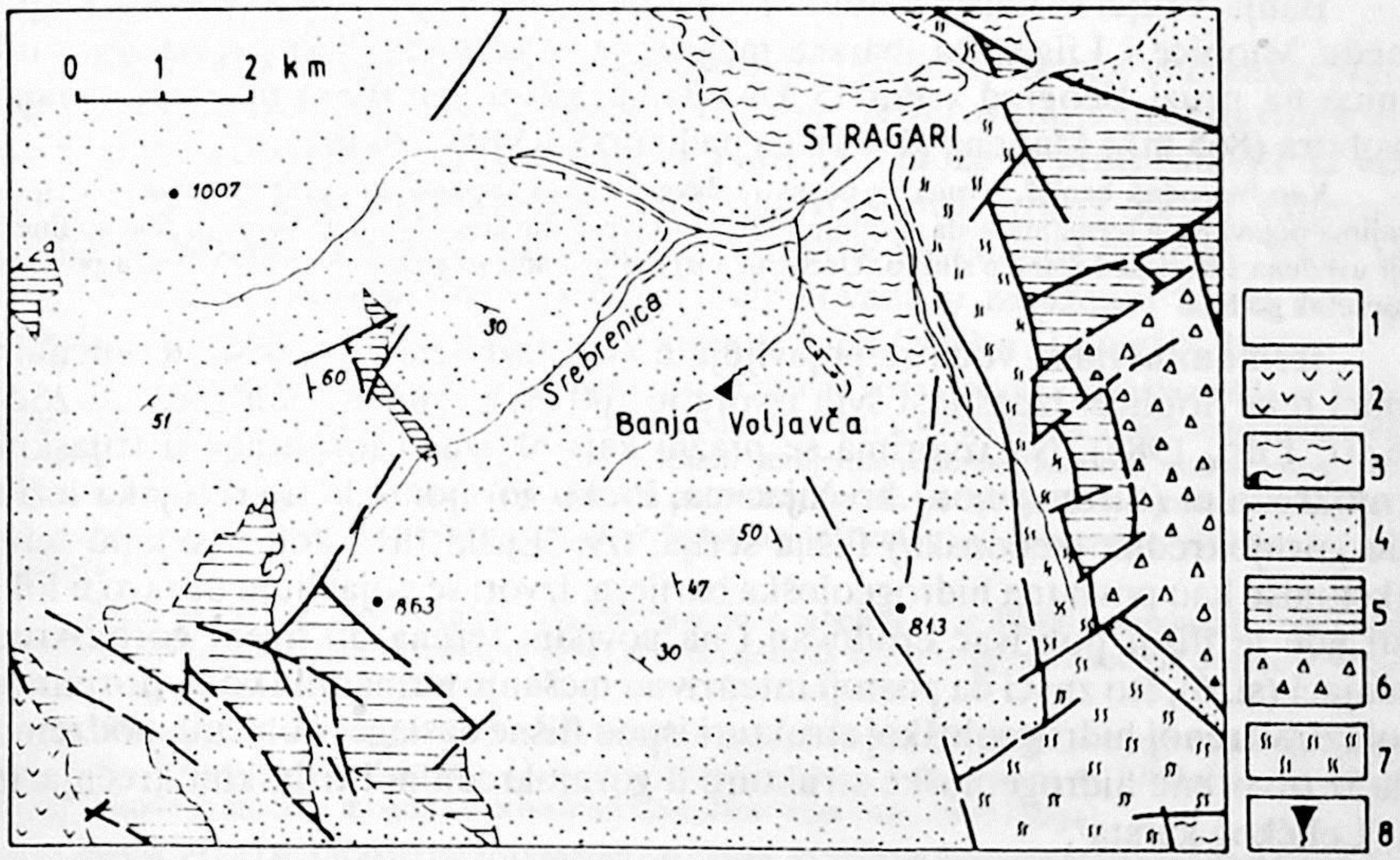
U gasnom sastavu vode preovlađuje azot, dok je sadržaj slobodnog H_2S - 2,8 mg/l.

Pored termalnog izvora su izvedene tri istražne bušotine, od kojih jedna dubine do 350 m (Vukićević, 1983). Bušeno je kroz kredne krečnjake, tako da nisu dobijene toplije vode, a usled raznih smetnji tokom izrade najdublje bušotine nisu obavljena i potpunija ispitivanja u njoj.

Banja Voljavča

Banja Voljavča, ili Stragarska banja, nalazi se u blizini poznatog rudnika azbesta Stragari u Šumadiji. Termalni izvori se pojavljuju u dolini Banjske reke, na oko 1 km nizvodnije od manastira Voljavča, poznatog iz događaja u Prvom srpskom ustanku. Okolni teren je brdskog reljefa, i predstavlja istočne ogranke planine Rudnik (1132 m). Nadmorska visina banje je oko 380 m.

Postoje 3 kaptaže termalne vode, međusobno na bliskom rastojanju. Najstarija je glavna kaptaža, sa leve strane Banjske reke, u vidu betonskog bazena, odakle se voda razvodi u dva druga bazena (muški i ženski). Iz kaptaže ističe oko 2,4 l/s vode, temperature 23,4°C. Druga kaptaža je istražna bušotina, urađena 1958. godine, dubine 107 m, na desnoj obali reke. Izdašnost je 0,6 l/s, a temperatura vode 23,9°C. Voda se koristi za piće. Treći je izvor kaptiran u samom koritu reke; on ističe iz pukotine krečnjaka. Izdašnosti je 4 l/s, temperature vode 23,2°C (Popović, 1992).



SL. 30 - Geološka karta područja banje Voljavče (Brković i dr., 1978b)
1 - aluvijalni nanos, 2 - kvarclatiti, 3 - miocenski sedimenti, 4 - gornjokredni fliš, 5 - donjokredni flišni sedimenti, 6 - gornjojurski alevroliti, peščari, rožnaci, 7 - serpentiniti, 8 - termalni izvor

Fig. 30 - Geological map of Voljavča banja area (Brković et al., 1978b)
1 - alluvium, 2 - quartzlatite, 3 - Miocene sediments, 4 - Upper Cretaceous flysch, 5 - Lower Cretaceous flysch, 6 - Upper Jurassic siltstones, sandstones, hornfels, 7 - serpentinite, 8 - thermal spring

Šire područje banje je izgrađeno od krednog fliša (sl. 30). U užoj okolini izvorišta su u većoj meri zastupljeni brečoidni krečnjaci, dok je istočno velika dislokaciona zona duž koje su se probili serpentiniti.

Termalna voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,47 g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	5,7	Sr	0,32	Pb	0,001
HCO_3'	330,0	K^+	0,4	Cr	0,013	Cs	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	96,0	Ba	0,006	Mo	0,001
SO_4''	7,0	Mg^{++}	9,7	Zn	0,005	Hg	0,0005
F'	0,10	NH_4^+	0,1	As	0,005	Sb	0,0001
Br'	0,50	Fe_2O_3	0,15	Cu	0,004		
J'	0,02	Al_2O_3	0,05	Li	0,001		
HPO_4''	0,03	HBO_2	0,3	Rb	0,001		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	10,0	Mn	0,001		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-18.6 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,0003 mg/l.

Banja je neuređena, sezonska, lokalnog karaktera.

Banja Vrujci

Banja Vrujci se nalazi u dolini reke Toplice, desne pritoke Kolubare, na putu između Mionice i Ljiga. Od ibarske magistrale je udaljena 9 km, a od železničke stanice na pruzi Beograd - Bar 15 km. Banja leži u severnom podnožju planina Suvobora (865 m) i Maljena (1104), na nadmorskoj visni 180 m.

Kao "narodna banja", Vrujci su poznati odavno, a prva kupàtila su radili posednici na čijim se imanjima pojavljivala termalna voda. Godine 1938. je urađeno kupatilo "Vojvoda Mišić", a iste godine je u banji uvedena sezonska lekarska služba. Uređenje i izgradnja banje je posebno napredovalo u poslednjih dvadesetak godina.

Termomineralna voda se pojavljuje u vidu razbijenog izvorišta u aluvijalnoj ravnici reke Toplice. Izdašnost svih izvora je 100 l/s, a temperatura vode 26-26,5°C (Perić i dr., 1982). Na izvorima se prazni karstna izdan formirana u trijaskim i gornjokrednim (turon-senon) krečnjacima. Preko gornjokrednih krečnjaka leži takođe gornjokredna (senonska) flišna serija, tzv. "Ljiški fliš", koji u sklopu terena funkcioniše kao povlatna hidrogeološka barijera. Izvori se pojavljuju upravo u lokalnosti gde je flišni pokrivač erodovan i na površini terena otkriveni gornjokredni krečnjaci (sl. 6), što znači da postoji intenzivno mešanje termalnilh voda (formiranih u poluzatvorenoj hidrogeološkoj strukturi ispod flišne naslage) i običnih podzemnih voda iz otvorene hidrogeološke strukture u gornjokrednim i trijaskim krečnjacima tzv. "Lelićkog karsta".

Na severnom obodu prostranog karstnog akvifera ("Leličkog karsta"), odnosno na granici krečnjaka i tercijarne serije, postoji veći broj karstnih vrela sa hladnom podzemnom vodom, ali i termalni izvori, kao što su izvori u selu Ključ, Paune i Petnica (Simić, 1990). Južnije od banje, međutim, na kontaktu ultramafita Maljena sa paleozojskim i mezozojskim tvorevinama u selu Planinica, registrovana je interesantna pojava hladne vode, sa povišenim sadržajem H_2S - 5,3 mg/l. Izvor je na nadmorskoj visini 420 m; izdašnosti oko 0,05 l/s, a voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,70 g/l, pH-8,3.

Termalna voda banje Vrujci je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,46 g/l, pH-7,4. Hemizam vode je sledeći (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	16,8	Sr	0,115	Ti	0,002
HCO_3'	292,8	$K^{\cdot}$	1,2	Cs	0,062	Mo	0,002
Cl'	35,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	76,0	Li	0,050	V	0,002
SO_4''	12,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	14,6	Mn	0,012	W	0,001
F'	0,20	$NH_4^{\cdot}$	0,1	Ba	0,008	Co	0,001
Br'	0,03	Fe_2O_3	0,3	Rb	0,008	Ni	0,001
J'	0,02	Al_2O_3	0,04	Zn	0,005	Cd	0,0004
HPO_4''	0,05	HBO_2	1,0	Pb	0,002	Ag	0,0003
$HAsO_4''$	0,015	SiO_2	12,0	Cu	0,002	Sn	0,0002

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot (86% zapreminski), uz neznatan sadržaj CO_2 - 2% (Dimitrijević, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-25,9 Bq/l, Ra-0,17 Bq/l, U-0,002 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim istraživanjima, iznosi 7700 ± 150 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Veća hidrogeološka istraživanja termalne vode su vršena početkom 1970. godine, kada je izbušena istražna bušotina dubine 450 m. Ona je bušena kroz krečnjačke naslage (od 0,0-10,0 m kroz aluvijalni nanos), tako da se nije dobila toplija voda u odnosu na prirodne izvore. Izdašnost bušotine na samoizliv je iznosila oko 60 l/s, a temperatura vode 26°C (maksimalna temperatura u bušotini, izmerena na 447 m dubine, iznosila je 30°C).

Zapadnije od banje, u više lokalnosti se nalaze lamproitske vulkanske stene u vidu proboja u trijaskim krečnjacima. Ove stene najverovatnije predstavljaju žične ekvivalentne nekog dubljeg granitoidnog plutona, i može se pretpostaviti da velike količine toplote koju iznose karstne termalne vode duž južnog oboda Valjevačko-mioničkog basena, najverovatnije potiču od toplote navedenog plutona. Tome ide u prilog i veća aeromagnetska anomalija, registrovana u izduženoj formi od Ljiga, preko banje Vrujci do sela Paštrića - lokalnost Lipa (Vukašinović, 1988).

U balneoterapeutske svrhe se u banji koristi termalna voda i peloid. Termalna voda se koristi za kupanje u bazenima i kadama, kao i za piće, dok se peloid koristi u vidu obloga. Ovde se pacijenti leče od hroničnog reumatizma, artritisa, mialgije, ginekoloških oboljenja, umerene astenije, malokrvnosti, neurastenije i distonije, kamena u bubregu i mokraćnim putevima, kožnih oboljenja (neke vrste ekcema) i drugo. Postoji savremeno opremljeni medicinski blok i rehabilitacioni centar koji primenjuje više vrsta terapijskih procedura.

Banju je 1972. godine posetilo oko 3500 gostiju, a zabeleženo je 38000 noćenja. Sledeće godine je broj noćenja premašio 42000. Međutim, veliki je broj izletnika koji u letnjim mesecima dolaze u Vrujce na kupanje - ovaj broj premašuje 20000.

Smeštaj gostiju je moguć u hotelu "Vrujci" (B kategorija) sa 170 ležaja, u čijem sastavu je zatvoreni bazen, kao i 4 kade za hidroterapiju. U sastavu ovog objekta je i depandans sa 108 ležaja i tri otvorena bazena. Takođe je smeštaj moguć i u privatnim domaćinstvima (oko 1000 ležaja).

Banja Vrujci se karakteriše živopisnom okolinom, sa velikim šumama raznovrsnog sastava. Valjevske planine su pogodne za lov i izlete; reka Toplica je poribljena, a u blizini su Kolubara i Ribnica. Nedaleko od banje je Struganik, gde je i rodna kuća vojvode Živojina Mišića; zatim manastir Bogovađa, Divčibare, itd.

Ključ

U dolini Lepenice postoje dva izvora termalne vode u koritu reke, na oko 3 km JZ od Mionice, a 10 km zapadno od banje Vrujci. Izvori su na nadmorskoj visini 160-170 m. Termalne voda se meša sa rečnom vodom, tako da je teško proceniti

izdašnost izvora. Temperatura glavnog izvora je 20,5°C, a velikog subtermalnog izvora (izdašnosti oko 100 l/s) 16°C (S i m i ć, 1990). Pojava izvora je lokalizovana na kontakt karstifikovanih krečnjaka "Lelićkog karsta" i glinovito-peskovite naslage tercijarnog Valjevsko-mioničkog basena.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,5 g/l, u potpunosti slična vodi banje Vrujci.

Nizvodno od izvora, u Mionici, izbušena je 1974. godine istražna bušotina Mi-1, dubine 181 m. Bušotinom su kaptirane termalne vode u tortonskim krečnjacima, čija je temperatura iznosila 26.9°C. Međutim, novom bušotinom IEBP-3, dubine 485 m, zahvaćene su termalne vode u mezozojskim krečnjacima u podlozi neogenske naslage. Kaptiran je interval krečnjaka na dubini 405-485 m, iz koga je dobijeno 16 l/s vode, temperature 35,6°C. Nadmorska visina bušotine je 178 m. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi oko 30000 godina (S i m i ć, 1990).

Može se napomenuti da i u selu Paštrić, na oko 5 km zapadno od banje Vrujci, postoje pojave termalne vode, temperature oko 20°C. Tu je izbušeno 6 istražnih bušotina i 4 istražna bunara za vodosnabdevanje Mionice. Bušotine su dubine 140-150 m.

Paune

Termalni izvor u selu Paune se nalazi na južnom obodu tercijarnog Valjevsko-mioničkog basena, na kontaktu sa trijaskim krečnjacima oboda, i na oko 6 km JI od Valjeva. Izvor je izdašnosti oko 2 l/s, temperature vode 21,2°C, na nadmorskoj visini 210 m. Nizvodno od izvora nastaje potok Vrelo, koji se uliva u Lipnicu.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,50 g/l, pH-7,0. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^{+}	4,6	Sr	0,083	Cs	0,001
HCO_3^{-}	353,0	K^{+}	0,5	Li	0,015	Mo	0,001
Cl^{-}	11,0	Ca^{++}	90,0	Cr	0,010	Mn	0,0004
SO_4^{--}	5,0	Mg^{++}	18,3	Zn	0,010	Hg	0,0003
F^{-}	0,20	NH_4^{+}	0,1	Ba	0,006	Sb	0,0001
Br^{-}	0,50	Fe_2O_3	0,30	As	0,005		
J^{-}	0,03	Al_2O_3	0,05	Rb	0,004		
HPO_4^{--}	0,02	HBO_2	2,0	Cu	0,0023		
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	14,0	Pb	0,001		

Prema gasnom sastavu, voda je azotna, sa sadržajem rastvorenog CO_2 - 14 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je takođe nizak: Rn-22,2 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,0003 mg/l.

Petnica

Termalni izvor u selu Petnica se pojavljuje u aluvijalnoj ravnici reke Banjice, ispod Petničke pećine iz koje ističu hladne podzemne vode - Petničko vrelo. Izvor se nalazi oko 3 km JI od Valjeva, na nadmorskoj visini 174 m. Izdašnost izvora je promenljiva, uglavnom oko 10 l/s, a temperatura vode je 23,2°C.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,50 g/l, po svemu

slična termalnoj vodi izvora u selu Paune, što se može videti i iz skraćene hemijske analize vode (Simić, 1990).

HCO_3'	378 mg/l	Na^+	14,3	Li	0,08
Cl'	7,0	K^+	1,9		
SO_4''	14,0	Ca^{++}	80,0	SiO_2	16,0
		Mg^{++}	24,4		

Prema gasnom sastavu, termalna voda je azotna. Tokom 1979. godine, izbušena je pored izvora istražna bušotina, dubine 118 m, kojom je iz trijaskih krečnjaka dobijena termalna voda temperature 23°C. Najnovijom istražnom bušotinom Pt-2, dubine 500 m, dobijeno je 12 l/s termalne vode, temperature 30,8°C (Simić, 1990). Kaptiran je interval krečnjaka na dubini 232-500 m. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima iznosi 12000 ± 200 godina.

Termalna voda se koristi u sportsko-rekreativne svrhe - otvoreni plivački bazen.

U cilu dobijanja toplijih termalnih voda, izbušene su u području Valjeva dve duboke istražne bušotine: Va-1, dubine 560 m, i Va-2, dubine 1003 m. Bušotine su bušene na koti 178 m, sa leve strane Kolubare. Utvrđeno je da se deo izdani sa termalnom vodom iz valjevsko-mioničkog karsta ne prostire ispod neogenske naslage u području Valjeva, odnosno bušotine su se pokazale kao hidrogeološki negativne (Simić, 1990).

Banjci

Pojava termalne vode Banjci (ili Banjica) se nalazi u dolini reke Dubnice, na oko 4 km severozapadno od Kosjerića, na nadmorskoj visini 450 m. Izvor se pojavljuje u terenu izgrađenom od neogenskih sedimenata, dok su u širom području otkriveni trijaski krečnjaci, tvorevine dijabaz-rožnačke formacije, i prostrane mase ultramafita Povlena i Maljena.

Termalni izvor je izdašnosti 0,7 l/s, temperature vode 24,2°C. Voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,55 g/l, pH-7,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	13,3	Sr	0,193	Mn	0,001
HCO_3'	378,0	K^+	0,8	Li	0,018	Cs	0,001
Cl'	14,0	Ca^{++}	88,0	Cr	0,012	Mo	0,001
SO_4''	14,0	Mg^{++}	24,4	Ba	0,007	Sb	0,0001
F'	0,10	NH_4^+	0,0	Zn	0,005		
Br'	0,60	Fe_2O_3	0,45	As	0,005		
J'	0,03	Al_2O_3	0,02	Cu	0,003		
HPO_4''	0,01	HBO_2	1,0	Rb	0,001		
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	8,0	Pb	0,001		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot (89% zapreminski). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-29,6 Bq/l, Ra-0,12, Bq/l, U-0,0005 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi 6000 ± 120 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Nizvodno od izvora je izbušena istražna geotermalna bušotina do dubine 200 m (Perić, 1985). Bušena je kroz neogensku, pretežno laporovitu naslagu do dubine 55 m, a zatim kroz krečnjake kredne i trijaske starosti. Dobijeno je na samoizliv 1,3 l/s vode, temperature 25°C. Kasnije su ovde izbušeni bunari i uključeni u sistem vodosnabdevanja.

Istraživanja u cilju otkrivanja toplijih voda su vršena i 8 km SI od Kosjerića, u dolini Velike reke

kod sela Skakavci. Izbušena je bušotina dubine 600 m (S i m i ć, 1990). Bušena je uglavnom kroz serpentinite, a dobijeno je na samoizliv oko 0,3 l/s vode (iz plićeg nivoa), temperature 18°C. Voda je slabomineralizovana - oko 0,3 g/l. Bušotina je ostala nezavršena (projektovana do 1000 m dubine).

Takođe su i na teritoriji Kosjerića izbušene dve bušotine: dubine 124 i 442 m (S i m i ć, 1990). Dobijeno je 5-8 l/s vode po objektu, a temperatura vode je 20,8°C i 25,6°C. Dubljom bušotinom je kaptirana voda u gornjokrednim krečnjacima ispod neogenske naslage. Topla voda se koristi u sportsko-rekreativne svrhe i za vodosnabdevanje.

Lađevac

Termalni izvor se nalazi u dolini reke Rače, na oko 1 km uzvodnije od poznatog manastira Rače, i oko 8 km JZ od Bajine Bašte. Pojavljuje se u severoistočnom podnožju planine Tare (1544 m), na nadmorskoj visini 490 m. To je u stvari, razbijeno karstno izvorište, na kontaktu donotrijaskih klastičnih i srednjotrijaskih krečnjačkih stenskih masa, u desnoj dolinskoj strani reke. Ukupna izdašnost izvora je, kao i temperatura vode, promenljiva tokom godine; uglavnom je izdašnost svih izvora oko 50 l/s, dok je temperatura vode 17,5-20,5°C.

Uže područje izvora Lađevca izgrađuju trijaski krečnjaci i klastiti, ispod kojih se prema severu već u koritu reke pojavljuju paleozojski škriljci. Južnije, trijaski krečnjaci su prekriveni stenama dijabaz-rožnačke formacije, a zatim se nastavljaju ultramafiti Tare i Zlatibora. Ofiolitska povlatna barijera preko trijaskih krečnjaka je omogućila formiranje poluzatvorene hidrogeološke strukture, u kojoj se nalazi ležište termalne vode koje se prazni preko izvora Lađevac.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,33 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	0,7	Cr	0,007	Rb	0,001
HCO_3'	238,0	K^+	0,4	Zn	0,005	Mo	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	46,0	Ba	0,005	Cs	0,0005
SO_4''	12,0	Mg^{++}	24,4	Cu	0,004	Hg	0,0005
F'	0,20	NH_4^+	0,0	Sr	0,004	Sb	0,0002
Br'	0,50	Fe_2O_3	0,30	As	0,003		
J'	0,02	Al_2O_3	0,90	Pb	0,002		
HPO_4''	0,05	HBO_2	0,5	Mn	0,002		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	15,0	Li	0,001		

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-29,6 Bq/l, Ra-0,19 Bq/l, U-0,0004 mg/l. Apsolutna starost vode iznosi 4500 ± 200 godina (P e r i ć, M i l i v o j e v i ć, 1990).

Bioštanska banja

Termalni izvori Bioštanske banje su se nalazili na desnoj obali reke Đetinje, na oko 3 km južno od sela Bioske. Inače, ovo naselje je udaljeno oko 25 km zapadno od Užica, na putu Kremna- Ponikve. Nadmorska visina banje je 610 m. Područje je planinsko, i predstavlja krajnje SZ delove Zlatiborskog masiva koji se prema zapadu nastavlja na masiv Tare.

Izgradnjom površinske akumulacije "Vrutci", potopljeni su termalni izvori i rejon banje, ali se i danas uočava izlivanje termalne vode ispod nivoa veštačkog jezera. Moguće je bušotinama zahvatiti termalnu vodu u novoj lokalnosti van uticaja površin-

ske akumulacije i time obnoviti nekadašnju banju. Zbog te perspektivnosti ovi izvori zaslužuju pažnju.

Termalni izvori su bili veoma promenljive izdašnosti, tj. sa karakteristikama karstnih vrela; presušujući u hidrološkom minimumu, ali i sa izdašnošću od 35 l/s (1974. godine). Temperatura vode je iznosila do 37,1°C. U području banje, preko trijaskih karstifikovanih krečnjaka, leži vulkanogeno-sedimentna dijabaz-rožnačka formacija jurske starosti, negde u različitim tektonskim odnosima prema krečnjacima. Osim toga, ultramafitski zlatiborski kompleks stena sa dijapirskim i tektonskim kontaktima prema navedenim formacijama takođe doprinosi građenju poluzatvorene hidrogeološke strukture, u kojoj su u krečnjacima akumulirane termalne vode. Na lokaciji izvora se, međutim, nalazi veći olistolit trijaskog krečnjaka, gradeći privid da je to akvifer termalne vode, što je izvesne istraživače navelo na pogrešno usmeravanje hidrogeoloških istraživanja (Stevanović i dr., 1987).

Termalna voda je tipični predstavnik karstnih izdani, po hemizmu slična vodi Pribojske banje: HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,28 g/l, pH-7,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	2,8	Zn	0,115	Ba	0,001
HCO_3'	195,2	K^+	0,5	Sr	0,020	Mn	0,001
Cl'	14,0	Ca^{++}	38,0	Cr	0,005	Hg	0,0007
SO_4''	8,0	Mg^{++}	18,3	Cu	0,002	Sb	0,0002
F'	0,10	NH_4^+	0,1	Pb	0,002	Cs	0,0002
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,30	As	0,001		
J'	0,03	Al_2O_3	0,01	Mo	0,001		
HPO_4''	0,10	HBO_2	0,5	Li	0,001		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	7,0	Rb	0,001		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-16,3 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,002 mg/l.

Nizvodno od banje, u dolini Đetinje, postojalo je još nekoliko termalnih izvora, ali su oni takođe potopljeni izgradnjom veštačkog jezera. Tu je isticalo Staparsko vrelo, izdašnosti oko 8 l/s i temperature vode do 30°C, čija je voda po hemijskom sastavu identična vodi Bioštanske banje. Vrelo se nalazilo u kanjonskom delu Đetinje, uz kontakt trijaskih krečnjaka i dijabaz-rožnačke formacije.

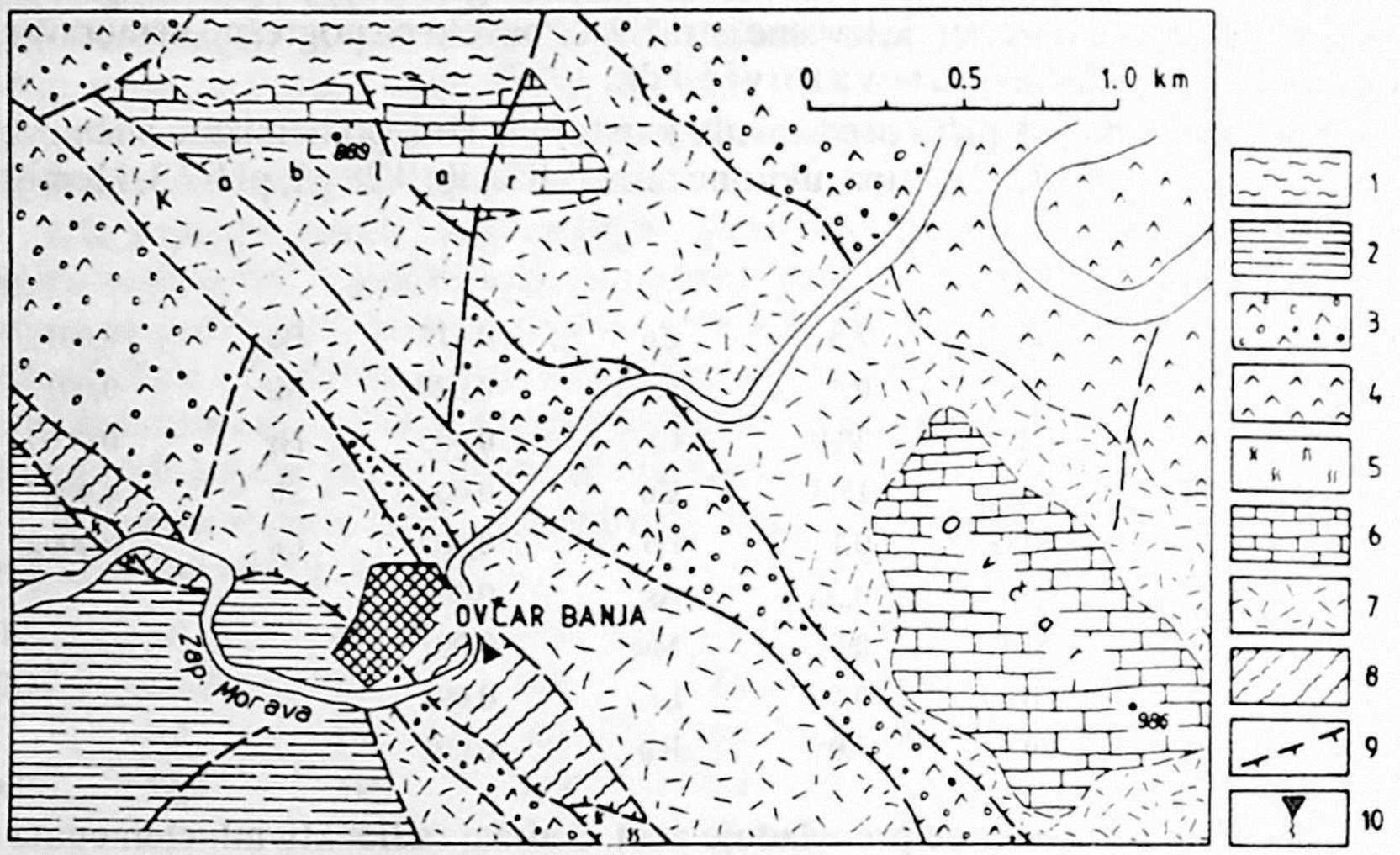
Ovčar banja

Termalni izvori Ovčar banje se nalaze u Ovčarko-kablarskoj klisuri, oko 18 km zapadno od Čačka. Nadmorska visina banje je 280 m. Izvori se pojavljuju u krečnjacima, na trasi raseda pravca pružanja SSZ-JJI. Prirodna izdašnost izvora je oko 30 l/s, temperature 35-37,8°C, mada se pražnjenje termalnih voda vrši verovatno i u tok Zapadne Morave. Ovčarsko-kablarska klisura, kojom je odvojena Čačanska od uzvodnije Požeške tercijarne kotline, dugačka je 15 km i duboka do 700 m. Nad banjom se, ka severu, diže krševiti Kablar (889 m), a ka jugu nešto pitomiji, šumoviti i viši Ovčar (986 m).

Termalna voda je kaptirana kopanim bunarom. Crpljenjem se postiže kapacitet bunara od 49,5 l/s, uz sniženje nivoa od 2,1 m, ali i uz pad temperature vode na 36,5°C.

Klima Ovčar banje je umereno-kontintentalna, sa prosečnom visinom godišnjih padavina od 692,2 mm; srednja godišnja temperatura vazduha je 10,6°C. Kroz banju prolaze zapadnomoravske saobraćajnice (asfaltni put i pruga), pa je lako pristupačna od Kruševca, Čačka i Požege; preko Požege se ostvaruje veza sa barskom prugom.

Geološka građa terena je dosta složena. Sama klisura je usečena u graničnom pojasu između Vardarske zone i unutrašnjih Dinarida, u kojem su brojni rasedi i drugi strukturni oblici. Glavne karakteristike litološkog sastava jeste značajna zastupljenost trijaskih sprudnih krečnjaka bele i crvene boje (sl. 31). Ovi krečnjaci se smenjuju sa tvorevinama dijabaz-rožnačke formacije, gradeći određene zone pravca pružanja SZ-JI. U sastav dijabaz-rožnačke formacije ulaze dijabazi, rožnaci, različiti peščari i kalkšisti.



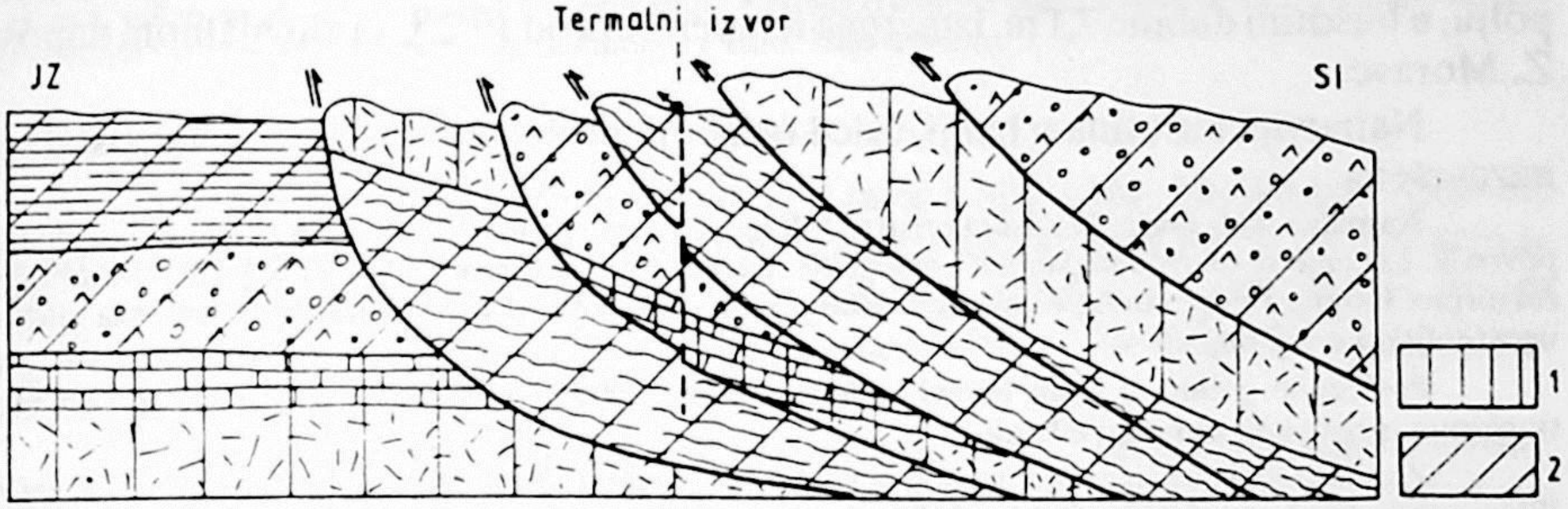
SL. 31 - Geološka karta područja Ovčar banje (Brković i dr., 1978a)
1 - miocenski sedimenti, 2 - gornjokredni sedimenti, 3 - dijabaz-rožnačka formacija, 4 - dijabazi, 5 - serpentiniti, 6 - gornjotrijaski krečnjaci, 7 - srednjotrijaski krečnjaci, 8 - paleozojski škriljci, 9 - čelo navlake, kraljušti, 10 - termalni izvor

Fig. 31 - Geological map of Ovčar banja area (Brković et al., 1978a)
1 - Miocene sediments, 2 - Upper Cretaceous sediments, 3 - Diabase-chert formation, 4 - diabase, 5 - serpentinite, 6 - Upper Triassic limestones, 7 - Middle Triassic limestones, 8 - Paleozoic schists, 9 - front of nappe, overthrust, 10 - thermal spring

Paleozojski metamorfiti zauzimaju relativno manje prostranstva - u potoku Asanovac, između man. Blagovještenje i žel. stanice Ovčar banja, zatim ka JI sve do man. Svete Trojice. Predstavljeni su sivim liskunovitim peščarima, argilošistima, filitima i grafitičnim škriljcima. Uz ove tvorevine, pojavljuju se i manje mase serpentinita, posebno SZ i JI od banje.

Zapadno od Ovčar banje, razvijeni su i gornjokredni laporci i krečnjaci, otkriveni dobro u klisuri Banjskog potoka.

Za šire područje Ovčar banje su najmarkantnije kraljušaste strukture. Između velikih meandara Morave i ušća potoka Asanovac je zapaženo 5 kraljušti, navučenih sa istoka i SI jedna preko druge (Milovanović, 1938). Takva kraljušasta građa je upravo i omogućila formiranje ležišta termalne vode, gradeći poluzatvorenu hidro-



SL. 32 - Šematski presek hidrogeološke strukture Ovčar banje
1 - vodopropusne stene, 2 - vodonepropusne stene (litološke oznake kao na prethodnoj slici)

Fig. 32 - A schematic cross section of Ovčar banja hydrogeological structure
1 - permeable rocks, 2 - impermeable rocks (lithological marks as in precedent figure)

geološku strukturu u terenu, kao što je prikazano u sl. 32. Postoji, međutim, i mišljenje da su termalne vode vezane za hidrogeološku strukturu JI od banje, ispod neogenskih sedimenata (Milivojević, Perić, 1982b).

Geotermalna anomalija u okviru hidrogeološke strukture je najverovatnije izazvana skrivenim magmatskim intruzivom, ekvivalentom tercijarnih dacita i riolita registrovanih u široj okolini.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,64 g/l, pH-7,0. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	13,0	Sr	0,53	Cu	0,004
HCO_3'	456,0	$K^{\cdot}$	2,5	Al	0,15	Mo	0,003
Cl'	14,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	102,0	Li	0,073	Ni	0,003
SO_4''	18,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	32,0	Ba	0,053	Ti	0,002
F'	0,5	$NH_4^{\cdot}$	0,0	Cs	0,030	Mn	0,002
Br'	0,6	Fe_2O_3	0,15	Ag	0,022	V	0,001
J'	0,05	Al_2O_3	0,08	Cr	0,016	Co	0,001
HPO_4''	0,02	HBO_2	6,0	Rb	0,009		
$HAsO_4''$	0,05	SiO_2	25,0	Pb	0,007		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot - 88,2% zapreminski (Dimitrijević, 1975), dok je sadržaj rastvorenog CO_2 - 49 mg/l. Sadržaj radona je nizak - 14,8 Bq/l, kao i urana - 0,0023 mg/l, ali je sadržaj radijuma nešto povišen - 0,21 Bq/l. Apsolutna starost vode je 11600 ± 200 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Hidrogeološka istraživanja u banji su do sada bila manjeg obima. Tokom 1978/83 je izbušeno 5 plićih istražnih bušotina (dubine 8-50 m), na zaravni levo od prokopanog velikog kanala. U jednoj od njih, navodno na dubini 49 m je registrovana temperatura od 58°C, ali verodostojnih potvrda o tim merenjima nema (Vilimonović, 1991).

Za dalja istraživanja termalne vode je od primarnog značaja uzimanje u obzir

kraljušaste građe terena. Može se ovde napomenuti da je bušenjem u Trbušanskom polju, u bušotini dubine 7,1 m, izmerena temperatura od 19,2°C, u aluvijalnom nanosu Z. Morave.

Najnovija bušotina u banji, usled različitih problema tokom bušenja, ostala je nezavršena.

Termalna voda Ovčar banje se koristi za lečenje reumatičnih, nervnih i kožnih oboljenja i posledica povreda. Lečenje se obavlja kupanjem i oblogama. Lečilište raspolaže kupatilom sa toplom vodom i dva zatvorena bazena i deset kada; osim toga, postoji olimpijski plivački bazen, sopstvena lekarska služba, ugostiteljski i drugi objekti.

Poslednjih godina u banji boravi godišnje između 3000-3500 banjskih gostiju, ali je veći broj tranzitnih turista koji kampuju u banji..

Za smeštaj i ishranu gostiju postoji nekoliko vila, moderan hotel "Kablar" sa depandansom, zatim "Planinarski dom" pod Kablarom. Motel, privatna domaćinstva i bliski manastirski konaci, takođe pružaju usluge. Za motorizovane turiste postoji auto-kamp pored Zapadne Morave. U banji postoji nekoliko prodavnica, vikendica, pošta, osnovna škola i drugo.

Specifičnost Ovčarsko-kablarske klisure su brojni manastiri. Na užem prostoru je smešteno deset manastira, više nego bilo gde na tako malom prostoru. Manastiri potiču iz XVI-XIX veka, i skromnih su dimenzija i dekoracija. Najlepše graditeljsko delo među njima predstavlja manastir Sv. Trojica.

Roška banja

Roška banja se nalazi oko 12 km JZ od Požege, u selu Roge. Termalni izvor se nalazi u desnoj obali banjskog potoka, na nadmorskoj visini 470 m. To je karstno vrelo, koje se pojavljuje na kontaktu trijaskih krečnjaka i paleozojskih kristalastih škriljaca. Teren neposredne okoline izvora izgrađuju i stene dijabaz-rožnačke formacije.

Termalni izvor je izdašnosti oko 20 l/s, temperature vode 23,5°C. Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,39 g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	0,25	Sr	0,010
HCO_3'	283,0	$K^{\cdot}$	0,5	Ba	0,003
Cl'	10,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	70,0	Cr	0,002
SO_4''	6,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	18,0	Li	0,001
F'	0,05	$NH_4^{\cdot}$	0,1	Mn	0,001
Br'	0,7	Fe_2O_3	0,3	Co	0,001
J'	0,05	Al_2O_3	0,066	Cu	0,001
HPO_4''	0,1	HBO_2	1,0	Hg	0,0001
$HAsO_4''$	0,05	SiO_2	15,0		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot - 92,9% zapreminski (Dimitrijević, 1975). Sadržaj Ra-0,21 Bq/l, U-0,0003 mg/l.

Termalni izvor je kaptiran u vidu bazena, dubine 1,5 m, odakle se voda odvodi u bazene za kupanje. Ovde se bez medicinske kontrole leče pacijenti od različitih vrsta reumatičnih oboljenja.

U okolini Roške banje je poznato više pojava subtermalnih karstnih izvora, kao što su u Rožanstvu, Gostilju, Ravnima, itd. Posebno se ovde po izgrađenosti ističe "narodna banja" u Rožanstvu, gde je kaptiran izvor u krečnjacima - izdašnosti 2-5 l/s, temperature vode do 20°C. Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,49 g/l.

I. Đoković i M. Marović (1988) navode pojave mermernog oniksa u izvorišnom delu

M.Rzava, južno od Arilja. Te pojave najverovatnije svedoče o nekadašnjem isticanju toplih voda, u terenu izgrađenom od trijaskih tvorevina, na nadmorskoj visini 1000-1100 m.

Visoka

U dubokoj kanjonskoj dolini Velikog Rzava, u ataru sela Visoka na 38 km SZ od Arilja, pojavljuju se termalni izvori u jednoj zoni dužine oko 100 m, sa obe strane reke i u samom rečnom koritu. U vreme visokog vodostaja reke, izvori bivaju poplavljeni, a nepovoljan položaj i teška pristupačnost ne omogućuju njihovo šire korišćenje osim od strane lokalnog stanovništva.

Područje je planinskog karaktera, izgrađeno od stena dijabaz-rožnačke formacije i trijaskih krečnjaka. Dolina Rzava je u području termalnih izvora usečena u krečnjake, a nadmorska visina izvorišta je 620 m.

Karakteristike termalnih voda su promenljive u zavisnosti od spoljnih hidroloških uslova. Može se reći da je izdašnost dva glavna izvora oko 20 l/s, dok je ukupno pražnjenje termalne vode u rečni tok nepoznato. Temperatura vode je do 24°C.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,35 g/l, pH-7,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	3,5	Sr	0,115	As	0,001
HCO_3'	256,2	K^+	0,4	Cr	0,014	Mo	0,001
Cl'	5,0	Ca^{++}	62,0	Zn	0,007	Cs	0,0005
SO_4''	4,8	Mg^{++}	15,8	Ba	0,005	Sb	0,0003
F'	0,10	NH_4^+	0,0	Cu	0,003	Hg	0,0002
Br'	0,08	Fe_2O_3	0,15	Pb	0,002		
J'	0,01	Al_2O_3	0,04	Mn	0,002		
HPO_4''	0,01	HBO_2	0,3	Li	0,001		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	12,0	Rb	0,001		

Prema gasnom sastavu, vode su tipično azotne - 86,2% zapreminski (Dimitrijević, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-33,3 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,0004 mg/l.

Izotopska i druga ispitivanja tokom 1987. godine su pokazala da su termalne vode pod znatnim uticajem običnih (hladnih) podzemnih voda koje su akumulirane u gornjim delovima terena. Termalne vode najverovatnije potiču iz poluzatvorene hidrogeološke strukture, u kojoj su akviferi trijaski krečnjaci prekriveni vodonepropusnim stenskim masama dijabaz-rožnačke formacije.

Lopatnička banja

Lopatnička banja se nalazi 29 km jugozapadno od Kraljeva, a 7 km od ibarske magistrale, sa kojom je povezana asfaltnim putem. Banja je u selu Lopatnici, u SI podnožju Troglava (1177 m), odnosno pod njegovim ograncima Ravnicom i Golim brdom. Nadmorska visina banje je 320 m.

Termalna voda je, prema nekim indikacijama, korišćena u najstarija vremena. Glavni izvor je ovde bio kaptiran bazenom, koji je sa dve strane ograđen kamenim blokovima u malteru, a sa druge dve ga čine isklesani rasedni odseci u stenskoj masi. Ovakva kaptaža indicira verovatno rimsko doba (Milanović, Kostić, 1973). U srednjem veku je izvor korišćen kao manastirska banja, a zatim je dugo bio zapušten, da bi ga tek oko 1931. godine počeli koristiti meštani. Odmah se "lekovitost" izvora pročula, pa je između dva svetska rata u Lopatnici boravilo oko 300 pacijenata godišnje. To je još uvek neuređena, sezonska, "narodna

banja", u kojoj bolesnici ne koriste lekarsku pomoć, a tek su 1970. godine izgrađena dva betonska bazena. Smeštaj bolesnika je moguć u privatnim kućama ili u hotelima u Kraljevu.

Postoje dva veća izvora termalne vode, poznata pod nazivom "Dve jetrve". Jedan izvor je izdašnosti 0,2 l/s, temperature vode 22°C, na levoj obali reke Lopatnice; drugi izvor je na desnoj obali reke, izdašnosti 0,1 l/s, temperature vode do 26°C (izražene su sezonske varijacije izdašnosti i temperature vode). Inače u okolini su registrovane manje pojave termalne i mineralne vode u G. Lopatnici, Pekčanici, Tolišnici i Stanči (Krstić, 1989a).

U građi terena su zastupljeni uglavnom ultramafiti, a zatim i stene jurske dijabaz-rožnačke formacije, trijaski krečnjaci i neogenski sedimenti prema istoku. Karakteristična je kraljušasta strukturna složenost terena, sa kraljušastim strukturama na obema stranama Lopatničke reke. Pojava termalne vode je iz pukotine serpentinita, slično kao u Bogutovačkoj banji.

Termalna voda je HCO_3-Mg,Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,35 g/l, pH-7,8. Hemijski sastav vode (prema analizi Vujanović, Teofilović, 1971) je sledeći (mg/l):

CO_3''	12,0	Na^+	24,1	Sr	0,28	Ti	0,022
HCO_3'	268,0	K^+	1,1	Al	0,133	Rb	0,012
Cl'	17,0	Ca^{++}	36,0	Mn	0,035	Cs	0,006
SO_4''	14,0	Mg^{++}	45,0	Li	0,025	Ni	0,005
				Ba	0,022	Cr	0,0015

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna, sa slabim mirisom na H_2S. U G.Lopatnici se iz mineralne vode obara bigar.

U balneološke svrhe, voda se koristi kupanjem i pijenjem. U upotrebi su dva manja kupatila i otvoreni bazen uz rečno korito Lopatnice. U banji nema česme za piće (pošto su termalni izvori niske izdašnosti), pa bolesnici, dok se pune bazeni, zahvataju vodu iz cevi kojom voda iz rezervoara dotiče u kupatilo. Na osnovu iskustva lokalnog stanovništva, voda lekovito deluje na oboljenje nerava (kao Bogutovačka banja), pomaže pri reumatičnim i srčanim oboljenjima.

Mitrovo polje

Termalni izvor u Mitrovom polju, nazvan "Devojačka voda", nalazi se na desnoj obali reke Rasine, nedaleko od puta Vrnjačka banja - Aleksandrovac. Nalazi se na nadmorskoj visini od 650 m. Izdašnost izvora je 0,5 l/s, a temperatura vode 21°C.

U geološkoj građi terena učestvuju ultramafiti, koji mestimično leže preko kompleksa paleozojskih škriljaca sa sočivima mermera i kalkšista. U blizini su i mlađi magmatiti (željinski granodioritski masiv), koji su verovatno uzročnik geotermalne anomalije u terenu. Izražene su rasedne zone različite orijentacije.

Termalna voda je HCO_3-Mg,Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,38 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	9,2	Zn	0,030	Mn	0,001
HCO_3'	268,0	K^+	0,4	Sr	0,016	Mo	0,001
Cl'	5,0	Ca^{++}	40,0	As	0,010	Hg	0,0005
SO_4''	22,0	Mg^{++}	33,0	Cr	0,008	Cs	0,0002
F'	0,10	NH_4^+	0,1	Ba	0,006	Sb	0,0002
Br'	0,20	Fe_2O_3	0,30	Li	0,003		
J'	0,05	Al_2O_3	0,04	Cu	0,003		
HPO_4''	0,01	HBO_2	0,3	Pb	0,003		
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	16,0	Rb	0,001		

U gasnom sastavu preovlađuje azot - preko 90% zapreminski. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-15,5 Bq/l, Ra-0,12 Bq/l, U-0.0008 mg/l.

Pored izvora je 1977/78 godine izbušena istražna bušotina dubine 325,5 m (Đerković, 1979). Bušena je kroz paleozojske metamorfite, sa debljim intervalima mermera i mermerisanih krečnjaka (ukupne debljine 94 m). Na dubini 320,5-325,5 m je nabušen serpentinit. Iz bušotine je dobijeno na samoizliv 6 l/s termalne vode, temperature 25°C.

Balneološka ispitivanja vode su pokazala da ona ne sadrži biološki aktivne supstance u dovoljnim količinama, pa ne dolazi u obzir za korišćenje u terapeutske svrhe.

Bogutovačka banja

Bogutovačka banja se nalazi na 23 km jugozapadno od Kraljeva, u bogutovačkom proširenju doline donjeg Ibra. Sa njene istočne strane dižu se šumovite planine Stolovi, Goč i Željin, koje se prema jugu nastavljaju na najveći masiv Srbije - Kopaonik. Sa zapadne strane se nalaze planine Jelica, Troglav, Čemerno, Radočelo, Golija. Između ova dva planinska venca protiče Ibar - čuvenom Ibarskom klisurom. Neposredno pokraj Bogutovačke banje protiče reka Lopatnica, koja polukružno obavlja planinu Troglav (1177 m), na čijoj se SI padini nalazi banja.

Nadmorska visina banje iznosi 520 m, te usled svog položaja i ugodne potplaninske klime, banja je i klimatsko lečilište. Ona je asfaltnim putem, dužine 2,5 km, povezana sa ibarskom magistralom, a tu je i železnička stanica na pruzi Kraljevo - Priština, čime se ostvaruje saobraćajna povezanost banje sa svim našim krajevima.

Termalna voda Bogutovačke banje svakako odavno izvire na tom mestu - ispod izvora su na padini nataložene veće naslage bigra. Ipak, nema pouzdanih podataka o tome da je ona korišćena kao lekovita u stara vremena, mada je to verovatno. Ona je jedna od prvih analiziranih na zahtev vlade Kneževine Srbije 1835. godine. Tu je krajem prošlog veka podignuta drvena baraka sa bazenom za kupanje, a 1932. je obnovljena baraka i kupatilo. Međutim, tek od 1952. godine, a naročito od 1965., počelo se sa savremenim uređenjem i izgradnjom banje. Podignuto je Novo kupatilo sa bazenom i četiri tuš kabine, tri montažna paviljona, a 1986. je izgrađen i hotel "Mineral" sa dva bazena (muški i ženski).

U banji su postojala dva termalna izvora, ukupne izdašnosti 7,2 l/s, temperature do 25°C (Đurović, 1972). Izvori su kaptirani plitkim sondama: glavni izvor u objektu kupatila (B-1/58) za kupanje, temperature 25°C; manji izvor (B-2/58) sproveden do česme - bivete - za dozirano pijenje, temperature 23,5°C. Treći izvor, koji se u banji koristi kao očna ("sveta") voda, daje hladnu vodu (19°C).

U geološkoj građi terena se ističu ultramafiti: peridotiti, serpentiniti, pirokseniti, gabrovi i slično (sl. 10). Ove stene su veoma ispucale i tektonski polomljene, što im omogućava izvesnu vodopropusnost. Severozapadno od banje se nalazi manja masa trijaskih krečnjaka, a pored Ibra i reke Lopatnice ka Jelici se proteže, sa prekidima, dijabaz-rožnačka formacija. Izgrađena je od rožnaca, laporaca, glinaca, peščara, dijabaza i melafira. Severno od Lopatnice, preko serpentinita, dijabaza i gabrova, leže neogenski sedimenti Kraljevačkog basena.

Peridotiti su dijapirskog kontakta prema trijaskim krečnjacima i dijabaz-rožnačkoj formaciji koja je srednjo i gornjojurske starosti.

Termalna voda je HCO_3-Mg,Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,5-0,6 g/l, pH-7,2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	28,0	Sr	0,34	Cu	0,0006
HCO_3'	440,0	K^+	1,5	Li	0,072		
Cl'	10,0	Ca^{++}	50,0	Rb	0,033		
SO_4''	15,0	Mg^{++}	61,0	Cs	0,030		
F'	1,0	NH_4^+	0,1	Al	0,017		
Br'	0,20	Fe_2O_3	0,15	Mn	0,013		
J'	0,0	Al_2O_3	0,14	Ba	0,012		
HPO_4''	0,10	HBO_2	1,0	Cr	0,008		
$HAsO_4''$	0,0	SiO_2	20,0	Ti	0,004		

Prema gasnom sastavu, voda je azotna, sa sadržajem rastvorenog CO_2 do 30 mg/l, H_2S - oko 1,0 mg/l. Radonska radioaktivnost vode iznosi do 44 Bq/l, dok je sadržaj Ra povišen i iznosi 0,55-1,0 Bq/l. Apsolutna starost vode je 9350 ± 170 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Nakon kopaoničkog zemljotresa od 14.8.1987. godine, izdašnost termalnih izvora je opala na 1,6 l/s, dok je temperatura vode ostala nepromenjena (Vilimonović, 1988a). Stoga je bušotinom B-3/88, dubine 22,3 m izvršeno rekaptiranje vode. Bušotina je bušena kroz peridotite, na oko 24 m južno od kapražne sonde B-1/58 (pored kupatila). Dobijeno je na samoizliv 3,0 l/s vode, a crpenjem 10 l/s, uz depresiju nivoa od 3,4 m.

Lečenje termalnom vodom se obavlja kupanjem i pijenjem vode. Ne zagreva se, pa je kupanje u njoj u početku neugodno (zbog hladnoće). Bolesnicima sa manom srca temperatura ove vode više odgovara od kupanja u toplijoj vodi Mataruške banje. Nadzor nad bolesnicima vrši ekipa lekara Prirodnog lečilišta "Mataruška i Bogutovačka banja". Medicinske indikacije: neuropsihička oboljenja; funkcionalna oboljenja srca i krvnih sudova; reumatična oboljenja; povišeni krvni pritisak; glavobolja i nesanica; izvesna oboljenja organa za disanje; klimakterična stanja; astenična i anemična stanja.

Godine 1952., od kada se u Bogutovačkoj banji obavlja lekarski pregled bolesnika, registrovano je 1300 posetilaca. Banju je 1966. posetilo 2384 bolesnika, 1974. godine preko 6000 (60700 noćenja), a 1976. godine 5200 gostiju (51600 noćenja). Kada bi uslovi smeštaja i snabdevanja banje bili povoljniji, banja bi bila još posećenija.

Za smeštaj banjskih gostiju je na raspolaganju hotel "Mineral" (B kategorije), sa 208 ležaja, savremeno opremljen i sa odgovarajućim sadržajem i uslovima za sve banjske procedure (bazeni, kade i slično). Osim toga, tu je i depandans "Mineral", sa 30 ležaja, kao i mogućnost privatnog smeštaja (oko 1000 mesta).

Pribojska banja

Pribojska banja se nalazi u dolini Lima, udaljena oko 4,5 km od Priboja. Banja leži na 550 m nadmorske visine, visoko na desnoj dolinskoj strani Lima, pa je put od reke do banje sa više serpentina. Dolina u kojoj se banja nalazi, okružena je planinama Starovlaške visije: na severu se diže šumoviti Crni vrh (1283 m), na jugu Lisja stena pod lipom i smrekom; duž leve strane Lima je planina Pobijenik (1423 m). Znatna nadmorska visina i položaj u planinskom kraju, daju banjskom podneblju potplaninski karakter, ali je udolina zaklonjena od jačih vetrova.

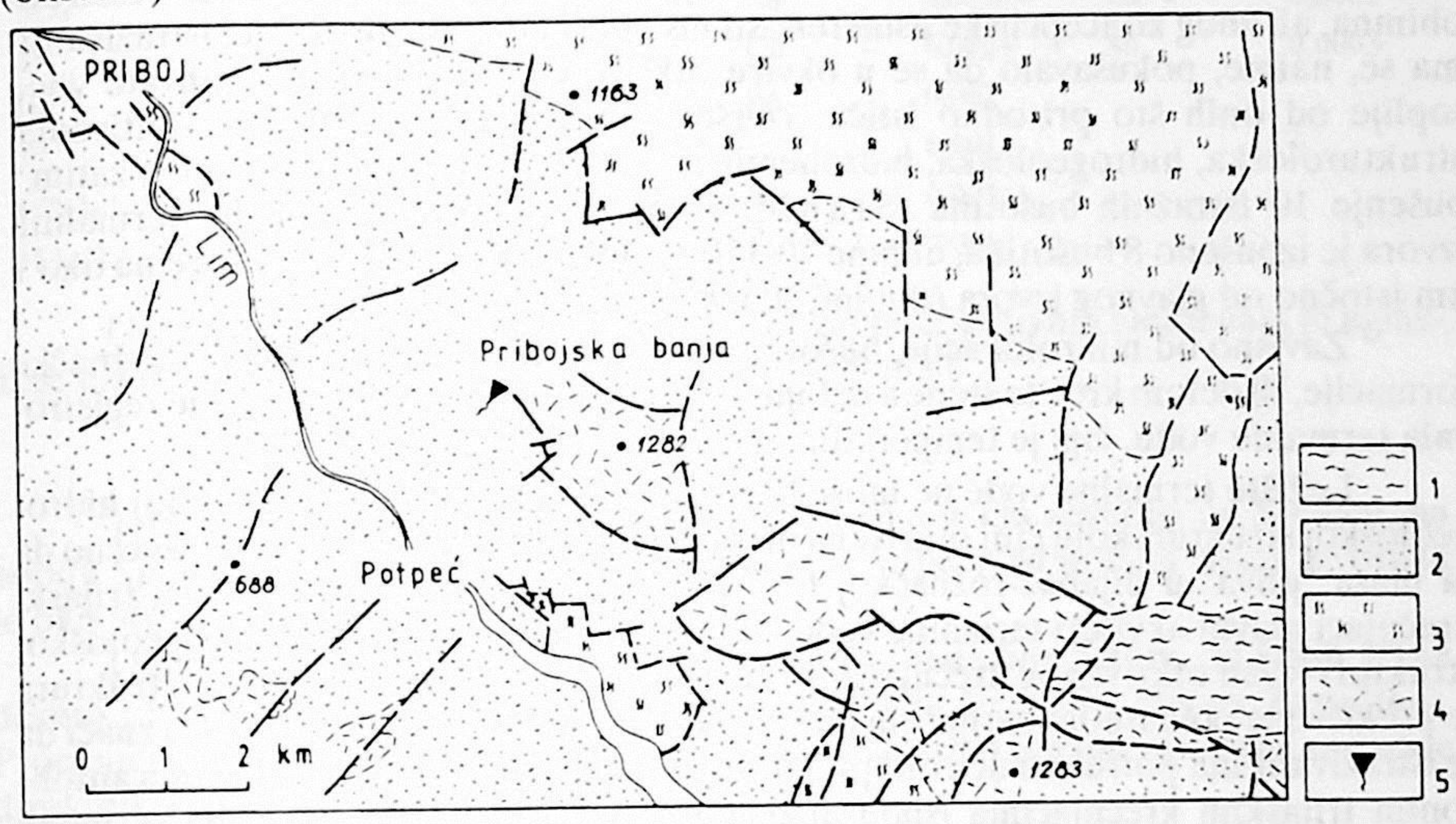
Do banje se može stići barskom železničkom prugom (do Priboja), kao i asfaltnim putem Beograd - Podgorica preko Nove Varoši i Bistrice.

Banja je bila poznata starim Rimljanima i narodu srednjovekovne Srbije. Po legendi, kralj Uroš se izlečio u ovoj banji, pa je u znak zahvalnosti podigao blizu lekovitih izvora zadužbinu - manastir Sv. Nikole (početkom XIV veka ga je obnovio Stevan Dečanski). Pre II sv. rata je bila svojina manastira, a tek od 1946. godine, kada su ovde podignuta dva stambena paviljona, počelo se poklanjati više pažnje uređenju lečilišta. Godine 1971. podignut je hotel-stacionar sa 95 ležaja, koji posluje u sastavu Medicinskog centra u Priboju, i u kome postoje 3 bazena, sala za rekreaciju i rehabilitaciju. Tu je i bazen u starom kupatilu, zapremine 50 m^3, ali sve to ne zadovoljava u sezoni od maja do oktobra zbog stalnog povećanja broja gostiju.

U banji postoji više termalnih izvora, od kojih su dva najveća kaptirani. Nad glavnim vrelom je podignuta Stara banja sa jednim bazenom, a nad drugim, manjim, izgrađena su tri bazena Nove banje. Izdašnost glavnog vrela je 39-78 l/s, prosečno 48 l/s, a temperatura vode dostiže 37°C; izdašnost manjeg vrela je oko 15 l/s, a temperatura vode 36,5°C (Stanić, 1985). Izvori se pojavljuju na kontaktu krečnjaka i vodonepropusnih stena dijabaz-rožnačke formacije.

Pribojska banja se nalazi u ofiolitskom pojasu, što znači da u geološkoj građi terena znatno učestvuju stenske mase dijabaz-rožnačke formacije (sl. 33). U sastav formacije ulaze heterogene sedimentne, magmatske i metamorfne stene, kao što su peščari, glinci, alevroliti, rožnaci, dijabazi, metapeščari i slično. Unutar formacije se

zapažaju brojne mase dijabaznih breča, sa fragmentima i od trijaskog krečnjaka, a iz formacije strče ostenjaci i veći blokovi trijaskog krečnjaka kao u rejonu Banjskog brda. Za ovu veliku krečnjačku masu su istraživači pretpostavljali da je tektonska klipa, da je krečnjačka navlaka preko dijabaz-rožnačke formacije ili skliznuli blok (olistolit).



SL. 33 - Geološka karta područja Pribojske banje (Ćirić i dr., 1980)
1 - tercijarni sedimenti, 2 - dijabaz-rožnačka formacija, 3 - serpentiniti i peridotiti, 4 - trijaski krečnjaci, 5 - termalni izvor

Fig. 33 - Geological map of Pribojska banja area (Ćirić et al., 1980)
1 - Tertiary sediments, 2 - Diabase - chert formation, 3 - serpentinite and peridotite, 4 - Triassic limestones, 5 - thermal spring

Karstna izdan termalne vode, koja se prazni preko termalnih izvora Pribojske banje, formirana je (pretpostavljalo se) u obimu karstifikovanih trijaskih krečnjaka, koji izgrađuju terene Velikog krša i Banjskog brda. Te stene se prostiru na površini od oko 3 km^2, ali je prostranstvo izdani svakako veće.

Termalna voda je izrazitog HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije, 0,42 g/l, pH-7,2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	6,0	Sr	0,029	Ba	0,001
HCO_3'	294,0	K^+	0,6	Cr	0,009	Ni	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	60,0	Mn	0,008	Co	0,001
SO_4''	8,0	Mg^{++}	24,0	Li	0,005	Pb	0,001
F'	0,10	NH_4^+	0,1	Rb	0,005	Mo	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,3	Zn	0,002	Hg	0,0005
J'	0,01	Al_2O_3	0,02	Cu	0,002	Ag	0,0002
HPO_4''	0,05	HBO_2	0,5	Cs	0,002	Sb	0,0001
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	18,0	Ti	0,002	Cd	0,0001

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna, sa sadržajem rastvorenog CO_2 od 24 mg/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra - 0,22 Bq/l, dok je ostalih sadržaj nizak: Rn-7,7 Bq/l, U-0,001 mg/l. Apsolutna starost vode iznosi 28000 ± 1000 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Dosadašnja hidrogeološka istraživanja u Pribojskoj banji su bila relativno obimna, ali zbog koncepcijske usmerenosti nisu dala povoljne rezultate. Istraživanjima se, naime, pokušavalo da se u okviru otkrivene mase krečnjaka zahvate vode toplije od onih što prirodno ističu. Izvršena su određena geofizička ispitivanja, strukturološka, hidrogeološka, hidrohemijska i druga proučavanja terena, a zatim i bušenje 10 istražnih bušotina (Stanić, 1985). U neposrednoj blizini termalnih izvora je izbušeno 8 bušotina, dubine 70-150 m, dok su dve bušotine bušene na oko 1 km istočno od glavnog izvora (dubine 20 i 90 m).

Zavisno od mikrolokacije, bušotine su bušene ili kroz stene dijabaz-rožnačke formacije, ili delom kroz te stene a delom kroz krečnjake. Većina bušotina je registrovala termalnu vodu, čija je temperatura u rasponu 29-36°C.

Ležište termalne vode ne može biti, razume se, formirano u otvorenoj hidrogeološkoj strukturi koju čini otkrivena masa trijaskih krečnjaka. Sasvim je izvesno da ta masa "pliva" u dijabaz-rožnačkoj formaciji, iako ostaje činjenica da su trijaski krečnjaci glavni akviferi termalne vode. No to su trijaski krečnjaci u hidrogeološkoj strukturi izvan otkrivenog krečnjačkog olistolita u banji. Ta hidrogeološka struktura je prekrivena povlatnom barijerom od stena dijabaz-rožnačke formacije, što znači da je istraživanjima potrebno utvrditi prostiranje date hidrogeološke strukture u autohtonim trijaskim krečnjacima ispod dijabaz-rožnačke formacije. Tek tada se mogu očekivati optimalni rezultati hidrogeološkog istraživanja i znatno viša temperatura termalne vode, koja se po hidrogeohemijskim indikatorima prognozira na oko 70°C.

Lečenje u banji se obavlja uglavnom kupanjem, a manje pijenjem vode. Medicinske indikacije su: hronično zapaljenje perifernih nerava, naročito išijas; ginekološka oboljenja; sva stanja posle povreda lokomotornog aparata; oboljenja perifernog krvotoka. Vode koje se piju dobro regulišu varenje i probavu.

Za smeštaj pacijenata i gostiju, banja raspolaže sa 195 ležaja, a u privatnom domaćinstvu postoji oko 500 ležaja. Osim toga, hotel "Lim" u Priboju takođe ima veći broj jednokrevetnih i dvokrevetnih soba.

U okolini banje se od znamenitosti ističe manastir Mileševa (freska "Beli anđeo") iz XIII veka, i manastir Banja. Reka Lim, kao i veštačka jezera Potpeć, Radojnjsko i Zlatarsko jezero, nude dobre uslove za ribolov, a u blizini banje su i brojna izletišta.

Crno vrelo

Karstni izvor "Crno vrelo" se nalazi oko 2 km zapadno od Nove Varoši. Pojavljuje se u severnom podnožju Zlatara (1625 m), u izvorišnom delu rečice Bistrice, na nadmorskoj visini 800 m. Drenira prostrane karstne akvifere Zlatara. Akviferi su trijaski krečnjaci, u određenim rejonima prekriveni praktično vodonepropusnom jurskom dijabaz-rožnačkom formacijom, usled čega su formirane i poluzatvorene hidrogeološke strukture sa termalnom vodom. Tako na lokalnosti karstnog izvora "Crno vrelo" ističu tople i hladne podzemne vode.

Izvor tople vode, zvani "Velika banjica", izdašnosti je oko 100 l/s, temperature 17°C, dok su manji termalni izvori pored "Velike banjice" temperature do 20,2°C. Ova voda se meša sa hladnom podzemnom vodom (temperature 7,6°C), pa je ukupna izdašnost Crnog vrela preko 1,0 m^3/s u minimumu (Perić, Milivojević, 1990).

Termalna voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,33 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na^+	0,5	Sr	0,100	Mo	0,001
HCO_3'	231,8	K^+	0,4	Cr	0,012	Pb	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	68,0	Zn	0,005	Hg	0,0004
SO_4"	5,0	Mg^{++}	9,7	Ba	0,003	Cs	0,0003
F'	0,10	NH_4^+	0,1	Cu	0,002	Sb	0,0003
Br'	0,30	Fe_2O_3	0,0	As	0,002		
J'	0,02	Al_2O_3	0,1	Li	0,001		
HPO_4"	0,04	HBO_2	0,2	Rb	0,001		
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	7,0	Mn	0,001		

U gasnom sastavu, preovladuje azot. Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-14,8 Bq/l, Ra - 0,20 Bq/l, U - 0,0004 mg/l.

Čedovo

Termalna voda u Čedovu se pojavljuje na oko 4 km severno od Sjenice, na obodu Sjeničkog tercijarnog basena, u dolini reke Vape. Nadmorska visina izvorišta je oko 980 m.

Ukupno je registrovano 20 izvora u jednoj zoni dužine 500 m, od kojih 18 na desnoj obali Vape, a 2 na levoj obali (u predelu sela Vranići i klisuri Zarudine). Procenjena ukupna izdašnost izvora je 22 l/s, ali se zapaža i pražnjenje termlane vode direktno u rečni tok (Krstić, 1989a).

Voda je tipični predstavnik karstnih termalnih voda: HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,31 g/l, temperature 20-26,3°C, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na^+	9,0	Sr	0,10	Ni	0,001
HCO_3'	220,0	K^+	0,3	Cr	0,006	Co	0,001
Cl'	5,0	Ca^{++}	50,0	Zn	0,005	Pb	0,001
SO_4"	2,0	Mg^{++}	12,0	Li	0,002	Cs	0,001
F'	0,20	NH_4^+	0,1	Rb	0,002	Mo	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,15	Cu	0,002	Ag	0,0002
J'	0,01	Al_2O_3	0,03	Ti	0,002	Cd	0,0002
HPO_4"	0,10	HBO_2	0,2	Ba	0,001	Hg	0,0002
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	10,0	Mn	0,001	Sb	0,0002

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot (preko 83% zapreminski). Sadržaj Ra je nešto povišen - 0,59 Bq/l, dok je sadržaj ostalih radioaktivnih elemenata nizak: Rn-12,6 Bq/l, U-0,01 mg/l

Najznačajniji su izvori "Banjica" i "Banja". "Banjica" je poput vira skoro kružnog oblika, dužine 10, širine 8 i dubine 0,7 m. Izdašnosti je 2,0 l/s, a temepratura vode 23,8°C. Voda kanalom otiče u "Banju". "Banja" je forme plitkog i zapuštenog vira, dužine 5 i širine 3 m. Sa dna vira izvire voda uz klobučanje gasova, u količini od 5 l/s, temperature 23,8°C (Krstić, 1989a). Meštani koriste vodu za kupanje, u potpuno neuređenim uslovima.

U geološkom pogledu, teren severno od izvora izgrađuju stene jurske dijabaz-rožnačke formacije i krečnjaci trijaske starosti, dok su južno neogenski peskovito-glinoviti sedimenti i aluvijalni nanos reke Vape. Hidrogeološki kolektori su svakako

trijaski krečnjaci, koji su u odgovarajućoj hidrogeološkoj strukturi prekriveni vodonepropusnim tvorevinama dijabaz-rožnačke formacije.

Hidrogeološka istraživanja termalnih voda praktično do sada nisu vršena. Bilo je pokušaja da se pored izvora izbuši jedna istražna bušotina, ali je taj rad zbog otežanih uslova bušenja prekinut.

Čečevo

Termalni izvor se nalazi u selu Čečevu, na oko 4 km JZ od brane "Gazivode" u dolini Ibra, odnosno oko 20 km SZ od Kosovske Mitrovice. Pojavljuje se na desnoj dolinskoj strani Čečevske reke, na nadmorskoj visini oko 750 m.

Izvor je karstno vrelo, formirano na kontaktu gornjokrednih krečnjaka i paleozojskih škriljaca. Izdašnost izvora je 10,0 l/s, temperatura vode 24°C.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,69 g/l, pH-6,7. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	10,8	Sr	0,53	Cs	0,007
HCO_3'	465,0	K^+	1,3	Mn	0,20	Cr	0,005
Cl'	7,0	Ca^{++}	135,0	Ba	0,10	As	0,005
SO_4''	14,0	Mg^{++}	12,2	Zn	0,066	Ni	0,004
F'	0,30	NH_4^+	0,2	Rb	0,050	Cu	0,003
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,0	Li	0,020	Mo	0,003
J'	0,03	Al_2O_3	12,8	Co	0,010	Cd	0,001
HPO_4''	0,10	HBO_2	33,0	Pb	0,010	Ag	0,0008
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	10,0	Ti	0,008	Sb	0,0002

U gasnom sastavu preovlađuje azot (81% zapreminski), a sadržaj rastvorenog CO_2 u vodi je 0,132 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-5,5 Bq/l, Ra-0,09 Bq/l, U-0,0005 mg/l.

Pećka banja

Pećka banja, ili banja Ilidža, jeste najpoznatija banja na teritoriji Kosova i Metohije. Nalazi se u Metohiji, uz severozapadni obod ove prostrane kotline, u podnožju krajnjih ogranaka planine Žljeb (Rusalija, 2382 m). Povoljnog je položaja, jer se nalazi uz asfaltni put Peć - Kosovska Mitrovica; od Pećи je udaljena 12 km ka severoistoku. Nadmorska visina banje je 535 m, pa je ona i sa funkcijom klimatskog lečilišta. Klima je umereno-kontinentalna, sa uticajem sredozemne klime. Zime su kraće, relativno blage i kišovite, a leta duga, topla i sušna. Srednje godišnje padavine iznose 889 mm, a srednja godišnja temperatura vazduha je 11°C.

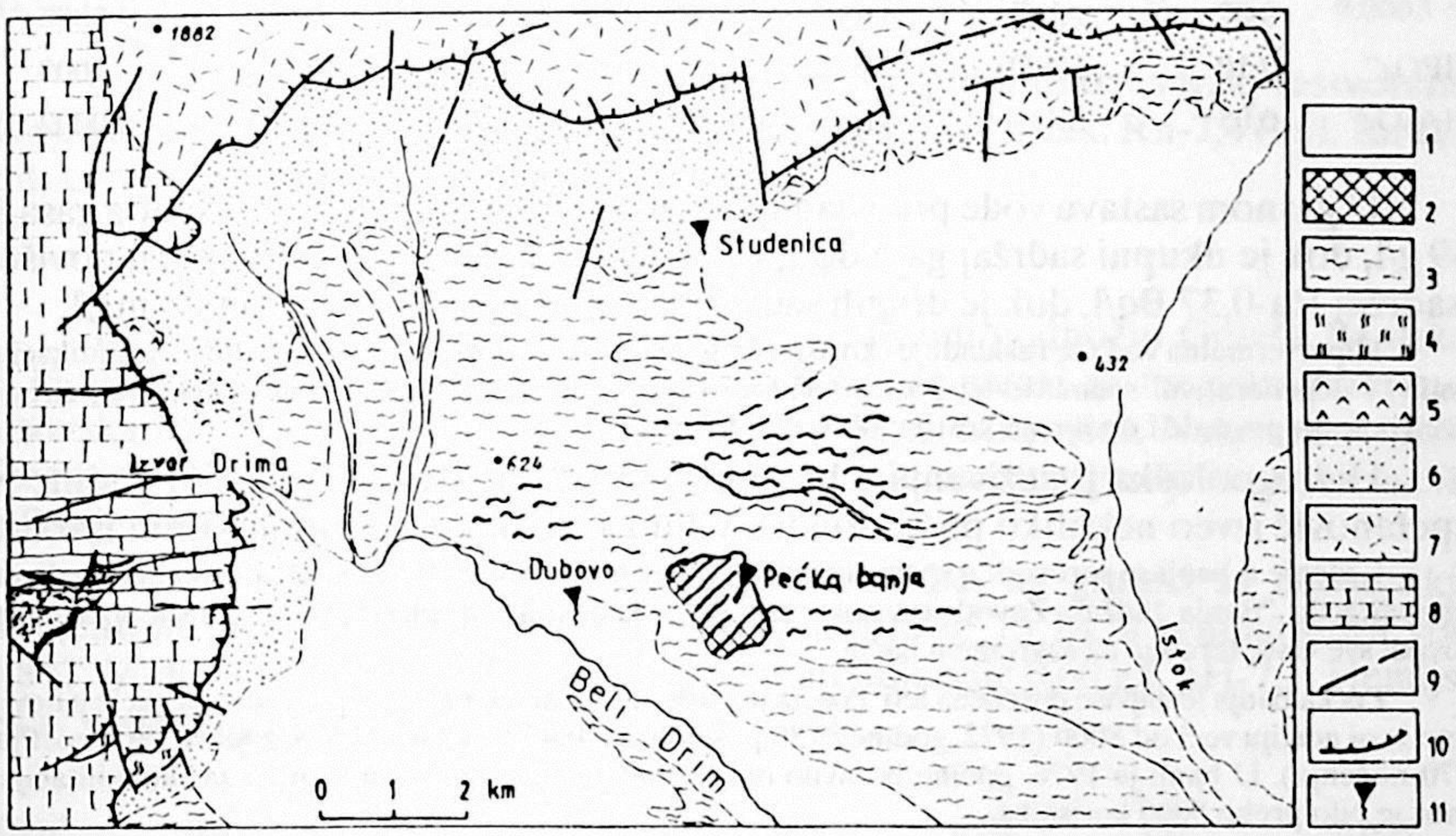
Do banje se može stići putem Kosovska Mitrovica - Peć, zatim Prizren - Peć, Priština - Peć - Prizren, ili preko Čakora (iz Crne Gore). Može se koristiti železnica do Pećи, a zatim autobusom do banje.

Smatra se da su termalne izvore Ilidže koristili još stari Rimljani, o čemu svedoče ostaci starog kupatila i rimskih naselja u blizini. Takođe su izvore, po legendi, koristili i srednjovekovni srpski vladari, jer su u blizini bili gradovi Peć i Prizren. Za vreme svoje okupacije, Turci su u Ilidži izgradili kameni bazen sa drvenom nadstrešnicom. Bazen je posle I sv. rata srušen, a u Kraljevini Jugoslaviji su (1933.) ovde izgrađena dva bazena, zgrada uprave banje i nekoliko stambenih kuća. Prvi hotel u banji je izgrađen 1935. godine. Objekti su u II sv. ratu oštećeni. Posle oslobođenja, brzo je podignut hotel i tri stambena paviljona, a u novije vreme je izgrađen savremeni stacionar (1963.) sa pratećim objektima za terapiju i smeštaj bolesnika. Zahvaljujući izdašnom termomineralnom izvoru, banja se razvija u moderan centar za lečenje, rehabilitaciju i rekreaciju.

U Pećkoj banji postoji više izvora, koji se pojavljuju duž većeg raseda na krečnjačkom uzvišenju. Rased je uočljiv na dužini oko 1 km, a izvori su topli - temperature do 48°C, mlaki - od 23 do 27°C, i hladni - 11°C. Isticanje termalne vode je pod pritiskom, u vidu gejzira, sa dosta gasa CO_2. Taj pritisak je sprečavao da dođe do zatvaranja pukotine usled obaranja kalcijumkarbonata iz vode na mestu izviranja. Oko izvora je, naime, obaranjem $CaCO_3$ nastala velika naslaga bigrovitog krečnjaka, a kasnije bigra i oniksa. Ovo izlučivanje bigra i oniksa se vrši i danas.

Glavni izvor termomineralne vode je izdašnosti 4 l/s, temperature vode 48°C. Za ovaj izvor I. Berišа (1972) navodi kapacitet od 18 l/s.

Sa geološkog aspekta, termalni izvori se pojavljuju u Metohijskoj kotlini (sl. 34), i povezano sa genezom ove kotline. To je depresija nastala verovatno tokom najgornjeg miocena ili početkom pliocena, spuštanjem terena duž više tektonskih dislokacija čiji su pravci pružanja upravni na pravac pružanja generalnih osa nabora unutrašnjih Dinarida. U depresiju je prodrlo tercijarno more, koje je egzistiralo do kraja ponta, kada je došlo do znatnog oplićavanja zbog zapunjavanja basena nataloženim sedimentima. Debljina pliocenskih sedimenata je nepoznata, a bušenjem u selu Dobruši su na dubini 275 m nabušeni sedimenti ponta (Stanković, Dukić, 1987).



SL. 34 - Geološka karta područja Pećke banje (Antonijević i dr., 1978; Mojsilović, Baklaić, 1984)
1 - aluvijalni nanos, 2 - mermerni oniks, 3 - neogenski sedimenti, 4 - serpentiniti, 5 - gabro, 6 - dijabaz-rožnačka formacija, 7 - gornjotrijaski krečnjaci i dolomiti, 8 - srednjotrijaski krečnjaci i dolomiti, 9 - rased, 10 - čelo kraljušti, 11 - izvor termomineralne vode

Fig. 34 - Geological map of Pećka banja area (Antonijević et al., 1978; Mojsilović, Baklaić, 1984)
1 - alluvial deposit, 2 - onyx marble, 3 - Neogene sediments, 4 - serpentinite, 5 - gabbro, 6 - Diabase-chert formation, 7 - Upper Triassic limestones and dolomites, 8 - Middle Triassic limestones and dolomites, 9 - fault, 10 - front of overthrust, 11 - source of thermomineral water

U obodu basena su, kako se iz slike vidi, prostrane mase krečnjaka trijaske starosti, karstifikovane i veoma dobro vodopropusne. Preko njih leže praktično vodonepropusne naslage dijabaz-rožnačke formacije, gradeći povlatni hidrogeološki izolator, pa se na kontaktu ove formacije i krečnjaka pojavljuju brojna karstna vrela,

od kojih su najveća vrelo izvorišta Drima, vrelo Istok (istočnije) i druga. Položaj dijabaz-rožnačke formacije je, međutim, omogućio i očuvanje poluzatvorene hidrogeološke strukture ispod neogenske naslage i formiranje ležišta termalne vode u njoj. Ležište se duž većeg raseda prazni u Pećkoj banji, ali i preko prelivnih izvora u Studenici i drugim lokalnostima gde je to pražnjenje teško detektovati. Akvifer su trijaski krečnjaci, a dužim zadržavanjem u akviferu i filtracijom kroz povlatnu barijeru (duž sistema raseda) ka površini terena, termalna voda zadobija i povišenu mineralizaciju.

Termomineralna voda je HCO_3-Na,Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 2,04 g/l, pH-6,8. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	252,0	Sr	1,20	Zn	0,009
HCO_3'	1420,0	K^+	5,0	Ba	0,12	Cs	0,008
Cl'	52,0	Ca^{++}	145,0	Li	0,10	Cr	0,007
SO_4''	10,0	Mg^{++}	86,0	Rb	0,040	Co	0,005
F'	0,60	NH_4^+	0,3	As	0,025	Ti	0,005
Br'	0,15	Fe_2O_3	1,20	Pb	0,020	Mo	0,003
J'	0,07	Al_2O_3	4,48	Mn	0,020	Cd	0,0006
HPO_4''	0,10	HBO_2	3,0	Ni	0,010	Ag	0,0003
$HAsO_4''$	0,05	SiO_2	60,0	Cu	0,010	Sn	0,0002

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa je 0,49 g/l, dok je ukupni sadržaj gasa do 1,16 g/l. Od radioaktivnih elemenata, povišen je sadržaj Ra-0,37 Bq/l, dok je drugih sadržaj nizak: Rn-8,5 Bq/l, U-0,0008 mg/l.

Hipertermalna voda se rashlađuje i koristi u balneoterapiji za kupanje i piće. Medicinske indikacije: zapaljivi i degenerativni reumatizam; posttraumatska stanja; išijas; neke kožne bolesti (ekcemi, čirevi); ženske bolesti; povrede i oboljenja kostiju; oboljenja nerava i drugo.

Hidrogeološka istraživanja u banji nisu vršena, izuzev što je 1959. godine Ž. Kapetanović izveo nekoliko plićih sondi u cilju kaptiranja termomineralnih izvora.

Lečenje u banji se sprovodi u specijalizovanoj zdravstvenoj ustanovi: Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju "Banja Ilidža". Zavod je visoko tehnički i kadrovski opremljen. Tim lekara specijalista sprovodi sve vrste terapija na savremeni način.

Pećka banja je najviše posećena leti. Poseta je posle II sv. rata konstantno povećavana, pa je u novije vreme broj gostiju veći od 8000 (1972. godine 8130 posetilaca i 48450 noćenja; 1973. godine 7860 gostiju i 46570 noćenja). U banji je 1976. godine boravilo oko 12000 gostiju, a samo u Centru za rehabilitaciju i odmor je bilo preko 5000 korisnika.

Smeštaj gostiju omogućuju objekti Zavoda (B kategorija), sa 600 ležaja u jednokrevetnim, dvokrevetnim sobama i apartmanima; hoteli "Ilidža" - A kategorije, i "Oniks" - B kategorije. U banji postoje otvoreni i zatvoreni bazeni sa mineralnom vodom.

Okolina Pećke banje pruža znatne mogućnosti za izlete i razonodu. U blizini je impozantna Rugovska klisura Pećke Bistrice, kroz koju vodi put na Čakor (1849 m), najviši putni prevoj u Jugoslaviji. Interesantno je kraško vrelo Belog Drima sa 25 m visokim vodopadom, zatim Radavačka pećina duga preko 2000 m (nekadašnji podzemni tok Belog Drima), delom uređena za posetu. Blizu Peći je Pećka patrijaršija (osnovana 1346. godine), a južno manastir Dečani sa oko 1000 fresaka. Uz ovaj manastir je Dečanski kiseljak, hotel i odmaralište.

Studenica

Termalni izvor u selu Studenica se nalazi na oko 10 km SI od Peći, odnosno 5 km severno od Pećke banje. Pojavljuje se u južnom podnožju Mokre gore (2154 m), tj. na severnom obodu Metohijskog tercijarnog basena, na nadmorskoj visini 620 m.

Termalni izvor se pojavljuje iz krečnjačkog masiva Mokre gore, na kontaktu sa glinovito-peskovitom tercijarnom naslagom (sl. 34). Trijaski krečnjaci su na većem prostoru prekriveni praktično vodonepropusnom dijabaz-rožnačkom formacijom, čime je omogućeno formiranje poluzatvorenih hidrogeoloških struktura i ležišta termalne vode u takvim strukturama. Izdašnost izvora je 1-2 l/s, a temperatura vode 25°C. Pored izvora je nataložen bigar.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,67 g/l. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	17,0	Sr	0,50	Cs	0,008
HCO_3'	488,0	K^+	1,0	Mn	0,40	Cu	0,008
Cl'	10,0	Ca^{++}	105,0	Ba	0,08	Cr	0,007
SO_4''	8,0	Mg^{++}	33,5	Rb	0,04	Ni	0,006
F'	0,40	NH_4^+	0,2	Li	0,018	Co	0,003
Br'	0,15	Fe_2O_3	0,30	Zn	0,018	Mo	0,003
J'	0,07	Al_2O_3	11,40	Pb	0,010	Ag	0,0004
HPO_4''	0,08	HBO_2	2,0	As	0,010	Sb	0,0003
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	12,0	Ti	0,010	V	0,0003

U gasnom sastavu preovlađuje azot - 89% zapreminski; sadržaj rastvorenog CO_2 u vodi je 53 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-7,4 Bq/l, Ra-0,11 Bq/l, U-0,0018 mg/l.

Rudnik banja

Termalni izvor se nalazi u selu Banja, u južnom podnožju Goleša Banjskog (1136 m), na nadmorskoj visini 720 m. Selo Banja se nalazi na magistralnom putu Kosovska Mitrovica - Peć, udaljeno oko 25 km od K. Mitrovice. Nalazi se u blizini većeg naselja Rudnik, pa je stoga za banju u tom selu usvojen gornji naziv, za razliku od Banje u dolini Miruše.

Izvor se pojavljuje iz gornjokrednih krečnjaka, na granici sa neogenskim sedimentima Metohijskog basena. Izdašnost izvora je 15 l/s, a temperatura vode 24,8°C. Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,60 g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	6,9	Sr	0,32	Co	0,005
HCO_3'	395,0	K^+	1,0	Rb	0,10	Cu	0,005
Cl'	7,0	Ca^{++}	100,0	Mn	0,020	Pb	0,005
SO_4''	30,0	Mg^{++}	24,0	Li	0,014	Ti	0,003
F'	0,40	NH_4^+	0,2	Zn	0,012	Mo	0,003
Br'	0,20	Fe_2O_3	0,15	Ba	0,010	Cr	0,002
J'	0,05	Al_2O_3	1,60	As	0,010	Cd	0,0008
HPO_4''	0,05	HBO_2	16,0	Cs	0,008	Ag	0,0002
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	15,0	Ni	0,008	Sn	0,0002

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot, a sadržaj rastvorenog gasa CO_2 je 62 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-3,7 Bq/l, Ra-0,19 Bq/l, U-0,0009 mg/l.

Banjski topli izvor

U selu Banjska, na oko 3 km severno od Vučitrna, nalazi se veći termalni izvor. On se pojavljuje na severozapadnom obodu Kosova polja, na kontaktu tercijarnih sedimenata Kosovskog basena i mezozojskih krečnjaka, vulkanogenih tvorevina i paleozojskih škriljaca u obodu basena. Nadmorska visina izvora je 560 m.

Termalni izvor je izdašnosti 5,0 l/s, temperature vode 23°C. Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,61 g/l, pH-7,2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	34,5	Sr	0,40	Zn	0,003
HCO_3^-	366,0	K^+	3,0	Rb	0,05	Cu	0,003
Cl^-	14,0	Ca^{++}	72,0	Ba	0,03	Ti	0,003
SO_4^{--}	70,0	Mg^{++}	32,0	Li	0,024	Mo	0,003
F^-	0,40	NH_4^+	0,2	Pb	0,015	Ni	0,002
Br^-	0,10	Fe_2O_3	0,15	Mn	0,010	Co	0,002
J^-	0,05	Al_2O_3	3,70	Cs	0,007	Cd	0,0006
HPO_4^{--}	0,03	HBO_2	1,0	As	0,005	Sb	0,0002
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	15,0	Cr	0,003	Ag	0,0002

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot, a sadržaj rastvorenog CO_2 u vodi je 44 mg/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra-0,27 Bq/l, dok su sadržaji ostalih elemenata niski: Rn-13,3 Bq/l, U-0,0027 mg/l.

Banjica

Termalni izvor u istoimenom selu se nalazi u dreničkom kraju, oko 25 km JZ od Prištine, odnosno 17 km zapadno od Lipljana. Izvor je na levoj dolinskoj strani reke Drenice, na nadmorskoj visini 640 m.

U geološkom pogledu, teren izgrađuju gornjokredni krečnjaci i flišni sedimenti, sa jasnim pružanjem litofacija pravca SZ-JI. U području Banjice su kredni sedimenti ubrani u stisnutu sinklinalu, koja zapadno prelazi u antiklinalu u čijem centru su otkriveni paleozojski škriljci. Duž većih dislokacija su utisnuti ultramafiti u vidu traka izduženih pravcem SZ-JI. Termalni izvor se pojavljuje na kontaktu krednih tvorevina i tercijarnih glinovito-peskovitih sedimenata, koji istočno od Banjice ispunjavaju Dreničko polje. Izdašnost izvora je uglavnom 1,0 l/s, mada dostiže i 8 l/s; temperatura vode je 27°C.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,56 g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je:

CO_3^{--}	0,0	Na^+	3,7	Sr	0,70	Ti	0,005
HCO_3^-	395,0	K^+	0,6	Ba	0,03	Ni	0,004
Cl^-	7,0	Ca^{++}	100,0	Rb	0,02	Li	0,004
SO_4^{--}	6,0	Mg^{++}	21,0	Mn	0,01	Mo	0,003
F^-	0,10	NH_4^+	0,3	Zn	0,008	Cu	0,002
Br^-	0,05	Fe_2O_3	0,15	Pb	0,007	Co	0,001
J^-	0,03	Al_2O_3	2,40	Cr	0,005	Sb	0,0002
HPO_4^{--}	0,05	HBO_2	2,0	As	0,005	V	0,0001
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	13,0	Cs	0,005	Sn	0,0001

U gasnom sastavu preovladuje azot: sadržaj rastvorenog CO_2 je 48,4 mg/l. Sadržaj Rn i U je nizak: 7,4 Bq/l i 0,001 mg/l, dok je sadržaj Ra blago povišen - 0,20 Bq/l.

Banja

Termalni izvor u selu Banja se nalazi 12 km SSZ od Suve Reke, na levoj obali reke Miruše. Banja je udaljena 4 km jugoistočno od Mališeva i asfaltnog puta Đakovica - Priština. Nadmorska visina izvorišta je 550 m.

U geološkom pogledu, teren izgraduju gornjokredni krečnjaci i flišne tvorevine senona, kao i heterogene stene dijabaz-rožnačke formacije. Sedimenti su veoma ubrani, tektonski poremećeni, sa brojnim masama ultramafita u domenu velike dislokacije koja se pruža od Suve Reke ka severozapadu. U takvim uslovima je formirana poluzatvorena hidrogeološka struktura sa ležištem termalna voda koje se prazni preko termalnog izvora u Banji. Izvor je izdašnosti 40 l/s, temperatura vode 26°C, mada su ove vrednosti promenljive: pri izdašnosti izvora od 120 l/s, temperatura vode je 23,6°C.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,64 g/l, pH-7,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	12,2	Sr	0,35	Ti	0,005
HCO_3'	445,0	K^+	0,6	Rb	0,04	As	0,005
Cl'	14,0	Ca^{++}	115,0	Ba	0,02	Ni	0,004
SO_4''	6,0	Mg^{++}	21,0	Mn	0,02	Mo	0,003
F'	0,20	NH_4^+	0,2	Li	0,009	Co	0,002
Br'	0,15	Fe_2O_3	0,15	Cs	0,008	Cu	0,002
J'	0,05	Al_2O_3	1,60	Zn	0,008	Cd	0,0004
HPO_4''	0,70	HBO_2	2,0	Cr	0,005	Ag	0,0003
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	18,0	Pb	0,005	V	0,0001

U gasnom sastavu preovlađuje azot, sa sadržajem rastvorenog CO_2 - 83,6 mg/l. Od radioaktivnih elemenata nešto je povišen sadržaj Ra-0,27 Bq/l, dok su sadržaji radona i urana niski - 14,8 Bq/l i 0,0009 mg/l.

U Banji se termalna voda odavno koristi u balneološke svrhe, kao u mnogim drugim sezonskim "narodnim banjama", ali i u rekreativne svrhe - otvoreni plivački bazeni. Reka Miruša je, inače, poznata po "Metohijskim Plitvicama" - nizom vodopada i jezeraca u kanjonskoj dolini reke nizvodno od termalnog izvora.

Ugljare

Izvor termalne vode kod sela Ugljare se nalazi u samom rečnom koritu Binačke Morave, na oko 9 km JI od Gnjilana i na nadmorskoj visini 460 m. Pojavljivanje izvora je predisponirano dislokacijom koja se može pratiti na znatnoj dužini, i duž koje se na više mesta izliva termalna voda sa mehurićima gasa u rečnu vodu. Usled toga je vrlo teško proceniti ukupnu izdašnosti izvorišta i izmeriti temperaturu termalne vode - procenjuje se da je izdašnost 6 l/s, a temperatura vode 25-29°C.

Termalni izvor se pojavljuje u jednoj seriji paleozojskih škriljaca koja je rasedima odvojena od gnajseva Srpskog kristalastog jezgra (istočno) i dijabaz-

rožnačke formacije (prema zapadu). U seriji škriljaca je veliki udeo mermera, dolomitičnih mermera i kalkšista.

Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,67 g/l, pH-6,8. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	30,8	Sr	0,175	Pb	0,002
HCO_3^-	451,4	K^+	4,5	Li	0,100	As	0,002
Cl^-	14,0	Ca^{++}	96,0	Zn	0,030	Mo	0,001
SO_4^{--}	30,0	Mg^{++}	30,5	Mn	0,015	Hg	0,0006
F^-	0,80	NH_4^+	0,2	Rb	0,010	Sb	0,0004
Br^-	0,05	Fe_2O_3	0,60	Ba	0,008		
J^-	0,05	Al_2O_3	0,02	Cs	0,005		
HPO_4^{--}	0,50	HBO_2	1,0	Cu	0,004		
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	10,0	Cr	0,003		

U gasnom sastavu preovlađuje azot (84% zapreminski), dok je sadržaj rastvorenog CO_2 - 56 mg/l. Sadržaj Rn-11,1 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,002 mg/l.

Termalni izvori, budući da su teže pristupačni, otkriveni su u novije vreme, a sezonska "banja" je otvorena 1950. godine. Tu je uređen bazen elipsastog oblika, dužine 8, širine 4 i dubine 0,6 m, ograđen kamenom i odvojen od toka Binačke Morave, u kojem su se lečili reumatični posetioci banje. Ne raspolažemo podacima kolika je izgrađenost ovog objekta.

Miratovce

Pojava termalne vode u selu Miratovce se nalazi oko 5 km južno od Preševa, na istočnom podnožju planine Crne Gore (1219 m). Selo je na južnoj granici Srbije, na nadmorskoj visni 430 m.

Termalni izvor je karstno vrelo, izdašnosti oko 150 l/s i temperature vode 24°C (Perić, Milivojević, 1990). Pojavljuje se iz mermera paleozojskih (prekambrijskih?) metamorfita, koji se prema zapadu graniče sa dijabaz-rožnačkom formacijom. Osim ove pojave, poznate su pojave subtermalnih voda u Oraovici (20°C), takođe na istočnom podnožju Crne Gore i oko 2 km severno od Preševa. U Preševu je bušotinom, dubine 150 m, kaptirana termalna voda u mermerima u količini od 75 l/s, čija je temperatura 22°C, a sastav identičan sastavu vode u Miratovcu i Oraovici. Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,54-0,60 g/l, pH-7,2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	12,0	Sr	0,145	Ni	0,001
HCO_3^-	402,6	K^+	1,6	Cr	0,011	Co	0,001
Cl^-	11,0	Ca^{++}	100,0	As	0,010	Pb	0,001
SO_4^{--}	22,0	Mg^{++}	24,4	Ba	0,006	Mo	0,001
F^-	0,30	NH_4^+	0,2	Zn	0,005	Hg	0,0004
Br^-	0,20	Fe_2O_3	0,0	Li	0,004	Ag	0,0002
J^-	0,05	Al_2O_3	0,15	Ti	0,004	Cd	0,0002
HPO_4^{--}	0,05	HBO_2	0,5	Mn	0,003	Sn	0,0001
$HAsO_4^{--}$	0,02	SiO_2	15,0	Cu	0,003	Sb	0,0001

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot - 87% zapreminski, u kome je sadržaj rastvorenog CO_2 - 26 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-11,8 Bq/l, Ra-0,13 Bq/l, U-0,0027 mg/l.

MINERALNE I TERMALNE VODE OBLASTI METAMORFITA

Pod metamorfitima se u ovom poglavlju podrazumevaju kristalasti škriljci različitog stepena metamorfizma, pretežno paleozojske i prekambrijske starosti. Takve stenske mase zauzimaju veliko prostranstvo na teritoriji Srbije, ali najviše u okviru Srpsko-makedonske mase, Vardarske zone i Drinsko-ivanjičkog elementa.

Sasvim je razumljivo da stari kristalasti škriljci čine geološku podlogu celom terenu teritorije Srbije. U navedenim geotektonskim jedinicama su različitim tektonskim poremećajima dovedeni na površinu terena, odnosno hipsometrijski izdignuti pa su erozioni procesi razneli mlađe sedimente nataložene preko njih. Tako je kristalasta podloga otkrivena u mnogim brdskim i planinskim područjima.

Najčešće su metamorfiti zadobili istaknuti morfološki položaj usled granitoidne intruzije u datoj lokalnosti; utiskivanjem plutonita je vršeno izdizanje terena na široj osnovi, formiranje planina. Erozija je kasnije razotkrila vrh planine, otkrivši plutonit, kao što je slučaj na Jastrepcu, Bukulji, Ceru, Surduličkom masivu, Goliji, itd. U najvećem broju slučajeva se radi o intruzivima tercijarne starosti, a upravo su najmlađi intruzivi od značaja za formiranje ležišta savremenih mineralnih i termalnih voda. Osim toga, to su intruzivi koji su utisnuti u finalnoj fazi velike vulkanske delatnosti tokom tercijara na našoj teritoriji, kada je utiskivanje magme poprimilo, može se reći, regionalni karakter, s obzirom na položaj naše teritorije u globalnoj tektonskoj shemi - region subdukcije, tj. podvlačenja afričke pod evropsku ploču.

U rejonima rasprostranjenja metamorfita, bilo da je magmatski intruziv otkriven ili ne, zastupljene su po pravilu naše najpoznatije ugljokisele mineralne vode, sa širokim dijapazonom mineralizacije, specifičnostima sastava i temperature. Zajednička im je odlika visoka zasićenost gasom ugljendioksidom, čiji ukupni sadržaj može biti preko 10 g/l.

U slici 35 su prikazane lokacije pojava mineralnih voda ove grupe. Prividno, postoji veliki broj pojava, zbog izrazite neregularnosti hidrogeološke funkcije metamorfita, ali ako se mnoge pojave posmatraju kao "izdanci" praktično istog ležišta oko pojedinih intruzivnih masa (Bukulja, Vlašić, Golija, Jastrebac, itd.), tada bi se videlo da je takvih ležišta manje nego napr. karstnih.

Geohemijska uloga gasa CO_2 u formiranju mineralnih voda je opšte poznata, a u ovom slučaju i primarna. Rastvaranjem CO_2 u vodi i daljom disocijacijom:

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3^- \rightleftarrows HCO_3^- \rightleftarrows + H^+ \rightleftarrows CO_3^{2-} + 2H^+ \qquad (7)$$

oslobađaju se joni vodonika, odnosno u suštini joni hidroksonijuma $H_9O_4^+$. Upravo ti joni (a ne slaba ugljena kiselina) daju agresivnost vodi. Takva voda vrši hidrolitičko razlaganje alumosilikata (koji su najzastupljeniji petrogeni minerali), obogaćujući se raznovrsnim elementima pri tome.

O poreklu gasa CO_2 u datim oblastima postoji više teorija, ali je najrasprostranjenije shvatanje da su procesi regionalnog metamorfizma, vezani sa magmatskim intruzijama, glavni izvor CO_2. Ispitivanja u svetu su pokazala da se pri tim termometamorfnim procesima oslobađa i izvesna količina vode. Tako, ako se posmatra mineralna voda sa 5 g/l metamorfogenog gasa CO_2, u njoj može biti 0,7-1,6 g/l remobilisane vode (ostalo je infiltraciona voda). No kako se ugljendioksid u terenu troši na različite geohemijske reakcije, usled čega je i njegov sadržaj u mineralnoj vodi često smanjen, to i udeo remobilisane vode faktički može biti veći od navedenog (Vartanjan, 1977).



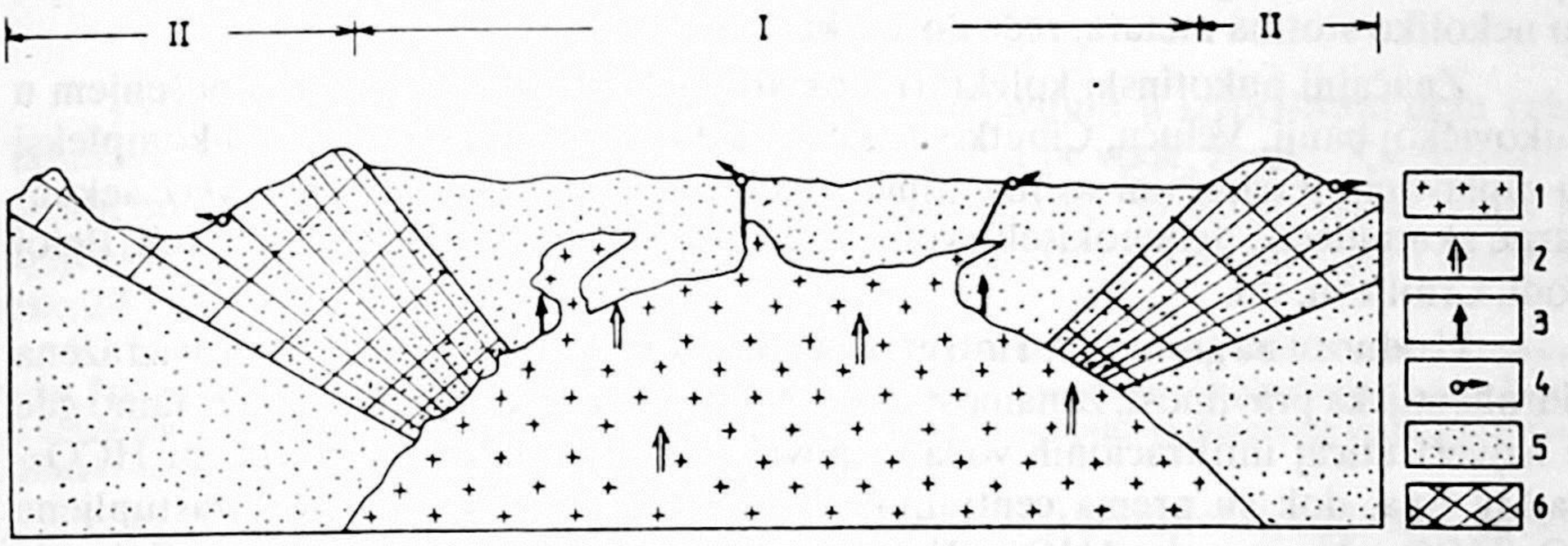
Sl. 35 - Mineralne i termalne vode oblasti metamorfita
Fig. 35 - Mineral and thermal waters of metamorphite regions

Transformacijom 100 cm³ dolomitičnog mermera u jolit, oslobađa se do 120 g ugljendioksida. Gas, migrirajući u oblast sniženih pritisaka zajedno sa remobilisanom vodom, neminovno dospeva u podzemnu hidrosferu. U rejonima, pak, gde postoje pliće intruzije, zastupljene su termalne ugljenokisele vode, slično kao u Bujanovačkoj banji, Vrnjačkoj banji i drugim. Ležišta ugljenokiselih mineralnih voda se nalaze i u oblastima savremenog vulkanizma, ali se nastajanje provincija ugljenokiselih mineralnih voda ne može objasniti jednostavno samo procesom termometamorfizma usled intruzije ili delovanja izolovanog vulkanskog ognjišta na okolne stene, pošto je sam magmatizam tek jedna posledica odvijanja uzročnog procesa - regionalnog metamorfizma stenskih masa. Može se, prema tome, smatrati da ugljendioksid u mineralnim

vodama svedoči o odvijanju u dubini veoma značajnih hemijskih i mehaničkih transformacija stenskih masa pod dejstvom energetski snažnih geoloških procesa.

Pri transformaciji minerala troši se određena toplota, pa utrošak toplote na reakcije metamorfizma mora osetno smanjiti veličinu toplotnog toka u datom terenu. Stvarno, istraživači su otkrili da se oblasti najverovatnijeg razvića regionalnog metamorfizma prostorno slažu sa zonama najmanjih toplotnih tokova (Vartanjan, 1977).

U shemi tektono-metamorfnog razvoja, naši kristalasti tereni su na stadijumu starosti, s obzirom na vreme najmlađih tercijarnih intruzija (sl. 36). Toplotni tok iz unutrašnjosti je bitno smanjen; na periferiji hidrogeološke strukture, ugljenokisele vode smenjuju azotne termalne, slabomineralizovane vode; ugljenokisele vode su niskotemperaturne. Zone azotnih termalnih voda se slažu, kako je u svetu ustanovljeno, sa teritorijama intenzivne seizmičnosti.



Sl. 36 - Shema zonalnosti geotermalnih voda u području magmatskog intruziva (Vartanjan, 1977)
1 - telo intruziva, 2 - dubinski (mantijski?) fluidi, 3 - metamorfogeni fluidi, 4 - termalni ili mineralni izvor, 5 - kompleks stenskih masa gornjeg dela zemljine kore, 6 - regionalno tektonski oslabljene zone; I - - provincija ugljendioksidnih voda, II - provincija azotnih termi

Fig. 36 - A scheme of geothermal waters zonning close to magmatic intrusion (Vartanjan, 1977)
1 - intrusive body, 2 - deeply (from mantle?) fluids, 3 - metamorphogenic fluids, 4 - thermal or mineral spring, 5 - rock mass complex of upper part of earth crust, 6 - regional tactonic weakened zones; I - province of carbonic acid waters, II - province of nitrogenic thermes

Metamorfogeni kompleksi su obično ispresecani mrežom dislokacija, koje funkcionišu ne samo kao duboki drenažni sistem, već često i kao osnovni kolektor određenih vrsta mineralnih voda formiranih u gornjim nivoima terena. To znači da su sistemi tektonske i metamorfogene ispucalosti najvažniji u formiranju specifičnosti kontura provincije mineralne vode, u obrazovanju i očuvanju ovog ili onog ležišta mineralne vode.

Kao kolektori, pažnju zaslužuju i pukotine kore raspadanja. Ta kora u granitoidnim masivima može biti debljine 60-100 m. Ako se pukotinski kolektori, čije je obrazovanje vezano sa procesima raspadanja, obično karakterišu prilično zadovoljavajućim rasprostranjenjem u planu (zona eluvijuma) i stoga predstavljaju relativno lak objekat za izučavanje, to se pukotinski sistemi tektonske geneze odlikuju većom raznovrsnošću morfostrukturnih crta i u zavisnosti od načina obrazovanja mogu biti bolje ili lošije vodonosne zone. Utvrđivanje takvih pukotinskih vodonosnih sistema jeste složen i specifičan hidrogeološki zadatak.

Filtraciona propustljivost stena u magmatogeno-metamorfnim kompleksima

zavisi, kako je navedeno, uglavnom od tektonskih procesa kojim su stene bile izložene, a u nekim slučajevima od intenziteta metasomatskog iznošenja materije na ranijim stadijumima formiranja intruziva. Ovde pažnju zaslužuju i tektonske dislokacije tipa preloma, tj. vertikalni ili vrlo strmi razlomi sa horizontalnim pomeranjem jednog bloka stenskih masa u odnosu na drugi. Velika većina dubinskih razloma u stvari predstavlja sisteme paralelnih razloma sa horizontalnom dislociranošću terena. Usled velike stisnutosti kliznih ravni (uz obrazovanje debljih zona milonita), kao i zbog kolmatacije šupljina unutar regionalnih dislokacija, centralne zone dubinskog razloma u osnovi jesu hidrogeološki negativne. Tek razlomi poprečno na regionalnu strukturu mogu biti sa otvorenim pukotinama i aktivni u pogledu filtracije mineralne vode.

Utiskivanjem plutonita, formira se u metamorfitima neposredne okoline sistem otvorenih, vodonosnih pukotina. Debljina oreola kontaktno-promenjenih, ispucalih i usled toga hidrogeološki aktivnih stena, obično iznosi nekoliko desetina do nekoliko stotina metara, ređe do 1-2 km.

Značajni pukotinski kolektori u okviru metamorfita su utvrđeni bušenjem u Bukovičkoj banji, Veluću, Čibutkovici, itd. Međutim, mnogi metamorfni kompleksi su zaplavljeni tercijarnim sedimentima, u kojima se formiraju relativno veće sekundarne akumulacije ugljenokiselih voda, kao što je slučaj u Bujanovačkoj banji, Beloj Vodi, Crniljevu, itd.

U odnosu na granitoidni intruziv u metamorfitu, poznato je da postoji izražena hidrohemijska pravilnost, zonalnost. Na periferiji hidrogeološke strukture, tamo gde je najveći uticaj infiltracionih voda sa površine terena, mineralne vode su HCO_3-Ca,Mg tipa, dok su prema centralnom delu strukture (ka intruzivu) zastupljene $SO_4(HCO_3)$-Na, pa najzad HCO_3-Na mineralne vode. Takva zonalnost, uz definisanje glavnih akvifera u sistemu (o čemu je već bilo reči), predstavlja važan parametar u istraživanju ležišta ovih mineralnih voda.

Cerska Slatina

U Slatini kod sela Joševo, u južnom podnožju planine Cer (689 m), nalazi se izvor termomineralne vode visoke radioaktivnosti. Izvor je na desnoj dolinskoj strani reke Lešnice, pored puta Loznica - Lešnica - Tekeriš - Šabac, na nadmorskoj visini od 165 m.

Termomineralni izvor se pojavljuje na obodu aluvijalne ravni Lešničke reke, u potočnoj plitkoj dolini, gde je primitivno kaptiran. Izdašnost izvora je 0,5 l/s, temperature vode 20,5°C. Severnije od toka Lešnice (čiji je pravac toka ovde približno istok - zapad), teren izgrađuju granitoidi Cera, dok je južnije od toka reke veliki tercijarni tektonski rov ispunjen miocenskim molasnim sedimentima Iverka (426 m). Maksimalna dubina basena Iverka (debljina sedimenta) je oko 1000 m, a severni njegov obod prema granitoidima je oivičen sistemom raseda. Istočnije, prema Tekerišu, sačuvane su od erozije paleozojske tvorevine u koje se utisnuo cerski plutonit.

Termomineralna voda je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 1,02 g/l, pH-6,7. Hemijski sastav vode dat je na sledećoj strani (mg/l).

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid, što se može konstatovati i po kiseloj reakciji vode. Sadržaj rastvorenog gasa CO_2 u vodi je 172 mg/l. Radonska radioaktivnost izvora, merena u različitim periodima vremena, nalazi se u rasponu

CO_3"	0,0	$Na^{\cdot}$	172,5	Li	0,63
HCO_3'	659,0	$K^{\cdot}$	7,5	Sr	0,55
Cl'	24,8	$Ca^{\cdot\cdot}$	70,0	Mn	0,10
SO_4"	5,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	6,1	Rb	0,08
F'	3,36	HBO_2	3,8	Al	0,03
Br'	0,04	SiO_2	68,0	Zn	0,02
J'	0,02				

350-3600 Bq/l, a sadržaj Ra je uglavnom konstantan - 0,70 Bq/l (Protić, Antonović, 1988).

Hidrogeološka istraživanja u području izvora nisu vršena, mada je ovo, koliko je poznato, najradioaktivniji termalni izvor na teritoriji Srbije. Jedini izvor veće radioaktivnosti (5020 Bq/l), ali čija je voda hladna, nalazi se na Poslonskoj planini.

Gornje Crniljevo

Mineralne vode u Gornjem Crniljevu se pojavljuju u izvorišnom delu reke Tamnave, na oko 6 km SI od Osečine. Izvorište mineralne vode, zvano "Kisela voda", razbijenog je tipa, sa difuznim pražnjenjem vode na oko 20 ha površine. Voda je ugljenokisela, ukupne mineralizacije 1,4 g/l, temperature 13°C. Nadmorska visina je oko 240 m.

Mada nema pisanih podataka, postoje predanja da je voda u lekovite svrhe korišćena još u srednjem veku. Prva hemijska analiza je urađena 1843. godine, na zahtev Ministarstva zdravlja Kneževine Srbije. Banja je neuređena, sezonska, a još postoje 2 zapuštene šahte kojima je bila kaptirana mineralna voda, kao i stara oronula banjska zgrada.

U geološkom pogledu, teren izgrađuju tercijarni sedimenti, koji leže preko paleozojskih škriljaca. Mineralna voda se pojavljuje na južnom obodu tercijarnog basena, a kristalasti škriljci su deo velikog Jadarskog metamorfnog kompleksa, i u neposrednoj blizini izvorišta ulaze u sastav uzvišenja Vlašić (452 m).

Mineralna voda je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 1,45 g/l, pH-5,9. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	$Na^{\cdot}$	231,0	Li	0,84
HCO_3'	1030,0	$K^{\cdot}$	19,5	Mn	0,72
Cl'	21,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	68,0	Sr	0,30
SO_4"	30,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	44,0	Cs	0,264
F'	0,8	$NH_4^{\cdot}$	0,0	Rb	0,216
Br'	0,0	Fe_2O_3	13,5	Ba	0,042
J'	0,05	Al_2O_3	0,29	Cr	0,001
HPO_4"	0,15	HBO_2	2,0	Cu	0,001
$HAsO_4$"	0,0	SiO_2	17,0	Hg	0,0002

U gasnom sastavu preovlađuje CO_2 - sa sadržajem rastvorenog gasa 0,62 g/l. Registrovan je nešto povišen sadržaj Ra-0,40 Bq/l, dok je sadržaj Rn-25,9 Bq/l, U-0,0001 mg/l.

Hidrogeološka istraživanja u rejonu izvora su započeta 1978. godine (Milivojević, 1990 c). Tada su izvršena geofizička ispitivanja terena, i do 1984. godine izbušene 3 bušotine dubine od 210-418 m. Ovim bušenjem je dobijeno na samoizliv

0,6 l/s mineralne vode, ukupne mineralizacije 2,05 g/l, temperature 16-18°C, pH-6,3-6,5.

U periodu 1987-90 godine, izbušene su još dve bušotine, dubine 540 i 200 m, ali nisu dobijeni povoljniji rezultati u odnosu na prethodne bušotine. Bušotine su bušene kroz tercijarnu naslagu (debljine 170 m), a zatim kroz paleozojske škriljce.

Oglađenovac

Pojava mineralne vode se nalazi u dolini Oglađenovačkog potoka, u izvorišnom delu reke Ub, na oko 17 km SZ od Valjeva. Izvorište je razbijenog tipa, u plitkom aluvionu potoka, na nadmorskoj visini od 260 m. Procenjeno pražnjenje mineralne vode iznosi 1-2 l/s. Temperatura vode je oko 13°C (Milovanović, 1980a).

Geološki posmatrano, osnovu terena čine kristalasti škriljci Vlašića, predstavljeni uglavnom filitima i argilošistima paleozojske starosti. U tom kristalinu su u jednoj uskoj zoni u području izvorišta sačuvani miopliocenski sedimenti, manje debljine, predstavljeni glinovito-peskovitom naslagom.

Mineralna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ugljenokisela, ukupne mineralizacije 1,15 g/l, pH-6,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	57,0	Mn	0,60	V	0,001
HCO_3'	870,0	K^+	2,9	Sr	0,15	Hg	0,0002
Cl'	10,0	Ca^{++}	140,0	Li	0,10		
SO_4''	4,0	Mg^{++}	61,0	Cs	0,037		
F'	0,1	NH_4^+	0,0	Ba	0,017		
Br'	0,05	Fe_2O_3	7,5	Rb	0,012		
J'	0,05	Al_2O_3	0,2	Cr	0,007		
HPO_4''	0,0	HBO_2	0,1	Ni	0,001		
$HAsO_4''$	0,2	SiO_2	40,0	Cu	0,001		

U gasnom sastavu preovlađuje CO_2 (97% u gasnoj fazi), sa sadržajem rastvorenog gasa 0,423 g/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra - 0,22 Bq/l, dok je sadržaj Rn-18,5 Bq/l, U-0,0001 mg/l.

Na oko 4 km istočno od Oglađenovca, u selu Jautina, nalazi se manji izvor hladne, slabomineralizovane vode (0,77 g/l), sa povišenim sadržajem rastvorenog ugljendioksida (280 mg/l) i gvožđa (Fe^{2+} - 7,5 mg/l, Fe_2O_3 - 13,5 mg/l). Teren u širem području izvora izgrađuju paleozojski kristalasti škriljci.

Čibutkovica

Pojava mineralne ugljenokisele vode se nalazi u dolini rečice Grabovice, na oko 10 km južno od Lazarevca, i oko 2 km od ibarske magistrale. Nadmorska visina lokalnosti je 140 m.

U području razbijenog izvorišta mineralne vode u aluvionu Grabovice, izvedeno je 1970. godine 20 plitkih sondi, dubine oko 3,5 m prosečno (Ješić, 1971). Ovim je okonturena najpovoljnija zona pražnjenja mineralne vode, pa je u njenom centralnom delu kaptirana voda betonskim prstenovima. Dubina iskopa je 3,5 m, a tako kaptirani izvor je bio izdašnosti 0,07 l/s, temperature vode 10-15°C.

Geološku osnovu terena čine paleozojski kristalasti škriljci, koji su sa svih strana, osim sa istočne, zaplavljeni tercijarnim i kvartarnim sedimentima. Nizvodnije i južnije od izvora mineralne vode su otkrivene i gornjokredne flišne tvorevine.

Mineralna voda je izrazito HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacjie 3,80 g/l, pH-6,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na^+	667,0	Li	6,460	As	0,005
HCO_3'	2755,0	K^+	60,0	Sr	5,814	Mo	0,001
Cl'	28,0	Ca^{++}	130,0	Rb	1,615	Pb	0,001
SO_4"	4,8	Mg^{++}	103,0	Cs	1,615	Hg	0,0003
F'	0,60	NH_4^+	2,0	Mn	0,355	Sb	0,0001
Br'	0,04	Fe_2O_3	17,0	Ba	0,077		
J'	0,03	Al_2O_3	0,11	Cr	0,042		
HPO_4"	0,60	HBO_2	7,0	Cu	0,018		
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	30,0	Zn	0,005		

U gasnom sastavu vode preovlađuje CO_2 - sadržaj rastvorenog gasa je 1,54 g/l. Radonska radioaktivnost je takođe povišena - 49,6 Bq/l, dok je sadržaj Ra-0,21 Bq/l, a sadržaj U-0,0006 mg/l.

Tokom 1982. godine, pored izvora je izbušena istražna bušotina dubine 1002,8 m (Milovanović, 1982). U celini je bušena kroz paleozojske metamorfite, a po njenom završetku dobijen samoizliv mineralne vode od 3,5 l/s (početna količina 4,5 l/s). Izlivanje vode je sa fliktuacijama, "gas-lift" sistemom. Izlivanjem bušotine je presušio kaptirani izvor. Bušotina je već na 50 m dubine presekla jednu dobro produktivnu rasednu zonu, a dublje je metamorfni kompleks hidrogeološki skoro indiferentan. Ipak, ispitivanjem je registrovan iz intervala 400-1000 m samoizliv vode u količini oko 0,5 l/s, temperature 48°C; rezultujuća temperatura vode na izlivu završene bušotine je 25°C. Temperatura stene na 1000 m dubine je 66,4°C. Ukupna mineralizacija vode je 4,28 g/l, sadržaj CO_2 oko 1,6 g/l. Prema izotopskim ispitivanjima, apsolutna starost vode je 28800 ± 1400 godina (Perić, Milivojević, 1990).

U blizini ove bušotine je izbušena kasnije jedna istražna bušotina, dubine 52 m, u cilju ispitivanja prostiranja zone mineralnih voda. Izbušena je na oko 800 m istočnije, u koritu reke Grabovice, pored izvora sumporovite vode - poznatog kao Barutljiva voda (Milovanović, 1987). Bušotinom je dobijeno na samoizliv 0,15 l/s vode, temperature 16°C, ukupne mineralizacije 0,60 g/l.

Bukovička banja

Bukovička banja je najpoznatije prirodno lečilište Šumadije, i jedna od najposećenijih banja Srbije. Nalazi se u Arandelovcu, u istočnom podnožju planine Bukulje (696 m), na nadmorskokj visini 256 m. Postoje dobre saobraćajne veze Aranđelovca sa Beogradom (83 km i Kragujevcom (55 km).

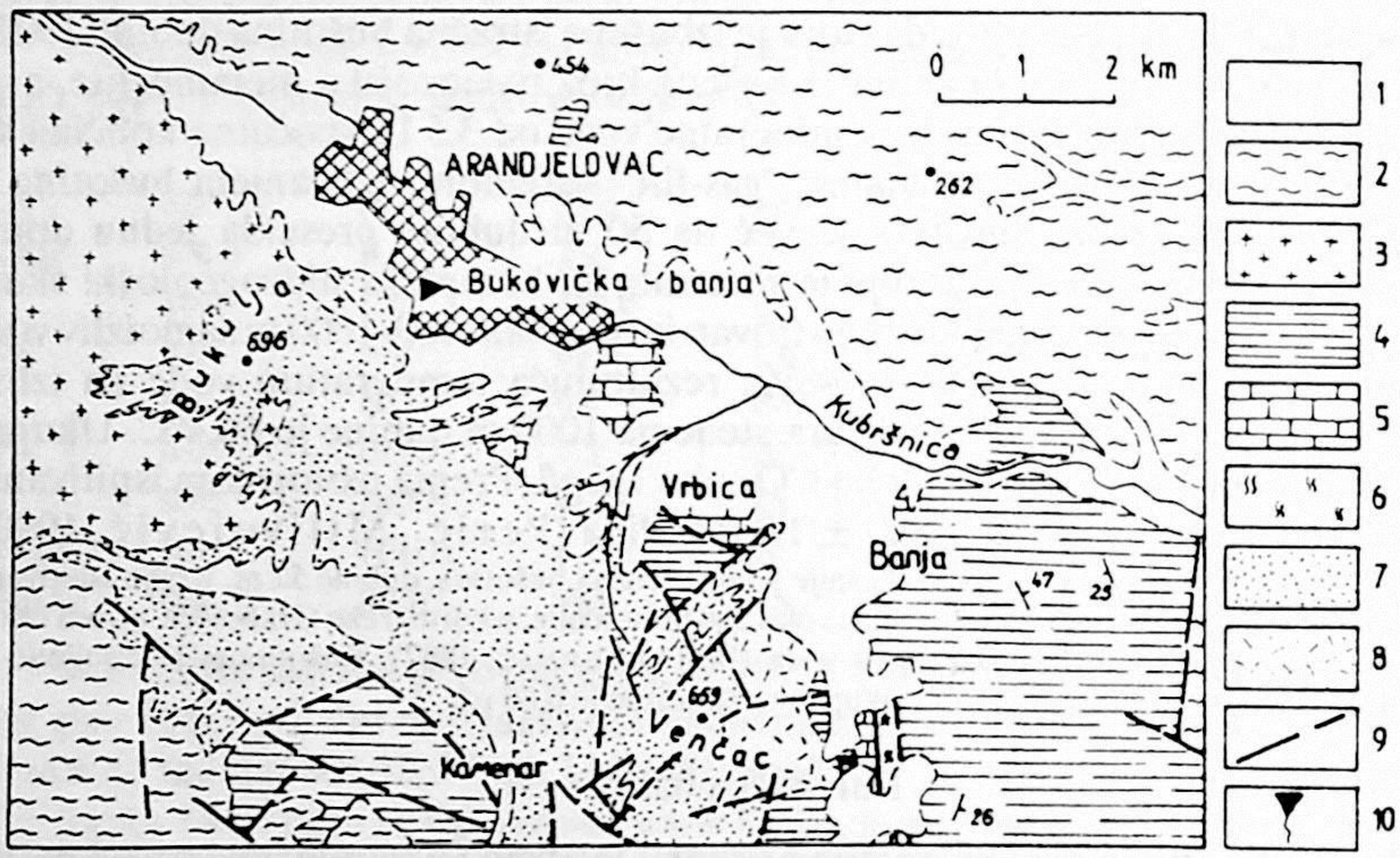
U reljefu terena nad banjom dominira Bukulja, jedna od grupe karakterističnih ostrvskih planina Šumadije, na koju se prema jugoistoku nadovezuje Venčac (659 m). Mikroklima banje je umereno-kontinentalna, sa izvesnim potplaninskim svojstvima. Sa Bukulje i Venčaca često struji svež povetarac, naročito u predvečerje, te podneblje lečilišta čini prijatnim. Srednja godišnja temperatura vazduha iznosi 11,2°C, a prosečna godišnja visina padavina 735 mm.

Aranđelovačka mineralna voda se prvi put spominje od 1837. godine, prilikom posete kneza Miloša tadašnjem selu Vrbici, u kojem su mu meštani pokazali izvor kisele mineralne vode, a knez odredio da se tu podigne banja. Šuma oko izvora je iskrčena, a pored izvora je sagrađeno "Staro zdanje", dugo godina kao najimpozantnija zgrada u unutrašnjosti Srbije 19. veka. Prvi banjski posetioci su stanovali u kolibama. Kupatilo "Talpara" je bilo sa hladnom vodom, i tek je 1887. godine podignuto kupatilo "Đulara" sa toplom vodom koja se zagrevala vrelim đuladima. Postupno je izgrađivan i proširivan banjski park, podizani objekti i vršeno rekaptiranje mineralnih izvora. Već 1863. godine je započeto flaširanje mineralne vode. Ipak, početkom ovog veka je počela da opada popularnost banje, jer se veća pažnja poklanjala banjama sa toplijim vodama. Stoga je 1933. godine izvedena opsežna rekonstrukcija banje - preuređen je park, "Staro zdanje", i "Novo zdanje", i obavljeni radovi da bi se obezbedila veća količina mineralne vode. Bušenjem je 1935.

godine otkrivena topla mineralna voda, što je banju značajno unapredilo. Posle II sv. rata je nastavljeno sa unapređenjem banje, razvijajući i druge a ne samo balneološku funkciju lečilišta.

Prirodni izvori mineralne ugljenokisele vode su se nalazili u području sadašnjeg banjskog parka. Bilo ih je četiri: "Talpara", "Đulara", "Knjaz Miloš" i "Knjaz Mihailo" (Pećinar, 1964). Izdašnost izvora je bila relativno niska - do 0,2 l/s, pa je tokom kaptiranja snižavana kota isticanja kako bi se dobila veća njihova izdašnost, s obzirom da su izvori bili arteskog tipa. Sadržaj gasa CO_2 je iznosio do 2,2 g/l, a mineralizacija vode do 3,2 g/l i temperatura oko 14°C. Ovi izvori su kasnije (posle 1970. godine), izradom eksploatacionih bušotina u području banje, presušili.

Osnovu terena šireg područja Bukovičke banje čine paleozojski kristalasti škriljci (sl. 37), predstavljeni filitima, albit-muskovitskim i sericitskim škriljcima sa mermerom u gornjem delu, a gnajsevima i škriljcima višeg kristaliniteta u dubljim nivoima. Preko škriljaca leže kredne tvorevine, pretežno u faciji senonskog fliša, čija je ukupna debljina (na osnovu podataka bušenja) do 700 m. Donjokredni krečnjaci i peščari su u terenu otkriveni u području Risovače i sela Vrbice.



Sl. 37 - Geološka karta područja Bukovičke banje (Brković i dr., 1978b)
1 - aluvijalni nanos, 2 - tercijarni (neogenski) sedimenti, 3 - graniti, 4 - gornjokredni flišni sedimenti, 5 - donjokredni krečnjaci i peščari, 6 - serpentiniti, 7 - paleozojski različiti škriljci, 8 - paleozojski mermeri, 9 - rased, 10 - izvor mineralne vode

Fig. 37 - Geological map of Bukovička banja area (Brković et al., 1978b)
1 - alluvial deposit, 2 - Tertiary (Neogene) sediments, 3 - granite, 4 - Upper Cretaceous flysch sediments, 5 - Lower Cretaceous limestones and sandstones, 6 - serpentinite, 7 - Paleozoic various schists, 8 - Paleozoic marbles, 9 - fault, 10 - source of mineral water

U paleozojske metamorfite je utisnut granitoid Bukulje, tercijarne starosti. Ove stene su erozijom otkrivene na velikom prostranstvu, preko Šutice, Orlovice do Vagana. Granični deo škriljaca prema intruzivu je intenzivno kontaktno metamorfisan, a u tom pojasu su lokalizovane mnoge pojave ugljenokiselih mineralnih voda od Aranđelovca pa na severozapad do Partizana.

Starije stenske mase su zaplavljene neogenskim sedimentima Aranđelovačkog (sa istoka) i Belanovičkog basena (sa zapada).

U terenu se ističe veliki aranđelovački rased, regionalnog karaktera. On je utvrđen dolinom reke Kubršnice - od Bukovika do Risovače, a dalje se njegovo pružanje ka JI može samo pretpostaviti. Rased je normalan, gravitacioni, sa relativnim spuštanjem bloka od 500 m. Poprečni rasedi, pružanja JZ-SI, su brojni. duž ovih raseda je takođe bilo pomeranja blokova, formiranje rovova i horstova. Na taj način je stvorena složena građa aranđelovačkog dela tercijarnog basena, blokovske strukture podloge.

Kao hidrogeološki kolektori, u terenu funkcionišu mermeri i dolomitične stene paleozojskog kompleksa, zatim slojevi peska u okviru tercijarne naslage. Međutim, uz granitoidni plutonit, kao dobar hidrogeološki kolektor se manifestuju zone jače tektonski oštećenih škriljaca (kvarciti i slično), kataklazirani i hidrotermalno promenjeni nekarbonatni metamorfiti. Zavisno od toga u kojim je stenama akumulirana, mineralna voda je lokalno specifičnog sastava.

Generalno, mineralna voda je izrazit predstavnik ugljenokiselih HCO_3-Na mineralnih voda. Takva je voda u blizini granitoidnog masiva, a sa udaljavanjem od njega uglavnom se menja i sastav vode ka HCO_3-Ca,Mg tipu. Stoga se kao reprezentant hemizma mineralne vode navodi voda iz bušotine CB-6, glavnog eksploatacionog objekta banje. Ukupna mineralizacija vode je 5,02 g/l, pH-6,5; temperatura vode je 31°C, a sadržaj komponenata (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	1170,0	Li	6,50	Zn	0,004
HCO_3'	3538,0	K^+	43,0	Sr	2,00	Ti	0,002
Cl'	21,0	Ca^{++}	100,0	Rb	0,30	Mo	0,001
SO_4''	2,0	Mg^{++}	24,4	Ba	0,27	V	0,001
F'	4,5	NH_4^+	0,2	Cs	0,07	W	0,001
Br'	0,03	Fe_2O_3	2,80	Mn	0,035	Ag	0,0004
J'	0,10	Al_2O_3	0,50	As	0,020	Ni	0,0003
NPO_4''	0,40	HBO_2	4,0	Cu	0,010	Co	0,0003
$HAsO_4''$	0,04	SiO_2	110,0	Pb	0,006	Hg	0,0003

U gasnom sastavu preovlađuje CO_2 (preko 90% zapreminski). Blizina granitoida, u kome su u rejonu Garaša utvrđene ekonomske koncentracije urana, čini da su mineralne vode mahom sa povišenim sadržajem Ra - ovaj sadržaj u vodi BC-6 iznosi 0,65 Bq/l. Najveći sadržaj Rn je registrovan ranije u izvoru "Talpara" - 99,9 Bq/l, dok je u ostalim izvorima taj sadržaj 10-40 Bq/l.

Istraživanja mineralne vode su, kako je napomenuto, bila intenzivinija tridesetih godina ovog veka, kada je bušotinom nazvanom "Topli izvor" dobijeno oko 10 l/s mineralne vode (početna izdašnost), temperature 25,7°C. Bušotina je dubine 136 m, i njom su zahvaćene vode u tektonski polomljenim kristalastim škriljcima zapadno od parka. Dugo vremena je razvoj banje počivao na tom objektu.

Krajem šezdesetih godina su započeta u banji obimna sistematska hidrogeološka istraživanja, u okviru kojih su primenjene različite metode (Milovanović, 1976). Izbušeno je do sada preko 20 istražnih bušotina, maksimalne dubine do 1000 m, utvrđeno postojanje akumulacije mineralnih voda u više lokaliteta, ali su izvesni hidrogeološki parametri vezani sa glavnim ležištem mineralne vode još uvek neistraženi.

Istraživanja su pokazala da je ugljenokisela mineralna voda HCO_3-Na tipa, kakva je bila voda prirodnog izvora "Knjaz Miloš" i po kojoj je banja postala poznata,

vezana za tektonizirane gnajseve i slične metamorfite po obodu granitoida (bušotine "Topli izvor", CB-6 i druge u parku). Bušotina CB-6, izbušena pored igrališta "Šumadije" na severozapadnoj ivici banjskog parka, dubine 477 m, kaptirala je mineralnu vodu u kvarcitima, gnajsevima i migmatitima. Izdašnost na samoizliv je iznosila 2,2 l/s, temperature 31°C. Eksploatacijom bušotine, presahli su prirodni izvori u parku, kao i "Topli izvor".

Jugoistočnije od banjskog parka, kod starog "Jugopetrola" u gradu (zapadno podnožje Risovače), utvrđena je akumulacija mineralne HCO_3-Na vode u mermerima i mermerisanim krečnjacima ispod tercijarne naslage. Međutim, dužom eksploatacijom bunara D-1, pogoršan je kvalitet vode, pa je najzad ovaj objekat napušten.

Dalje ka JI, u dolini Vrbničke reke je izbušena bušotina B-11a, dubine 920 m, kojom je ispod tercijarne i gornjokredne flišne naslage kaptirana mineralna voda u mermerima u intervalu dubine 495-520 m (dublje su paleozojski metamorfiti). Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 3,9 g/l, temperature 34°C. Nizvodnije od ove bušotine, pri ušću Vrbničke reke u Kubršnicu, izbušena je bušotina B-15, dubine 633 m. Bušotina je do 487 m bušena kroz neogensku naslagu, a zatim kroz flišoliku seriju u kojoj je registrovana mineralna voda HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije niže nego u B-11a (oko 2,5 g/l), znatno nižeg sadržaja gasa CO_2 i pH-7,4.

Još jugoistočnije, u rejonu sela Banja (na SI padinama Venčaca), izbušena je bušotina CB-5, dubine 350 m, kojom su u mermerima, ispod tercijarne i flišne naslage, kaptirane već "razblažene" mineralne vode HCO_3-Ca sastava. Ukupna mineralizacija vode je 0,85 g/l, temperatura vode 21°C, pH-6,6.

Istraživanja su, pored toga, vršena i sa leve strane Kubršnice. U dolini potoka, na oko 1 km severno od Risovače, izbušena je bušotina B-18, dubine 425 m. Bušena je kroz neogensku naslagu do dubine 165 m; od 165-345 m kroz krednu flišnu seriju, a zatim kroz serpentinit i različite serpentinitske breče. Dobijena je mineralna voda HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 1,13 g/l, ali bez sadržanog gasa CO_2, tako da je pH-8,4.

Po obodu bukuljskog granitoida je registrovano više pojava ugljenokiselih mineralnih voda, sličnih kao u Bukovičkoj banji. Takve su pojave u selu Partizani, Garašima; dok je pojava emanacije CO_2 izrazita u selu Kamenar, na oko 4 km južno od banje.

U balneološke svrhe, hladna mineralna voda se koristi za pijenje, a topla za kupanje. Lečenje sprovodi Zavod za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju hroničnih oboljenja gastrointestinalnog i hepatobilijarnog trakta "Bukovička banja" - Aranđelovac. Zavod je kadrovski i medicinskom opremom u mogućnosti da primenjuje najsavremenije metode lečenja i rehabilitacije, uključujući balneoterapiju, fizioterapiju, elektroterapiju, masaže, kineziterapiju, radnu terapiju i drugo. Medicinske indikacije: oboljenja gastrointestinalnog i hepatobilijarnog trakta i pankreasa; šećerne bolesti; hronična reumatična oboljenja, posttraumatska stanja; oboljenje buberga i mokraćnih puteva; hronične ginekološke bolesti; neuroze i oboljenja perifernog nervnog sistema.

Mineralna voda se odavno flašira i kao stona osvežavajuća voda pod nazivom "Knjaz Miloš" prodaje i van granica naše zemlje. 1968. godine je otvoren novi pogon za flaširanje vode, kapaciteta 120 miliona litara godišnje, a u novije vreme se flašira i veliki broj osvežavajućih bezalkoholnih pića na bazi mineralne vode.

Broj gostiju u banji se nakon II sv. rata iz godine u godinu povećavao, sve do 1960. godine, a zatim opadao do 1965. Od tada se poseta ponovo, uz oscilacije, povećava. Tako je 1975. godine u banji bilo 32900 gostiju, koji su ostvarili 141000 noćenja.

Smeštaj gostiju i pacijenata omogućuju: stacionar Zavoda (224 ležaja); hotel "Izvor" (A kategorija), 200 ležaja; hoteli "Staro zdanje" i "Šumadija" (B kategorija), 320 ležaja; privatna domaćinstva, do 500 mesta.

U banji postoji lepo uređeni park, na preko 40 ha, pogodan za šetnju i odmor. U njemu su izložene mermerne skulpture poznatih vajara, prikazane na smotri "Mermer i zvuci", koja se tradicionalno ovde

održava. Osim toga, u okolini banje je Orašac (4 km), u kome je 1804. godine Karađorđe podigao I sprski ustanak; Risovačka pećina, jedna od retkih paleolitskih stanica u Srbiji; izletište Bukulja, Topola (Oplenac), itd.

Partizani

U selu Partizani, na oko 10 km SZ od Aranđelovca, nalazi se izvor ugljenokisele mineralne vode, zvani i "Glišića izvor". On se pojavljuje iz pukotina granita (gnajs-granita), na obodu aluvijalne zaravni reke Peštana. Izdašnost izvora je oko 0,3 l/s, temperatura vode 13°C. U njegovoj blizini, prema istoku, postoji još nekoliko manjih izvora (pištevina) mineralne vode, a u samom selu je, pored asfaltnog puta, izbušena jedna bušotina (dubine oko 50-60 m), iz koje ističe oko 0,08 l/s mineralne vode koju meštani i prolaznici koriste za piće.

Voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 2,46 g/l, pH-6,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	565,8	Li	3,00	Ba	0,001
HCO_3'	1708,0	K^+	29,6	Rb	1,00	Ni	0,001
Cl'	14,0	Ca^{++}	50,0	Sr	1,00	Co	0,001
SO_4''	4,0	Mg^{++}	12,2	Cs	0,80	Pb	0,001
F'	5,00	NH_4^+	0,1	Mn	0,13	Mo	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	1,0	Cu	0,008	V	0,001
J'	0,03	Al_2O_3	0,28	Zn	0,005	W	0,001
HPO_4''	0,40	HBO_2	3,0	Ti	0,005	Ag	0,0003
$HAsO_4''$	0,005	SiO_2	70,0	As	0,002	Cd	0,0002

Prema gasnom sastavu, mineralna voda je tipično ugljendioksidna, sa sadržajem rastvorenog gasa 0,88 g/l. Radonska radioaktivnost je 111 Bq/l; sadržaj Ra-0,15 Bq/l, a sadržaj U-0,0006 mg/l. Mineralna voda iz bušotine je identičnog hemijskog sastava (međujonskih odnosa), ali je nešto više ukupne mineralizacije - 3,5 g/l, i temperature vode - 18°C.

Garaši

U selu Garaši, u dolini toka Rečice na Bukulji, postoji izvor mineralne ugljenokisele vode. Izvor se pojavljuje u erozijom otkrivenom delu granitoida, na nadmorskoj visini 280 m. Izvor je izdašnosti 0,01 l/s, a temperatura vode 16°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineraizacije 2,61 g/l, pH-6,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	391,0	Li	2,85	Mo	0,002
HCO_3'	1836,1	K^+	15,6	Mn	0,79	Ni	0,001
Cl'	7,0	Ca^{++}	240,0	Rb	0,55	Co	0,001
SO_4''	2,0	Mg^{++}	12,2	Cs	0,55	As	0,001
F'	0,40	NH_4^+	0,3	Zn	0,018	V	0,001
Br'	0,10	Fe_2O_3	3,4	Ba	0,015	W	0,001
J'	0,06	Al_2O_3	0,10	Cu	0,010	Cr	0,0003
HPO_4''	0,70	HBO_2	0,5	Ti	0,003	Ag	0,0003
$HAsO_4''$	0,003	SiO_2	100,0	Pb	0,002	Cd	0,0002

U gasnom sastavu preovlađuje ugljendioksid, sa sadržajem rastvorenog gasa CO_2 - 1,10 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je znatno povišen: Rn-151,7 Bq/l, Ra-0,72 Bq/l, U-0,0051 mg/l.

Onjeg

U dolini rečice Onjeg, na oko 14 km zapadno od Aranđelovca, nalazi se manji izvor ugljenokisele mineralne vode. Izvor je izdašnosti oko 0,02 l/s, dok je temperatura vode 23°C. On se pojavljuje na obodu bukuljskog granitoida, u paleozojskim škriljcima na nadmorskoj visini 250 m.

Mineralna voda je HCO_3-Na,Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 3,03 g/l, pH-6,4. Karakteriše se povišenim sadržajem rastvorenog CO_2, silicije i nekih mikroelemenata, što indicira da bi se hidrogeološkim istraživanjima dobili veoma povoljni rezultati. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	330,0	Li	2,88	As	0,0025
HCO_3^-	2165,5	K^+	46,8	Sr	2,65	Ni	0,001
Cl^-	7,0	Ca^{++}	248,0	Rb	1,325	Co	0,001
SO_4^{--}	0,0	Mg^{++}	93,0	Mn	0,865	Pb	0,001
F^-	1,00	NH_4^+	0,9	Cs	0,335	Mo	0,001
Br^-	0,03	Fe_2O_3	17,6	Cu	0,010	V	0,001
J^-	0,02	Al_2O_3	0,10	Zn	0,005	W	0,001
HPO_4^{--}	1,20	HBO_2	0,2	Ba	0,005	Ag	0,0008
$HAsO_4^{--}$	0,005	SiO_2	120,0	Ti	0,005	Cd	0,0002

Prema gasnom sastavu, voda je tipično ugljendioksidna, sa sadržajem rastvorenog CO_2-1,23, g/l. Sadržaj radona je nizak - 17,7 Bq/l, dok je sadržaj Ra nešto povišen - 0,38 Bq/l.

Brajkovac

U selu Brajkovac, u dolini reke Onjeg, na oko 17 km zapadno od Aranđelovca, nalazi se izvor ugljenokisele mineralne vode. Izvor se nalazi u kontaktnoj zoni kristalastih škriljaca i donjokrednih krečnjaka, na nadmorskoj visini 200 m. Njegova izdašnost je oko 0,03 l/s, a temperature vode 16,5°C.

Mineralna voda je HCO_3-Ca,Na,Mg tipa, ukupne mineralizacije 2,64 g/l, pH-6,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	265,0	Sr	4,05	Zn	0,005
HCO_3^-	1880,0	K^+	9,8	Li	2,25	Pb	0,002
Cl^-	14,0	Ca^{++}	280,0	Mn	1,35	Mo	0,001
SO_4^{--}	70,0	Mg^{++}	85,0	Rb	0,18	Hg	0,0005
F^-	0,20	NH_4^+	1,0	Cs	0,135	Sb	0,0001
Br^-	0,70	Fe_2O_3	1,40	Cr	0,036		
J^-	0,03	Al_2O_3	0,08	Cu	0,012		
HPO_4^{--}	0,15	HBO_2	1,0	Ba	0,008		
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	30,0	As	0,005		

U gasnom sastavu preovlađuje ugljendioksid, a sadržaj rastvorenog gasa je 0,55 g/l. Znatno je povišen sadržaj radona - 195,3 Bq/l, dok je sadržaj Ra-0,17 Bq/l, U-0,0017 mg/l.

Mineralni izvor u Brajkovcu se nalazi južno od brajkovačkog granodioritskog masiva, a severnije od masiva je takode registrovana pojava ugljenokiselih mineralizovanih voda u Trbušnici - sadržaj rastvorenog gasa CO_2 u vodi je 0,75 g/l, ukupna mineralizacija vode 0,54 g/l. Na oko 4 km jugoistočnije, pak, postoji pojava ugljenokiselih mineralnih voda u selu Kalanjevci, po fizičko-hemijskim karakteristikama potpuno slična vodi Brajkovca.

Kruševica

Pojava ugljenokisele mineralne vode u selu Kruševici se nalazi oko 14 km severozapadno od Arandelovca, u podnožju severozapadnih ogranaka Bukulje. Izvor mineralne vode se pojavljuje u dolini reke Peštan, odnosno pri ušću Kruševičkog potoka u Peštan, na nadmorskoj visini 180 m.

Područje Kruševice u geološkom pogledu izgrađuju paleozojski škriljci. Istočnije od izvorišta mineralne vode, u terenu su zastupljeni i gornjokredni flišni sedimenti, kao i vulkaniti tercijarne starosti. Mineralna voda se pojavljuje iz metamorfita; izvor je izdašnosti 0,05 l/s, a temperatura vode 14°C.

Mineralna voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 2,65 g/l, sa povišenim sadržajem Fe, Ra i rastvorenog gasa CO_2; pH-6,3. Hemijski sastav vode izvora je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	117,0	Sr	2,70	Ni	0,002
HCO_3'	1976,4	K^+	7,0	Mn	0,40	Co	0,002
Cl'	7,0	Ca^{++}	420,0	Li	0,37	As	0,002
SO_4''	0,0	Mg^{++}	73,0	Ba	0,13	Ag	0,002
F'	0,30	NH_4^+	0,5	Rb	0,070	Pb	0,001
Br'	0,10	Fe_2O_3	21,0	Cs	0,025	Mo	0,001
J'	0,05	Al_2O_3	0,09	Cu	0,010	V	0,001
HPO_4''	0,40	HBO_2	0,5	Ti	0,007	W	0,001
$HAsO_4''$	0,003	SiO_2	30,0	Zn	0,003	Cd	0,0002

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid (97% zapreminski); sadržaj rastvorenog CO_2 iznosi 1,67 g/l. Sadržaj Ra je nešto povišen - 0,27 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski - 25,9 Bq/l i 0,0006 mg/l.

Pored prirodnog izvora su u novije vreme izbušene dve istražne bušotine, dubine 56 i 82,4 m (Belaćević, 1990). Bušotine su bušene kroz kristalaste škriljce. Prvom bušotinom je dobijeno na samoizliv 1,0 l/s mineralne vode, temperature 20,5°C; voda je sličnog hemijskog sastava kao voda izvora, ukupne mineralizacije 2,16 g/l. Drugom bušotinom je dobijeno 0,6 l/s mineralne vode, sličnih karakteristika kao u prethodnoj bušotini.

Prema rezultatima balneoloških ispitivanja, mineralna voda se može koristiti u balneoterapeutske svrhe za sledeća oboljenja: bolesti gastro-intestinalnog trakta (hronični gastritis i duodentis, funkcionalne bolesti želuca i creva), oboljenja hepatobilijarnog trakta (hronični hepatit, stanje posle odstranjivanja kamena iz žučne kese, ulkusa), bolesti metabolizma i bolesti bubrega.

Vodu koristi uglavnom lokalno stanovništvo.

Rudovci

Pojava mineralne ugljenokisele vode u Rudovcima se nalazi u južnom obodu Kolubarskog basena, na oko 12 km istočno od Lazarevca. Nalazi se na desnoj obali reke Peštan, na nadmorskoj visini od 142 m.

Neposrednu okolinu Rudovaca izgrađuju paleozojski kristalasti škriljci, neogenske i kvartarne tvorevine. Od eruptivnih stena su otkriveni dacito-andeziti.

Paleozojski metamorfiti su otkriveni na levoj dolinskoj strani Peštana, kao krajnji severni izdanci velikog paleozojskog kompleksa Bukulje. Zastupljeni su sericitsko-muskovitsko-biotitski škriljci, filiti, metapeščari i slično, devon-karbonske starosti. Mezozojski sedimenti, predstavljeni krečnjacima i peščarima donje krede, kao i gornjokrednim flišom, otkriveni su takođe na levoj dolinskoj strani Peštana, a nalaze se i ispod neogenske naslage istočno od Rudovaca. Dacito-andeziti se pojavljuju u vidu većih izlivnih masa na levoj dolinskoj strani reke, a mestimično je u njima usečeno rečno korito Peštana. Desna dolinska strana reke je prekrivena neogenskim sedimentima mio-pliocenske starosti.

Mineralna voda se pojavila iz istražne bušotine, bušene 1949/50 godine u cilju istraživanja uglja (Knežević i dr., 1984). Pri dubini bušotine 102-105 m, kada su ispod tercijarne i flišne naslage nabušeni kristalasti škriljci, došlo je do erupcije mineralne vode zasićene gasom CO_2. U toku 1972. godine je na istoj lokaciji izbušen eksploatacioni bunar dubine 119 m, iz koga je isticala mineralna voda, u prvo vreme u količini 2,2 l/s, temperature vode 18°C (već 1980. godine je izdašnost bunara iznosila 0,3 l/s; Protić, 1980).

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 5,98 g/l, sa povišenim sadržajem Ra i CO_2; pH-6,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	1370,0	Sr	6,50	Zn	0,005
HCO_3'	4132,1	K^+	60,0	Li	3,50	Ni	0,004
Cl'	248,0	Ca^{++}	170,0	Rb	0,90	Co	0,002
SO_4''	2,0	Mg^{++}	55,0	Mn	0,40	Pb	0,002
F'	1,50	NH_4^+	0,2.	Ba	0,325	Ag	0,002
Br'	0,50	Fe_2O_3	3,0	As	0,320	Mo	0,002
J'	0,15	Al_2O_3	0,20	Cs	0,250	V	0,002
HPO_4''	1,70	HBO_2	30,0	Cu	0,025	W	0,001
$HAsO_4''$	0,64	SiO_2	17,0	Ti	0,008	Cr	0,0005

U gasnom sastavu vode preovlađuje CO_2 (98% zapreminski); sadržaj rastvorenog gasa u vodi iznosi 1,58 g/l. Od radioaktivnih elemenata, povišen je sadržaj Ra - 0,77 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski - 7,4 Bq/l i 0,001 mg/l.

Palanački kiseljak

Palanački kiseljak je manje balneološko naselje i izletište kod Smederevske Palanke, u istočnoj Šumadiji. Kiseljak je na JI periferiji grada, sa leve strane Jasenice, u blizini ušća Kubršnice u Jasenicu, na nadmorskoj visini 103 m.

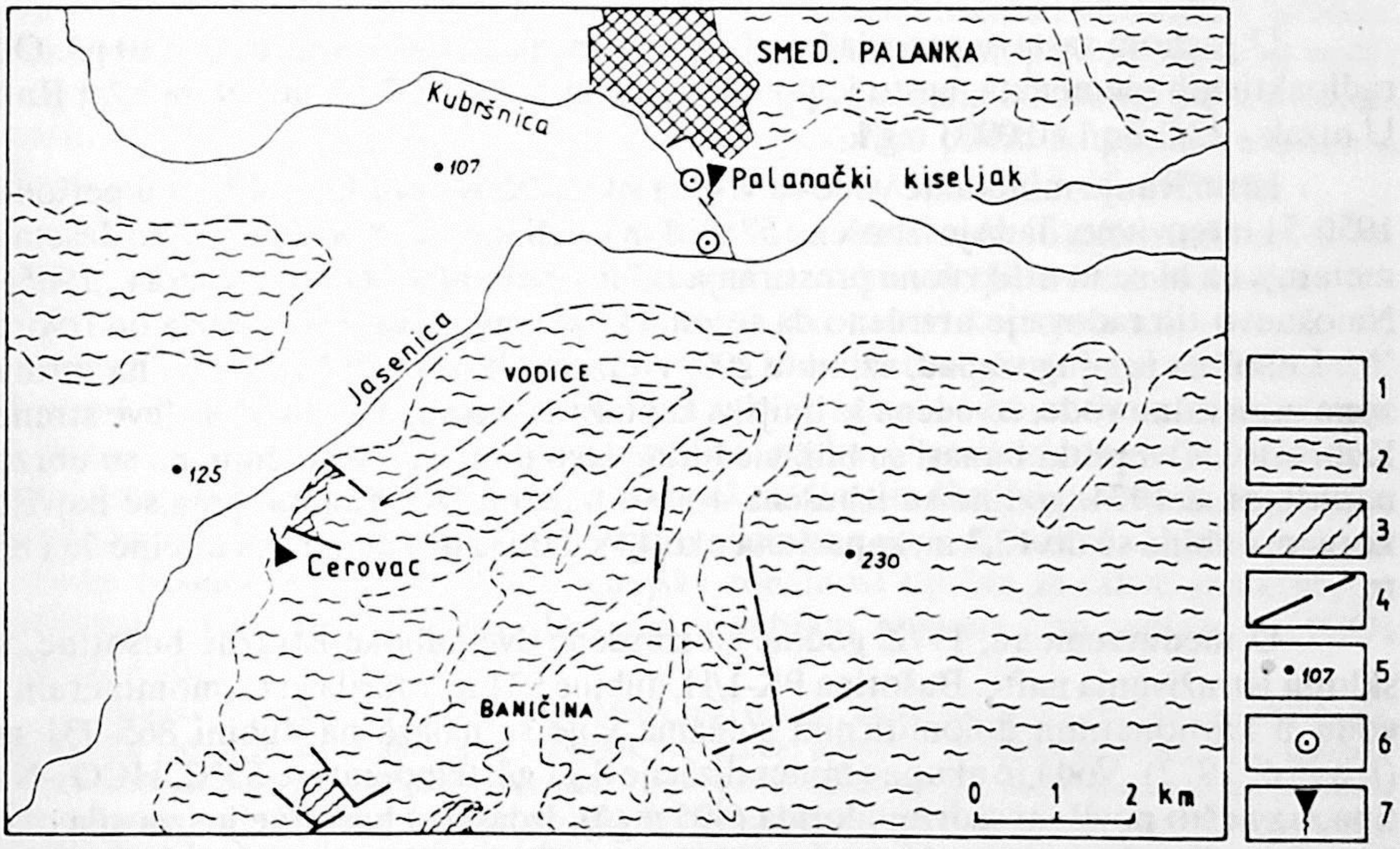
Banja je dobrog saobraćajnog položaja, jer pored nje prolazi magistralna pruga Beograd - Niš, a povezana je sa autoputem E-5 priključnim putem.

Palanačka mineralna voda je korišćena još u praistorijsko doba. Raniji naziv "Rimski izvor" za izvor koji je 1836. Prekaptiran i nazvan "Knjaz Miloš", ukazuje da su je koristili i rimski kolonizatori. Prvi zapisi o ozidanoj banji - tragovima rimskog graditeljstva, potiču od turskog putopisca Evlije Čelebije iz 1719.

godine. Organizovani razvoj banje datira od 1834. godine, kada je u Beču laboratorijskim analizama potvrđena lekovitost mineralne vode (Leko, 1929; Mihailović, 1951). Prvobitno banjsko kupatilo na kaptaži izvora je bilo malo i primitivno, pa je 1966. godine podignuto novo kupatilo sa 20 kada i 15 tuševa. Kasnije su podizani novi objekti, tako da je danas tu izrastao savremeni centar za korišćenje mineralne vode u terapeutske svrhe, izgrađeni su kapaciteti za flaširanje stone mineralne vode, osvežavajućih bezalkoholnih pića na bazi mineralne vode i slično. Od 1975. godine, u lečilištu radi medicinska ustanova za lečenje hroničnih oboljenja unutrašnjih organa.

Prve pojave mineralnih voda u Palanačkom kiseljaku su vezane za plitku izdan u aluvijalnoj naslagi Kubršnice (dubine do dvadesetak metara). Dugo vremena je banja obezbeđivala vodu preko kaptaže (kopanog bunara dubine 2,5 m) nazvane "Dr Marko Leko". Kasnije su kopani i drugi bunari. Kako je plitka izdan podložna uticajima površinskih voda, to je kvalitet mineralne vode lokalno varirao, često se pogoršavao usled pojačane eksploatacije, tako da su pojedine plitke kaptaže napuštane, druge otvarane, ali se stanje nije bitnije poboljšavalo (Pećinar, 1965). Eksploatacija mineralne vode je bila veća od prirodnog obnavljanja rezervi, što je rezultiralo u konstantnom opadanju ukupne mineralizacije vode.

U geološkoj građi terena (sl. 38), učestvuju dve litogenetske jedinice - debela serija tercijarnih sedimenata, i tvorevine u podlozi prve jedinice (preneogenska podloga).



Sl. 38 - Geološka karta područja Palanačkog kiseljaka (Brković i dr., 1978b; Vujisić i dr., 1981)
1 - kvartarne tvorevine, 2 - neogenski sedimenti, 3 - proterozojski metamorfiti, 4 - rased, 5 - kota terena, 6 - duboke hidrogeološke bušotine, 7 - pojava mineralne vode

Fig. 38 - Geological map of Palanački kiseljak area (Brković et al., 1978b; Vujisić et al., 1981)
1 - Quaternary deposits, 2 - Neogene sediments, 3 - Proterozoic metamorphites, 4 - fault, 5 - elevation point, 6 - deeply hydrogeological drill-hole, 7 - occurrence of mineral water

Banja je smeštena na obodu prostranog i geološki složenog Moravskog rova, gde tercijarna naslaga (sa kvartarnim pokrivačem) dostiže debljinu do 900 m. U toj se naslazi po dubini više puta smenjuju slojevi peska ili peščara - funkcije hidrogeološkog kolektora, sa vodonepropusnim slojevima gline, laporca i slično.

Preneogensku podlogu čine trijaski krečnjaci i peščari, kao i kristalasti škriljci prekambrijske starosti. Trijaske stene nisu otkrivene na površini terena, već bušenjem na dubini 865-931 m. Škriljci su otkriveni u padinama brda južno od banje, i to je krajnja severna oblast otkrivenosti stena Srpsko-makedonske mase u Pomoravlju.

Teren karakterišu i razlomne strukture. Zapaža se niz transverzalnih raseda, pored regionalnih raseda na granici ka Vardarskoj zoni i prema Velikoj Moravi.

Mineralna voda plitke izdani je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 2,12, g/l, temperature 14°C, pH-6,1. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	520,0	Sr	1,72
HCO_3^-	1354,6	K^+	60,0	Li	0,37
Cl^-	124,2	Ca^{++}	120,0	Mn	0,27
SO_4^{--}	53,0	Mg^{++}	100,0	P	0,24
F^-	0,48	NH_4^+	0,0	Rb	0,14
Br^-	0,10	Fe_2O_3	0,46	Zn	0,01
J^-	0,08	Al_2O_3	50,8		
HPO_4^{--}	0,13	HBO_2	3,6		
$HAsO_4^{--}$	0,05	SiO_2	74,8		

U gasnom sastavu preovlađuje CO_2 - sadržaj rastvorenog gasa je 1,10 g/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra-0,33 Bq/l, dok je sadržaj Rn i U nizak - 22,0 Bq/l i 0,0003 mg/l.

Istraživanja mineralne vode su vršena sporadično i pre II sv. rata, a u periodu 1950-51 intenzivno. Tada je izbušeno 57 plitkih sondi (dubine maksimalno do desetak metara), da bi se utvrdila zona prostiranja izdani mineralne vode (Pećinar, 1965). Na osnovu tih radova je utvrđeno da se zona kisele mineralne vode pruža od izvora "M. Leko" na jug-jugozapad, azimuta 200° i dužine oko 500 m. S obzirom na formu zone mineralne vode, izvedena je linijska kaptaža sa 6 cevastih bunara sa leve strane Kubršnice. Ovi plitki bunari su bili, međutim, lako podložni zagađenju, pa su ubrzo napušteni, a 1974. godine su izbušena 4 nova bunara. Dva bunara, koja se najviše koriste, dubine su do 12,3 m, kapaciteta oko 4 l/s. Druga dva bunara su dubine 75 i 85 m.

U međuvremenu, 1972. godine su izbušene dve duboke istražne bušotine, u sklopu istraživanja nafte. Bušotina PK-1/H, dubine 931 m, otkrila je termomineralnu vodu u karbonatnim dolomitičnim stenama koje se nalaze na dubini 865-931 m (Lazić, 1972). Voda je ukupne mineralizacije 8,11 g/l, temperature 55°C, HCO_3-Na tipa, uz nešto povišeni sadržaj hlorida (495 mg/l). Izdašnost bušotine je iznosila oko 2 l/s, a pritisak 3,8 bara. Bušotina je uključena u eksploataciju za balneoterapeutske svrhe. Itraživanjem je utvrđeno postojanje nekoliko arteskih sredina u terena, na dubinama 250-273 m (t=26,7°C), 390-396 m (28°C), 522-525 m (36°C). Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

Prema gasnom sastavu, voda je ugljendioksidna, sa sadržajem rastvorenog CO_2 - 0,84 g/l. Od radioaktivnih elemenata, sadržaj Ra iznosi 0,37 Bq/l, Rn-18,5 Bq/l, U-0,0003 mg/l. Apsolutna starost vode iznosi 19100 ± 460 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Bušotina PK-1/H je bušena u banjskom parku, a 300 m južnije od ove bušotine, izbušena je još jedna duboka istražna bušotina, dubine 997 m (sl. 38). Na dubini 916 m, bušotina je ušla, ispod tercijarne naslage, u kristalaste škriljce. Nakon testiranja

CO_3''	0,0	Na^+	2189,6	Li	2,00	As	0,005
HCO_3'	5250,0	K^+	70,0	Rb	0,50	Cd	0,005
Cl'	495,0	Ca^{++}	34,0	Sr	0,50	Zn	0,005
SO_4''	6,0	Mg^{++}	14,0	Ba	0,50	Co	0,004
F'	8,5	NH_4^+	0,1	Mn	0,20	Ag	0,003
Br'	2,0	Fe_2O_3	/	Pb	0,015	Mo	0,002
J'	0,3	Al_2O_3	1,5	Cr	0,010	Ti	0,001
HPO_4''	0,10	HBO_2	40,0	Ni	0,007	Cs	0,001
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	25,0	Cu	0,005	Hg	0,0004

bušotine, cementom je izolovan deo bušotine od 700 m i dublje, a kaptirani intervali 677,9-668,2 i 641,9-619,8 m dubine u sarmatskim sedimentima. Voda je temperature 38,4°C, ukupne mineralizacije 8,0 g/l, sličnih hemijskih karakteristika kao voda iz bušotine PK-1/H, ali sa većim sadržajem hlorida. Bušotina nije uključena u eksploataciju.

Osim istražnog bušenja, u proteklom periodu su vršena i geofizička ispitivanja - metoda infracrvenog zračenja, zatim primenom geoelektričnih i seizmičkih metoda; hidrogeohemijska ispitivanja, analiziranje sadržaja lakih izotopa u mineralnoj vodi i drugo (Protić, 1986). Najnovija istraživanja su se sastojala u bušenju pliće istražne bušotine (90 m) pored izvora "Vodice", kao i nekoliko plićih istražnih bušotina u okviru poznate zone plitke izdani mineralne vode (Filipović i dr., 1990a).

Istraživanja su pokazala da su pojave mineralne vode lokalizovane uz obod velikog arteskog basena, gde se u vertikalnom preseku više puta smenjuju vodopropusne i vodonepropusne stene. Veliki regionalni rasedi koji presecaju tercijarnu seriju predstavljaju puteve migracije gasa CO_2 iz dubokih regiona ka površini terena. Ovaj gas dospeva u plitku izdan formiranu u kvartarnim sedimentima, mineralizuje je, pa otuda pojava mineralne vode u banjskom parku. U podlozi basena je formirana izdan termomineralne vode, a uz kontakt sa kristalastim škriljcima oboda pojavljuje se mineralni izvor "Cerovac" i izvor mineralizovane vode "Vodice". U vertikalnom preseku basena se zadržava hidrohemijska zonalnost tipična za takve strukture: u površinskoj zoni su HCO_3-Ca,Mg vode, u dubljim nivoima one prelaze u HCO_3 (Cl)-Na vode.

Balneološko lečenje u banji sprovodi Medicinski centar - služba fizikalne medicine i rehabilitacije. Medicinske indikacije su brojne: opšti oporavak organizma; hronična oboljenja lokomotornog sistema; hronični reumatizam; preventivno, terapeutsko i postoperativno delovanje; stanje posle lečenja povreda: rane, uganuća; sve bolesti sa stvaranjem peska ili posle operacije bubrega, mokraćnih puteva, žučne kesice i kanala; hronična kataralna zapaljenja želuca, creva, jetre i žučnih puteva; oboljenja srca i krvnih sudova; šećerna bolest itd.

Savremeno flaširanje mineralne vode je započeto 1968. godine, a od 1976. godine je u radu nova proširena fabrika za flaširanje mineralne vode, kapaciteta 120 miliona litara godišnje. Stona voda nosi naziv "Karađorđe", a proizvođač ističe da je to "prirodna mineralna voda sa selenom". Osim toga, u novije vreme je sve veća proizvodnja i osvežavajućih napitaka na bazi mineralne vode.

U banji je 1965. godine boravilo preko 15000 gostiju, a u novije vreme je ta poseta i veća, pošto banju sve više posećuju mnogi izletnici i tranzitni turisti. U banji postoje otvoreni bazen za rekreaciju i niz objekata za male sportove.

Smeštaj gostiju i pacijenata omogućuju hotel "Kiseljak", koji se nalazi u centralnom delu same banje, sa 108 ležaja; privatna domaćinstva, sa oko 1000 ležaja.

Neposredna blizina grada pruža uslove za raznovrstan kulturno-zabavni život banjskih gostiju, a organizuju se i izleti u bližu i dalju okolinu.

Cerovac

Mineralni izvor kod sela Cerovca se nalazi na oko 7 km JZ od Smederevske Palanke, odnosno 3 km JI od centra sela (sl. 38). Pojavljuje se na obodu aluvijalne zaravni reke Jasenice, na nadmorskoj visini 100 m.

Područje izvorišta je izgrađeno od sarmatskih peskovitih glina, peskova i lapora, ali južnije i istočnije od izvora se već u neogenskoj naslagi pojavljuju izdanci proterozojskih kristalastih škriljaca - mikašisti i gnajsevi. Izvor je kaptiran u vidu česme; izdašnosti 0,1 l/s, temperature vode 14°C.

Mineralna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,19 g/l, pH-6,0. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na·	68,0	Sr	0,52	Cs	0,002
HCO_3'	683,2	K·	20,0	Mn	0,28	Pb	0,002
Cl'	42,6	Ca··	144,0	Zn	0,10	Mo	0,002
SO_4"	130,0	Mg"	53,7	Li	0,075	Ti	0,001
F'	0,44	NH_4·	0,4	Ba	0,040		
Br'	1,20	Fe_2O_3	0,9	Ni	0,020		
J'	0,12	Al_2O_3	0,2	Rb	0,010		
HPO_4"	0,40	HBO_2	1,0	Cu	0,006		
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	46,0	Co	0,003		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa je 1,05 g/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra-0,41 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski - 11,5 Bq/l i 0,004 mg/l.

Na oko 2,5 km severoistočnije od izvora, u obodu aluvijalne zaravni Jasenice, pojavljuje se izvor "Vodice", tj. izvor mineralizovane vode (0,70 g/l), ali sa povišenim sadržajem rastvorenog CO_2 - do 0,68 g/l. Izvor je kaptiran u vidu česme, a u njegovoj okolini se takođe zapaža niz pištevina sa emanacijama gasa CO_2.

Neresnica

Pojava mineralne vode u Neresnici se nalazi sa leve dolinske strane Peka, na oko 2 km JZ od Neresnice. Izvor se nalazio na obodu aluvijalne zaravni reke, na nadmorskoj visni 165 m.

Područje izvorišta je izgrađeno od paleozojskih škriljaca, u koje je utisnut granitoid Homoljskih planina. Pored pojave mineralne vode, koja je bila difuznog karaktera i uglavnom registrovana kopanim bunarima, izbušena je istražna bušotina, dubine 302 m. Bušotinom je u škriljcima, u intervalu 180-302 m, kaptirana ugljeno-kisela mineralna voda u količini 2,0 l/s, temperature 20°C. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na·	57,0	Sr	0,45	Ca	0,004
HCO_3'	920,0	K·	6,0	Mn	0,10	Co	0,002
Cl'	21,0	Ca··	240,0	Ba	0,050	cd	0,0015
SO_4"	10,0	Mg··	19,5	Li	0,050	Mo	0,001
F'	0,10	NH_4·	0,0	Rb	0,025	Pb	0,001
Br'	0,40	Fe_2O_3	0,0	Zn	0,010	Ti	0,001
J'	0,02	Al_2O_3	0,22	Cu	0,010	Cr	0,0005
HPO_4"	0,10	HBO_2	1,00	Ni	0,005	Ag	0,0002
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	15,0	As	0,005	Sb	0,0002

Mineralna voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 1,29 g/l, pH-6,5. U gasnom sastavu preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa je 0,44 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-9,6 Bq/l, Ra-0,06 Bq/l, U-0,001 mg/l.

Miraševac

Pojava mineralne vode u Miraševcu se nalazi oko 4 km JZ od Rače Kragujevačke, na nadmorskoj visini 200 m. Mineralna voda se pojavila iz jedne istražne bušotine, dubine 51 m, bušene kroz neogenske sedimente i proterozojske metamorfite. Izdašnost bušotine je 0,1 l/s, a temperatura vode 13°C. U području zapadno od pojave mineralne vode su na površini terena otkriveni proterozojski metamorfiti, koji su prema istoku pokriveni neogenskim sedimetnima čija se debljina prema Rači povećava.

Mineralna voda je SO_4-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 2,33 g/l, pH-6,7. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	33,0	Mn	5,40	Cu	0,005
HCO_3'	295,0	K^+	11,0	Sr	0,64	Co	0,002
Cl'	42,0	Ca^{++}	310,0	Li	0,13	Pb	0,001
SO_4''	1305,0	Mg^{++}	183,0	Ba	0,055	Cs	0,001
F'	0,20	NH_4^+	0,4	Cd	0,015	Ti	0,001
Br'	0,40	Fe_2O_3	37,50	Zn	0,010	Mo	0,001
J'	0,20	Al_2O_3	0,24	As	0,010	Cr	0,0005
HPO_4''	0,05	HBO_2	0,5	Rb	0,008	Ag	0,0002
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	25,0	Ni	0,005	V	0,0002

U gasnom sastavu je značajan udeo ugljendioksida, sa sadržajem rastvorenog CO_2 od 0,24 g/l. Karakteristika vode je i povišena radonska radioaktivnost - 155 Bq/l; sadržaj Ra je 0,15 Bq/l, U-0,0004 mg/l. Takođe je povišen sadržaj gvožđa u vodi, pretežno u vidu Fe^{2+} jona - 25,0 mg/l.

U novije vreme su izbušene još dve plitke istražne bušotine: povećana je količina mineralne vode na 1,0 l/s, ali je voda hladna. Istraživanja u cilju dobijanja toplije mineralne vode su prekinuta zbog nedostatka finansijskih sredstava.

Svojinovo

Izvor ugljenokisele mineralne vode se pojavljuje u selu Svojinovu, na istočnom podnožju planine Juhora (773 m), udaljen oko 11 km JZ od Paraćina. Izvor je izdašnosti 0,01 l/s, i nalazi se na nadmorskoj visini 160 m. Temperatura vode je 12°C.

Područje izvorišta je izgrađeno od proterozojskih kristalastih škriljaca, koji izgrađuju i masiv Juhora. Škriljci su sa istočne strane zaplavljeni neogenskim sedimentima i aluvijalnim nanosom Velike Morave, tako da se mineralni izvor pojavljuje na granici škriljaca i neogenske naslage.

Mineralna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,03 g/l, pH-5,8. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

Mineralna voda je tipično ugljenokisela, sa sadržajem rastvorenog CO_2 - 1,36 g/l. Karakteristika vode je povišena radonska radioaktivnost - 140,6 Bq/l; sadržaj Ra-0,09 Bq/l, U-0,0005 mg/l.

CO_3"	0,0	Na^+	28,1	Mn	0,33	Mo	0,002
HCO_3'	744,2	K^+	3,4	Sr	0,09	Rb	0,002
Cl'	11,0	Ca^{++}	152,0	Cr	0,016	Cs	0,001
SO_4"	30,0	Mg^{++}	44,0	Zn	0,015	Hg	0,0005
F'	0,60	NH_4^+	0,0	Li	0,007	Sb	0,0005
Br'	0,10	Fe_2O_3	36,0	Cu	0,005		
J'	0,02	Al_2O_3	0,06	Pb	0,004		
HPO_4"	0,05	HBO_2	0,4	Ba	0,003		
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	40,0	As	0,002		

Orašje

Pojava mineralne vode u Temnićkom basenu se nalazi u blizini sela Orašja, na putu D.Krčin - Bačina - Varvarin. Izvorište je na nadmorskoj visini 220 m.

Izvorišteje lokalizovano u južnom podnožju planine Juhora (775 m), koja je izgrađena od kristalastih škriljaca proterozojske starosti. Škriljci su predstavljeni dvoliskunskim mikašistima, leptinolitima, amfibolitima, gnajsevima i slično. Škriljci se nalaze i u području izvorišta mineralne vode, ispod glinovito-peskovite kvartarne naslage debljine 7-10 m. Istočnije se nastavlja miopliocenska naslaga moravskog rova, a na kontaktu ove naslage i škriljaca se pojavljuju mineralne ugljenokisele vode ne samo u Orašju, već i severnije u Svojinovu. Brojni rasedi, pravca SZ-JI i SSI-JJZ, presecaju masu metamorfita, i za te strukture su istraživači vezivali pojavu mineralne vode.

Mineralna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, hladna, ukupne mineralizacije 0,8-1,4 g/l, pH-6,3. Sadržaj glavnih jona u vodi kaptiranog izvora - bunara - je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na^+	34,0	Mn	0,85	Ni	0,007
HCO_3'	885,0	K^+	20,0	Sr	0,44	Pb	0,004
Cl'	21,0	Ca^{++}	170,0	Zn	0,080	Li	0,001
SO_4"	134,0	Mg^{++}	103,0	Ag	0,040	Co	0,001
F'	0,40	NH_4^+	0,3	Cr	0,024	Cs	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	3,2	Rb	0,020	Mo	0,001
J'	0,05	Al_2O_3	0,05	Ba	0,018	Hg	0,0003
HPO_4"	0,10	HBO_2	0,5	Ti	0,009	Cd	0,0001
$HAsO_4$"	0,005	SiO_2	50,0	Cu	0,008	Sb	0,0001

U gasnom sastavu preovlađuje CO_2, a sadržaj rastvorenog CO_2 u vodi je 1,10 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-12,6 Bq/l, Ra-0,06 Bq/l, U-0,0045 mg/l.

Posle II sv. rata je u sklopu istraživanja izvedeno bušenje 18 plitkih bušotina, dubine 5,0-9,4 m, i dve dubine 37 i 40 m. Sve su one izvedene u blizini crkvenog dvorišta, gde postoji kopani bunar sa ugljenokiselom vodom, čime je dobijeno oko 1,0 l/s mineralne vode. Kasnije su u području izvorišta izbušene tri bušotine: BN-1, dubine 200 m; BN-2, 300 m; BN-3, 150 m. Sve su bušene kroz kristalaste škriljce, a izdašnost bušotina je veoma niska - reda 0,1 - 0,3 l/s (Đalović, 1991).

Mineralna voda se flašira, i pod nazivom "Soko" prodaje kao stona osvežavajuća voda.

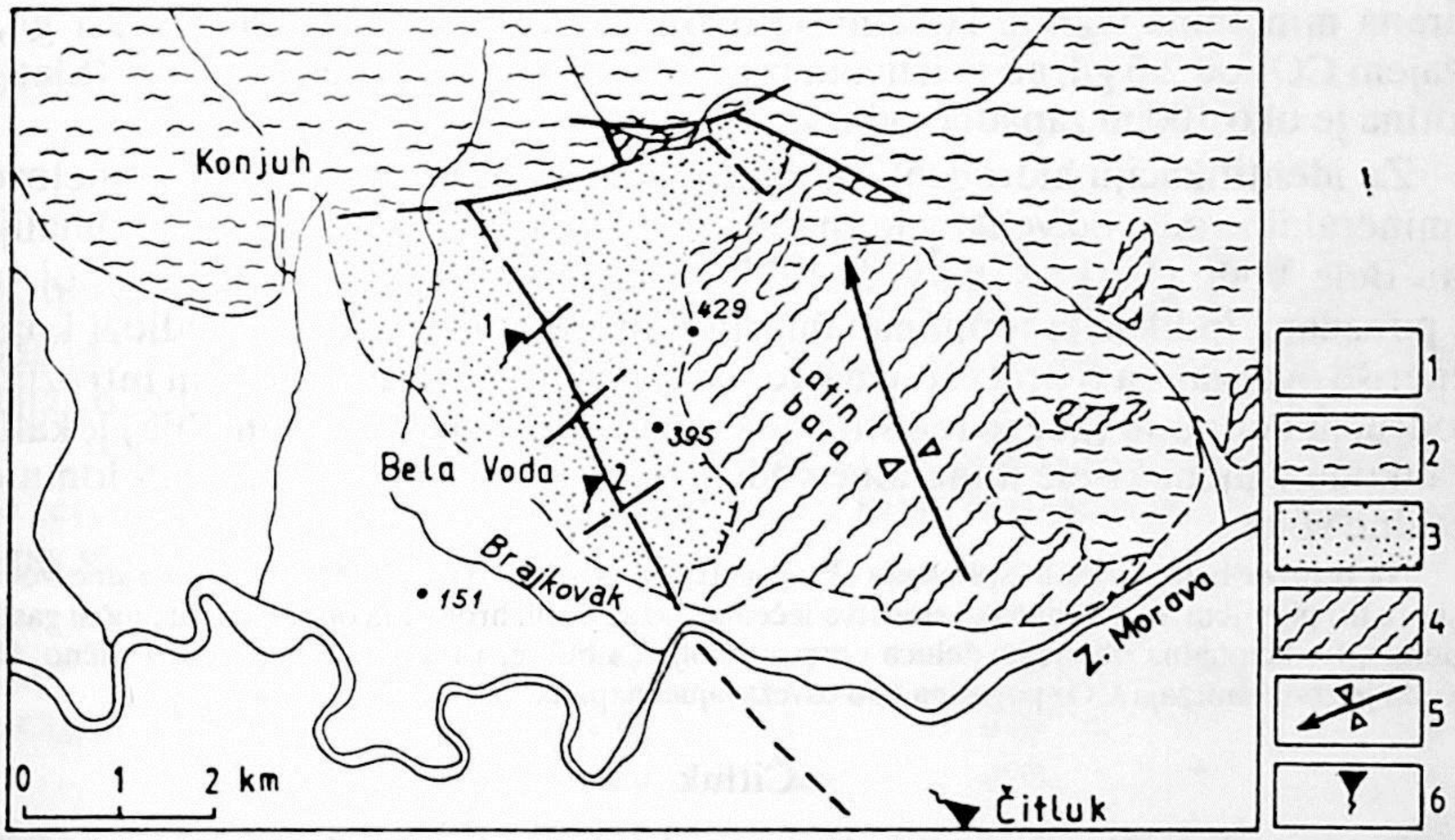
Bela Voda

U selu Bela Voda, na levoj obali Zapadne Morave i na 14 km severozapadno od Kruševca, nalaze se izvori mineralne ugljenokisele vode - "Kiseljaja" i Slatina". Mineralni izvori se pojavljuju visoko na padini brda, na obodu tercijarne naslage prema kristalastim škriljcima; nadmorska visina izvorišta je 250 m.

Otkrivena oko 1850. godine (Lazarević, 1983), belovodska mineralna voda (kiseljaja) je krajem pete i tokom šeste decenije prošlog veka bila čuvena kao lekovita i kao takva privlačila veoma veliki broj pacijenata. Međutim, pred kraj prošlog veka sve veći značaj se pridaje drugim (toplim) banjama u Srbiji, pa glas o lekovitosti kiseljaja postepeno slabi. Do danas ovde nije izgrađeno organizovano lečilište.

Mineralna voda je hladna, temperature 13-15°C, sa sadržajem rastvorenog gasa CO_2 oko 1,0 g/l. Izdašnost izvora je ispod 0,10 l/s.

Sa geološkog gledišta, područje Bele Vode pripada Kruševačkom tercijarnom basenu, u kome strči horstovska struktura Latin bare, izgrađena od kristalastih škriljaca (sl. 39). Kristalasti škriljci, starosti prekambrijske, predstavljeni su gnajsevima, kvarcitima i amfibolitima. Zaplavljeni su tercijarnim sedimentima, pretežno donjomiocenske starosti, dok u širem rejonu veliko razviće pokazuju i pliocenski sedimenti. Najznačajniji član ovog donjomiocenskog kompleksa su subarkozni srednjozrni do sitnozrni peščari, u literaturi poznati kao "belovodski peščari". Pogodni su za obradu, i kao arhitektonsko-tehnički kamen se odavno eksploatišu.



Sl. 39 - Geološka karta područja Bele Vode (Rakić i dr., 1976)
1 - aluvijalni nanos, 2 - miopliocenski sedimenti, 3 - pretežno donjomiocenski sedimenti sa "belovodskim peščarima", 4 - proterozojski metamorfiti, 5 - osa sinklinale, sa padom, 6 - izvor mineralne vode (1 - "Kiseljaja", 2 - "Slatina")

Fig. 39 - Geological map of Bela Voda area (Rakić et al., 1976)
1 - alluvial deposits, 2 - Miocene-Pliocene sediments, 3 - mostly Lower Miocene sediments, with "Bela Voda sandstones", 4 - Proterozoic metamorphites, 5 - axis of syncline, with dip, 6-mineral spring (1 - "Kiseljaja", 2 - "Slatina")

Po hemijskom sastavu, mineralna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije do 1,98 g/l, pH-5,7-6,5. Sadrži povišenu koncentraciju gvožđa, koja je u izvoru "Kiseljaja" od 1,4-12,0 mg/l. Hemijski sastav vode izvora "Slatina" je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na^+	32,0	Mn	1,24	Zn	0,010
HCO_3'	978,0	K^+	8,0	Sr	0,33	Ba	0,002
Cl'	21,0	Ca^{++}	300,0	Li	0,11	Pb	0,002
SO_4"	491,0	Mg^{++}	134,0	Rb	0,064	Cs	0,001
F'	0,90	NH_4^+	0,3	Cr	0,016	Mo	0,001
Br'	0,01	Fe_2O_3	3,5	Ti	0,013	Ag	0,0003
J'	0,05	Al_2O_3	0,08	Ni	0,012	Cd	0,0002
HPO_4"	0,01	HBO_2	0,5	Co	0,011	Hg	0,0002
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	20,0	Cu	0,010	Sb	0,0002

Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak (Rn-18,5 Bq/l, Ra-0,25 Bq/l, U-0,001 mg/l), mada prema izvesnim analizama sadržaj Rn dostiže 218,3 Bq/l (Krstić, 1989a).

1986. godine su u području Bele Vode započeta hidrogeološka istraživanja, u okviru kojih je izbušeno 4 istražne bušotine, dubine max do 97 m (Stojadinović, 1989). Bušotine su izvedene u rejonu izvora "Slatina", a dve od njih su nabušile podlogu tercijarne naslage na dubini 37 m (IB-2), odnosno 68 m (IB-1). Najbolji rezultati su dobijeni bušotinom IB-3, dubine 50 m, kojom je u tercijarnoj naslagi kaptirana mineralna voda u količini od oko 5 l/s. Voda je mineralizacie 2,1 g/l, sa sadržajem CO_2 od 2,6 g/l, ali je izlivom iz bušotine praktično presušio izvor "Slatina" (bušotina je oko 100 m zapadno od izvora).

Za identifikaciju hidrogeološkog sistema u kome se vrši formiranje belovodskih mineralnih voda, od velikog je značaja registrovana aeromagnetska anomalija u rejonu Bele Vode (Vukašinović, 1977). Znatan sadržaj CO_2 u mineralnoj vodi jeste pouzdana indikacija termometamorfnih procesa u kristalastoj podlozi kojima se generiše ovaj gas - a ti procesi su najverovatnije izazvani granitoidnom intruzijom. I u području Petine su (gde je registrovana slična geomagnetska anomalija) lokalizovane takođe ugljenokisele mineralne vode pored granitoidnog intruziva - lomničke mineralne vode.

Na osnovu balneoloških ispitivanja (Popović, Živadinović, 1990), ove mineralne vode se mogu koristiti pijenjem, kao dopunsko sredstvo lečenja kod sledećih hroničnih oboljenja: hronični gastritis i duodentis; funkcionalna oboljenja želuca i creva; oboljenja bubrega i mokraćnih puteva i slično. Osim toga, voda je zbog sadržaja CO_2 pogodna kao osvežavajući napitak.

Čitluk

Pojava mineralizovane vode je u zapadnom predgrađu Kruševca, na oko 300 m od puta i pruge Kruševac - Kraljevo. Voda je kaptirana u vidu šahte, dubine 4,5 m, i sprovedena do česme gde slobodno otiče. Izdašnost česme je 0,8 l/s (Krstić, 1989a). Mineralizacija vode je relativno niska - 0,49 g/l, temperatura vode 13,3°C, ali je to usled intenzivnog mešanja mineralne sa običnim podzemnim vodama, pošto se izvor pojavljuje u aluvijalnim sedimentima. Međutim, visok sadržaj CO_2 - 1,19 g/l, i radonska radioaktivnost od 152 Bq/l, svrstavaju ovu vodu u mineralne.

Voda je HCO_3,SO_4-Ca,Mg tipa, pH-5,6. Od mikroelemenata, najviši je sadržaj Mn - 0,39 mg/l, Sr - 0,28 mg/l, dok je ostalih sadržaj ispod 0,1 mg/l.

Velika Vrbnica

U Velikoj Vrbnici, na oko 15 km JZ od Kruševca, postoji nekoliko kopanih

bunara sa ugljenokiselom vodom, a voda se u vidu razbijenog izvorišta pojavljuje i na levoj obali reke Pepeljuše, na nadmorskoj visini oko 200 m. Koriste je meštani za piće.

Mineralna voda se pojavljuje unutar Kruševačkog tercijarnog basena, tamo gde tercijarna naslaga isklinjava uz masu kristalastih škriljaca, slično kao i ostale mineralne vode okoline Kruševca.

Voda se karakteriše relativno visokom ukupnom mineralizacijom - od 2,71-2,99 g/l, i sadržajem rastvorenog CO_2 do 0,88 g/l. Voda je HCO_3-Mg,Ca tipa, pH-6,5. Njen hemijski sastav je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	230,0	Sr	1,00	Rb	0,001
HCO_3'	2159,4	K^+	26,0	Li	0,23	Cs	0,001
Cl'	71,0	Ca^{++}	260.0	Zn	0,21	As	0,0007
SO_4''	34,0	Mg^{++}	183,0	Mn	0,036	Hg	0,0007
F'	0,10	NH_4^+	0,0	Cr	0,035	Sb	0,0007
Br'	0,40	Fe_2O_3	0,70	Ba	0,035		
J'	0,06	Al_2O_3	0,09	Cu	0,014		
HPO_4''	0,70	HBO_2	10,0	Pb	0,010		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	44,0	Mo	0,002		

Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-7,8 Bq/l, Ra-0,18 Bq/l, U-0,007 mg/l.

Žabare

Na putu Kruševac - Aleksandrovac, 12 km JZ od Kruševca, sa desne strane reke Pepeljuše, postojalo je nekoliko manjih izvora ugljenokisele mineralne vode. Voda je HCO_3-Na tipa, sa sadržajem rastvorenog CO_2 do 0,65 g/l. Ukupna mineralizacija vode je 3,50 g/l, temperatura 15°C, pH-6,6.

Pojavljivanje mineralne vode je unutar Kruševačkog tercijarnog basena, tamo gde tercijarna naslaga isklinjava uz horstovsku masu kristalastih škriljaca. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	772,8	Sr	3,30	Rb	0,005
HCO_3'	2318,0	K^+	8,0	Li	0,80	Mo	0,002
Cl'	142,0	Ca^{++}	80,0	Mn	0,33	Cs	0,001
SO_4''	74,0	Mg^{++}	73,0	Cr	0,042	Hg	0,0007
F'	0,10	NH_4^+	0,1	Ba	0,042	Sb	0,0005
Br'	0,40	Fe_2O_3	4,50	Zn	0,030		
J'	0,10	Al_2O_3	0,42	As	0,025		
HPO_4''	0,80	HBO_2	30,0	Cu	0,014		
$HAsO_4''$	0,05	SiO_2	30,0	Pb	0,008		

Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-13,0 Bq/l, Ra-0,12 Bq/l, U-0,0007 mg/l.

U području izvora su izbušene 1981. godine dve istražne bušotine, dubine 184 i 34,6 m. One su bušene kroz tercijarnu naslagu, u kojoj se naizmenično smenjuju gline, peskovi i peskovite gline (Krstić, 1989a).

Bušotina B_1 daje na samoizliv 0,33 l/s vode, temperature 15°C, ukupne mineralizacjie 3,18 g/l, pH-6,8. Bušotina B_2 je takođe sa arteskim pritiskom (+0,2 m), a mineralizacija vode je 2,65 g/l. Iz obe bušotine je voda sprovedena do česme.

Ugljenokisela mineralizovana voda sličnih karakteristika (ukupne mineralizacije 0,77 g/l), registrovana je u selu Šavrani, na oko 4 km JI od Žabara.

Lomnički kiseljak

Lomnički kiseljak se nalazi na oko 9 km južno od Kruševca, u erozionom udubljenju oboda prostrane Kruševačke kotline. Pojava mineralne vode je nadmorske visine 180 m, u dolini Lomničke reke. Južno od Lomnice se dižu ogranci Velikog Jastrepca (1492 m), jedne od naših najšumovitijih planina. Kisela voda, bujna vegetacija i prigradski položaj, učinili su da Lomnica postane rado posećeno izletište Kruševljana.

Mineralna voda je korišćena još u rimsko doba i kasnije, u vreme srednjovekovne srpske države. Za vreme Turaka je bila manje korišćena. Do 1888. godine, na mestu kiseljaka je bila močvara, a devedesetih godina prošlog veka je "rimski" kaptažni bunar očišćen i iskopan novi bunar (dubine 5-6 m). Izgradnja lečilišta je započeta 1890. godine, ali su tokom I sv. rata objekti uništeni, a tek je nakon II sv. rata izvršeno obnavljanje banje. Podignut je motel, zgrada kod mineralnog izvora, uređen pristupni prostor. Od 1967. godine se voda flašira kao stona voda pod nazivom "Devet Jugovića". No, nekad čuvena, flaširana i izvožena u Francusku i Englesku, Lomnička kisela voda je 1986. godine usled bakteriološke zagađenosti zabranjena za ljudsku upotrebu (Krstić, 1989a).

U geološkom pogledu, teren izgrađuju sedimenti neogenske starosti: gline, peščari, konglomerati i tufiti, koji prema jugu isklinjavaju i otkriva se njihova podina predstavljena gornjokrednim flišnim tvorevinama i kristalastim škriljcima. U stene podloge utisnut je jastrebački granitoid, čijom je intruzijom formirano anomalno geotermalno polje i sa kojom su u neposrednoj vezi termomineralne vode po obodu Jastrepca: Ribarska banja, Lomnica, Žabare, Kupci, itd...

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, čija ukupna mineralizacija varira zavisno od spoljnih hidroloških uslova: od 6,7 g/l (1960. godine), do 2,5 g/l (1974. godine). Temperatura vode je do 14°C, pH-6,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	500,0	Li	2,20	Ti	0,005
HCO_3'	1586,0	K^+	28,0	Sr	1,75	Ni	0,003
Cl'	85,0	Ca^{++}	100,0	Mn	0,175	Ba	0,002
SO_4''	139,0	Mg^{++}	49,0	Rb	0,077	Co	0,001
F'	0,20	NH_4^+	0,2	Zn	0,040	Mo	0,001
Br'	0,02	Fe_2O_3	0,5	Cr	0,028	Ag	0,0004
J'	0,04	Al_2O_3	0,10	Cs	0,022	Cd	0,0002
HPO_4''	0,30	HBO_2	20,0	Cu	0,012	Hg	0,0002
$HAsO_4''$	0,005	SiO_2	20,0	Pb	0,008	Sb	0,0002

Prema gasnom sastavu, voda je tipično ugljendioksidna; sadržaj rastvorenog gasa CO_2 iznosi 0,99 g/l, odnosno slobodnog CO_2 1,38-2,0 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-7,8 Bq/l, Ra-0,18 Bq/l, U-0,0007 mg/l.

1959. godine su u blizini kopanog bunara izbušene 4 istražne bušotine različite dubine - najdublja do 103 m (Milojević, 1964). U najdubljoj, koja je bušena u celini kroz tercijarnu naslagu, nabušeni su na dubini 36-72 sitnozrni i krupnozrni peskovi, sa arteskom vodom, ali to nije bila mineralna ugljenokisela voda. Bušenje se tako pokazalo kao neuspešno.

Lečilišno dejstvo mineralne vode je širokog dijapazona (Marković, 1980). Pozitivno deluje kod šećernih bolesti, rekonvalscencjie posle teških i zaraznih oboljenja, zatim kod bolesti stomaka, creva, jetre, bubrega, žuči, mokraćne bešike, malokrvnosti, itd. To je vrlo dobra stona osvežavajuća voda, prijatnog ukusa - još 1907. je dobila zlatnu medalju u Londonu, a kasnije i u Liježu. Flaširanje vode je vršeno neprekidno, počev od 1980. godine, u promenljivom obimu.

Lečilište i njegova okolina (Kruševac, Jastrebac), omogućuju smeštaj i razonodu mnogim gostima. Na Jastrepcu se nalazi turističko naselje (hotel, odmaralište i domovi, veštačko jezero, bazen i drugo), sa mogućnostima lova i ribolova.

Žarevci

U predelu naselja Žarevci, severnog dela Kupaca, sela na oko 17 km JZ od Kruševca, postoji izvor mineralne vode koji meštani nazivaju "Slana bara". Izvor je primitivno kaptiran, izdašnosti 1,5 l/s, temperature vode 18°C, pH-8,1.

Pojava izvora je u obodu aluvijalne zaravni prema kristalastim škriljcima. Izvor slobodno otiče u Rasinu.

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,5 g/l. Karakteriše je veoma visok sadržaj HBO_2 - 146,0 mg/l, kao i povišen sadržaj hlorida - 177,5 mg/l. Sadržaj CO_2 je 22,5 mg/l, a Br' - 1,40 mg/l, F' - 2,88 mg/l, Li - 0,43 mg/l, Rb - 0,01 mg/l, Sr - 0,02 mg/l. Očito je da se od drugih ugljenokiselih mineralnih voda po obodu Kruševačkog tercijarnog basena razlikuje po većem mešanju sa hladnim podzemnim vodama iz tercijarnih vodonosnih sredina.

Veluće

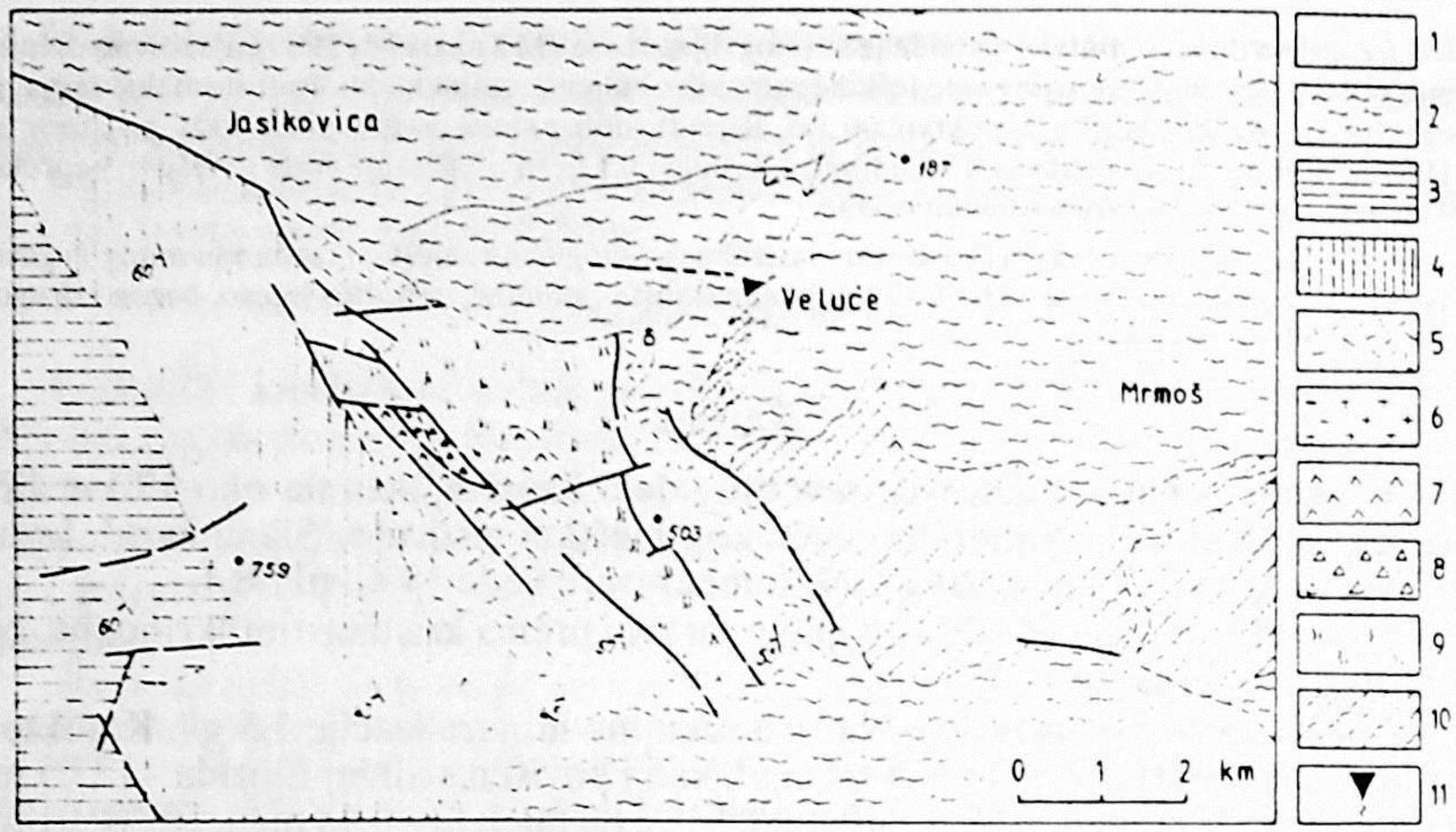
Pojava ugljenokisele mineralne vode u ataru sela Veluća se nalazi u slivu Pasjačke reke, oko 1,5 km SI od manastira Veluća i oko 8 km od magistralnog puta Kraljevo - Kruševac. Nadmorska visina izvorišta je oko 220 m.

Na levoj obali Pasjačke reke je od davnina bio poznat izvor mineralne vode. Uglavnom ga je koristilo lokalno stanovništvo, s obzirom da je voda bila pogodna za piće. Kao sezonska, seoska banja se održavala do sedamdesetih godina ovog veka, kada je na osnovu pozitivnih rezultata istraživanja, ovde podignut industrijski pogon za flaširanje stone osvežavajuće mineralne vode "Mivela".

Geološka građa terena je relativno složena (sl. 40). Mineralna voda se pojavljuje u neposrednom obodu tercijarnog Kruševačkog basena. U obodu basena su zastupljeni prekambrijski metamorfiti, ultramafiti, heterogene stene dijabaz-rožnačke formacije, a dalje ka zapadu flišne tvorevine donjokredne starosti. Ove stene su brojnim razlomima izdeljene u blokove, a duž tih razloma su u prošlosti strujali hidrotermalni rastvori, koji su izazvali različite promene u stenskim masama (sa produktima silifikacije i jedinjenja gvožđa). Generalno, pravac rasednih struktura je ZSZ-IJI.

Mineralna voda izvora je HCO_3-Mg,Na tipa, ukupne mineralizacije 3,10 g/l, temperature 11°C, pH-6,5. Izrazito je ugljenokisela, a njen hemijski sastav je sledeći (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	195,0	Li	0,37	Ni	0,005
HCO_3'	2171,0	$K^{\cdot}$	12,0	Sr	0,21	Pb	0,003
Cl'	39,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	80,0	Mn	0,088	Ba	0,002
SO_4''	4,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	293,0	Cs	0,070	Co	0,001
F'	0,30	$NH_4^{\cdot}$	0,1	Rb	0,046	Mo	0,001
Br'	0,03	Fe_2O_3	2,5	Zn	0,015	Sb	0,0002
J'	0,05	Al_2O_3	0,04	Cu	0,008	Ag	0,0002
HPO_4''	0,25	HBO_2	8,0	Ti	0,007		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	35,0	Cr	0,006		



Sl. 40 - Geološka karta područja Veluća (Rakić i dr., 1976)
1 - aluvijalni nanos, 2 - miopliocenski sedimenti, 3 - donjokredni flišoliki sedimenti, 4 - titon-valendijski fliš, 5 - titonski krečnjaci, glinci, laporci i peščari, 6 - graniti, 7 - gabro, 8 - dijabaz-rožnačka formacija, 9 - serpentinisani peridotiti, 10 - proterozojski škriljci, 11 - mineralni izvor

Fig. 40 - Geological map of Veluće area (Rakić et al., 1976)
1 - alluvial deposit, 2 - Miocene-Pliocene sediments, 3 - Lower Cretaceous flysch-like sediments, 4 - Tithonian-Valanginian flysch, 5 - Tithonian limestones, claystones, marls and sandstones, 6 - granite, 7 - gabbro, 8 - diabase-chert formation, 9 - peridotite (serpentinized), 10 - Proterozoic schists, 11 - mineral spring

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid, a sadržaj rastvorenog gasa je do 2,3 g/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra - 0,45 Bq/l.

Hidrogeološka istraživanja većeg obima su izvedena 1971. godine. Tada su u blizini mineralnog izvora izbušene dve istražne bušotine, dubine 141 i 101 m (Dimitrijević, Filipović, 1972; Filipović i dr., 1973).

Bušotina V_1, dubine 141 m, bušena je kroz različite škriljce, mestičmično raspadnute, tektonski polomljene. U pojedinim intervalima dubine, registrovani su prilivi mineralne vode, pa se količina vode na samoizliv povećala sa dubinom bušenja: na 11m, Q = 0,25 l/s; na 33 m Q = 0,4 l/s; na 70 m, Q = 6,0 l/s; a po zacevljenju bušotine do krajnje dubine, samoizliv je iznosio Q = 12,0 l/s. Nakon dužeg isticanja, samoizliv se ustalio na 2,0 l/s. Temperatura vode je bila 23°C. Voda je HCO_3-Na,Mg tipa, sa sadržajem rastvorenog CO_2 do 1,4 g/l. Prema izotopskim ispitivanjima, apsolutna starost vode je 22000 ± 650 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Bušotina V_2, dubine 101 m, bušena je na oko 100 m uzvodno od mineralnog izvora, na levoj obali Pasjačke reke. Mineralna voda je temperature 20,5°C, ukupne mineralizacije 2,83 g/l, ali je voda HCO_3-Mg,Na tipa. Sadržaj rastvorenog CO_2 je 1,36 g/l.

Tokom 1986. godine, izbušena je u području izvorišta bušotina V_3, dubine 119 m (Stamenović, 1986). I ova je, kao i prethodne, bušena kroz kristalaste škriljce, a na dubini 71-79 m je registrovana vodopropusna zona, predstavljena ispucalim škriljcima i mermerima. Po završetku bušenja, dobijeno je na samoizliv 1,2-1,5 l/s mineralne vode, temperature 19-20,5°C.

Na oko 6 km istočnije od Veluća, u selu Mrmoš, registrovana je mineralizovana voda (0,83 g/l), sa

povišenim sadržajem rastvorenog CO_2 - 0,8 g/l, kao i povišenog sadržaja Ra - 0,30 Bq/l, što je čini uslovno mineralnom. Temperatura vode je 13°C, pH-6,2. Sastava je HCO_3-Ca,Mg, odnosno izraženo mešanje sa podzemnim vodama iz aluvijalnog nanosa znatno snižava ukupnu mineralizaciju vode i doprinosi dominaciji jona Ca^{2+} i Mg^{2+} u odnosu na jon Na^{+}.

Prema orijentacionom mišljenju o terapijskoj vrednosti vode (1971. godine), mineralna voda iz bušotine V_2 se može koristiti pijenjem kao dopunsko sredstvo lečenja kod izvesnih hroničnih oboljenja, kao: hronična oboljenja želuca, hronična oboljenja žučnih puteva, pesak u mokraćnim putevima, stanje posle hirurškog odstranjivanja kamena iz žučnih i mokraćnih puteva.

Crnišava

U selu Crnišavi, oko 5 km južno od Trstenika, mineralna ugljenokisela voda je kaptirana u vidu kopanog bunara, dubine 4 m. Samo 30-50 m od ovog bunara, kopanjem temelja za kuću, jedan meštanin je naišao na ugljenokiselu vodu. Voda je hladna (16°C), pH-6,7-7,0. Ukupna mineralizacija vode je 3,4-3,5 g/l.

U geološkom pogledu, pojava mineralne vode je lokalizovana na obod tercijarnog basena prema donjokrednim titon-valendijskim flišnim tvorevinama. U blizini su i mase kristalastih škriljaca, serpentinita i stena dijabaz-rožnačke formacije, sa međusobnim veoma složenim tektonskim odnosima.

Prema hemizmu, mineralna voda je HCO_3-Na tipa, slična mineralnim vodama kakve se u više lokalnosti pojavljuju po obodu Kruševačkog tercijarnog basena. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^{+}	759,0	Ba	8,70	Pb	0,004
HCO_3'	2586,4	K^{+}	35,1	Sr	6,20	As	0,002
Cl'	21,0	Ca^{++}	104,0	Li	0,28	Mo	0,002
SO_4''	10,0	Mg^{++}	52,4	Mn	0,108	Sb	0,0005
F'	1,0	NH_4^{+}	0,1	Rb	0,093	Hg	0,0001
Br'	0,03	Fe_2O_3	1,40	Cs	0,062		
J'	0,02	Al_2O_3	0,15	Cr	0,040		
HPO_4''	1,20	HBO_2	3,0	Zn	0,015		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	16,0	Cu	0,012		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa iznosi oko 0,70 g/l. Od radioaktivnih elemenata povišen je sadržaj Ra - 0,51 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski - 12,2 Bq/l i 0,0012 mg/l.

Vrnjačka banja

Vrnjačka banja se nalazi oko 25 km JI od Kraljeva, na severnim padinama planine Goč (1216 m). Banja leži u dolini planinske Vrnjačke reke; na obalama reke se prostiru parkovi, iza kojih su po brežuljcima izgrađene vile, hoteli i sanatorijumi. Reljef terena je blago zatalasan; najniže kote su u SI delu terena, oko 180 m, dok su najviše kote u užoj zoni banje - Krstovo brdo (430 m) i Orlovac (401 m) na južnoj strani.

Klima banje je umereno-kontinentalna, sa uticajem planine Goča, što se odražava u relativno blagim zimama i ne mnogo toplim letima. Srednje godišnje padavine iznose 782 mm, a srednja godišnja temperatura vazduha 10,2°C.

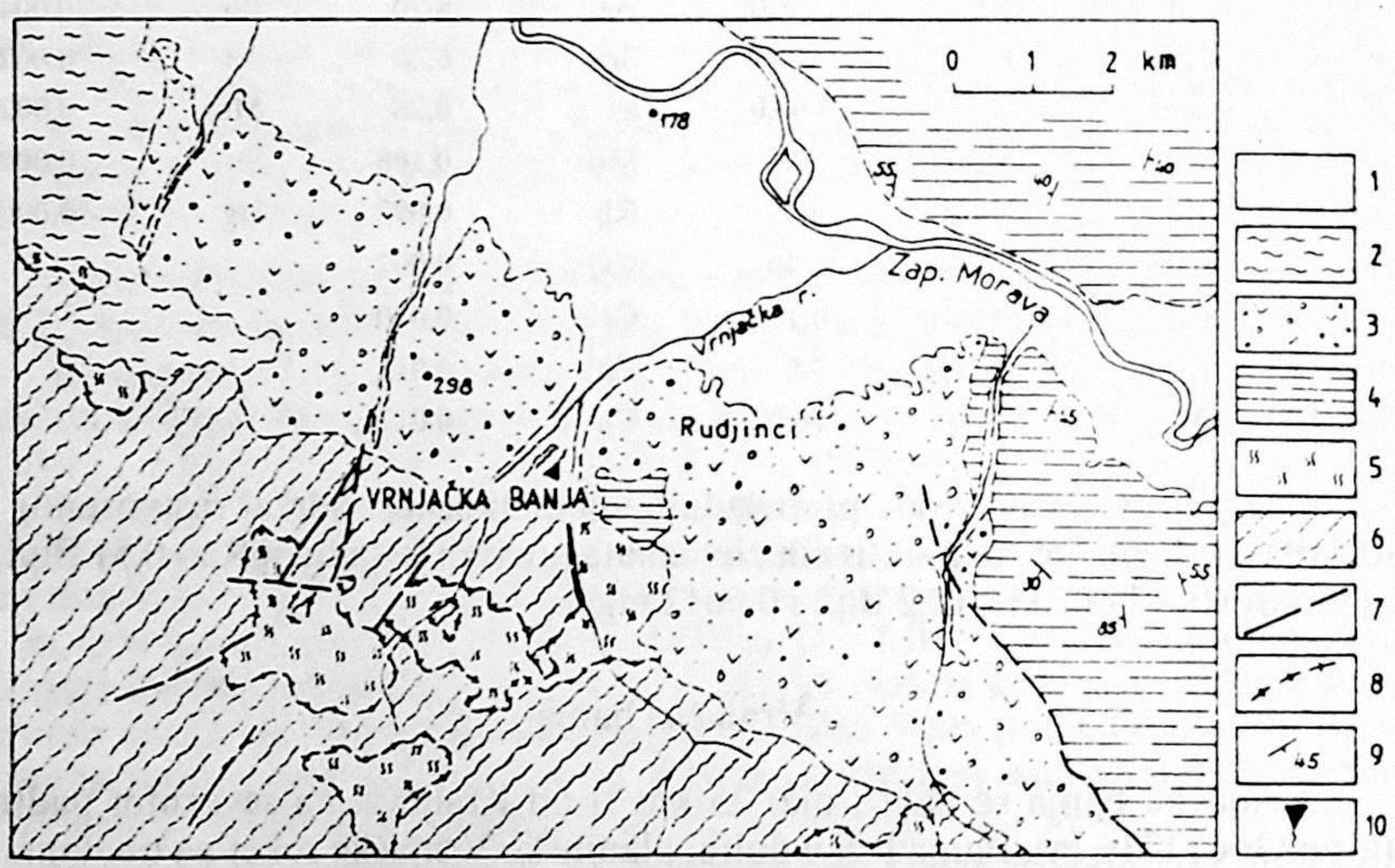
Pošto se nalazi u središtu Srbije, banja je lako pristupačna iz svih pravaca. Ona je asfaltnim putem povezana preko Kraljeva sa Ibarskom magistralom, a preko Kruševca sa autoputem Beograd - Niš. Osim

toga, povezana je preko železničke pruge sa Kraljevom i Kruševcom, pa tako i sa Beogradom i sa jugom Srbije.

Ugljenokisela mineralna voda u banji je korišćena od najstarijih vremena. Prilikom kaptažnih radova 1924. godine, otkriveno je kod izvora tople vode jedno udubljenje u steni, koje je u doba Rimljana bilo mesto gde se zahvatala voda. U njemu je nađeno oko 200 raznih novčića, uglavnom iz III i IV veka n.e., ali i novčića iz stare ere. Nakon propasti Rimske imperije, lekovita voda je zaboravljena, da bi se počela koristiti ponovo 1858. godine, a prva zvanična sezona u lečilištu je otvorena 1870. godine. Od tada se banja relativno brzo razvijala, pošto su mineralne vode visoko ocenili baron Herder 1834, Lindenmajer 1856. i drugi ugledni naučnici. Već 1933. godine u banji je postojalo oko 300 vila, pansiona, hotela i sanatorijuma, za smeštaj oko 10000 gostiju. U periodu posle II sv. rata, banja sve više dobija fizionomiju evropske banje; to nije samo prirodno lečilište, već i najveće balneološko naselje u Srbiji. Sada u banji postoji oko 400 hotela, vila i privatnih zgrada, koje su u glavnoj sezoni (maj - septembar) puni gostiju.

Prve sezone 1870. godine, u banji se lečilo oko stotinu osoba, uglavnom iz okoline. Međutim, 1908. godine, bilo je već 15000 bolesnika, što je za ono vreme bila skoro rekordna poseta među evropskim banjama. Broj gostiju se iz godine u godinu povećavao, pa je 1939. zabeležena poseta od 35000 gostiju; po banjskoj statistici, u banji je 1970. boravilo oko 150000 gostiju, a kasnijih godina i više.

U banji su postojala dva prirodna izvora mineralne vode: izvor hladne mineralne vode "Snežnik", izdašnosti 0,8 l/s, temperature 17°C, čija se voda koristila za piće i flaširanje; i "Topli izvor", sa temperaturom vode 36,5°C, čija voda služi za piće i kupanje. Topli izvor je uz banjsko kupatilo, a izvori hladne vode su uzvodno u dolini Vrnjačke reke, pored korita reke. Kasnije su u području izvora bušene bušotine da bi se zahvatile veće količine mineralne vode, a tim bušenjem je dobijena mineralna voda i u novim lokalnostima ("Slatina", "Jezero" itd.). Otkrivene su još neke manje pojave mineralne vode u okolini (Vrnjačka reka, Duboki potok, itd.).



Sl. 41 - Geološka karta područja Vrnjačka banja (Urošević i dr., 1973a)
1 - aluvijalni nanos, 2 - miopliocenski sedimenti, 3 - donjomiocenska (?) vulkanogeno-sedimentna serija, 4 - donjokredni fliš (peščari, glinci, alevroliti, laporci), 5 - serpentiniti i peridotiti, 6 - paleozojski metamorfiti, 7 - rased, 8 - dijapirski kontakt stena, 9 - elementi pada slojeva, 10 - pojava mineralne vode

Fig 41 - Geological map of Vrnjačka banja area (Urošević et al., 1973a)
1 - alluvial deposit, 2 - Miocene-Pliocene sedimetns, 3 - Lower Miocene (?) volcanogenic sedimentary series, 4 - Lower Cretaceous flysch (sandstones, claystones, siltstones, marls), 5 - serpentinite and peridotite, 6 - Paleozoic metamorphites, 7 - fault, 8 - diapiric contact of rocks, 9 - dip of strata elements, 10 - occurrence of thermal water

Područje banje u geološkom pogledu karakterišu metamorfiti - paleozojski škriljci (sl. 41). To su geološki najstarije tvorevine, posebno razvijene južno i zapadno od banje. Predstavljene su kompleksom sericitsko-hloritskih škriljaca, peščara, sa sočivima kalkšista i mermera. Jedno takvo sočivo mermera je otkriveno južno od banje. Istočno i južno od banje, većeg rasprostranjenja su ultramafiti harcburgitskog sastava; severoistočno se nastavljaju flišni sedimenti barem-apta, a starije stene sa severa zaplavljuju neogenske naslage (gline, lapori, konglomerati i tufovi).

Tektonski odnosi u terenu su složeni. Postoji više tektonskih struktura, raseda, za koje se vezuju pojave mineralne vode. Međutim, karakteristično je da se paleozojski škriljci nalaze u antiformi koja je izazvana najverovatnije neotkrivenim intruzivom (granitoidima) - ekvivalentom granitoida otkrivenih na Željinu. Ovom magmatskom intruzijom je, prema tome, omogućen proces generisanja gasa CO_2 kojim su zasićene mineralne vode Vrnjačke banje, a kao najznačajniji hidrogeološki kolektor funkcionišu pukotinsko porozni intervali u metamorfitima.

Mineralna voda je izrazito HCO_3-Na tipa, sa manjim varijacijama osnovnog sastava zavisno od lokalnosti u kojoj je kaptirana. Ukupna mineralizacija je 2,7-3,8 g/l, pH-6,3-6,5, a zbog navedenog razloga ovde je prikazan sastav vode "Snežnika" (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	447,0	Li	2,86	Hg	0,0002
HCO_3'	2040,0	K^+	43,0	Sr	2,37		
Cl'	31,0	Ca^{++}	120,0	Rb	1,31		
SO_4''	6,0	Mg^{++}	97,0	Cs	0,357		
F'	1,7	NH_4^+	0,2	Mn	0,157		
Br'	0,0	Fe_2O_3	3,3	Ba	0,083		
J'	0,0	Al_2O_3	1,77	Cr	0,006		
HPO_4''	0,7	HBO_2	6,0	Ni	0,004		
$HAsO_4''$	0,0	SiO_2	45,0	Cu	0,002		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid (preko 80% zapreminski), čiji je sadržaj u vodi "Slatine" 1,76 g/l, a u vodi "Snežnika" 1,23 g/l. Prema merenjima iz 1952. godine, gasni faktor mineralne vode je iznosio 0,31 (pri izdašnosti izvora od 5 l/s). Od radioaktivnih elemenata, registrovan je nešto povišen sadržaj Ra - do 0,24 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski - 14,8 Bq/l i 0,0006 mg/l. Apsolutna starost vode iznosi 30000 ± 1700 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Dosadašnja istraživanja mineralne vode u banji su bila relativno obimna (Marinković, Marjanović, 1990; Filipović i dr., 1992). Može se reći da su ta istraživanja započeta posle I sv. rata, a posebno su bila intenzivna u periodu 1978-83. godine. Primenjene su različite geološke metode istraživanja, a izbušeno je i preko 30 istražnih bušotina različite dubine.

Na lokalnosti izvora "Snežnik", koji je otkriven 1916. godine, izvršeno je 1922-25 godine kopanje dva plitka bunara, koji su bili u funkciji do 1978. godine, kada su izbušene tri bušotine, dubine 30-51 m. Nakon toga je urađen eksploatacioni bunar Sž-1/79, dubine 67,7 m, i tu je napravljena biveta za korišćenje vode. Mineralna voda je zahvaćena u intervalu 31,7-67,7 m dubine, u količini od 0,8 l/s.

Na lokalnosti "Toplog izvora" je u periodu 1932-34. izbušeno 5 istražnih bušotina, dubine 122-200 m. Najdubljom bušotinom su dobijeni najbolji rezultati u

pogledu količine vode, ali je temperatura vode 31,5°C. Bušeno je kroz kristalaste škriljce, serpentinite, sa interkalacijama dolomita.

Na lokalnosti "Slatina" je mineralna voda otkrivena 1935. godine. Tada su urađene dve kaptaže ("izvor rov" i "izvor zid"), koje su bile u funkciji do 1978. godine, kada su izbušene 4 istražne bušotine, dubine 30-44,5 m. Tri od ovih bušotina se koriste u biveti. Mineralna voda je hladna (9,6-14,5°C), po kvalitetu slična vodi "Snežnika".

Istraživanjima 1978. godine je otkrivena mineralna voda u lokalnosti "Jezero". Tu je izbušena jedna istražna bušotina, dubine 260 m, kao i eksploatacioni bunar dubine 302 m. Bušeno je kroz kristalaste škriljce, u kojima su mermeri u intervalu 218-248 m. Dobijena je ugljenokisela mineralna voda (1,25 l/s), HCO_3-Na tipa, temperature 25°C, pH-6,5. Ukupna mineralizacija vode je 1,94 g/l.

U dvorištu JKSP "Beli izvor", u neposrednoj blizini ušća Lipovačkog potoka u Lipovačku reku (na oko 150 m od "Slatine"), izbušena je istražna bušotina dubine 505 m. Bušena je kroz kristalaste škriljce i na samoizliv je dobijeno 0,6 l/s ugljenokisele mineralne vode, temperature 29,5°C. Po kvalitetu, voda je slična "Slatini", ukupne mineralizacije 3,73 g/l, a sadržaj glavnih jona je (mg/l):

HCO_3'	2611,0	Na^+	722,3	SiO_2	72,1
Cl'	46,3	K^+	91,5	HBO_2	7,1
SO_4''	1,0	Ca^{++}	105,3	F'	1,8
		Mg^{++}	60,4		

Najdublja bušotina, 1020 m, izbušena je u krugu fabrike za flaširanje "Vrnjci". Ostala je nezavršena zbog pojave metana i verovatno havarije. Do dubine 788 m je bušeno kroz tercijarnu seriju: glinci, peščari, konglomerati i tufovi; a zatim kroz paleozojske škriljce. Temperatura stene na dubini 1000 m je iznosila 60°C.

Istraživanja su vršena i u ataru sela Ruđinci, oko 4 km istočno od Vrnjačke banje (Filipović, Lazić, 1991). Izvor mineralizovane vode (ukupne mineralizacije 0,9 g/l; temperature 14°C) se nalazi u izvorišnom delu potoka Crnobarac, kod mesta zvanog Grot. Ovde je 1988. izbušena bušotina dubine 328 m. Bušeno je kroz neogenske gline i lapore do dubine 55,5 m; zatim kroz tufove do 276,6 m, i najzad kroz donjokredne flišne tvorevine. Rezultati u pogledu vode su bili negativni. Kasnije je, ipak, bušena još jedna istražna bušotina, ali je na dubini 360 m usled havarije obustavljena.

Mineralna voda se koristi u balneoterapiji i za flaširanje kao stona osvežavajuća voda.

Lečenje se obavlja pijenjem mineralne vode, kupanjem u toploj vodi, inhaliranjem i ispiranjem toplom vodom (nosa, grla, očiju, ušiju, rana, itd.). Ovo se sprovodi u Zavodu za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju organa za varenje i šećerne bolesti "Vrnjačka banja", koji poseduje najsavremeniju opremu za dijagnosticiranje i terapiju. U Zavodu se sprovode sledeće procedure: higijensko-dijetalni režim sa kombinovanjem mineralnih voda (posebna dijeta za svaku vrstu oboljenja); medikamentozna terapija; fizioterapija, masaža, kineziterapija, balneoterapija (kade sa mineralnom vodom), elektroterapija, termoterapija, terapija parafinom i drugo. Banja raspolaže sa velikim i modernim kupatilom za kupanje u mineralnoj vodi, sa 2 bazena (muški i ženski) i 44 kade.

Medicinske indikacije: katar želuca i čir na dvanaestopalačnom crevu; funkcionalna oboljenja debelog creva i zapaljenje debelog creva; oboljenje žučne kese i stanja posle operacije žučne kese; stanja posle preležane zarazne žutice; šećerna bolest, hronični hepatitis; bolesti bubrega i mokraćnih puteva, kamen i pesak u bubregu; lakši oblici hipertenzije.

Banjskim gostima su na raspolaganju: a) objekti u sastavu Zavoda - stacionari "Novi Merkur" (B kategorija, 414 ležaja), "Stari Merkur" (B kategorija), "Romanija" (dečji stacionar), "Mirko Tomić" i "Šumadija" sa ukupno 510 postelja; b) objekti u sastavu RO "Fontana" - hoteli "Zvezda" (B kategorije 230

postelja), "Fontana" (B kategorije, 420 ležaja). U hotelima postoje pokriveni bazeni i drugi sadržaji. "Fontana" raspolaže sa većim brojem hotela B i D kategorije, kao i velikim brojem pansiona; c) objekti u sastavu Odmarališta - hoteli "Breza" (B kategorije, 400 postelja), "Slavija" (B, 200), "Slatina" (B, 110), "Borjak" (B, 180), "Partizanka" (B, 110) i drugi; d) u privatnim vilama i pansionima se nalazi oko 10000 ležaja.

Fabrika za flaširanje prirodne mineralne vode i osvežavajućih napitaka "Vrnjci", osamdesetih godina je flaširala oko 22 miliona litara godišnje.

U Vrnjačkoj banji je lepo uređen banjski park na više od 60 ha površine, pogodan za šetnju i odmor. Tu je i letnja pozornica amfiteatarskog tipa. Tokom godine se održavaju brojne kulturne i sportske manifestacije.

U okolini Vrnjačke banje se prostiru šume pogodne za duže šetnje, izlete i lov, a zimi je moguće skijanje na Goču (15 km). Osim toga, u okolini je više kulturno-istorijskih spomenika iz novije i starije istorije: srednjovekovni manastiri Žiča (XIII vek; 31 km), Ljubostinja (XIV vek, 11 km), Kalenić (XV vek; 37 km), crkva Lazarica u Kruševcu (XIV vek, 37 km), srednjovekovni gradovi Maglič, Koznik, itd.

Studenički izvori

Izvori ugljenokisele mineralne vode se nalaze na levoj obali Studeničke reke, na oko 800 m severno od manastira Studenice. Nadmorska visina izvora je 440 m, a jugozapadno se diže masiv Radočela (1643 m).

Postoje dva izvora, izdašnosti oko 0,5 l/s, temperature vode 16°C. Pored izvora su bušene tri istražne bušotine, dubine do 141 m (Krstić, 1989a). Bušene su kroz serpentinit i mermer, a kaptirana voda je temperature do 18°C, HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 2,51-2,58 g/l, pH-6,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	618,0	Sr	2,00	As	0,005
HCO_3'	1793,0	K^+	27,0	Li	0,65	Cu	0,002
Cl'	103,0	Ca^{++}	129,0	Rb	0,33	Hg	0,0003
SO_4''	4,0	Mg^{++}	79,0	Ba	0,175		
F'	2,1	NH_4^+	0,2	Mn	0,045		
Br'	0,05	Fe_2O_3	4,0	Cs	0,035		
J'	0,02	Al_2O_3	4,0	Ti	0,010		
HPO_4''	0,25	HBO_2	24,0	Ni	0,008		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	35,0	Cr	0,007		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid, a sadržaj rastvorenog CO_2 je 0,92 g/l. Radonska radioaktivnost vode je niska - 40,7 Bq/l, ali je sadržaj Ra znatno povišen - do 1,40 Bq/l, što je prema tome svrstava u radioaktivne vode. Štaviše, M. Leko i dr. (1922) navode radioaktivnost vode od 349,9 Bq/l.

Osnovu terena čini kompleks paleozojskih škriljaca, u kome dominiraju amfibolitske stene, a u manjoj meri su zastupljeni sericitsko-hloritski škriljci. U okviru kompleksa se nalaze i sočiva mermera; mermeri su i u području manastira relativno većeg prostranstva. Kupasta morfologija vrha Radočela je najverovatnije posledica utiskivanja plutonita u metamorfni kompleks, sa čime su u vezi i pojave ugljenokisele mineralne vode. Erozija još nije otkrila taj plutonit, kao što je slučaj južnije u vrhovima Golije.

Negrišori

U selu Negrišori, nedaleko od puta Lučani-Markovica (10 km istočno od Požege), kod kuće Domanović Radenka, postoji izvor termalne vode. Izvor je male

izdašnosti - 0,02 l/s, neuređen. Voda je dugo korišćena od strane lokalnog stanovništva, koji su najzad utvrdili da im ona oštećuje zube nakon dužeg korišćenja (Krstić, 1989a). Verovatno je tome uzrok povišeni sadržaj fluora - 10 mg/l.

Termalna voda se pojavljuje u terenu izgrađenom od gornjokrednog fliša i paleozojskih kristalastih škriljaca. Izrazito je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,38 g/l, temperature 22°C, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	362,0	Sr	0,42	Cu	0,001
HCO_3^-	960,0	K^+	5,46	Li	0,36	V	0,001
Cl^-	14,0	Ca^{++}	12,0	Ba	0,036	Hg	0,0002
SO_4^{--}	12,0	Mg^{++}	7,0	Pb	0,017		
F^-	10,0	NH_4^+	0,4	Rb	0,014		
Br^-	0,05	Fe_2O_3	0,15	Cr	0,012		
J^-	0,05	Al_2O_3	0,27	Cs	0,012		
HPO_4^{--}	0,1	HBO_2	18,0	Mn	0,003		
$HAsO_4^{--}$	0,05	SiO_2	12,0	Ni	0,001		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot. Od radioaktivnih elemenata, sadržaj Rn iznosi 14,8 Bq/l, a sadržaj Ra - 0,21 Bq/l.

Viča

Pojava mineralne vode je uz desnu obalu reke Bjelice, u selu Viča, koja se nalazi na putu Guča - Kaona. Izvor je kaptiran, izdašnosti 0,06 l/s, temperature vode 14°C. Bio je poznat i posle I sv. rata. Teren izgrađuju heterogene tvorevine gornjokrednog fliša, koje leže preko paleozojskih škriljaca.

Izvorište mineralne vode je razbijenog tipa, u kojem se mineralna voda meša sa običnim podzemnim vodama, pa je lokalno promenljivih karakteristika. Voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,05 g/l, hladna (12°C), pH-7,4. Karakteriše je povišeni sadržaj F^-. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	213,0	Sr	0,36	V	0,001
HCO_3^-	750,0	K^+	1,8	Li	0,135	Hg	0,0002
Cl^-	14,0	Ca^{++}	46,0	Ba	0,036		
SO_4^{--}	10,0	Mg^{++}	18,0	Mn	0,011		
F^-	0,9	NH_4^+	0,7	Rb	0,009		
Br^-	0,1	Fe_2O_3	0,6	Cr	0,009		
J^-	0,05	Al_2O_3	0,23	Pb	0,009		
HPO_4^{--}	0,1	HBO_2	14,0	Cs	0,009		
$HAsO_4^{--}$	0,05	SiO_2	17,0	Ni	0,001		

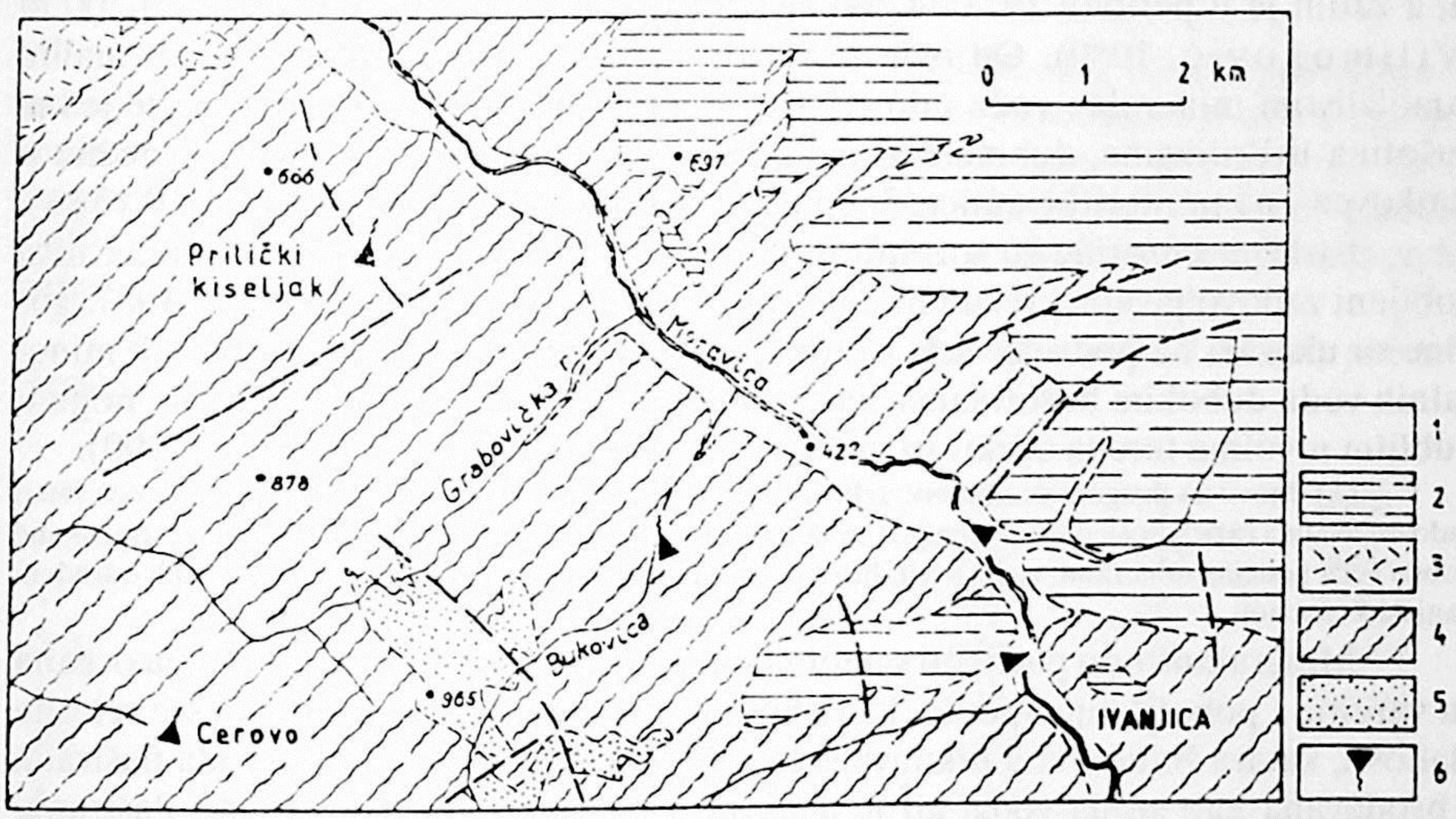
U gasnom sastavu vode preovlađuje azot (78% zapreminski). Sadržaj radioaktivnih elemenata je: Rn-18,5 Bq/l, Ra-0,21 Bq/l, U-0,0024 mg/l. Sadržaj F^- dostiže 16,0 mg/l (Krstić, 1989a).

Prilički kiseljak

Prilički kiseljak u blizini Ivanjice (10 km), leži na brežuljkastim i šumovitim ograncima Mučnja (1534 m), na nadmorskoj visini oko 500 m.

Mineralna voda je izvirala u jednoj stešnjenoj dolini u brdskom rejonu obraslom šumom, van naselja i podalje od puteva, pa je stoga dugo vremena ostala nepoznata široj javnosti. Prvi podaci o vodi potiču iz 1858. godine, kada je S. Obradović, član suda Okruga užičkog, u desetoj knjizi Glasnika društva srpske slovesnosti objavio "Opisanije okružija užičkog", u kome spominje kiselu vodu u Prilikama (Živković, 1977). Hemijska analiza vode je urađena 1869. godine, a 1873. je došlo do uređenja banje, kaptiranja mineralnog izvora i njegovo odvajanje od obližnjeg potoka. Tada je podignuto 11 "kvartira" i sagrađena jedna kuhinja, pa je taj kraj dobio kakvo-takvo prirodno lečilište.

Teren je izgrađen od paleozojskih metamorfita - karbonskih kristalastih škriljaca (sl. 42), u kojima preovlađuju filiti u smeni sa sericitskim škriljcima. Znatna je zastupljenost i kvarcnih konglomerata i kvarcita.



Sl. 42 - Geološka karta područja Priličkog kiseljaka (Brković i dr., 1977)
1 - aluvijalni nanos, 2 - gornjokredni fliš (alevroliti, glinci, peščari, laporci, laporoviti krečnjaci), 3 -trijaski krečnjaci i peščari, 4 - paleozojski metamorfiti, 5 - paleozojski kvarciti, 6 - pojava mineralne vode

Fig. 42 - Geological map of Prilički kiseljak area (Brković et al., 1977)
1 - alluvial deposit, 2 - Upper Cretaceous flysch (siltstones, claystones, sandstones, marls, marly limestones), 3 - Triassic limestones and sandstones, 4 - Paleozoic metamorphites, 5 - Paleozoic quartzite, 6 - occurrence of mineral water

Mineralni izvori se pojavljuju na širem prostoru izgrađenom od metamorfita, tako da su, osim u Prilikama, poznati u Bukovici, Cerovu, kao i u obali Moravice kod Ivanjice. Uopšte, izvori su mahom male izdašnosti - do 0,2 l/s, sa povišenim sadržajem rastvorenog CO_2 - do 1,5 g/l. Voda je hladna (12-16°), preovlađujućeg HCO_3-Na sastava, pH-6,1-6,5. Ukupna mineralizacija vode iznosi do 6,6 g/l. Hemijski sastav vode Priličkog kiseljaka je dat na sledećoj strani (mg/l).

Vodu karakteriše povišeni sadržaj Ra - 0,67 Bq/l; sadržaj Rn je 37,0 Bq/l, U-0,0007 mg/l.

U području Priličkog kiseljaka su do sada izvedena određena hidrogeološka

CO_3"	0,0	Na·	569,0	Li	1,00	Co	0,005
HCO_3'	1920,0	K·	23,0	Mn	0,87	Cu	0,001
Cl'	92,0	Ca··	110,0	Sr	0,45	Hg	0,0002
SO_4"	18,0	Mg··	42,0	Rb	0,275		
F'	1,0	NH_4·	0,2	Cs	0,200		
Br'	0,05	Fe_2O_3	22,6	Ba	0,042		
J'	0,2	Al_2O_3	0,30	Ni	0,010		
HPO_4"	1,2	HBO_2	21,0	Ti	0,010		
$HAsO_4$"	0,05	SiO_2	15,0	Cr	0,006		

istraživanja. Pored izvora je 1960. godine izbušena jedna istražna bušotina, dubine 43 m, a zatim je u periodu 1973-74 godine izbušeno još 5 bušotina, dubine 50-200 m (Vilimonović, 1980). Od ovih je većina bušotina bila pozitivna, ali sa malim samoizlivom mineralne vode - do 0,2 l/s. Tokom 1980-81 godine izbušena je jedna bušotina u Prilikama, dubine 300 m (koja nije dala pozitivne rezltate), i jedna u Ratkovcu - na periferiji Ivanjice, dubine 240 m (izdašnost na samoizliv oko 0,15 l/s).

Istražne bušotine su u celini bušene kroz kristalaste škriljce, pa njima nisu dobijeni zadovoljavajući rezultati. Hidrogeohemijska ispitivanja, izvršena 1987. godine su ukazala na područje sela Cerovo kao najperspektivnije za zahvatanje mineralnih voda dubokim bušotinama, kao i na područje južno od Prilika, gde se mogu u dubljim nivoima terena očekivati kolektori mermera i kalkšista (Protić, 1990).

U odnosu na druge slične pojave ugljenokisele mineralne vode u Srbiji, Prilički kiseljak nije imao zadovoljavajući razvoj poslednjih decenija. Uzrok tome je najverovatnije u činjenici što se istraživanjem nije dobila veća količina mineralne vode, a izdašnost prirodnih izvora je suviše mala da bi se planirali određeni banjski kapaciteti.

Mineralnu vodu pacijenti samoinicijativno koriste za lečenje oboljenja organa za varenje i poboljšanje apetita. Korisnom se pokazala kod anemije i opšte telesne slabosti, katara želuca, kod rekonvalescencije i slično. Jedno vreme je voda flaširana i prodavana kao stona voda, ali je nedavno i taj manji pogon za ručno flaširanje obustavjen. Za smeštaj banjskih gostiju i pacijenata, osim vila, postoji i hotel "Dubrava".

Krajčinovići

Izvor ugljenokisele mineralne vode u selu Krajčinoviću se nalazi u zapadnom graničnom području Srbije, u teško pristupačnom planinskom području, oko 20 km JZ od Priboja. Izvor se pojavljuje na levoj obali reke Poblačnice, na nadmorskoj visini 500 m.

Šire područje izvorišta je izgrađeno od raznovrsnih paleozojskih kristalastih škriljaca. Mineralna voda se pojavljuje iz pukotine filita i mikašista, uglavnom u vidu pištevina. Glavni izvor je izdašnosti 0,01 l/s, a temperatura vode je 15°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 2,63 g/l, pH-6,4. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa je 1,14 g/l. Od radioaktivnih elemenata, povišen je sadržaj Ra - 0,38 Bq/l, dok je sadržaj Rn-18,5 Bq/l, U-0,0006 mg/l.

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	600,0	Li	0,80	Ba	0,002
HCO_3'	1710,0	$K^{\cdot}$	2,4	Sr	0,41	Ni	0,001
Cl'	57,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	66,0	Mn	0,183	Co	0,001
SO_4''	134,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	39,0	Rb	0,062	Pb	0,001
F'	0,30	$NH_4^{\cdot}$	0,1	Cr	0,027	Mo	0,001
Br'	0,03	Fe_2O_3	4,0	Cs	0,023	Cd	0,0002
J'	0,10	Al_2O_3	0,15	Cu	0,011	Hg	0,0002
HPO_4''	0,10	HBO_2	15,0	Ti	0,006	Sb	0,0002
$HAsO_4$''	0,01	SiO_2	10,0	Zn	0,005	Sn	0,0001

Deževa

U dolini Deževske reke, na oko 12 km severno od Novog Pazara, pojavljuju se izvori hladne, ugljenokisele mineralne vode. Pojava izvora je lokalizovana u gornjokrednom flišu, u kome su proboji andezita. Izdašnost izvora je ispod 0,1 l/s, a temperatura vode 12°C. Morfološki, područje se nalazi na južnim padinama planine Golije (1796 m), gde je klima planinska, sa oštrim zimama i svežim letima. Nadmorska visina izvorišta je 725 m.

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 2,54 g/l, pH-6,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	506,0	Sr	1,50	Pb	0,006
HCO_3'	1671,4	$K^{\cdot}$	39,0	Li	0,90	Mo	0,002
Cl'	121,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	120,0	Mn	0,26	As	0,001
SO_4''	19,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	36,6	Rb	0,12	Hg	0,0008
F'	2,50	$NH_4^{\cdot}$	2,0	Cs	0,10	Sb	0,0006
Br'	0,10	Fe_2O_3	1,40	Cr	0,035		
J'	0,07	Al_2O_3	0,08	Ba	0,032		
HPO_4''	0,10	HBO_2	80,0	Zn	0,014		
$HAsO_4$''	0,01	SiO_2	10,0	Cu	0,010		

Prema gasnom sastavu, mineralna voda je tipično ugljendioksidna, sa sadržajem rastvorenog CO_2 oko 0,7 g/l. Sadržaj Ra i U je nizak: 0,12 Bq/l i 0,001 mg/l, dok sadržaj Rn u vodi dostiže 2035 Bq/l (Rončević, Pokrajac, 1966).

U rejonu Deževe (lokalnost Vranovine) su do sada u okviru hidrogeoloških istraživanja izbušene dve istražne bušotine, dubine do 100 m. Bušene su kroz flišnu naslagu, i iz bušotine BB-1 je dobijeno 0,06 l/s vode na samoizliv (Đalović, i dr., 1986c).

Slatinski kiseljak

Na desetak kilometara zapadno od N. Pazara, u selu Slatina, nalazi se izvor ugljenokisele mineralne vode, poznat kao Slatinski kiseljak ili "Slana voda". Područje je brdsko-planinsko, subalpijske klime, sa visinom padavina 680-1100 mm godišnje. Nadmorska visina izvora je 620 m.

Izvor mineralne vode je odavno kaptiran u vidu česme, sa izdašnošću oko 0,03

l/s. Voda je hladna (13°C), i pojavljuje se iz pukotina kristalastih paleozojskih škriljaca u severnom podnožju Vračevca (1042 m).

Okolni teren izgrađuju paleozojski metamorfiti Drinsko-ivanjičkog elementa, koji se od Golije u vidu nepravilnog pojasa nastavljaju ka jugoistoku. U okviru njih su, u jednoj sinformi, sačuvani trijaski krečnjaci i heterogene stene dijabaz-rožnačke formacije severnije od Slatine, a u području Slatine su u depresiji sačuvani i pliocenski sedimenti.

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 8,18 g/l, pH-6,6. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	2139,0	Sr	13,00	Pb	0,008
HCO_3^-	5490,0	K^+	58,6	Li	2,50	Mo	0,002
Cl^-	284,0	Ca^{++}	52,0	Zn	0,155	As	0,001
SO_4^{--}	86,0	Mg^{++}	41,5	Rb	0,140	Sb	0,0008
F^-	5,0	NH_4^+	1,2	Cr	0,035	Hg	0,0007
Br^-	0,60	Fe_2O_3	3,40	Cu	0.020		
J^-	0,14	Al_2O_3	0,28	Cs	0.020		
HPO_4^{--}	1,50	HBO_2	70,0	Mn	0,014		
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	20,0	Ba	0,012		

U gasnom sastavu vode preovlađuje CO_2, čiji je sadržaj oko 0,88 g/l. Pored izvora se oseća zadah sumporvodonika, jer je njegov sadržaj u vodi do 9,7 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-14,8 Bq/l, Ra-0,10 Bq/l, U-0,0017 mg/l.

Pored izvora je bušena istražna bušotina dubine 100 m, kojom je na samoizliv dobijeno 0,04 l/s hladne mineralne vode. Bušeno je kroz grafitične škriljce, sa interkalacijama kvarcita (Đalović, Keranović, 1986b).

Vodu koristi lokalno stanovništvo, navodno kao lekovitu protiv oboljenja žuči.

Banje

Termomineralni izvor u selu Banje se nalazio na levoj dolinskoj strani Ibra, u strmoj padini između puta i reke, na nadmorskoj visini oko 700 m. Selo Banje se nalazi na ibarskoj magistrali između Gazivoda i Ribarića, na oko 10 km istočno od Ribarića. Izvor je bio izdašnosti 0,3 l/s, temperature vode 28°C. Izgradnjom HE "Gazivode", izvor je potopljen, ali se odgovarajućim istražnim radovima može odrediti lokacija kaptažnog objekta izvan uticaja površinske akumulacije i tako omogućiti korišćenje ove veoma vredne termomineralne vode u raznovrsne svrhe (balneološko-rekreativne, flaširanje, tople bašte, ribnjake i slično). Zbog te perspektivnosti, ovde se i daju njene karakteristike.

Termomineralna voda se pojavljivala iz krečnjaka donjokredne flišne serije. Sa geološkog gledišta, izvor se nalazio na granici flišne serije prema zapadnijem kompleksu kristalastih škriljaca Drinsko-ivanjičkog elementa. Međutim, hemizam vode, njen gasni sastav i povišena radioaktivnost, ukazuju i na geohemijske procese izazvane utiskivanjem intruziva u metamorfite, tako da je to imalo odlučujućeg uticaja na razvrstavanje termomineralnog izvora u datu grupu.

Voda je HCO_3-Ca,Na tipa, ukupne mineralizacije 2,25 g/l, pH-6,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	851,0	Sr	2,20	As	0,005
HCO_3'	1098,0	$K^{\cdot}$	6,2	Mn	0,27	Cs	0,003
Cl'	14,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	250,0	Zn	0,07	Mo	0,002
SO_4''	4,8	$Mg^{\cdot\cdot}$	24,4	Li	0,05	Hg	0,0005
F'	0,80	$NH_4^{\cdot}$	0,4	Ba	0,035	Sb	0,0005
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,80	Cr	0,032		
J'	0,05	Al_2O_3	0,08	Rb	0,020		
HPO_4''	0,10	HBO_2	3,0	Cu	0,010		
$HAsO_4$''	0,01	SiO_2	10,0	Pb	0,005		

U gasnom sastavu preovlađuje ugljendioksid (68% zapreminski), sa sadržajem rastvorenog gasa 0,53 g/l. Vodu karakteriše radonska radioaktivnost - 101,0 Bq/l; sadržaj Ra - 0,22 Bq/l, U-0,001 mg/l.

Mur

U selu Mur, na oko 4,5 km JZ od Novog Pazara, u desnoj obali reke Jošanice, pojavljuje se izvor hladne mineralne vode. Izdašnost izvora je oko 0,02 l/s, temperature vode 14°C. Pojava izvora je na kontaktu paleozojskih škriljaca i senonskog fliša, u kome su sačuvane mase piroklastita. Voda je HCO_3,SO_4-Na tipa, ukupne mineralizacije 2,43 g/l, pH-8,2 (Krstić, 1989a).

Donji Levići

U široj okolini D. Levića je poznato nekoliko izvora mineralne vode, relativno visokog sadržaja rastvorenog CO_2 i ukupne mineralizacije. Geografski, oni se nalaze na SI padinama Kopaonika, nedaleko od Blaževa, a pojavili su se nakon zemljotresa 1984. godine (Krstić, 1989a). Nadmorska visina izvorišta je oko 650 m.

Glavni izvor mineralne vode je izdašnosti 0,8 l/s, temperature vode 12,4°C. Ukupna mineralizacije vode je 3,05 g/l; sadržaj rastvorenog gasa CO_2 - 1,18 g/l, pH-6,5.

Geološki posmatrano, izvori mineralne vode se pojavljuju na zapadnom obodu velikog rov-sinklinorijuma izgrađenog od donjokrednih flišnih tvorevina. Duž tog oboda je izražen tektonski odnos fliša i različitih geoloških jedinica koje se nalaze zapadno: dijabaz-rožnačke formacije, ultramafita i gornjokrednih sedimenata. Geološki odnosi navedenih jedinica su veoma složeni zbog brojnih reversnih raseda, kao i zbog proboja vulkanita i utisnutih plutonita.

U toku hidrogeološkog istraživanja mineralne vode 1986-88 godine, izbušene su 4 istražne bušotine i jedan eksploatacioni bunar na lokalnosti "Rasadnik" (Krstić, 1989a). Dubina istražnih bušotina je 40,0-83,5 m, a ove su bušene uglavnom kroz serpentinite i serpentinitske breče. Bušotinama je dobijen manji samoizliv mineralne vode (reda 0,05-0,3 l/s), temperature vode 12-18,8°C.

Eksploatacioni bunar Bn-1/88, dubine 132 m, dao je na samoizliv 1,6 l/s vode, temperature 20,5°C. Sadržaj glavnih jona u mineralnoj vodi, u mg/l iznosi (Krstić, 1989a):

HCO_3'	1342,0	$Na^{\cdot}$	194,1	SiO_2	16,8
Cl'	35,5	$K^{\cdot}$	13,7	HBO_2	3,2
SO_4''	42,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	97,0	F'	1,0
		$Mg^{\cdot\cdot}$	77,0		

U gasnom sastavu vode preovlađuje CO_2; sadržaj rastvorenog gasa je 0,66 g/l. Od mikroelemenata, najviši je sadržaj registrovan za Sr - 3,80 mg/l, a zatim Li-0,40 mg/l, Ba-0,12 mg/l, Al-0,05 mg/l, itd.

U široj okolini su, osim toga, poznati mineralni izvori i u drugim lokalnostima. Tako je nakon zemljotresa 1985. godine, registrovan mineralni izvor u potoku Kačaruša, levoj pritoci Toplice; ugljenokisela mineralna voda je ukupne mineralizacije 2,18 g/l, temperature 21-24°C; u selu Iričići: izvor ugljenokisele mineralne vode, ukupne mineralizacije vode 1,11 g/l, temperature 14°C; izvor u selu Đerekare, itd. U lokalnosti Kačaruše su tokom 1989-91 godine izbušene 4 istražne bušotine, dubine 10, 21, 125 i 150 m; sve bušotine su sa samoizlivom mineralne vode, mada količine vode nisu velike - do 0,06 l/s (Krstić, 1991a).

Brus

U okolini Brusa je poznato više pojava ugljenokiselih mineralnih voda, od kojih su neke registrovane tek nakon najnovijih zemljotresa u tom kraju.

Na desnoj obali Graševičke reke, na nadmorskoj visini 430 m, postoje dva izvora, plavljena pri visokom vodostaju reke. Izvori su u jugozapadnom predgrađu Brusa, u okviru donjokrednog tektonskog rova koji se pruža pravcem SSZ-JJI. Voda je ukupne mineralizacije 2,23 g/l, temperature 11,5°C, a sadržaj rastvorenog gasa CO_2 iznosi 0,87 g/l.

Nedaleko od izvora je tokom 1982/83 godine izbušena bušotina dubine 700 m (Krstić, 1989a). Na njoj je dobijeno na samoizliv 5 l/s mineralne vode, temperature 27,5°C, ukupne mineralizacije 1,88 g/l, pH-7,1. Sadržaj rastvorenog CO_2 je 0,10-0,118 g/l, a hemizam vode sledeći (mg/l):

HCO_3'	1317,0	Na^+	451,0	SiO_2	23,0
Cl'	24,8	K^+	9,5		
SO_4''	2,0	Ca^{++}	26,0		
		Mg^{++}	14,6		

Od mikroelemenata, voda sadrži Sr-1,20 mg/l, Li-0,38 mg/l, Rb-0,08 mg/l, itd. Apsolutna starost vode iznosi 18000 ± 400 godina (Perić, Milivojević, 1990).

U Vučoj reci, oko 4 km jugoistočno od Brusa, nalazi se u koritu reke grupa od 3-4 izvora mineralne vode, neznatne izdašnosti. Geološka građa terena je ista kao i kod prethodno opisane pojave. Nadmorska visina izvorišta je oko 390 m.

Mineralna voda je ukupne mineralizacije 2,16 g/l, HCO_3-Na tipa, sa sadržajem rastvorenog CO_2 do 0,22 g/l, pH-6,5. Hemizam vode je sledeći - u mg/l (Krstić, 1989a):

HCO_3'	1525,0	Na^+	483,0	SiO_2	25,0
Cl'	35,0	K^+	8,0		
SO_4''	10,0	Ca^{++}	50,0		
		Mg^{++}	30,0		

Od mikroelemenata, najviši sadržaj je registrovan za Sr - 1,67 mg/l, a zatim Li - 0,65 mg/l, Cs-0,03 mg/l, itd.

Istražna bušotina, dubine 905 m, izbušena pored izvora je dala na samoizliv

0,14 l/s vode, temperature do 21°C (K r s t i ć, 1989a). Bušena je kroz donjokredni fliš, a na dubini 892 m je registrovana temperatura stene od 38°C.

Žarevo

U selo Žarevo, oko 4 km SZ od puta Blaževo - Kuršumlija, i severnije od D. Levića, na desnoj obali Male reke, nalazi se 6 manjih izvora mineralne vode, ukupne izdašnosti do 0,5 l/s. Izvorište je razbijenog tipa, u okviru donjokredne flišne serije u kojoj su otkrivene i mase kristalastih škriljaca (?). Nadmorska visina izvorišta je 780 m.

Mineralna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,76-2,41 g/l, temperature 13-15°C, pH-6,4. Hemizam vode glavnog izvora je sledeći (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	105,8	Sr	0,72	Cs	0,004
HCO_3'	1793,4	K^+	124,8	Mn	0,11	Mo	0,003
Cl'	7,0	Ca^{++}	236,0	Ba	0,10	As	0,002
SO_4''	4,8	Mg^{++}	118,4	Zn	0,09	Sb	0,0007
F'	0,20	NH_4^+	0,4	Li	0,05	Hg	0,0005
Br'	0,05	Fe_2O_3	28,0	Cr	0,024		
J'	0,06	Al_2O_3	0,40	Rb	0,020		
HPO_4''	0,50	HBO_2	8,0	Cu	0,020		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	20,0	Pb	0,010		

Ukupna mineralizacija vode je 2,41 g/l. U gasnom sastavu preovlađuje ugljen-dioksid, a sadržaj rastvorenog CO_2 je 1,2-1,8 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-12,21 Bq/l, Ra-0,12 Bq/l, U-0,0005 mg/l.

Magovo

Izvor mineralne vode u selu Magovo se nalazi oko 7 km istočno od D.Levića, odnosno oko 22 km SZ od Kuršumlije. Pojavljuje se u dolini potoka sa leve strane reke Toplice, na nadmorskoj visini od oko 600 m. Izdašnost izvora je oko 0,06 l/s, a temperatura vode 13°C. Pojavljivanje izvora je u okviru donjokredne flišne serije u kojoj su otkrivene i manje mase kristalastih škriljaca (?).

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 5,20 g/l, pH-6,5. Hemijski sastav vode je sledeći (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	1276,0	Li	0,40	As	0,005
HCO_3'	3708,8	K^+	2,0	Sr	0,31	Cs	0,005
Cl'	57,0	Ca^{++}	70,0	Mn	0,066	Mo	0,002
SO_4''	7,0	Mg^{++}	49,0	Ba	0,062	Sb	0,0007
F'	4,00	NH_4^+	0,2	Rb	0,053	Hg	0,0004
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,75	Zn	0,035		
J'	0,10	Al_2O_3	0,22	Cu	0,024		
HPO_4''	1,20	HBO_2	40,0	Cr	0,020		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	15,0	Pb	0,005		

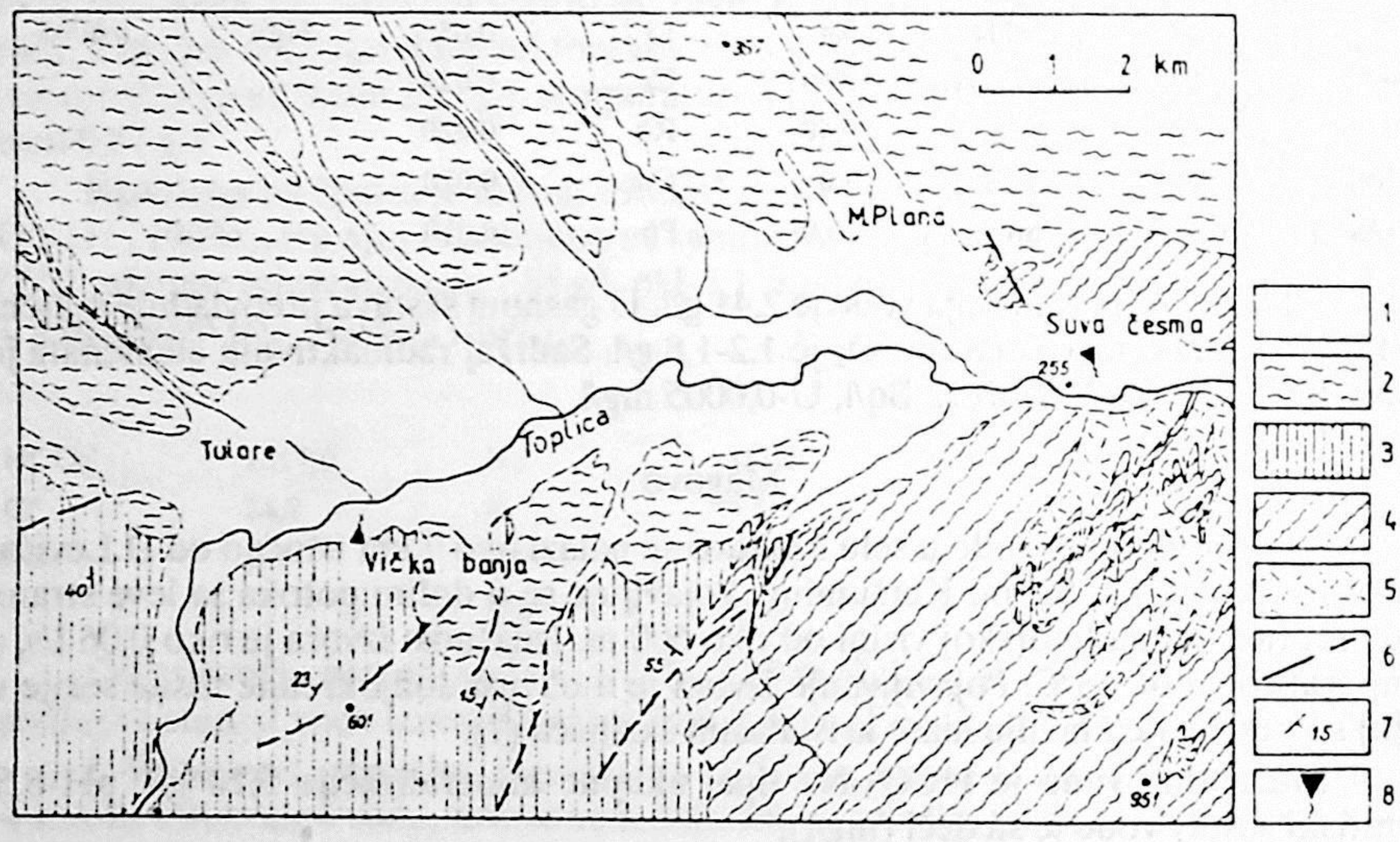
U gasnom sastavu preovlađuje CO_2; sadržaj rastvorenog gasa iznosi 1,40 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-22,2 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,0008 mg/l.

Vička banja

Pojava termomineralne vode u selu Viča se nalazi u severozapadnom podnožju planine Vidojevica (1155 m), na oko 20 km zapadno od Prokuplja. Izvori se nalaze na desnoj dolinskoj strani reke Toplice, na nadmorskoj visini 305 m. Banja je lako pristupačna, jer se nalazi uz magistralni put i prugu Niš - Prokuplje - Kuršumlija - Priština.

Vička banja, ili Toplički kiseljak, jeste jedno od naših najstarijih prirodnih lečilišta, čija je mineralna voda korišćena već oko 2000-te godine stare ere, o čemu svedoče uređaji i kupatilo iz kasnog neolita. Ostaci rimskog kupatila i rezervoara, otkriveni raskopavanjem 1926. godine, ukazuju da su ovu mineralnu vodu koristili i stari Rimljani. U njihovo vreme su na relativno manjem rastojanju postojala tri lečilišta - kupatila: Vički i Lomnički kiseljak, kao i Vrnjačka banja.

U geološkom pogledu, šire područje Viče izgrađuju kristalasti škriljci prekambrijske starosti, gornjokredne flišne tvorevine i sedimenti neogenske i kvartarne starosti (sl. 43)



Sl. 43 - Geološka karta područja Vičke banje (Malešević i dr., 1980)
1 - aluvijalni nanos, 2 - neogenski sedimenti, 3 - senonski fliš (peščari, alevroliti, laporci), 4 - prekambrijski metamorfiti (gnajsevi, mikašisti, leptinoliti, 5 - mermeri, 6 - rased, 7 - elementi pada slojeva, 8 - mineralni izvor

Fig. 43 - Geological map of Vička banja area (Malešević et al., 1980)
1 - alluvium, 2 - Neogene sediments, 3 - Senonian flysch (sandstones, siltstones, marls), 4 - Precambrian metamorphites (gneisses, micashists, leptinolite), 5 - marbles, 6 - fault, 7 - dip of strata elements, 8 - mineral spring

Kristalasti škriljci izgrađuju osnovu terena. Predstavljeni su gnajsevima, leptinolitima i mikašistima, sa brojnim sočivima i interkalacijama mermera i kvarcita. Mermeri su posebno značajni kao potencijalni kolektori mineralne vode.

Gornjokredne (senonske) flišne tvorevine su litološki veoma heterogene:

alevroliti, laporci, peščari, laporoviti krečnjaci i slično. Debljine su preko 200 m. Preko ovih tvorevina transgresivno leže neogenski glinovito-peskoviti sedimenti, koji su u rejonu Viče pokriveni relativno debljom naslagom kvartarnih aluvijalnih sedimenata.

Pojava mineralne vode je u obodu aluvijalne zaravni Toplice. Ovde su krajem šezdesetih godina vršena hidrogeološka istraživanja, kada je bušenjem kaptirana mineralna voda u podlozi neogenske i flišne naslage - u kristalastim škriljcima (Pokrajac, 1987). Bušotinom, naime, dubine 107 m, kaptirana je voda u metamorfitima, u intervalu dubine 83-107 m. Dobijeno je na samoizliv 5,5 l/s termomineralne vode, temperature 21,5°C. Karakteristika vode je povišeni sadržaj F' i radioaktivnosti.

Termomineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 4,08 g/l, pH-7,0. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	920,0	Sr	1,25	As	0,008
HCO_3'	2770,0	K^+	9,3	Li	0,43	Pb	0,005
Cl'	142,0	Ca^{++}	20,0	Mn	0,136	Mo	0,002
SO_4''	7,0	Mg^{++}	110,0	Rb	0,072	Hg	0,0005
F'	16,0	NH_4^+	0,4	Cs	0,036	Sb	0,0002
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,15	Zn	0,025		
J'	0,06	Al_2O_3	0,23	Cu	0,020		
HPO_4''	1,20	HBO_2	100,0	Cr	0,018		
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	60,0	Ba	0,010		

U gasnom sastavu preovlađuje ugljendioksid - sadržaj ratvorenog CO_2 je 0,40 g/l. Od radioaktivnih elemenata, povišeni su sadržaji Rn i Ra - 111,7 i 0,32 Bq/l, dok je sadržaj U-0,0012 mg/l. Apsolutna starost vode iznosi oko 40000 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Mineralna voda se flašira pod nazivom "Milan Toplica". Flaširanje vode je prvi započeo 1928. godine beogradski industrijalac Nikola Đorđević, koji je ispod brda "Duvarovina" kaptirao izvor mineralne vode. Iako je eksploatacija vode bila primitivna, voda je 1933. godine odlikovana na izložbama u Parizu i Londonu. Posle II sv. rata, eksploataciju mineralne vode nastavlja 1965. godine "Prokupac".

Suva česma

Termomineralni izvor u lokalnosti "Suva česma" se nalazi oko 6 km zapadno od Prokuplja, u aluvijalnoj ravnici reke Toplice. Voda izvire u livadi, iz jednog udubljenja koje su verovatno iskopali meštani, sa leve strane reke. Nadmorska visina izvorišta je 255 m.

Šire područje izvorišta je izgrađeno uglavnom od kristalastih škriljaca prekambrijske starosti, i sedimenata neogenske i kvartarne starosti (sl. 43).

Kristalasti škriljci su otkriveni po obodu aluvijalne zaravni reke Toplice - južno, na padinama planine Vidojevice, i severno, u rejonu sela Mala Plana, odnosno uzvišenju Umač (472 m). Škriljci su predstavljeni gnajsevima, leptinolitima i mikašistima, u kojima su česta sočiva i interkalacije kvarcita i mermera. Mermeri su posebno značajni kao potencijalni kolektori mineralne vode, a jedna masa ovih stena je otkrivena južnije od Suve česme.

Neogenski sedimenti pripadaju uglavnom srednjem i gornjem miocenu, i leže

transgresivno preko kristalastih škriljaca. Izgrađeni su pretežno od glina, peskova i peščara sa proslojcima uglja, debljine naslage oko 100 m.

Izvor termomineralne vode je u okviru neogenske naslage, udaljen oko 50 m od železničke pruge Prokuplje - Kuršumlija. Izdašnosti je 0,02 l/s, a temperatura vode 24°C. Izviranje vode je praćeno čestim gasnim emanacijama CO_2, kao i mirisom na H_2S.

Termomineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 4,35 g/l, pH-6,8. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	1080,0	Sr	1,48	Zn	0,005
HCO_3'	2860,0	K^+	35,8	Li	0,61	Ni	0,002
Cl'	128,0	Ca^{++}	50,0	Rb	0,227	As	0,002
SO_4''	86,0	Mg^{++}	28,0	Mn	0,068	Co	0,001
F'	7,0	NH_4^+	1,5	Cs	0,045	Pb	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,60	Cr	0,034	Mo	0,001
J'	0,05	Al_2O_3	0,42	Cu	0,021	V	0,001
HPO_4''	1,00	HBO_2	100,0	Ti	0,011	Ag	0,0003
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	45,0	Ba	0,011	Cd	0,0002

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid - sadržaj rastvorenog gasa iznosi do 0,80 g/l. Povišen je i sadržaj H_2S - 5,60 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-13,3 Bq/l, Ra-0,13 Bq/l, U-0,0008 mg/l. Apsolutna starost vode iznosi 28800 ± 1350 godina (Perić, Milivojević, 1990).

U periodu 1977-80 godine, izvršena su u rejonu izvora "Suva česma" veća geofizička ispitivanja terena, a zatim i hidrogeohemijska ispitivanja. Nakon toga su vršeni pokušaji bušenja, kako bi se bušotinom zahvatile termomineralne vode u podlozi tercijarne naslage. Međutim, bušenje zbog enormnih pritisaka gasa i vode u dubljem delu naslage nije uspelo (Pokrajac, 1978).

Prva bušotina, izbušena do dubine 105 m, utvrdila je akumulaciju termomineralne vode u podlozi neogenske naslage. Čim je probušen povlatni hidrogeološki izolator, međutim, snažna erupcija vode i gasa je izazvala zarušavanje u bušotini, da je bilo nemoguće nastaviti dalje radove. Kasnije su pokušaji bušenja vršeni od strane različitih izvođača, pa je "Naftagas" izbušio bušotinu do 180 m dubine. I ta je bušotina, usled erupcije zarušena, a tom su prilikom na bušotini registrovani pritisci od oko 10 bara; količina vode pri erupciji je bila preko 30 l/s (Jorović, 1981).

Bušenjem su utvrđeni hidrogeološki kolektori u okviru metamorfita ispod neogenske naslage. Debljina neogenske naslage je 95,5 m, a kolektori su predstavljeni tektoniziranim dolomitičnim mermerima i kalkšistima.

Pločnik

Na zapadnoj periferiji naselja Pločnik, odnosno kod sela Bace, postoji izvor mineralne vode. Izvor je udaljen 22 km od Prokuplja ka zapadu; nalazi se na nadmorskoj visini od 500 m.

Teren područja izvorišta je izgrađen pretežno od senonskog fliša, ispod koga je osnova od prekambrijskih metamorfita. Ovi metamorfiti su mestimično otkriveni na površini terena, tj. geološka građa terena je slična kao u predelu obližnje Viče istočnije od Pločnika.

Izvor mineralne vode je male izdašnosti - 0,03 l/s, a temperatura vode 10,5°C. Voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,98 g/l, pH-9,0. Hemijski sastav vode je veoma interesantan, što se može videti iz raspoložive analize vode (mg/l):

CO_3''	72,0	Na^+	483,0	Sr	0,084	Li	0,004
HCO_3'	1293,2	K^+	6,0	Mn	0,024	Cs	0,002
Cl'	14,0	Ca^{++}	20,0	Cr	0,024	Mo	0,001
SO_4''	20,0	Mg^{++}	40,2	Zn	0,020	Sb	0,0002
F'	25,0	NH_4^+	8,0	Rb	0,018	Hg	0,0002
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,30	As	0,010		
J'	0,10	Al_2O_3	0,26	Cu	0,008		
HPO_4''	0,15	HBO_2	100,0	Pb	0,006		
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	70,0	Ba	0,004		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot, ali je sadržaj H_2S dosta visok - 19,0 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-9,6 Bq/l, Ra-0,18 Bq/l, U-0,0003 mg/l.

Kisela banja

Kisela banja se nalazi oko 15 km severno od Prištine (11 km južno od Podujeva), u dolini reke Lab, odnosno kod ušća Kačandolske reke u Lab. Nadmorska visina banje je 560 m.

U užem području banje postoje 3 izvora mineralne vode - jedan sa hladnom vodom i dva sa toplom vodom. Hladni izvor je tzv. "Miloševa voda", izdašnosti 0,01 l/s, temperature 14°C; mineralna voda je ugljenokisela, HCO_3-Mg,Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 1,14 g/l, pH-6,3. Termomineralni izvori su izdašnosti do 1,0 l/s, temperature 27 i 39,5°C; voda je po hemijskim karakteristikama slična vodi hladnog izvora, ali pošto je pod manjim uticajem okolnih hladnih podzemnih voda, veće je ukupne mineralizacije (do 1,87 g/l) i HCO_3-Na,Mg tipa. Hemijski sastav vode sa izvora temperature 27° je sledeći (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	188,0	Li	0,48	Zn	0,008
HCO_3'	1280,0	K^+	10,1	Sr	0,38	Cu	0,006
Cl'	49,0	Ca^{++}	90,0	Mn	0,31	Cr	0,005
SO_4''	50,0	Mg^{++}	110,0	Rb	0,20	Ti	0,005
F'	1,0	NH_4^+	0,8	Ba	0,18	As	0,005
Br'	0,07	Fe_2O_3	45,0	Ni	0,09	Mo	0,003
J'	0,05	Al_2O_3	4,14	Cs	0,02	Cd	0,001
HPO_4''	0,20	HBO_2	6,0	Pb	0,015	Ag	0,0003
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	78,0	Co	0,010	Sn	0,0002

Vode su ugljenokisele, sa sadržajem rastvorenog CO_2-0,77 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je: Rn-7,4 Bq/l, Ra-0,24 Bq/l, U-0,0009 mg/l.

U gradi terena učestvuju paleozojski kristalasti škriljci, a zatim heterogene stene dijabaz-rožnačke formacije i donjokrednog fliša. Te stene su severnije prekrivene neogenskim sedimentima Podujevskog tercijarnog basena, tako da se izvori mineralne vode pojavljuju na južnom obodu basena. Termomineralna voda se poja-

vljuje, šire posmatrano, na zapadnom obodu velikog donjokrednog tektonskog rova (u kojem je deponovan parafliš Gledića), u čijem se SZ produžetku pojavljuju i termomineralni izvori Lukovske banje, a u JI produžetku Klokot banja.

Gojbulja

Pojava ugljenokisele mineralne vode u selu Gojbulja se nalazi u severozapadnom obodu Kosova polja, oko 3 km SSI od Vučitrna. Ovde je pojava mineralne vode registrovana u seoskom kopanom bunaru, dubine 4,5 m, na nadmorskoj visni 565 m.

Teren izgrađuju tercijarni vulkaniti i piroklastiti, pa se mineralna voda pojavljuje na kontaktu ovih stena i neogenske naslage Kosovskog basena. Navedeni bunar je iskopan u dacito-andezitskom tufu i dacito-andezitima. Voda je hladna, temperature 14°C.

Prema hemijskom sastavu, mineralna voda je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 2,19 g/l, pH-6,3. Sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	237,0	Mn	1,60	Cu	0,011
HCO_3^-	1250,0	K^+	51,0	Zn	1,20	Co	0,010
Cl^-	99,4	Ca^{++}	200,0	Sr	0,82	As	0,005
SO_4^{--}	90,0	Mg^{++}	111,0	Li	0,45	Cd	0,005
F^-	0,30	NH_4^+	0,5	Rb	0,20	Ti	0,005
Br^-	0,30	Fe_2O_3	0,15	Ni	0,060	Mo	0,005
J^-	0,10	Al_2O_3	2,88	Pb	0,040	Cr	0,005
HPO_4^{--}	0,20	HBO_2	35,0	Ba	0,020	Ag	0,002
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	34,0	Cs	0,020	Sb	0,0004

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa iznosi 1,12 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata u vodi je, međutim, nizak: Rn-20,0 Bq/l, Ra-0,16 Bq/l, U-0,0035 mg/l.

Slatina

Izvor ugljenokisele mineralne vode u selu Slatina se nalazi u severozapadnom obodu Kosova polja, na oko 3 km severno od Vučitrna. Pojavljuje se na levoj obali Slatinskog potoka, na nadmorskoj visini 560 m.

Teren izgrađuju tercijarni vulkaniti i piroklastiti, kao i paleozojski škriljci, koji predstavljaju osnovu terena. Izvor mineralne vode se pojavljuje iz metamorfita, na kontaktu ovih se neogenskom naslagom Kosovskog basena. Izdašnost izvora je 1,0 l/s, a temperatura vode 19,0°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 2,71 g/l, pH-6,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	550,0	Sr	1,15	Co	0,020
HCO_3^-	1660,0	K^+	24,0	Li	0,95	Zn	0,015
Cl^-	177,5	Ca^{++}	130,0	Rb	0,30	Cd	0,008
SO_4^{--}	70,0	Mg^{++}	36,0	Mn	0,15	Cu	0,007
F^-	2,20	NH_4^+	0,8	As	0,10	Cr	0,005
Br^-	0,40	Fe_2O_3	0,15	Pb	0,040	Ag	0,005
J^-	0,15	Al_2O_3	3,68	Cs	0,023	Mo	0,005
HPO_4^{--}	0,30	HBO_2	32,0	Ba	0,020	Ti	0,004
$HAsO_4^{--}$	0,20	SiO_2	24,0	Ni	0,020	Sb	0,0005

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid, sa sadržajem rastvorenog gasa 0,88 g/l. Vodu karakteriše povišena radonska aktivnost - sadržaj Rn iznosi 75,8 Bq/l, dok je sadržaj Ra-0,15 Bq/l, U-0,001 mg/l. Prema nekim merenjima, sadržaj Rn u vodi dostiže 2331 Bq/l (Rončević, Pokrajac, 1966).

Ljušta

Izvor ugljenokisele mineralne vode se nalazi u selu Ljušta, na putu Kos. Mitrovica - Klina, udaljen oko 6 km JZ od Kosovske Mitrovice. Pojavljuje se na desnoj dolinskoj strani potoka Ljušta, na nadmorskoj visini 600 m.

Teren šireg područja izvora je izgrađen uglavnom od gornjokrednog fliša, koji je intenzivno ubran, sa osama nabora generalnog pravca SZ-JI. Neposredno kod izvora se nalazi veća masa serpentinita, u jednoj zoni izduženoj u pravcu SZ-JI, a na kontaktu serpentinita i flišne naslage se pojavljuje mineralna voda. Izvor je izdašnosti 0,01 l/s, temperatura vode 14,5°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na,Mg tipa, ukupne mineralizacije 3,77 g/l, pH-6,7. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	530,0	Sr	1,72	Cs	0,025
HCO_3'	2756,0	K^+	25,2	Ba	1,00	Cr	0,020
Cl'	195,0	Ca^{++}	180,0	Li	0,81	Cu	0,014
SO_4''	0,0	Mg^{++}	190,0	Mn	0,50	Ti	0,010
F'	1,10	NH_4^+	0,3	Rb	0,30	Cd	0,008
Br'	0,50	Fe_2O_3	3,0	Ni	0,080	As	0,005
J'	0,20	Al_2O_3	14,0	Pb	0,050	Ag	0,005
HPO_4''	0,60	HBO_2	0,5	Co	0,030	Mo	0,005
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	60,0	Zn	0,026	Hg	0,001

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid (90% zapreminski); sadržaj rastvorenog CO_2 u vodi iznosi 0,48 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-4,8 Bq/l, Ra-0,19 Bq/l, U-0,0008 mg/l.

Dubovo

Pojava ugljenokisele mineralne vode se nalazi oko 2 km zapadno od Pećke banje, u južnom podnožju lokalnog uzvišenja Jeseni (624 m). Izvor, izdašnosti 0,02 l/s i temperature vode 14°C, pojavljuje se na levoj obali Belog Drima, na nadmorskoj visini 500 m.

U geološkom pogledu (sl. 34), pojava mineralne vode se nalazi u severozapadnom obodu Metohijskog tercijarnog basena, u kome su nataloženi neogenski glinovito-peskoviti sedimenti veće debljine. Međutim, u predelu mineralnog izvora se pojavljuju izdanci mezozojskih tvorevina zastupljenih u obodnom delu basena, a uzvišenje Jeseni je najverovatnije nastalo utiskivanjem izvesne mase magmatita, usled čega je formirano anomalno geotermalno polje i omogućen razvoj termometamorfnih procesa.

Mineralna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,92 g/l, pH-6,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	$Na^{\cdot}$	38,0	Sr	1,00	Cu	0,007
HCO_3'	1450,0	$K^{\cdot}$	1,0	Rb	0,15	Ni	0,005
Cl'	17,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	315,0	Mn	0,12	As	0,005
SO_4"	8,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	86,0	Ba	0,10	Co	0,004
F'	0,60	$NH_4^{\cdot}$	0,4	Li	0,088	Mo	0,003
Br'	0,03	Fe_2O_3	4,05	Cs	0,015	Cr	0,002
J'	0,03	Al_2O_3	3,16	Ti	0,010	Cd	0,0004
HPO_4"	0,20	HBO_2	1,0	Pb	0,010	Sb	0,0003
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	50,0	Zn	0,009	Ag	0,0003

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog CO_2 iznosi 0,84 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-7,4 Bq/l, Ra-0,16 Bq/l, U-0,0008 mg/l.

Dečani

Pojava mineralne vode kod manastira Visoki Dečani, poznata kao Dečanski kiseljak, nalazi se u zapadnom obodu Metohijske kotline, pored reke Dečanske Bistrice. Od Peći je udaljena oko 10 km južno, a od Đakovice oko 15 km ka severozapadu. Izvorište je razbijeno, sa više izvora i pištevina, na nadmorskoj visini 645 m. Ukupno pražnjenje vode na izvorištu je reda 30 l/s. Tu je, radi kaptiranja mineralne vode, izbušeno više plićih bušotina (nepoznate dubine), ali i jedna dubine 300 m (usm. saopštenje B.Milovanović), iz koje ističe 2,0 l/s vode, temperature 12,5°C. Voda je kaptirana u trijaskim krečnjacima.

Mineralni izvori se pojavljuju na kontaktu neogenske naslage Metohijskog basena i heterogenih mezozojskih stena (trijaski krečnjaci, dijabaz-rožnačka formacija) i paleozojskih škriljaca u obodu - zapadnije od izvorišta. U paleozojskim metamorfitima, koji izgrađuju jezgro Dečanske planine, na većem je prostoru otkrivena masa granitoida.

Mineralna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,43 g/l, pH-6,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	$Na^{\cdot}$	6,6	Sr	0,90	Ti	0,010
HCO_3'	1061,0	$K^{\cdot}$	0,4	Mn	0,030	Cu	0,006
Cl'	7,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	300,0	Zn	0,027	Co	0,004
SO_4"	6,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	30,5	Pb	0,020	Cs	0,003
F'	0,20	$NH_4^{\cdot}$	0,3	Rb	0,015	Mo	0,003
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,30	Li	0,014	Cr	0,002
J'	0,03	Al_2O_3	6,40	Ni	0,014	Cd	0,0005
HPO_4"	0,10	HBO_2	1,0	Ba	0,010	Ag	0,0004
$HAsO_4$"	0,02	SiO_2	12,0	As	0,010	Sn	0,0003

U gasnom sastavu preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog CO_2 iznosi do 0,80 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-8,5 Bq/l, Ra-0,15 Bq/l, U-0,0038 mg/l.

Poklek

Izvor mineralne vode se nalazi u selu Poklek u dreničkom kraju, u dolini reke Drenice i oko 21 km ZJZ od Prištine. Nadmorska visina izvorišta je oko 600 m.

Teren šireg područja Pokleka izgrađuju paleozojski škriljci - gnajsevi, mikašisti i slične stene. Metamorfite u dolini Drenice prekrivaju tercijarni sedimetni Dreničkog polja, a na kontaktu tih sedimenata i škriljaca se pojavljuje izvor mineralne vode. Izvor je izdašnosti 1,0 l/s, temperature vode 13,5°C.

Mineralna voda je HCO_3-Mg tipa, ukupne mineralizacije 3,90 g/l, pH-6,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	177,0	Sr	0,85	Co	0,007
HCO_3'	2980,0	K^+	7,0	Li	0,235	Cr	0,006
Cl'	59,0	Ca^{++}	165,0	Ni	0,140	Ti	0,005
SO_4''	0,0	Mg^{++}	405,0	Mn	0,120	As	0,005
F'	0,10	NH_4^+	0,4	Rb	0,120	Cd	0,004
Br'	0,20	Fe_2O_3	45,15	Ba	0,110	Cu	0,004
J'	0,10	Al_2O_3	1,12	Pb	0,030	Mo	0,004
HPO_4''	0,40	HBO_2	3,0	Zn	0,020	Ag	0,001
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	70,0	Cs	0,020	Sb	0,0003

Prema gasnom sastavu, mineralna voda je izrazito ugljendioksidna: sadržaj rastvorenog CO_2 je 1,57 g/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra-0,23 Bq/l, dok je sadržaj Rn i U nizak - 14,8 Bq/l i 0,0008 mg/l.

Poneš

Izvor ugljenokisele mineralne vode kod sela Poneš se n15201Xa južnoj padini Poneške čuke (841 m), na oko 7 km zapadno od Gnjilana. Izvor, zvani i Glamska banja, pojavljuje se u izvorišnom delu Cerničke reke (leve pritoke Binačke Morave), na nadmorskoj visini 610 m.

U geološkom pogledu, teren izgrađuju paleozojski kristalasti škriljci i stene gornjokrednog fliša. U okviru metamorfita, značajno mesto zauzimaju mermeri i kalkšisti, a u brojnim lokalnostima su otkrivene mase granitoida. Izvor se pojavljuje iz kristalastih škriljaca; izdašnost mu je 0,03 l/s, a temperatura vode 13°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 3,15 g/l, pH-6,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	506,0	Sr	2,22	Pb	0,006
HCO_3'	1976,4	K^+	54,0	Li	0,555	Mo	0,002
Cl'	21,0	Ca^{++}	186,0	Rb	0,222	As	0,001
SO_4''	307,0	Mg^{++}	83,0	Mn	0,217	Sb	0,0005
F'	1,20	NH_4^+	0,3	Cs	0,102	Hg	0,0003
Br'	0,05	Fe_2O_3	14,0	Zn	0,065		
J'	0,06	Al_2O_3	0,11	Cr	0,036		
HPO_4''	0,30	HBO_2	8,0	Cu	0,012		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	33,0	Ba	0,010		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid, u kome sadržaj rastvorenog gasa u vodi iznosi 1,10 g/l. Karakteristika vode je povišena radonska radioaktivnost - 196,1 Bq/l; sadržaj Ra je 0,12 Bq/l, a U-0008 mg/l.

Gumnište

Izvor ugljenokisele mineralne vode kod sela Gumništa se nalazi u zapadnom podnožju Crvenog brega (754 m), na oko 6 km zapadno od Gnjilana. Izvor se pojavljuje na levoj dolinskoj strani Cerničke reke, na nadmorskoj visini 550 m.

Sa geološkog gledišta, teren izgrađuju paleozojski kristalasti škriljci i stene gornjokrednog fliša. U okviru metamorfnog kompleksa, značajno mesto zauzimaju mermeri i kalkšisti, dok su u brojnim lokalnostima otkrivene i mase granitoida. Izvor se pojavljuje iz kristalastih škriljaca; izdašnosti je 0,05 l/s, a temperatura vode 11°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na,Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 2,55 g/l, pH-6,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	391,0	Sr	1,00	Pb	0,005
HCO_3^-	1677,5	K^+	30,7	Li	0,385	As	0,001
Cl^-	28,0	Ca^{++}	144,0	Rb	0,135	Mo	0,001
SO_4^{--}	180,0	Mg^{++}	87,8	Mn	0,112	Hg	0,0007
F^-	0,60	NH_4^+	0,3	Cs	0,022	Sb	0,0004
Br^-	0,05	Fe_2O_3	7,30	Cr	0,016		
J^-	0,05	Al_2O_3	0,07	Zn	0,015		
HPO_4^{--}	0,80	HBO_2	4,0	Ba	0,012		
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	45,0	Cu	0,007		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid - sadržaj rastvorenog gasa iznosi 1,18 g/l. Karakteristika vode je povišena radonska radioaktivnost, koja dostiže 148 Bq/l; sadržaj Ra je 0,15 Bq/l, U - 0,004 mg/l.

Kmetovska banja

Kmetovska banja se nalazi u dolini Kmetovske reke (leve pritoke Binačke Morave), oko 6 km severozapadno od Gnjilana, pored asfaltnog puta Bujanovac-Gnjilane. Nalazi se između sela Kmetovce i Dobrčane, udaljena od ovih po 3 km, na 540 m nadmorske visine.

Termomineralna voda se pojavljuje u vidu razbijenog izvorišta, duž trase raseda i pukotina u paleozojskim metamorfitima koji izgrađuju osnovu terena. Postoji više izvora ugljenokisele mineralne vode, a glavni izvor ("Kisela voda") je kaptiran u vidu česme. Voda ispunjava bazen, koji je od reke odvojen nasipom. Izdašnost izvora je oko 1,0 l/s, a temperatura vode 27°C (Marković, 1980). Nizvodnije, u Dobrčanima, takođe se u nekim plitkim kopanim bunarima registruju hladne ugljenokisele vode: voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 2,77 g/l, pH-6,3.

Termomineralna voda Kmetovske banje se koristi pijenjem uglavnom za lečenje stomačnih oboljenja, a njome se ispiraju rane i leče druga kožna oboljenja u neorganizovanim uslovima.

Bujanovačka banja

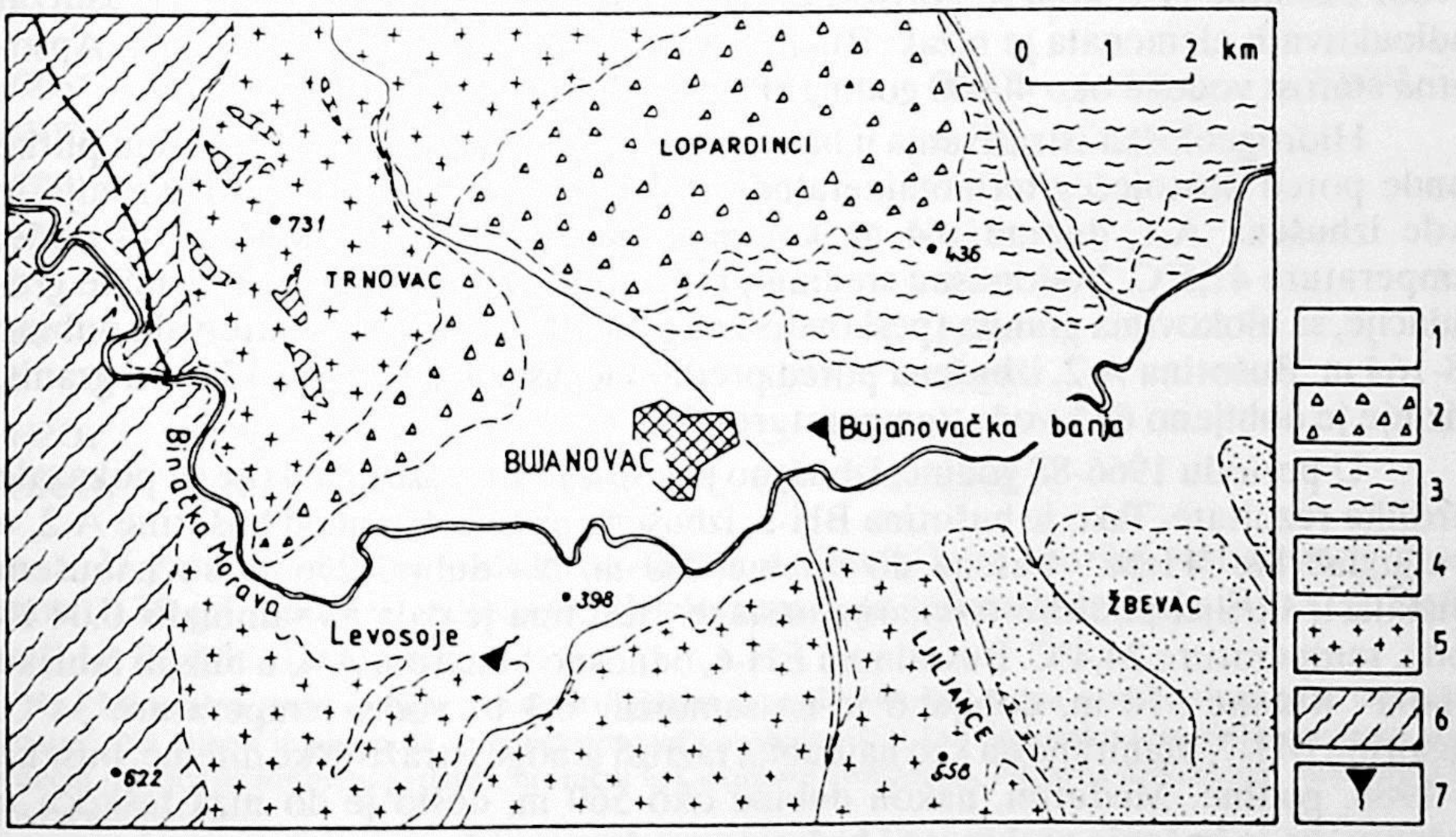
Nalazi se na krajnjem jugu Srbije, neposredno pored drumske i železničke magistrale Beograd - Skoplje - Atina. Teritorijalno pripada opštini Bujanovac, od

koga je udaljena 2,5 km severno, a od Vranja 13 km ka jugu. Banja leži na aluvijalnoj zaravni Južne Morave, nadmorske visine 395 m; sa južne strane zaravan ograničava Rujan planina (969 m), sa jugozapadne padina Skopske Crne gore, sa severa planina Krstilovica i njeni ogranci, dok se prema istoku otvara prostrana Vranjska kotlina. Klima područja se karakteriše prelaznim režimom između umereno-kontinentalnih i sredozemnih klimatskih uslova, sa srednjom godišnjom visinom padavina 630 mm i srednjom godišnjom temperaturom vazduha 11,3°C.

Do banje se može doći: međunarodnim autoputem E-5 Beograd - Niš - Bujanovac, ili međunarodnom železničkom prugom od Beograda prema Skoplju i Atini. Stanica je u Ristovcu, 2 km od banje, odakle postoji lokalna autobuska veza.

O pojavama mineralne vode u okolini Bujanovca se do pre tridesetak godina malo znalo, iako postoje predanja da je voda korišćena u lekovite svrhe od davnina. U tursko vreme, tu je postojala Karaman banja (Crno blato). Decenijama su se ljudi iz svih krajeva naše zemlje, tokom cele godine a najviše leti, u blizini sela Rakovca okupljali na otvorenom prostoru pored neuređenog izvora termomineralne vode, lečeći se kupanjem u vodi i blatu i pijenjem vode. Do leta 1966. godine u Bujanovačkoj banji je postojao jedan kopani bazen dimenzija oko 10x5x0,6 m, u kome u se kupali oboleli od različitih bolesti. Prirodni izvor, poznat kao "Vrelo" ili "Vrelce", bio je izdašnosti 0,5 l/s, temperature vode 32°C. Pored njega je 1966. godine izbušena bušotina, dubine 32 m, kojom je već na dubini 15 m kaptirana termomineralna voda temperature 41,5°C, u količini od 0,5 l/s. Dalja istraživanja su potvrdila veliku potencijalnost izvorišta, što je omogućilo relativno brzi razvoj banje. Podignut je industrijski pogon za flaširanje mineralne vode "Heba"; banjski objekti za balneološko lečenje bolesnika pijenjem vode i kupanjem u njoj; 1986. godine je izgrađen Zavod za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju invalidnosti "Vrelo"; uvedena primena peloida i gasa CO_2 za lečenje kardio-vaskularnih bolesti, itd. Za kratko vreme, banja je izrasla u moderan balneološki centar, koji se i dalje proširuje.

Geološku osnovu terena čine kristalasti škriljci visokog kristaliniteta (gnajsevi, leptinoliti, mikašisti, kvarciti, itd.), starosti prekambrijske, u koje su utisnuti bujanovački granitoidi. Preko granita i škriljaca leži naslaga tercijarnih sedimenata, paleogenske i neogenske starosti, sa završnim recentnim aluvijalnim pokrivačem (sl. 44).



Sl. 44 - Geološka karta područja Bujanovačke banje (Vukanović i dr., 1970)
1 - aluvijalni nanos, 2 - proluvijalni nanos, 3 - miopliocenski sedimenti, 4 - eocenski sedimenti, 5 - granitoidi, 6 - proterozojski metamorfiti, 7 - pojava mineralne (termomineralne) vode

Fig. 44 - Geological map of Bujanovačka banja area (Vukanović et al., 1970)
1 - alluvial deposit, 2 - colluvium, 3 - Miocene-Pliocene sediments, 4 - Eocene sediments, 5 - granitoides, 6 - Proterozoic metamorphites, 7 - occurrence of mineral (thermomineral) water

Bazalni deo tercijarne serije je grubozrn - peskovi i šljunkovi različite granulacije, sa fragmentima i blokovima granita i škriljaca. Preko bazalne serije, paleogenske starosti, konkordantno se nastavlja miocenska serija konglomeratičnih, glinovitih i slabo vezanih peščara sivo-zelene boje, a zatim serija sivo-zelenih tabličastih laporaca i glina sa proslojcima peska i slabo vezanih peščara. Debljina tercijarne naslage na lokaciji termomineralnog izvora je 138-179 m (paleogen do 40 m), sa tendencijom povećanja te debljine prema zapadu (u dvorištu "Hebe" je 261-269 m, a kod sela Lopardinci oko 800 m).

Termomineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 4,95 g/l, pH-6,6. Hemijski sastav vode je (mg/l):

$CO_3^{"}$	0,0	$Na^{\cdot}$	1443,0	Li	1,232	Cu	0,004
$HCO_3^{'}$	3086,0	$K^{\cdot}$	47,0	Sr	1,155	Hg	0,0002
$Cl^{'}$	67,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	40,0	Rb	0,577		
$SO_4^{"}$	180,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	21,0	Al	0,440		
$F^{'}$	12,0	$NH_4^{\cdot}$	0,2	Cs	0,115		
$Br^{'}$	0,05	Fe_2O_3	15,0	Ba	0,077		
$J^{'}$	0,05	Al_2O_3	19,0	Mn	0,035		
$HPO_4^{"}$	1,6	HBO_2	16,0	Cr	0,0066		
$HAsO_4^{"}$	0,0	SiO_2	30,0	Ti	0,0044		

U gasnom sastavu preovlađuje CO_2, a sadržaj rastvorenog gasa iznosi 0,99 g/l. Vodu karakteriše povišeni sadržaj fluora - koncentracija od 6,6 mg/l je registrovana u vodi bušotine A-2, koja se koristi i za flaširanje (analizom 1987. godine). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-18,5 Bq/l, Ra-0,12 Bq/l, U-0,0002 mg/l. Apsolutna starost vode je oko 40000 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Hidrogeološka istraživanja u banji su započeta 1966. godine, bušenjem plitke sonde pored postojećeg termomineralnog izivora (Stanković, 1988). Kasnije je ovde izbušena A-1, dubine 164 m, kojom je na samoizliv dobijeno 10 l/s vode, temperature 41,5°C. Vodonosnu sredinu predstavljaju kvarcni peskovi različite granulacije, sa blokovima granita (peskovito-kongomeratična serija), u intervalu dubine 78-164 m. Bušotina A-2, izbušena pored prethodne, ušla je na dubini 179 m u granit, a iz nje je dobijeno 6 l/s vode, temperature 43°C.

U periodu 1966-88 godine, izbušeno je više dubljih bušotina, koje su pokazale šarolike rezultate. Tako je bušotina BH-5, izbušena na oko 480 m od bušotine A-2, u krugu fabrike "Heba". bušena do dubine 260 m. Na dubini 256 m su nabušeni kristalasti škriljci podloge tercijarne naslage. Bušotina je dala na samoizliv 0,04 l/s vode, temperature 24,4°C. Bušotinom BH-6, odnosno bunarom A-4, u blizini fabrike "Heba", dubine 310 m, dobijeno je na samoizliv 0,3 l/s vode, temperature 34°C. Bušotina BH-7, planirana da kao najdublja razreši mnoge istraživačke dileme, bušena je 1988. godine. Međutim, nakon dubine oko 560 m, došlo je do niza teškoća u bušenju, pa je bušenje prekinuto i bušotina ostala nezavršena.

Mineralne vode Bujanovačke banje se u balneološke svrhe koriste pijenjem i kupanjem u bazenima i kadama. Pored toga, peloid se koristi u vidu obloga spravljenih sa mineralnom vodom, a prirodni gas CO_2 na tri načina: kao rastvoreni gas u termomineralnoj vodi, za davanje potkožnih injekcija CO_2 i za kupanje u kadama. Po prvi put se u našoj zemlji ovde uvodi prirodni CO_2 za lečenje određenih bolesti. Lečenje se sprovodi u Zavodu za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju invalidnosti "Vrelo", Bujanovačka banja, koji u svom sastavu raspolaže sa dijagnostičko-terapeutskim i stacionarnim delom.

Medicinske indikacije: reumatske bolesti (degenerativni reumatizam, vanzglobni reumatizam,

behterovljeva bolest, artroza zglobova, spondiloza, diskopatija i slično), stanje posle povreda i operacija na lokomotornom sistemu, kožna oboljenja (ekcemi, psorijaza i slično), hronične ženske bolesti i sterilitet, neurološka oboljenja. Indikacije za primenu prirodnog gasa CO_2: bolesti perifernih krvnih sudova, ishemična bolest srca.

Fabrika za flaširanje mineralne vode "Heba" flašira vodu (od 1976. godine), ali i veći broj osvežavajućih napitaka na bazi mineralne vode. U toku 1992. godine, fabrika je proizvela oko 22 miliona litara.

U leto 1972. godine, u banji je boravilo oko 5000 pacijenata, a broj od 4-5 hiljada gostiju godišnje se zadržava i u novije vreme.

Smeštaj gostiju je omogućen u Zavodu (B kategorija), 150 ležaja; modernom auto-kampu, kapaciteta 100 smeštajnih jedinica, kao i u privatnom aranžmanu - oko 1500 ležaja.

U okolini banje postoji više mesta pogodnih za izlete: manastir Sv. Prohor Pčinjski, manastiri na Kosovu i Metohiji (Gračanica, i drugi), stari grad Markovo Kale, itd.

Levosoje

Pojava mineralne vode u selu Levosoje je registrovana kopanim bunarima, kao periferni "izdanak" velikog ležišta termomineralne vode Bujanovačke banje (sl. 44). Udaljena je oko 5 km od Bujanovačke banje ka JZ; nalazi se pored puta i žel. pruge Bujanovac - Preševo, na nadmorskoj visini 420 m.

Osim u Levosoju, pojave mineralne ugljenokisele vode po obodu ležišta Bujanovačke banje postoje i u ataru sela Ljiljance (oko 3 km južno od banje), a bušenjem u Žbevcu (u cilju istraživanja urana) dobijena je takođe mineralna voda iz paleogenske vulkanogeno-sedimente serije (Rončević i dr., 1979).

Teren izgrađuju granitoidne stene, koje su u području Levosoja prekrivene tanjom naslagom tercijarnih i aluvijalnih sedimenata. Radi kaptiranja mineralne vode, bušene su bušotine dubine 10-15 m; kaptiranje mineralne vode je izvršeno u sedimentnoj naslagi. Voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 3,72 g/l, pH-6,6. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	894,0	Sr	2,287	Hg	0,0002
HCO_3'	2440,0	K^+	4,5	Li	0,522		
Cl'	53,0	Ca^{++}	64,0	Ba	0,131		
SO_4''	160,0	Mg^{++}	34,0	Rb	0,114		
F'	1,40	NH_4^+	0,1	Mn	0,082		
Br'	0,05	Fe_2O_3	2,8	Cr	0,010		
J'	0,05	Al_2O_3	1,0	As	0,010		
HPO_4''	1,20	HBO_2	3,5	Cs	0,010		
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	30,0	Cu	0,010		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa iznosi 0,38 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-37,0 Bq/l, Ra-0,18 Bq/l, U-0,0002 mg/l.

Mineralna voda je duže vremena flaširana i prodavana kao stona osvežavajuća pod nazivom "Kristal". Na etiketi je pisalo da se mineralna voda može koristiti kao dopunsko terapijsko sredstvo kod sledećih oboljenja: hronični gastritis, hronični nekalkulusni holecistitis, bilijarna diskinezija, mikrolitijaza mokraćnih puteva.

Klokot banja

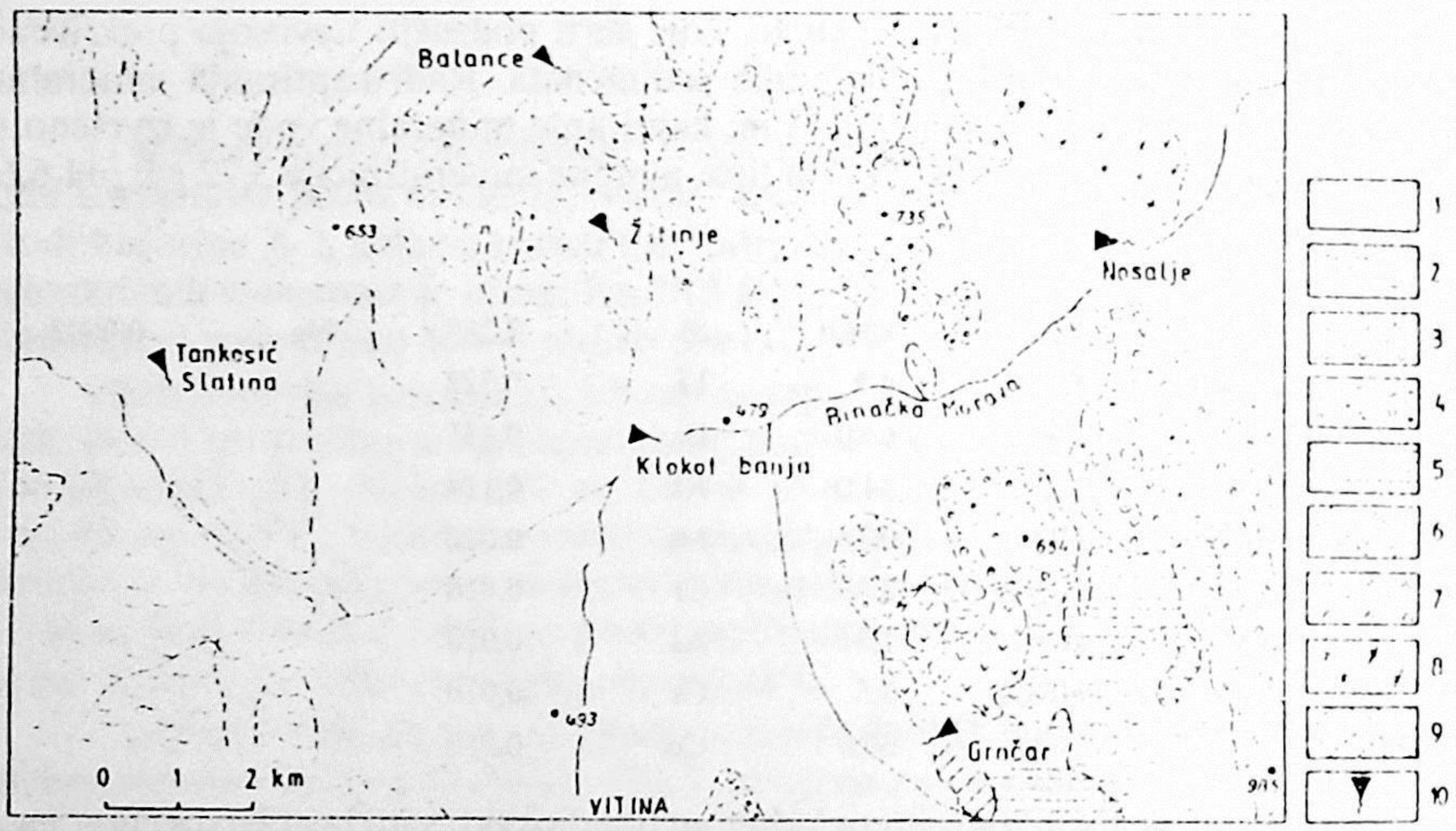
Klokot banja se nalazi u JI delu Kosova i Metohije, u dolini gornjeg toka Južne Morave koja se ovde naziva Binačkom Moravom. Udaljena je 17 km istočno od Uroševca, i 300 m od puta Uroševac - Gnjilane. Leži na 483 m nadmorske visine, u jednoj tektonski nastaloj potolini koja je kasnije ispunjena tercijarnim i kvartarnim

sedimentima. Obod potoline na jugu čini masiv Skopske Crne gore, sa kotama oko 700 m, a istočni i severni obod čine eruptivne mase sa očuvanim vulkanskim oblicima i kotama oko 550-750 m.

Banja se spominje još 1381. godine, u povelji kneza Lazara. Naziv potiče najverovatnije od klokotanja vode pri njenom isticanju na izvoru. Iako je lečilište odavno poznato, dugo je održavano samo kao prirodni bazen prečnika 4 m. Prvi objekti su bile dve barake kao nadstrešnice nad kupatilom, pa potom i montažna zgrada letnjeg restorana, zgrada banjske uprave, itd. Izgradnja banje je intenzivirana nakon podizanja pogona za flaširanje mineralne vode i eksploatacije gasa CO_2.

U banji je postojalo nekoliko prirodnih izvora ugljenokisele mineralne vode. M. Leko sa saradnicima (1922) navodi 4 izvora, ali je difuzno pražnjenje mineralne vode zapažano na većem prostoru banje u aluvijalnom nanosu. Temperatura vode izvora je bila 30°C. Voda je bila kaptirana i služila za kupanje u jednom neuredenom bazenu.

Geološka građa terena je vrlo složena (sl. 45). Najstarije otkrivene stene su paleozojski kristalasti škriljci, predstavljeni argilošistima, filitima, filito-mikašistima, gnajsevima sa sočivima mermera, i slično. Preko škriljaca transgresivno leže mezozojske tvorevine (trijaski krečnjaci, dijabaz-rožnačka formacija, alb-cenomanski flišoliki sedimenti i gornjokredni fliš), a preko ovih tercijarna naslaga, u kojoj su od najvećeg značaja vulkaniti i piroklastiti. Debljina tercijarne serije iznosi oko 200 m.



Sl. 45 - Geološka karta područja Klokot banje (Pavić i dr., 1983; Petkovski i dr., 1985)
1 - kvartarne tvorevine, 2 - neogenski sedimenti, 3 - vulkaniti, 4 - piroklastiti, 5 - gornjokredni fliš, 6 - alb-cenomanski peščari, laporci i alevroliti, 7 - dijabazi, 8 - gabro, 9 - paleozojski kristalasti škriljci, 10 - izvor mineralne (termomineralne) vode

Fig. 45 - Geological map of Klokot banja area (Pavić et al, 1983; Petkovski et al., 1985)
1 - Quaternary deposit, 2 - Neogene sediments, 3 - volcanic rocks, 4 - pyroclastite, 5 - Upper Cretaceous flysch, 6 - Albian-Cenomanian sandstones, marlstones and siltstones, 7 - diabase, 8 - gabbro, 9 - Paleozoic crystalline schists, 10 - source of mineral (thermomineral) water

Eruptivne stene zauzimaju veliko prostranstvo u okolini Klokot banje. Sva okolna brdašca su od njih izgrađena. Najzastupljeniji su trahiti, pa leucit-trahiti, leucititi, trahiandeziti. Ipak, u poređenju sa piroklastitima, rasprostranjenje izlivnih

stena je manje. Područje Klokotske banje je, prema morfološkim crtama, veoma slično Flegrejskim poljima u Italiji, kako su zapazili raniji istraživači ovog terena.

Na osnovu odnosa vulkanogenih tvorevina prema paleogenskim sedimentima u basenu, može se smatrati da je početak vulkanske aktivnosti bio krajem paleogena, da se nastavio i završio za vreme neogena, a da postvulkanske reakcije traju još i danas. Na osnovu karaktera vulkanskog materijala, može se pretpostaviti da je izbacivanje lave i piroklastičnog materijala vršeno iz više vulkanskih centara i u više faza.

Termomineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 3,60 g/l, sa povišenim sadržajem Fe, Ra i CO_2; pH-6,6. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	690,0	Sr	1,27	Pb	0,003
HCO_3'	2330,2	K^+	81,9	Li	0,395	Mo	0,002
Cl'	160,0	Ca^{++}	150,0	Rb	0,170	As	0,001
SO_4''	7,0	Mg^{++}	42,0	Mn	0,107	Sb	0,0003
F'	2,40	NH_4^+	0,2	Cs	0,056	Hg	0,0002
Br'	0,50	Fe_2O_3	14,0	Ba	0,042		
J'	0,08	Al_2O_3	0,34	Cr	0,037		
HPO_4''	0,70	HBO_2	50,0	Cu	0,012		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	70,0	Zn	0,010		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid (98% zapreminski); sadržaj rastvorenog gasa iznosi 1,05 g/l, dok ukupni sadržaj CO_2 dostiže 2,0 g/l. U vodi je sadržan i H_2S, u količini do 1,5 mg/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra - 0,24 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski - 16,6 Bq/l i 0,0012 mg/l.

Tokom 1957. godine, izvršena su u banji relativno obimnija hidrogeološka istraživanja (Milojević, 1960). Tada su izbušene i 4 istražne bušotine, od kojih je najdublja S-4 (dubine 75 m) pretvorena u eksploatacionu. Ovom bušotinom je kaptirana mineralna voda u trahitima i trahitskim brečama, u količini od 10 l/s, temperature vode 32°C. Geološki presek terena dobijen bušenjem je:

0,00 - 6,30	m	aluvijalni nanos Morave
6,30 - 22,50		raspadnuti vulkanski tuf
22,50 - 26,90		raspadnute vulkanske breče
26,90 - 50,00		trahit, propilitisan do gline
50,00 - 63,00		vulkanske breče, raspadnute, zelene boje
63,00 - 72,00		trahito-andeziti, jedri, sitnozrni
72,00 - 75,00		vulkanske breče, raspadnute, zelene boje

Hidrogeohemijske karakteristike termomineralne vode indiciraju da su glavni akviferi krečnjaci, koji se u basenu nalaze na većoj dubini. Koeficijent Mg/Ca iznosi 0,49; parcijalni pritisak CO_2 - 1,9 bara; a i povišeni sadržaj jona Ca^{2+} u vodi (150 mg/l), svakako su prilog takvoj indikaciji. Međutim, na vezu termomineralne vode sa vulkanitima upućuje relativno visok sadržaj silicije (do 126 mg/l u nekim bušotinama).

Na strukturu paleovulkanske kaldere Klokot banje ukazuje i raspored ostalih pojava mineralnih voda u tom rejonu, koje su kao po kružnoj konturi raspoređene oko same pojave u banji, kako se to sa sl. 45 vidi. Ove pojave verovatno okonturuju

strukturu kaldere, markiraju prstenasti rased. Sve su to hladne, mineralne ugljenokisele vode, slične kao u Klokotu; najviša temperatura je registrovana za izvor u Žitinju - 20,5°C. Ipak, strukturno-fotogeološka analiza terena nije potvrdila paleovulkansku kolapsnu strukturu u području Klokot banje (Marković i dr., 1984). Prema toj studiji, u pitanju je tektonska depresija ispunjena tercijarnim sedimentima znatne dobljine.

Mineralna voda se u balneološke svrhe koristi za piće i kupanja u bazenima i kadama Zavoda za lečenje i rehabilitaciju. Osim hidroterapije, u Zavodu se primenjuje i niz drugih terapijskih tehnika, kojima se uz korišćenje prirodnih lekovitih činilaca poboljšava zdravstveno stanje pacijenata. Medicinske indikacije: reumatska oboljenja, bolesti nervnog sistema, kožna i stomačno-nervna oboljenja, kardiovaskularne bolesti, posttraumatska stanja.

Voda se flašira i kao "Klokotska kisela voda" plasira na tržište: proizvodnja u 1992. godini je iznosila 3,8 miliona litara. Ovde je prvo u Srbiji počela eksploatacija prirodnog gasa CO_2; 1964. godine je izgrađeno postrojenje za punjenje boca ugljendioksidom iz mineralne vode (godišnje oko 300.000 kg).

Banjskim gostima su za smeštaj na raspolaganju: Zavod za lečenje i rehabilitaciju "Klokot banja" (B kategorije), sa 250 ležaja; privatni smeštaj u Klokotu i Vitini.

Okolina Klokot banje i Gnjilana je poznata po izuzetnim prirodnim lepotama. Obronci planina Žegavca i Ajkobila su šumoviti i bogati niskom i srednjom divljači. Živopisno izvorište Binačke Morave je bogato ribom, kao i Gračaničko jezero (40 km). Boravak u banji obogaćuju i izleti do poznatih srednjovekovnih spomenika kulture - manastiri Gračanica, Pećka patrijaršija, Bogorodica Ljeviška, srednjovekovni grad Novo Brdo, zatim Mermerne pećine, itd.

Žitinje

Termomineralni izvor u selu Žitinju se nalazi na severnom obodu Klokotske kotline, na oko 12 km JZ od Gnjilana. Udaljen je oko 3 km severno od Klokot banje (sl. 45). Pojavljuje se u podnožju brda Garvan (579 m), na nadmorskoj visini 540 m.

Područje izvorišta izgrađuju pretežno tercijarni piroklastiti sa slivovima trahita. Isticanjem termomineralne vode je obaran bigar na izvoru, tako da se danas izvor pojavljuje na vrhu kupastog uzvišenja (visine oko 3,5 m) izgrađenog od bigra. Izvor je izdašnosti 0,3 l/s, a temperatura vode 20,5°C. Pored uzvišenja, u plitkom potoku, postoji još jedan manji izvor ugljenokisele mineralne vode.

Termomineralna voda je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 5,12, g/l, pH-6,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	828,0	Sr	5,17	Pb	0,003
HCO_3'	3540,0	K^+	62,3	Li	0,92	As	0,002
Cl'	156,0	Ca^{++}	320,0	Ba	0,24	Mo	0,001
SO_4''	10,0	Mg^{++}	109,0	Rb	0,222	Hg	0,0004
F'	0,90	NH_4^+	0,4	Cs	0,074	Sb	0,0002
Br'	0,40	Fe_2O_3	18,0	Mn	0,063		
J'	0,08	Al_2O_3	0,53	Cr	0,052		
HPO_4''	0,90	HBO_2	50,0	Cu	0,020		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	30,0	Zn	0,010		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa iznosi 1,14 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-11,1 Bq/l, Ra-0,16 Bq/l, U-0,0006 mg/l.

Pored izvora je 1978. godine izvedena istražna bušotina dubine 200 m (Filipović i dr., 1980). Ona je bušena kroz trahite i karbonatne stene (mermere) u okviru metamorfita, u kojima je otkrivena termomineralna voda sa znatnim sadržajem CO_2.

Po završetku bušenja, izdašnost bušotine je iznosila 15 l/s, ali je kasnije ista opala, dok je temperatura vode 28,1°C. Voda je sličnih karakteristika kao voda izvora, mada nešto niže ukupne mineralizacije (3,04 g/l), i sadržaja rastvorenog CO_2 do 1,35 g/l.

Balance

Izvor mineralne vode u selu Balance se nalazi u severnom obodu Klokotske kotline, na oko 11 km JZ od Gnjilana. Izvor se pojavljuje na desnoj dolinskoj strani Žitinjske reke, leve pritoke Binačke Morave, na nadmorskoj visini 620 m.

Teren šire okoline izvorišta izgrađuju paleozojski kristalasti škriljci; južnije se pojavljuju vulkaniti i piroklastiti klokotskog vulkanogenog kompleksa (sl. 45). Izvor mineralne ugljenokisele vode se pojavljuje iz kristalastih škriljaca; izdašnosti je 0,05 l/s, a temperature vode 11°C.

Mineralna voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 3,18 g/l, pH-6,4. Karakteriše je povišeni sadržaj gvožđa i CO_2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	87,4	Sr	0,975	Cs	0,005
HCO_3'	2379,0	K^+	4,7	Mn	0,353	Mo	0,002
Cl'	14,0	Ca^{++}	560,0	Li	0,068	As	0,001
SO_4''	30,0	Mg^{++}	87,4	Cr	0,023	Sb	0,0003
F'	0,20	NH_4^+	0,5	Cu	0,014	Hg	0,0002
Br'	0,05	Fe_2O_3	22,0	Rb	0,010		
J'	0,06	Al_2O_3	0,11	Zn	0,010		
HPO_4''	0,80	HBO_2	1,0	Pb	0,007		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	30,0	Ba	0,005		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa iznosi 1,54 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-24,2 Bq/l, Ra-0,14 Bq/l, U-0,0014 mg/l.

Nosalje

Izvor ugljenokisele mineralne vode se nalazi u blizini asfaltnog puta Uroševac-Gnjilane, na oko 8 km od Gnjilana, odnosno 6 km SI od Klokot banje. Nalazi se na levoj obali Binačke Morave, naspram sela Nosalje, u potezu "Slanište", na nadmorskoj visini 475 m.

Šire područje izvorišta izgrađuju paleozojski kristalasti škriljci, preko kojih leže heterogene donjokredne i gornjokredne tvorevine. U užem području izvora su trahiti i piroklastiti tercijarnog vulkanogenog kompleksa Klokotskog basena, pa se mineralni izvor pojavljuje na istočnom obodu tog vulkanogenog kompleksa (sl. 45). Izvor je izdašnosti 0,2 l/s, a temperatura vode 13,0°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na,Mg,Ca tipa, ukupne mineralizacije 4,93 g/l, pH-6,5. Hemijski sastav vode,je dat na sledećoj strani (m/g).

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa je 1,76 g/l. Od radioaktivnih elemenata, nešto je povišen sadržaj Rn - 42,2 Bq/l i U - 0,0063 mg/l, dok je sadržaj Ra - 0,12 Bq/l.

CO_3"	0,0	Na·	793,5	Sr	1,50	Cu	0,011
HCO_3'	3385,5	K·	42,9	Mn	0,75	Pb	0,006
Cl'	177,0	Ca··	260,0	Li	0,53	Mo	0,002
SO_4"	91,0	Mg··	170,8	Rb	0,087	Hg	0,0004
F'	0,10	NH_4·	0,6	Zn	0,045	Sb	0,0004
Br'	0,20	Fe_2O_3	20,0	Cr	0,020		
J'	0,14	Al_2O_3	0,12	Ba	0,020		
HPO_4"	1,00	HBO_2	280,0	Cs	0,020		
$HAsO_4$"	0,03	SiO_2	100,0	As	0,015		

Grnčar

Izvor ugljenokisele mineralne vode kod sela Grnčar se nalazi na jugoistočnom obodu Klokotske kotline, na oko 5 km JI od Klokot banje. Pojavljuje se u desnoj dolinskoj strani Mitničke reke, na 560 m nadmorske visine.

U geološkom pogledu, osnovu terena izgrađuju paleozojski kristalasti škriljci, preko kojih u širem području izvorišta leže heterogene flišolike gornjokredne tvorevine (sl. 45). Izvor se pojavljuje iz paleozojskih metamorfita; izdašnost izvora je 0,2 l/s, a temperatura vode 11°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 5,21 g/l, pH-6,7. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3"	0,0	Na·	966,0	Sr	3,38	Pb	0,010
HCO_3'	3660,0	K·	70,0	Li	0,54	Mo	0,003
Cl·	149,0	Ca··	220,0	Rb	0,27	As	0,001
SO_4"	5,0	Mg··	122,0	Mn	0,090	Sb	0,0006
F'	2,0	NH_4·	0,6	Ba	0,058	Hg	0,0002
Br'	0,20	Fe_2O_3	6,60	Cs	0,045		
J'	0,12	Al_2O_3	0,14	Cr	0,038		
HPO_4"	1,50	HBO_2	60,0	Zn	0,025		
$HAsO_4$"	0,01	SiO_2	30,0	Cu	0,022		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid (preko 90% zapreminski); sadržaj rastvorenog gasa iznosi 1,19 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-24,0 Bq/l, Ra-0,18 Bq/l, U-0,001 mg/l.

Tankosić Slatina

Pojava mineralne vode u selu Slatini se nalazi na zapadnom obodu Klokotske kotline, na oko 6 km zapadno od Klokot banje, odnosno 11 km istočno od Uroševca. Izvor je sa desne strane asfaltnog puta Uroševac - Gnjilane, u kraju poznatom kao Tankosić, pa stoga je pojavi dat gornji naziv, za razliku od mnogobrojnih Slatina u Srbiji. Nadmorska visina izvorišta je 525 m.

Područje izvora je izgrađeno od tercijarnih sedimenata (sl. 45). Pojave mineralne vode su registrovane kako u Donjoj, tako i u Gornjoj Slatini, a glavni izvor je izdašnosti 0,5 l/s. Temperatura vode je 17°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 2,22 g/l, pH-7,5.

Karakteristika vode je povišeni sadržaj F^-. U gasnom sastavu vode preovlađuje azot; sadržaj rastvorenog CO_2 je 88 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-17,8 Bq/l, Ra-0,14 Bq/l, U-0,0008 mg/l. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	575,0	Sr	0,84	Mn	0,002
HCO_3'	1342,0	K^+	16,0	Li	0,28	Mo	0,001
Cl'	142,0	Ca^{++}	30,0	Rb	0,040	Hg	0,0003
SO_4''	86,0	Mg^{++}	18,3	Cr	0,008	Sb	0,0003
F'	8,0	NH_4^+	3,0	Cu	0,008		
Br'	0,20	Fe_2O_3	0,60	Zn	0,005		
J'	0,04	Al_2O_3	0,54	As	0,005		
HPO_4''	0,20	HBO_2	50,0	Cs	0,004		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	15,0	Ba	0,003		

Vodu, kao lekovitu, koristi lokalno stanovništvo u sezonskoj neuređenoj "narodnoj banji".

Gatnjanska banjica

Izvor ugljenokisele mineralne vode u Gornjoj Gatnji se nalazi u planinskom području severnih ogranaka Šar planine, oko 8 km JZ od Uroševca. Pojavljuje se u izvorišnom delu Gatnjanske reke, na nadmorskoj visini 710 m.

Geološku osnovu terena u području izvorišta izgrađuju paleozojski kristalasti škriljci, preko kojih leže heterogene tvorevine gornjokrednog fliša. Flišne tvorevine su u sinformi, čija osa tone ka JI. Mineralna voda se pojavljuje iz paleozojskih metamorfita; izdašnost izvora je 0,1 l/s, a temperatura vode 9°C.

Mineralna voda je HCO_3-Ca tipa, ukupne mineralizacije 2,54 g/l, pH-6,6. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	16,1	Sr	0,855	As	0,005
HCO_3'	1915,4	K^+	1,3	Mn	0,215	Mo	0,002
Cl'	14,0	Ca^{++}	520,0	Cr	0,030	Cs	0,001
SO_4''	7,0	Mg^{++}	61,0	Ba	0,024	Sb	0,0003
F'	0,20	NH_4^+	0,5	Rb	0,021	Hg	0,0002
Br'	0,05	Fe_2O_3	4,3	Zn	0,010		
J'	0,05	Al_2O_3	0,21	Cu	0,010		
HPO_4''	0,30	HBO_2	1,0	Li	0,005		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	15,0	Pb	0,005		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa je 0,53 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-7,4 Bq/l, Ra-0,09 Bq/l, U-0,0012 mg/l.

Kisela voda

Izvor ugljenokisele mineralne vode se nalazi u Kačaničkoj klisuri reke Lepenca, oko 7 km nizvodno od Kačanika. Pojavljuje se na levoj obali Lepenca, na nadmor-

skoj visini 400 m. Slične, manje pojave ugljenokisele vode, nalaze se uzvodnije (Đurđev do) i nizvodnije od Kisele vode (kod žel. stanice "Đen. Janković").

Područje izvorišta izgraduju u osnovi paleozojski kristalasti škriljci, kao i heterogene tvorevine gornjokrednog fliša u kojima su duž većih dislokacija pravca pružanja SZ-JI utisnuti ultramafiti. Mineralna voda se pojavljuje iz paleozojskih metamorfita; izdašnost izvora je 0,6 l/s, a temperatura vode 15°C.

Mineralna voda je HCO_3-Mg,Ca tipa, ukupne mineralizacije 3,94 g/l, pH-6,4. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	220,8	Sr	0,535	Cs	0,005
HCO_3^-	2989,0	K^+	14,1	Mn	0,116	Mo	0,002
Cl^-	57,0	Ca^{++}	300,0	Rb	0,033	Ba	0,001
SO_4^{--}	27,0	Mg^{++}	316,2	Li	0,023	Hg	0,0003
F^-	0,10	NH_4^+	0,1	As	0,020	Sb	0,0003
Br^-	0,05	Fe_2O_3	14,0	Cu	0,017		
J^-	0,04	Al_2O_3	0,03	Cr	0,015		
HPO_4^{--}	1,00	HBO_2	10,0	Zn	0,010		
$HAsO_4^{--}$	0,04	SiO_2	32,0	Pb	0,006		

U gasnom sastavu vode preovlađuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa iznosi 1,76 g/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-8,14 Bq/l, Ra-0,11 Bq/l, U-0,002 mg/l.

MINERALNE I TERMALNE VODE HIDROGEOLOŠKIH BASENA

Kao hidrogeološki baseni se ovde podrazumevaju područja koja u površinskom delu izgrađuju tercijarni sedimenti. To su, prema tome, nekadašnje depresije u reljefu terena, u kojima preovlađuju nemetamorfisane naslage deponovane u najvećem broju slučajeva uz sinhrono tonjenje dna basena duž obodnih dislokacija. Osnovna karakteristika ovih basena je da u sedimentnoj naslagi preovlađuju slojeviti hidrogeološki kolektori, razdvojeni tanjim ili debljim vodonepropusnim litološkim članovima. Fundament basena je od različitih starijih stenskih masa, i kod većih basena je blokovske strukture, sa diferencijalnim iznosom sleganja pojedinih blokova tokom sedimentacije basena.

Termin "hidrogeološki basen" nije nov. Ovaj termin, sa odgovarajućim obrazloženjem njegove upotrebe, nalazi se u više hidrogeoloških publikacija, kao što je rad Zorkina, Subote, Stadnika (1982), Stepanova (1989) itd.

Uslovi sedimentacije u basenu su se menjali na kratkom rastojanju, što se sada odražava na filtracione karakteristike naslage. To se odnosi pre svega na periferne zone basena, delove iznad dubokih raseda koji razdvajaju blokove, kao i rejone u kojima je dolazilo do prodiranja u sedimente intruzivnih i ekstruzivnih magmatskih tela tokom daljeg razvoja basena. Na filtracione karakteristike vodopropusnih slojeva mogu takođe da se odraze uslovi litogeneze, kada se menja ne samo spoljašnja forma, već i unutrašnja struktura porozne sredine usled kompakcije, cementacije, dehidratacije ili kristalizacije. Obrnuto, u nekim rejonima se epigenetske transformacije hidrogeoloških kolektora ogledaju u procesima povećanja zapremine sloja, prekristalizaciji, hidrataciji i slično.

Proces zbijanja sedimenata se vrši praktično istovremeno sa njegovim taloženjem, usled povećanja debljine naslage koja se deponuje u povlati. Proces se vrši u vodnoj sredini i obavezno u uslovima kretanja vode. Usled sabijanja, iz vodonosnog sloja se istiskuje voda sve dok se zrna stene ne upakuju u čvrstu strukturu koja može da izdrži opterećenje krovinskih slojeva. Primer očuvanja ogromne debljine intergranularno poroznog kolektora obrazovanjem takve strukture je poznat iz jednog od sedimentacionih basena Meksičkog zaliva, gde je srednja ukupna poroznost miocenskih peskova (30%) očuvana do dubine od skoro 3200 m (Stepanov, 1989).

Zbijanje i cementacija oštro smanjuju propustljivost slojevitih kolektora. Pri cementaciji i litifikaciji se vrši hemijsko obaranje materije iz rastvora, koja potom povezuje susedne fragmente sedimentne stene. Najrasprostranjenija cementna materija je silicija - uglavnom kvarc, no negde kalcedon ili opal; zatim karbonatni minerali. Cementna materija može učiniti peščare vodonepropusnim, ili da se filtracija vode u njima odvija samo po sistemu prslina i pukotina.

Postoji uverenje da se kolektorska svojstva stena usled gravitacionog sleganja i cementacije pogoršavaju sa dubinom. No, to nije dokazano istraživanjima. Prema podacima dubokog bušenja za naftu, pokazalo se da postoje primeri očuvanja primar-

nih kolektorskih svojstava u stenama, kao i razvijanje novih, sekundarnih, na većim dubinama.

Što se tiče mineralnih i termalnih voda, funkcija hidrogeoloških basena je dvojaka.

U basenima je, pre svega, u vertikalnom preseku razvijeno više vodonosnih slojeva u kojima mogu da budu akumulirane termomineralne vode značajnih rezervi. Zastupljena je jasna vertikalna hidrogeohemijska zonalnost - u površinskom delu su malomineralizovane HCO_3-Ca vode, dok su u većim dubinama hloridne visokomineralizovane vode. Sa porastom dubine raste i temperatura vode. Glavni hidrogeološki kolektori su peskovi, sarmatski i tortonski krečnjaci.

Sa druge strane, tercijarna naslaga u basenima, uzeta u celini, predstavlja povlatnu hidrogeološku barijeru određenim hidrogeološkim strukturama u podlozi (fundamentu basena). Blokovska struktura podloge je pogodovala utiskivanju magmatita duž dubljih dislokacija, čime je formirana geotermalna anomalija u takvim rejonima i stvoreni uslovi za akumuliranje termalnih voda u okolnim vodopropusnim stenama podloge. Takav slučaj je registrovan u Mačvi, u više lokalnosti Vojvodine, itd. Kao glavni hidrogeološki kolektori se u tom slučaju ističu trijaski i kredni krečnjaci.

Bilo koji da je proces formiranja mineralnih i termalnih voda u pitanju, basen deluje kao hidrogeološka celina, s obzirom da postoje posredne i neposredne hidrauličke veze između pojedinih vodonosnih slojeva. U eksploatacionoj bušotini, izbušenoj u takvom basenu, veoma je teško, praktično nemoguće odvojiti vode različite geneze, jer su u vodama iz podloge neizbežno zastupljene i vode iz kolektora povlatne serije, bez obzira što je možda obložnim cevima izvršeno "izolovanje" ove serije. To je najbolje uočljivo u području Mačve. Bušotine koje su kaptirale termalnu vodu u trijaskim krečnjacima u podlozi tercijarne naslage, i bušotine koje su završene pliće, u tercijarnim sedimentima, daju vodu istog hemijskog kvaliteta.

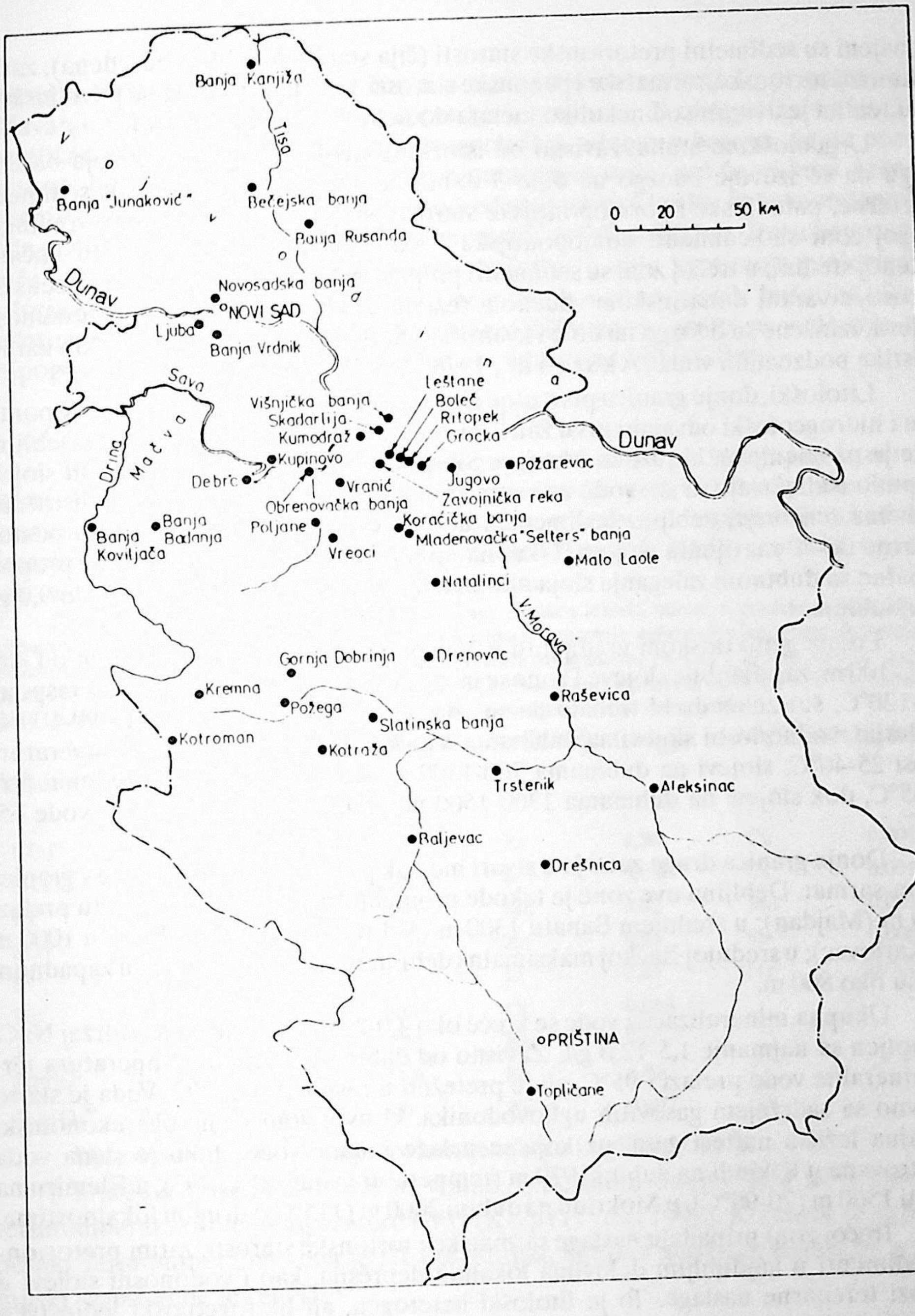
Navedeni razlozi su uticali da se naši tercijarni baseni izdvoje u posebnu hidrogeološku grupaciju: hidrogeološki baseni. Uslovi istraživanja u tim basenima se značajno razlikuju u odnosu na druge terene; hidrogeološka simptomatika je specifična, itd. Mnoga značajna ležišta termalnih i mineralnih voda su otkrivena jedino bušenjem, pošto jasnih hidrogeoloških indikacija u datom rejonu nije i bilo.

Kao najznačajniji, ovde se izdvaja Panonski basen koji se delom nalazi i na teritoriji Srbije. Radi preglednijeg izlaganja materije, razdvojen je Panonski basen u užem smislu (Vojvodina) od njegovih zaliva gde je izraženiji uticaj podzemnih voda otvorenih hidrogeoloških struktura obodnog dela basena (Mačva, obod Fruške gore, Posavo-tamnava, beogradsko pobrđe, Podunavlje i Pomoravlje). Najzad su prikazane pojave termalnih i mineralnih voda u međuplaninskim tercijarnim basenima (sl. 46).

Vojvodina

U okviru Panonskog basena se na teritoriji Vojvodine jasno razlikuju dve litostratigrafske i strukturno-geološke celine: stenske mase preneogenske podloge ("paleoreljefa") i sedimenti neogenske i kvartarne starosti (Kemenci, Čanović, 1975).

Preneogenska podloga je izgrađena od kristalastih škriljaca i granitoida, koji prema dosadašnjim podacima pripadaju proterozoiku i paleozoiku, a zatim od ra-



Sl. 46 - Mineralne i termalne vode hidrogeoloških basena
Fig. 46 - Mineral and thermal waters of hydrogeological basins

zličitih mezozojskih sedimenata, bazičnih i ultrabazičnih stena i njihovih efuzivnih ekvivalenata. Najdublje zaleganje podloge je vezano za tzv. Banatsku i Južnobačku depresiju - preko 3500 m.

Sedimenti neogena leže transgresivno i diskordantno preko starijih formacija.

Razvijeni su sedimetni pretortonske starosti (čija starost nije bliže određena), zatim sedimenti tortonske, sarmatske i panonske starosti. Kvartarna naslaga u površinskom delu terena je debljine od nekoliko metara do nekoliko stotina metara.

U geološkom stubu, zavisno od istorijsko-geoloških uslova razvoja basena, mogu da se izdvoje odozgo na dole 3 dubinske zone: u prvoj zoni su sedimenti kvartarne, paludinske i gornjopontijske starosti, stvarani u slatkovodnoj sredini; u drugoj zoni su sedimenti donjopontijske i panonske starosti, stvarani u bočatoj vodenoj sredini; u trećoj zoni su sedimenti prepanonske (miocenske i premiocenske) starosti, stvarani u marinskom vodenom režimu. Saglasno toj genetskoj zonalnosti slojeva, izražene su odozgo na dole i kvantitativne promene fizičko-hemijskih karakteristika podzemnih voda (Aksin i dr., 1976; Aksin i dr., 1984).

Litološki, donju granicu prve zone čine vodonepropusne naslage donjeg ponta, koje i hidrogeološki odvajaju prvu zonu od vodonosnih slojeva druge zone. Debljina zone je promenljiva. U južnim i krajnje SZ delovima Vojvodine, vodonosni slojevi potpuno isklinjavaju ili se svode na veoma redukovane vrednosti. U severoistočnim delovima teritorije, debljina sedimenata dostiže do oko 2000 m, s tim što postoji redovno 30-40 razvijenih slojeva. Ukupna mineralizacija vode se povećava proporcionalno sa dubinom zaleganja sloja - od oko 0,8 g/l u najplićim slojevima, do 9,0 g/l u najdubljim.

Prema geotermskom gradijentu u Vojvodini, koji se kreće uglavnom od 4,6-8,8°C/100 m, za najdublje slojeve I zone se može očekivati tempratura stene u rasponu 105-120°C, što znači da bi trebalo da su izlazne temperature vode reda 90-100°C. Međutim, vodnonosni slojevi na dubinama 300-700 m sadrže vodu čija temperatura iznosi 25-40°C; slojevi na dubinama 700-1300 m sadrže vodu izlazne temperature 40-65°C, dok slojevi na dubinama 1300-1500 m daju izlazne temperature vode 65-75°C.

Donja granica druge zone je u stvari mozaik prepanonskih formacija - granica panon-sarmat. Debljina ove zone je takođe promenljiva: u severnom Banatu prelazi 1500 m (Majdan); u srednjem Banatu 1300 m (V. Livade); u južnom Banatu 1000 m (B. Karlovac); u srednjoj Bačkoj maksimalna debljina iznosi oko 800 m, a u zapadnom Sremu oko 800 m.

Ukupna mineralizacija vode se kreće oko 4,0-20,0 g/l, s tim što je sadržaj NaCl zastupljen sa najmanje 1,5-12,0 g/l. Zavisno od dubine kolektora, temperatura termomineralne vode prelazi i 95°C, ali je pretežno u rasponu 60-80°C. Voda je skoro redovno sa sadržajem gasovitih ugljovodonika. U ovoj zoni su mnoga ekonomski značajna ležišta nafte i gasa, uz koja se nalaze i slane vode. Tako je slana voda registrovana u Kikindi na dubini 1920 m (temperatura vode 90-120°C), u Elemiru na dubini 1500 m (70-90°C), u Mokrinu na dubini 2000 m (115°C) i drugim lokalnostima.

Trećoj zoni pripadaju naslage sarmatske i tortonske starosti, zatim pretortonski sedimenti u najdubljim delovima lokalnih depresija, kao i vodonosni slojevi u podlozi tercijarne naslage. To je litološki heterogen, ali hidrogeološki jedinstven sistem, u kojem su hidrogeološki kolektori u tercijarnoj naslagi peščari, a sprudni krečnjaci, konglomerati i breče, kao i ispucale i izmenjene stene u podlozi. Ukupna debljina treće zone je manja od prve i druge zone i kreće se do nekoliko stotina metara.

Voda treće zone se karakteriše najvećom mineralizacijom - i do 40 g/l. Procenat soli NaCl u ukupnoj mineralizaciji je 80-90%. Slojne temperature vode su veće od 100°C, a u najdubljim delovima dostižu do 150°C.

Bušenjima u okviru istraživanja nafte i gasa, registrovani su u niz lokalnosti i

podaci o termomineralnim vodama, a u mnogim lokalnostima se pristupilo iskorišćavanju tih voda u balneološke, sportsko-rekreativne ili energetske svrhe. Zbog specifične geološke građe terena i hidrogeoloških odnosa u basenu, nema potrebe opisivati pojedinačno sva nalazišta termomineralne vode, već će se kroz nekoliko tipičnih primera nastojati da se istaknu određene razlike u kvalitetu termomineralnih voda plićih i dubljih akvifera, određeni anomalni slučajevi i slično. Treba napomenuti da je ovde do sada izbušeno na desetine bušotina u cilju kaptiranja geotermalnih bušotina, a ispitano je i osvojeno 27 negativnih naftno-gasnih bušotina. Sve te bušotine su obuhvatile uglavnom I hidrogeološku zonu, pošto su vode ove zone najpogodnijeg kvaliteta, a njihova dubina je u rasponu 300-2520 m.

Banja Kanjiža

Banja Kanjiža, u istoimenom bačkom gradu, nalazi se 36 km jugoistočno od Subotice, pored jugoslovensko-mađarske granice (15 km). Leži kraj reke Tise, na nadmorskoj visini 87 m. Klima područja je kontinentalna, sa toplim letima i hladnim zimama; srednjom godišnjom visinom padavina 520 mm. U blizini su put i pruga Novi Sad - Segedin, tako da je banja lako pristupačna.

Početkom ovog veka je na oko 7 km od grada izbušen arteski bunar, u gradskom pašnjaku radi pojenja stoke. No mineralizovana voda, koja je sadržavala i gasovite ugljovodonike, ubrzo je proglašena lekovitom, pa je akcionarsko društvo 1913. sprovelo vodu do gradskog parka i u njemu podiglo kupatilo. Kasnije je blizu kupatila izbušen novi arteski bunar, čija se voda pije. Bunari su dubine do 183 m, kapaciteta oko 5 l/s, a temperatura vode 27,5°C. Za balneološku primenu voda se dogrevala.

Voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,64 g/l, pH-7,7. Sadržaj hemijskih komponenata u vodi je (mg/l):

CO_3''	72,0	Na^+	378,0	Ba	0,50	Cu	0,001
HCO_3'	1060,8	K^+	0,8	Sr	0,06	Cs	0,001
Cl'	42,0	Ca^{++}	50,0	Mn	0,02	Mo	0,001
SO_4''	2,0	Mg^{++}	24,0	Zn	0,01	Sb	0,0001
F'	0,40	NH_4^+	1,7	Li	0,01	Hg	0,0001
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,15	Cr	0,005		
J'	0,07	Al_2O_3	1,20	Rb	0,004		
HPO_4''	0,70	HBO_2	13,0	Pb	0,002		
$HAsO_4''$	0,005	SiO_2	8,0	As	0,002		

U slobodnim gasovima preovlađuje metan i ugljendioksid.

Dubljim bušenjem u novije vreme, bušotinom dubine 800 m je dobijena termomineralna voda temperature 63°C (Koprivica, 1990). Kolektor je sitnozrni pesak. Termomineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 4,30 g/l. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	84,0	Na^+	1157,0	Sr	0,24	Mn	0,005
HCO_3'	2903,6	K^+	7,9	Ba	0,13	As	0,005
Cl'	56,8	Ca^{++}	5,6	Li	0,06	Cu	0,002
SO_4''	2,0	Mg^{++}	3,8	P	0,03	Cr	0,002
F'	4,20	NH_4^+	15,5	Zn	0,01	Ni	0,002
Br'	0,05	HBO_2	27,4	Rb	0,01	Cd	0,001
J'	0,02	SiO_2	36,7	Al	0,01	Pb	0,001

Lečenje u banji se obavlja kupanjem, pijenjem mineralne vođe i blatnim oblogama. Ovo lečenje sprovodi Centar za rehabilitaciju i rekreaciju "Banja", sa timom lekara specijalista i terapeuta. Medicinske indikacije: degenerativni reumatizam, hronični zapaljenski reumatizam, ekstraartikularni reumatizam, stanja nakon povrede lokomotornog aparata, povrede perifernog nervnog sistema.

Smeštaj gostiju je omogućen u hotelima "Akvamarin" i "Abela" sa ukupno 306 ležaja (B kategorija), koji se nalaze u sastavu Centra "Banja". U privatnom smeštaju postoji mogućnost zbrinjavanja preko stotinu lica.

Bečejska banja

Banja se nalazi u Starom Bečeju, na oko 40 km SI od N. Sada, uz desnu obalu Tise, na nadmorskoj visini 82 m. Banjsko kupatilo je udaljeno od Tise 500 m, a od centra grada 200 m.

Bečejska banja radi od 1904. godine. Tada je, naime, vlasnik mlina izbušio ovde arteski bunar dubine oko 300 m, iz koga je potekla voda temperature oko 31°C. Voda je bila žućkaste boje, mineralna, sa znatnom količinom metana, pa je odmah proglašena lekovitom. Do nedavno je u banji postojalo 6 arteskih bunara, od kojih je glavni izdašnosti 3,1 l/s i temperature vode 34°C (dubina bunara 452 m). Voda se za balneološku primenu zagreva sagorevanjem metana koji se izdvaja iz mineralne vode.

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 3,4 g/l, pH-7,5. Sadržaj glavnih jona u vodi je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	860,0	Ba	0,321
HCO_3^-	2196,0	K^+	4,0	Sr	0,292
Cl^-	177,0	Ca^{++}	20,0	Li	0,111
SO_4^{--}	0,0	Mg^{++}	32,0	Cr	0,015
F^-	0,75	NH_4^+	0,8	As	0,010
Br^-	0,05	Fe_2O_3	0,14	Cu	0,009
J^-	0,05	Al_2O_3	0,9	Mn	0,003
HPO_4^{--}	1,6	HBO_2	0,2	Hg	0,0002
$HAsO_4^{--}$	0,02	SiO_2	30,0		

U gasnom sastavu preovlađuje metan (82% zapreminski), dok je udeo CO_2 svega 2,5% (Dimitrijević, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-4,4 Bq/l, Ra-0,13 Bq/l, U-0,0001 mg/l.

Voda potiče iz hidrogeoloških kolektora nastalih u slatkovodnoj (možda delom bočatoj) sredini. Otuda i neki karakteristični indeksi bitno odstupaju u odnosu na morske vode: Na/Cl=7,48 (za morsku vodu 0,82); Na/K=374 (45,4); Cl/Br=8333 (671), itd.

Najnovijim bušenim bunarom BČ-2H, dubine 971 m, kaptirana su dva vodonosna sloja (donjopliocenski sitnozrni peskovi) u intervalu dubine 89-970 m (Koprivica, 1990). Dobijena je termomineralna voda temperature 65,8°C. Voda je Cl,HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 4,10 g/l, pH-8,0. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	144,0	Na^+	1284,4	Sr	0,73	Cr	0,02
HCO_3^-	1128,5	K^+	7,9	Ba	0,19	Rb	0,02
Cl^-	1352,6	Ca^{++}	12,0	P	0,05	Li	0,01
SO_4^{--}	0,0	Mg^{++}	6,7	Zn	0,03	Cu	0,01
F^-	1,8	NH_4^+	25,0	Mn	0,03	Cd	0,001
Br^-	17,5	HBO_2	45,8	Rb	0,03	Be	0,0002
J^-	5,0	SiO_2	48,4	As	0,02		

Bečejska banja se naziva "Sumporno-jodno kupatilo - Bečej". Lečenje se obavlja kupanjem u mineralnoj vodi, pijenjem tople vode i peloidnom terapijom. Voda se koristi za lečenje stomačnih bolesti, oboljenja želuca, jetre i slezine; za lečenje reumatizma, išijasa, ginekoloških oboljenja, neurastenije, skrofuloze i oduzetosti.

Banjsko kupatilo, koje radi tokom cele godine, raspolaže sa 23 kabine, 28 kada, tri zatvorena bazena sa zagrejanom vodom, tri otvorena bazena, blatnim kupatilom, odeljenjem za masažu i drugim.

Pre II sv. rata banja je bila bolje posećena (do 3500 gostiju godišnje, ne računajući meštane koji koriste kupatilo). U novije vreme poseta je opala na 2500 gostiju, ali sada banjsko kupatilo koristi mnogo veći broj građana i osoba iz okoline. Smeštajni kapaciteti stacionara su mali (25 soba), pa gosti odsedaju uglavnom u gradskim hotelima i privatnim kućama.

Banja Rusanda - Melenci

Banja Rusanda se nalazi u srednjem Banatu, na oko 4,5 km od Melenaca, a oko 16 km SZ od Zrenjanina. Nadmorska visina banje je 82 m.

Do banje se može stići asfaltnim putem Beograd - Zrenjanin - Kikinda, ili železnicom do Melenaca (pruga Beograd - Zrenjanin - Kikinda), a od Melenaca lokalnim prevozom.

Lečilište je smešteno na istočnoj strani blatnog jezera "Velika Rusanda", koje je u stvari mrtvaja Tise. Sličnih mrtvaja je moguće videti u niz lokalnosti u Vojvodini, gde su dugotrajnim procesima isparavanja stvoreni uslovi koncentrisanja mnogih hemijskih supstanci u zajezerenoj vodi (efekat Mrtvog mora), pa je voda nekih mrtvaja mineralizacije i preko 20 g/l. No, mineralizacija vode se tokom godine menja - zavisno od razblaživanja padavinama, pa je najveća u, sušnom periodu kada je isparavanje vode intenzivnije od njenog obnavljanja. Jezero Rusanda je površine oko 2,5 km^2, plitko - dubine do jednog metra, i dnom prekrivenim blatom (muljem) debljine jednog metra. Odatle se blato vadi i koristi u balneoterapiji.

Kupatilo na splavovima je izgrađeno 1866. godine, na samom jezeru. Nakon njegovog uništenja u poplavi 1875. godine i izgradnjom novog kupatila, banja je neprekidno uređivana i dograđivana, pa je 1936. godine raspolagala sa 5 hotela-paviljona sa 150 ležaja.

Mineralna voda jezera je HCO_3,Cl-Na tipa, ukupne mineralizacije 20,3 g/l, pH-7,8. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	1800,0	Na^+	6750,0	Ba	2,50
HCO_3'	5100,0	K^+	156,0	Sr	2,10
Cl'	3550,0	Ca^{++}	26,0	Mo	0,12
SO_4''	2750,0	Mg^{++}	67,0	Li	0,08
F'	12,0	NH_4^+	0,30	Mn	0,06
Br'	17,50	Fe_2O_3	0,30	Cu	0,06
J'	1,0	Al_2O_3	14,70	V	0,02
HPO_4''	100,0	HBO_2	2,0		
$HAsO_4''$	0,6	SiO_2	10,0	Ra=0,34 Bq/l	

U Melencima je u cilju istraživanja nafte izbušena bušotina dubine oko 2000 m, iz koje je dobijena voda temperature 92°C. Voda je Cl-Na tipa, ukupne mineralizacije 16,5 g/l, pH-6,8. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

Prema gasnom sastavu, voda je metanska. Sadržaj radona je nizak - 9,2 Bq/l, ali je sadržaj Ra nešto povišen - 0,30 Bq/l. Voda je dosta slična fosilnoj morskoj vodi, što se vidi iz sledećih indeksa: Na/Cl=1,05 (za morsku vodu 0,82); Na/K=104,8 (45,4); Cl/Br=545 (671); Cs/SO_4=33,8 (9,72).

U banji se lečenje vrši oblaganjem blata iz jezera i kupanjem u zagrejanoj jezerskoj vodi. Lečenje sprovodi Zavod za paraplegije i hemiplegije "Rusanda" - Melenci, zdravstvena ustanova koja upošljava 155

CO_3^{2-}	0,0	Na^+	5800,0	Li	8,30	Co	0,030
HCO_3^-	1464,0	K^+	9,3	Sr	8,02	Mo	0,030
Cl^-	8520,0	Ca^{2+}	240,0	As	8,0	Zn	0,020
SO_4^{2-}	341,0	Mg^{2+}	24,0	Ba	1,00	Cd	0,020
F^-	8,0	NH_4^+	45,0	Rb	0,30	Cu	0,018
Br^-	35,0	Fe_2O_3	36,4	Cr	0,10	Ag	0,015
J^-	10,0	Al_2O_3	11,0	Mn	0,066	Pb	0,008
HPO_4^{2-}	0,50	HBO_2	400,0	Ni	0,050	Ti	0,008
$HAsO_4^{2-}$	16,0	SiO_2	110,0	Cs	0,040	V	0,001

radnika medicinske struke, od čega 26 lekara specijalista. Medicinske indikacije: reumatizam, neuralgije, tuberkuloza kostiju i zglobova, kožne i ženske bolesti. Rusanda je, kao i Ribarska banja, sve izrazitiji stacionar Zavoda za paraplegičare i hemiplegičare.

Pre II sv. rata, banju je godišnje posećivalo do 2500 osoba, a već u prvim posleratnim godinama broj bolesnika koji se lečio u banji povećao se na 4500. Poslednjih godina u banji boravi 5000 - 6000 bolesnika godišnje, ne računajući izletnike.

Smeštaj banjskih gostiju i pacijenata omogućuje Zavod "Rusanda" (B kategorije, 400 postelja), motel "Lipov cvet", kao i privatna domaćinstva do 500 ležaja.

Banja "Junaković" - Apatin

Nalazi se oko 4 km od Apatina, uz ivicu prostrane šume, na nadmorskoj visini 86 m. Sa Apatinom je povezana asfaltnim putem, a Apatin je uz to železničkom prugom i putevima povezan sa Somborom (17 km), odnosno Odžacima, Suboticom (75 km) i Novim Sadom (115 km).

Arteski bunar sa toplom vodom je ovde izbušen 1913. godine. Bunar je bio dubine 400 m, i davao je mineralizovanu vodu temperature 25°C. Kasnije su izbušene dublje bušotine, kojima je dobijena voda temperature 36°C, a najzad su u periodu 1981-87 ovde izbušene 3 hidrogeotermalne bušotine, s tim što jedna bušotina tehnički nije uspela. Bušotinama je dobijeno oko 20 l/s termomineralne vode temperature 46-49°C, ali se uglavnom koristi bušotina Pb-1 kapaciteta 13 l/s, temperature vode 49°C (Agatonović i dr., 1990).

Bušotinama je probušena cela neogenska naslaga, do podine izgrađene od paleozojskih kristalastih škrljaca. Kaptirana je voda u vodonosnim slojevima miocenskih sedimenata, neposredno iznad "paleoreljefa": u bušotinama Pb-1 i Pb-2 na dubini 750 m, a u bušotini Pb-3 na dubini 650 m. Temperatura u vodonosnom sloju je u prvom slučaju 53,5°C, a u drugom 57,2°C. Kaptirana termomineralna voda je Cl,HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 5,8-6,6 g/l, pH-7,2-7,4. U gasnom sastavu vode preovlađuje metan (79% zapreminski), a sadržaj CO_2 u vodi je do 0,13 g/l.

Voda se koristi u balneoterapeutske svrhe za kupanje, a lečenje se obavlja u Rehabilitaciono-rekreativnom centru banje "Junaković", koji je toplim hodnikom spojen sa smeštajnim delom banje. Medicinske indikacije: hronični inflamatorni reumatizam, degenerativni reumatizam, behterovljeva bolest (početni st.), ekstraartikularni reumatizam, posledice trauma i ratnih ranjavanja, ginekološka oboljenja, obstruktivni bronhitis.

Za smeštaj gostiju, banja raspolaže sa 150 ležaja u rangu hotela visoke B kategorije. U okviru turističkog kompleksa se nalazi 12 otvorenih bazena koji mogu da prime oko 7000 kupača; u blizini su i tereni za male sportove, a zimi i otvoreno klizalište.

Novosadska banja

Novosadska banja je sa svojim objektima u gradskoj zoni Novog Sada, na levoj obali Dunava i nadmorskoj visini 78 m. Podneblje grada je stepsko-kontinentalno, sa srednjom visinom godišnjih padavina od 625 mm.

Razvoj banje počinje od 1892. godine, kada je u gradskom parku izbušen bunar za potrebe vodosnabdevanja. Mineralna voda, dobijena bunarom, proglašena je lekovitom, zatim podignuto kupatilo, pa je lečenje pacijenata pod lekarskom kontrolom započeto 1910. godine. U vodi su sadržani gasoviti ugljovodonici, koji se odvajaju i koriste za zagrevanje mineralne vode u terapeutske svrhe. Pre II sv. rata, "Varoško jodno kupatilo" je raspolagalo u prizemlju i na spratu sa 6 bazena, 48 kada. Preduzeće je flaširalo mineralnu vodu i prodavalo je pod nazivom "Novosadska mineralna voda Sv. Spasa". Inače, voda je prvo flaširana kao "Franc Jozefova" mineralna voda, i 1911. godine je odlikovana na izložbama u Parizu, Londonu i Rimu. Nakon rata je lečilište obnovljeno, modernizovano, a mineralna voda (sa dodavanjem gasa CO_2) se flašira kao prirodna mineralna voda "Minakva" - tokom 1992. god. proizvodnja je iznosila oko 4 miliona litara.

Termomineralna voda je HCO_3,Cl-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,35-1,73 g/l, pH-7,8. Hemijski sastav vode koja se koristi u jodnom kupatilu je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	476,0	Sr	0,52
HCO_3'	829,0	K^+	4,0	Li	0,52
Cl'	369,0	Ca^{++}	24,0	Ba	0,34
SO_4''	2,0	Mg^{++}	24,0	Mn	0,034
F'	0,30	NH_4^+	1,7	Cu	0,005
Br'	1,50	Fe_2O_3	0,45	Cr	0,003
J'	1,70	Al_2O_3	0,35	Hg	0,0004
HPO_4''	0,15	HBO_2	18,0		
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	25,0		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot (50% zapreminski) u odnosu na metan i druge zapaljive ugljovodonike - 48% (Dimitrijević, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-7,4 Bq/l, Ra-0,21 Bq/l, U-0,0001 mg/l.

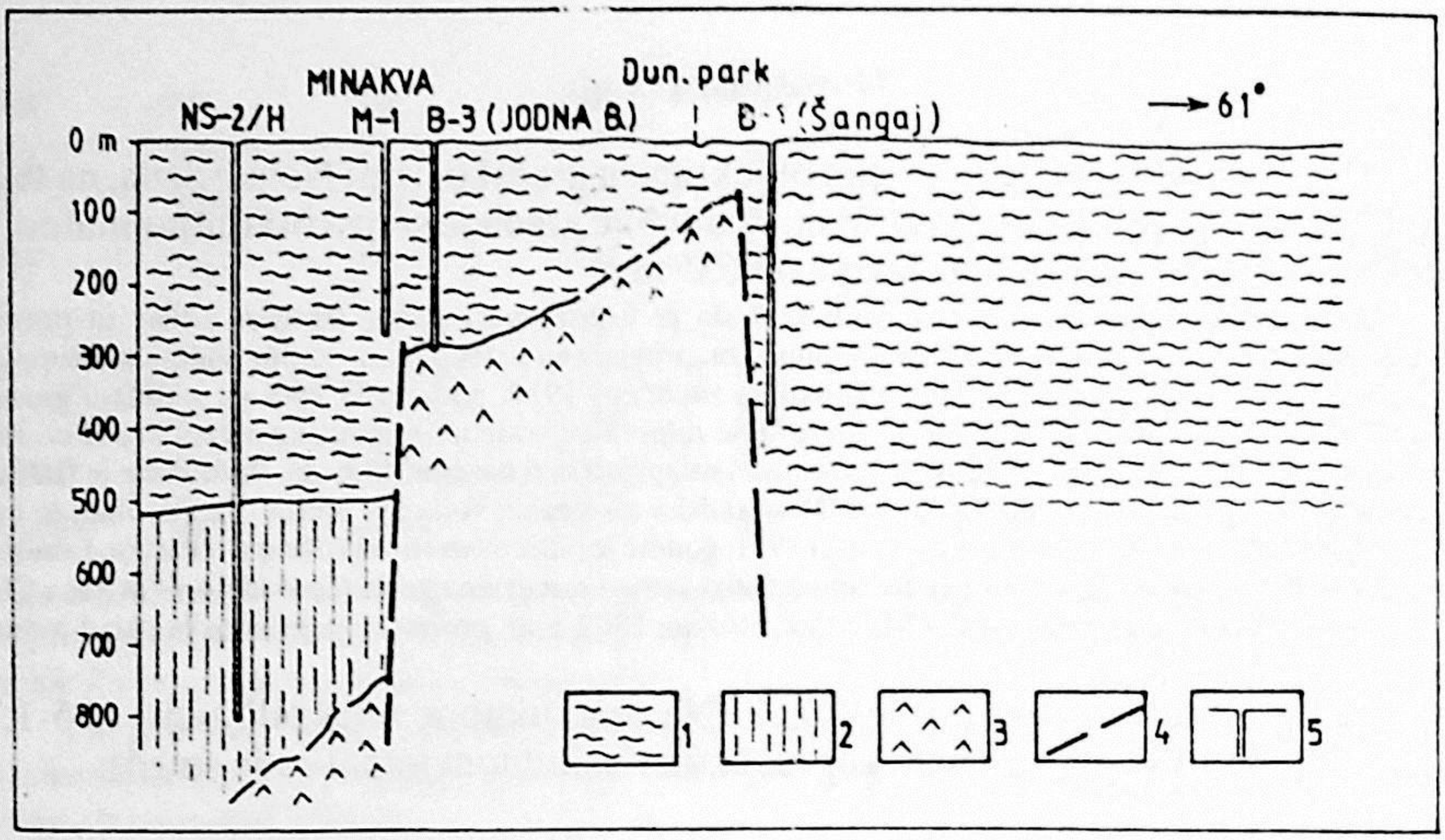
Prvi arteski bunar je bio dubine 193,4 m; izdašnost bunara je iznosila oko 3 l/s, temperatura vode 24°C. Kaptirana je voda u sloju kvarcnog peska u intervalu dubine 191,6-193,4 m (Filipović, 1983).

1924. godine je izbušen drugi bunar do dubine 223,3 m, završen u pontijskim peskovima. Najzad je 1953. godine izbušen i treći arteski bunar, dubine 278 m. Prema nepotpunim podacima, trećom bušotinom je dosegnuta podloga neogenskog basena, predstavljena dioritskim i trahitskim stenama (sl. 47). Zapadno od Novog Sada, u Futogu, bušenjem su otkriveni mezozojski peščari i glinci, na dubini 537 m; temperatura termomineralne vode je u rasponu 35-39°C.

Lečenje u Novosadskoj banji se obavlja kupanjem u zagrejanoj mineralnoj vodi, pijenjem mineralne vode i blatnim oblogama. Lečenje sprovodi Zavod za reumatična oboljenja, a indikacije su: hronična reumatična oboljenja, nervna obljenja, oboljenja limfnih žlezda i krvnih sudova, žuči, zapaljenje bubrega i drugo. Jodno kupatilo radi tokom cele godine.

Pre II sv. rata, banju je posećivalo godišnje prosečno oko 1500 bolesnika, dok se posle II sv. rata njihov broj povećavao na 4000 u 1953. godini, do 6300 u 1970. godini. U novije vreme broj gostiju je između 6000 i 8000 godišnje.

Za smeštaj banjskih gostiju koriste se hotel "Park" (koji je povezan sa kupatilom) i "Sanatorijum" kod kupatila.



Sl. 47 - Geološki presek u području Novosadske banje (D. Filipović, 1983)
1 - kvarciti i neogenski sedimenti, 2 - mezozojski peščari i glinci, 3 - dioritske stene, 4 - pretpostavljeni rased, 5 - istražna bušotina

Fig. 47 - Geological cross-section in the Novosadska banja region (D. Filipović, 1983)
1 - Quaternary and Neogene sediments, 2 - Mesozoic sandstones and claystones, 3 - diorite, 4 - fault, supposed, 5 - exploratory drill-hole

Kupinovo

Nalazi se na levoj obali Save, na oko 75 km od Beograda, i na nadmorskoj visini 80 m. Geografski, selo je na južnom obodu Srema, odnosno Vojvodine, gde se osetno smanjuje debljina tercijarne naslage - na oko 600 m (od 1400 m, koliko iznosi maksimalna debljina te naslage u Sremu).

U Kupinovu je za potrebe vodosnabdevanja izbušena početkom 70-tih godina bušotina dubine 450 m. Međutim, iz sarmatskih krečnjaka u intervalu dubine 351-358 m, pojavila se termalna voda temperature 38°C, u količini od 3,5 l/s na samoizliv (Dimitrijević, 1975). Voda je bila HCO_3,SO_4-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 1,0 g/l.

1985. godine je izbušena bušotina Ku-1/H, dubine 644 m, u cilju istraživanja geotermalne energije. Bušotina je do 589 m bušena kroz tercijarnu naslagu, a zatim kroz mezozojske (trijaske) krečnjake. Iz karstifikovanih krečnjaka je dobijena na samoizliv voda u količini oko 25 l/s, temperature 48-51°C (Filipović, Stevanović, 1987; Simić i dr., 1991). Voda je skoro identičnog sastava kao iz pliće bušotine, pa se stoga daje ovde analiza iz pliće bušotine - sledeća strana (mg/l).

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot (preko 90% zapreminski), dok je sadržaj slobodnog H_2S oko 2,0 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima uzoraka iz dublje bušotine, iznosi 8800 ± 200 godina (Perić, Milivojević, 1990). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-4,1 Bq/l, Ra-0,09 Bq/l, U-0,0001 mg/l.

CO_3''	0,0	Na^+	152,0	Sr	1,10	Cu	0,002
HCO_3'	595,0	K^+	15,7	Li	0,41	Pb	0,002
Cl'	42,0	Ca^{++}	70,0	Ba	0,40	Rb	0,002
SO_4''	100,0	Mg^{++}	31,0	Mn	0,050	Hg	0,0001
F'	4,0	NH_4^+	5,0	Cr	0,010	Sb	0,0001
Br'	0,10	Fe_2O_3	0,15	Zn	0,005		
J'	0,30	Al_2O_3	5,40	As	0,005		
HPO_4''	0,02	HBO_2	2,0	Cs	0,003		
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	22,0	Mo	0,003		

Prema balneološkim ispitivanjima, izvršenim 1987. godine, voda se može koristiti u balneoterapeutske svrhe kao sredstvo dopunskog lečenja u sklopu balneoterapijske rehabilitacije i kupanjem uz rashlađivanje do potrebne temperature kod sledećih oboljenja: bolesti lokomotornog aparata (razni oblici reumatizma), stanje posle preloma kostiju i hirurških intervencija na koštano-zglobnom sistemu.

U Kupinovu, međutim, nisu još izgrađeni odgovarajući objekti balneološke namene.

Može se napomenuti da je u području Srema u više lokalnosti bušenjem registrovana termalna (termomineralna) voda; u Buđanovcima - na dubini 440 m, temperature vode 35°C; u Sremskoj Mitrovici - na dubini 400 m, temperature vode 27,5°C, itd. Najnovija bušenja u Sremskoj Mitrovici su otkrila i znatne količine termalne vode.

Obod Fruške gore

Fruška gora (539 m) je ostrvska morfostruktura u okviru Panonskog basena, u kojoj su otkrivene i najstarije stenske mase iz podloge tercijarnog basena. U geološkom pogledu je veoma složene građe, što je omogućilo da se formiraju povoljne hidrogeološke strukture za akumuliranje mineralnih i termalnih boda. Gora je izdužena pravcem približno istok-zapad, u dubini 75 km, sa najvećom širinom do 12 km. Godišnja suma padavina u području Fruške gore iznosi od 650 mm (u obodnim delovima) do 800 mm na najistaknutijem bilu.

Osnovu terena izgrađuju metamorfiti paleozojske starosti - sericitski škriljci, filiti, kalkšisti i slično. Ove tvorevine su otkrivene u izvorišnim delovima mnogih potoka koji teku sa venca Fruške gore, a negde su otkrivene i u nižim kotama oboda uzvišenja. Preko paleozojskih stena leže mezozojske heterogene tvorevine, dok su po dubokim dislokacijama utisnute veće mase ultramafita. Osim toga, starije stenske mase su probijene latitima i kvarclatitima, ili su u njima intrudovani granitoidi.

Po obodu Fruške gore, u rejonima gde se hidrogeološki kolektori nalaze dublje ispod tercijarne naslage, pojavljuju se termalni i mineralni izvori. Tako su pojave termalnih i mineralnih voda registrovane u Ljubi, Vrdniku, kod manastira Staro Hopovo i u Slankamenu.

Ljuba

Termalna voda u selu Ljuba se nalazi u zapadnom kraju Fruške gore, na oko 7 km južno od Iloka, odnosno 36 km JZ od Novog Sada. Nadmorska visina izvora je 220 m.

Izvor, zvani "Banja", pojavljuje se iz jednog levkastog (kraškog) udubljenja u

trijaskim krečnjacima, iz krečnjaka koji su u ovoj lokalnosti eksploatisani u građevinske svrhe. Izdašnost izvora je promenjljiva tokom vremena (obično oko 5-6 l/s), a temperatura voda 22,5°C.

Prema hemijskoj analizi, urađenoj 1984 (ustupljenoj od prof. dr A. Grubića), voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,73 g/l. Sadržaj komponenata je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	23,9	Sr	0,60
HCO_3'	491,1	K^+	2,7	Al	0,08
Cl'	17,7	Ca^{++}	90,0	P	0,03
SO_4''	22,0	Mg^{++}	45,1	Li	0,01
F'	0,28	NH_4^+	0,0	Rb	0,01
Br'	0,05	HBO_2	0,5	Zn	0,01
J'	0,02	SiO_2	14,0	As	0,01

U gasnom sastavu preovlađuje azot, a sadržaj CO_2 je 29,9 mg/l. Radioaktivnost vode je niska: Rn-2,84 Bq/l, Ra-0,12 Bq/l, U-0,001 mg/l.

Pojava termalne vode je bila poznata odavno, pa A. Koch (1896) navodi da je i u tursko vreme ovde postojala banja. Voda ispunjava oveći bazen, u kojem se kupaju uglavnom meštani. Nema izgrađenih bilo kakvih banjskih objekata.

Banja Vrdnik

Banja Vrdnik se nalazi u južnom podnožju Fruške gore, oko 30 km od Novog Sada. Nadmorska visina banje je 190 m. Do banje se može stići iz pravca Beograda asfaltnim putem (81 km), preko Rume, a iz Novog Sada preko Iriga.

Termalna voda u Vrdniku je prvo registrovana u rudarskom oknu "južne jame" 1931. godine, prilikom istaživanja uglja (Luković, 1939). Do provale tople vode je došlo kada se istražnim potkopom ušlo iz tercijarne naslage u karstifikovane trijaske krečnjake, koji ovde leže na dubini 100-330 m. Bujica je prosto potopila okno i od tada iz njega je isticala voda u količini 3,3 l/s, temperature 24°C. Kasnije je u Vrdniku počelo korišćenje termalne vode u balneološke svrhe, preduzeta istražna bušenja i kaptiranje vode. Danas je tu izgrađen savremeni balneološko-rekreativni kompleks, zahvaljujući velikoj količini (45 l/s) termalne vode temperature 33°C.

Termalna voda je HCO_3,SO_4-Mg,Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,89 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	69,0	Sr	0,50	Cu	0,002
HCO_3'	555,0	K^+	7,1	Ba	0,20	Pb	0,001
Cl'	28,0	Ca^{++}	60,0	Li	0,11	Cs	0,001
SO_4''	90,0	Mg^{++}	67,0	Mn	0,010	Hg	0,0001
F'	2,50	NH_4^+	3,0	Rb	0,007	Sb	0,0001
Br'	0,06	Fe_2O_3	0,45	Cr	0,005		
J'	0,05	Al_2O_3	0,14	Zn	0,005		
HPO_4''	0,02	HBO_2	1,0	As	0,0025		
$HAsO_4''$	0,005	SiO_2	10,0	Mo	0,002		

U gasnom sastavu preovlađuje azot. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-17,7 Bq/l, Ra-0,13 Bq/l, U-0,0035 mg/l.

Prvi banjski objekat je izgrađen već 1932. godine: u blizini otvora južnog okna napravljen je primitivni bazen, veličine oko 10x20 m, koji se punio vodom iz okna (Kostić, Maćejka, 1980). Novi, veći otvoreni bazen je izgrađen 1937. godine, a toplo kupatilo tokom 1939. godine. Eksploatacija uglja u vrdničkom rudniku je prestala 1968. godine, a od 1971. počinje temeljna rekonstrukcija banje, izgradnja novih objekata i postupno proširenje banjskih kapaciteta.

U balneološke svrhe, termalna voda se koristi kupanjem u otvorenim i zatvorenim bazenima u okviru Centra za rehabilitaciju i rekreaciju "Vrdnik". Medicinske indikacije: hronični inflamatorni reumatizam, degenerativni reumatizam, ekstraartikularni reumatizam, posledice trauma i drugo.

Pre II sv. rata, najveći broj posetilaca je zabeležen 1938. godine - 1959. U 1977. godini je u banji boravilo 3403 gosta, a 1980. godine - 9740 posetilaca.

Smeštaj gostiju omogućuju hotel "Termal" (B kategorije), 44 ležaja; depandans sa 120 ležaja; bungalovi sa 48 ležaja. Objekti su u samom centru banje, koji raspolaže sa jednim otvorenim i dva zatvorena bazena sa termalnom vodom.

Staro Hopovo

Izvor mineralne vode se pojavljuje u koritu Lipovog potoka, na oko 200 m istočno od manastira Staro Hopovo na južnoj padini Fruške gore. U rejonu izvora su otkriveni vulkaniti, preko kojih leže naslage sivih tufova i tufita. Jednom plićom bušotinom je kaptirana mineralna voda u obali potoka - iz bušotine ističe oko 0,2 l/s vode, temperature 18,5°C. Voda se od strane meštana koristi kao lekovita, pošto je sa povišenim sadržajem vodoniksulfida. Prema nepotpunim podacima, voda je HCO_3,SO_4-Mg,Na tipa, sa sadržajem slobodnog H_2S do 3,5 mg/l (Petrović i dr., 1973).

S obzirom na položaj mineralnog izvora, geološku građu područja, kao i hemijske karakteristike vode, rejon pored manastira se nameće kao veoma perspektivan za dobijanje termomineralnih voda viših temperatura.

U Starom Slankamenu je mineralna voda hladna - 18,4°C, ukupne mineralizacije 6,2 g/l, veoma slana (NaCl oko 90%). Na kontaktu sa serpentinitima se prazne mineralizovane vode iz dubljih sojeva tercijarne naslage.

Ovde se može napomenuti da je **kod Inđije**, na nadmorskoj visini 107,3 m, bušena 1989. godine hidrogeološka istražna bušotina dubine oko 750 m (Agatonović, 1990). Na toj bušotini se, prema nepotpunim podacima, ušlo u serpentinite, pa je bušotina zbog toga i drugih tehničkih problema prekinuta. Na dubini 635 m je izmerena slojna temperatura od 62°C; iz bušotine je isticalo 0,5 l/s termomineralne vode temperature 57°C. U gasnom sastavu vode preovlađivao je metan (80,7 %) dok je učešće CO_2 relativno malo (12 %).

Mačva

Tercijarni i kvartarni sedimenti u Mačvi su lokalno različite debljine - u rasponu 100-1500 m, pri čemu je debljina kvartarnih sedimenata 20-100 m. U centralnom delu, oko Dublja i Bogatića, debljina sedimentne naslage je 200-300 m; severno, prema S. Mitrovici, ova debljina je preko 1000 m, dok je u predelu južne Mačve, prema geofizičkim ispitivanjima, do 1500 m.

U okviru neogenske naslage postoji više vodonosnih slojeva (peskovi, sarmatski organogeni krečnjaci i slično), iz kojih se u mnogim selima eksploatiše podzemna voda za potrebe vodosnabdevanja. Bunari su arteski, sa vodom uglavnom preko 20°C, izdašnosti 1-5 l/s: Belotić - dubina bunara 216 m, temperatura vode 22,5°C; Drenovac

- 250 m, 20°C; Pričinović - 250 m, 19°C; Noćaj - 300 m, 29°C; Ravnje - 280 m, 20,8°C; Bogatić - 300 m, 27,4°C, itd.

Preneogenska podloga je izgađena od različitih paleozojskih i mezozojskih tvorevina, kao i magmatskih stena. Tektonskim pokretima, koji su bili snažni u mlađim odeljcima neogena, formirana je složena parketno-blokovska struktura podloge, a tercijarna magmatska aktivnost, evidentna kroz vulkanite, granitoide Cera i druge ekvivalente, prouzrokovala je i geotermalnu anomaliju u terenu.

1981. godine je, u sklopu izrade Osnovne hidrogeološke karte lista Šabac, izbušena istražna bušotina D-1 u Dublju, dubine 200 m (Pavlović, 1985). Ovom bušotinom je iz tercijarnih peskova i šljunkova dobijeno 1,7 l/s termalne vode, temperature 40,2°C, što je iniciralo nova geotermalna istraživanja u tom području. Novom bušotinom u Dublju, otkriveni su u podlozi neogenske naslage srednjotrijaski krečnjaci na dubini 207,5 m, iz kojih je dobijeno na samoizliv 15 l/s vode, temperature 50°C. Interesantno je da je pedesetih godina izbušena i jedna istražna bušotina u selu Dublju, 700 m severno od D-1, dubine 288 m, ali koja nije ušla u podlogu neogenske naslage.

Nakon toga je izbušeno više bušotina do podloge neogena u različitim lokalnostima - Šapcu, Bogatiću, Belotiću, a najbolji rezultati su postignuti u Bogatiću, gde je bušotinom BB-2 (dubine 619 m) dobijeno na samoizliv 61 l/s vode (početna vrednost izdašnosti), temperature 78°C. Kraj Bogatića je, na lokaciji "Ogled" izbušena do sada najdublja istražna hidrogeološka bušotina u Mačvi - 1500 m (Milivojević i dr., 1992). Bušotina je bušena do dubine 44 m kroz kvartarne, aluvijalne sedimente Drine; od 44-280 m kroz neogenske peskovito-glinovite sedimente; 280-306 kroz andezit; 306-1335 m kroz metapeščare i metaalevrolite nedefinisane starosti; 1335-1500 m kroz plagiogranite, čija je apsolutna starost 36,2-43,7 miliona godina. Bušotinom je dobijeno na samoizliv 1,0 l/s vode, temperature 39°C. Na dubini 1500 m je registrovana temperatura stene 77°C.

Iz navedenog se vidi litološka heterogenost podloge neogenske naslage. U Dublju je to trijaski krečnjak, čija je debljina preko 200 m (bušotina dubine 400 m u Dublju je završena u krečnjacima); u Belotiću dolomitit (na dubini 310 m); u Bogatiću, na relativno kraćem rastojanju oštra litološka promena - u bušotini BB-2 su trijaski krečnjaci, u dubokoj bušotini (5 km južnije) metamorfiti; kod Metkovića su na dubini 495 m registrovani metapeščari, iz kojih se nije izašlo do 627 m dubine; u Šapcu, pored železničkog mosta preko Save, metamorfiti nedefinisane starosti (na dubini 268 m). Može se takođe navesti da su metamorfiti registrovani u Sremu (Grabovci, dubine 261 m; Platićevo, dubina 312 m), a krečnjaci u Golubincima (938 m) i Kupinovu - 589 m (Milivojević, 1990b; Stefanović, 1990).

Hemijsko analiziranje voda je pokazalo da su vode kaptirane arteskim bunarima u neogenskim akviferima, i vode iz akvifera u podlozi basena veoma sličnog kvaliteta. To su vode HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije oko 1,0 g/l (suvi ostatak 0,6-0,8 g/l), pH-7,2. Hemijski sastav vode napr. iz bunara u Bogatiću je dat na sledećoj strani (mg/l).

U gasnom sastavu preovladuje azot. Bunarom u Bogatiću je kaptirana voda (temperature 22,7°C) u neogenskim peskovima i šljunkovima u intervalu dubine 173-177 i 177-180,5 m. Kada se sa tom analizom uporedi analiza vode iz duboke bušotine u Dublju, jasno se uočava sličnost sa vodom pliće izdani, ali i sa vodom iz Kupinova tabela na sledećoj strani (mg/l).

CO_3"	0,0	Na^+	161,0	Sr	0,60	Cs	0,003
HCO_3'	427,0	K^+	6,3	Zn	0,55	Ti	0,003
Cl'	99,0	Ca^{++}	40,0	ba	0,33	Cr	0,002
SO_4"	4,0	Mg^{++}	8,0	Li	0,12	Co	0,002
F'	1,44	NH_4^+	1,3	Rb	0,040	Cu	0,001
Br'	0,60	HBO_2	10,3	Mn	0,024	Mo	0,001
HPO_4"	0,04			Ni	0,003	Cd	0,0007
$HAsO_4$"	0,04			Pb	0,003	Ag	0,0003

CO_3"	0,0	Na^+	158,5	SiO_2	24,0
HCO_3'	574,0	K^+	13,0	Li	0,2
Cl'	42,6	Ca^{++}	50,0	B	3,5
SO_4"	2,0	Mg^{++}	7,3	F'	3,4

U gasnom sastavu vode iz dubokih akvifera preovlađuje azot. Apsolutna starost vode iznosi 15600-27200 godina (Perić, Milivojević, 1990).

U hidrogeološkim kolektorima preneogenske podloge Mačve su akumulirane značajne količine termalnih voda - energetski potencijal njihov je procenjen u ekvivalentnoj vrednosti od 75 miliona tona nafte (Stanković i dr., 1987). Južni deo basena (oko Prnjavora), gde je debljina neogenske naslage najveća, verovatno je veće perspektivnosti od centralnog dela. Na to ukazuje i subtermalni izvor u Beloj Reci, koji predstavlja prelivni izvor hidrogeotermalnog ležišta, a nalazi se na koti 160 m (prelivni termalni izvori ležišta u području Šapca su u dolini Dobrave, na koti oko 100 m). Voda izvora u Beloj Reci ("Slanača") je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije oko 0,5 g/l, temperature 20°C.

Banja Koviljača

Banja Koviljača se nalazi u severozapadnom delu Srbije, u Podrinju, sa desne strane Drine. Lokacijski je u severozapadnom podnožju Gučeva (779 m), na nadmorskoj visini 128 m. Od Loznice je udaljena 6 km, a od Zvornika 19 km. Banja je pored asfaltnog puta i pruge Šabac-Zvornik, pa je lako pristupačna gostima i pacijentima. Banja je 1971. godine imala 5739 stanovnika u 1774 domaćinstva i 1580 stanova, pa stoga predstavlja jedno od naših najvećih balneoloških naselja.

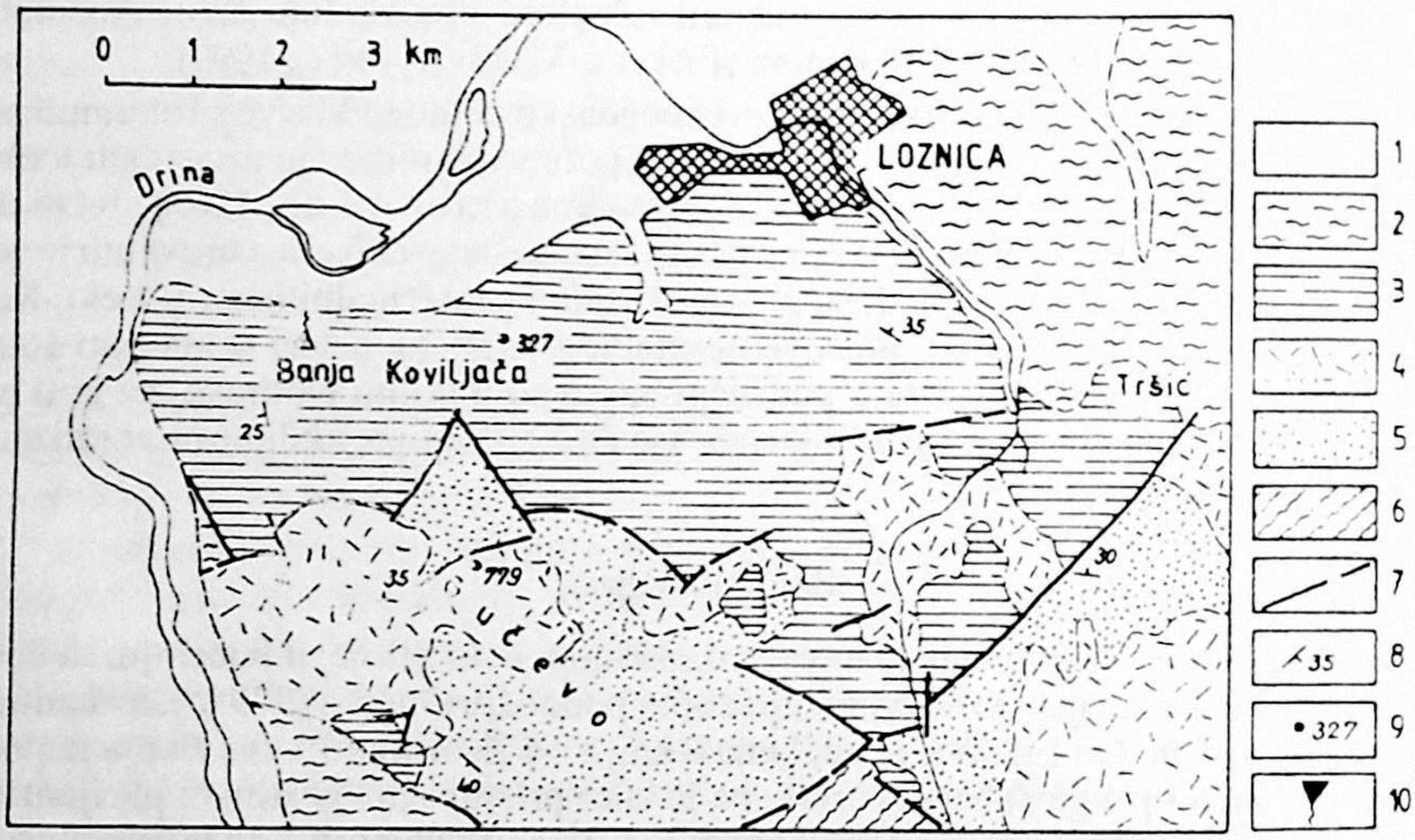
Klima banje je umereno-kontinentalna, sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha 10,9°C, i srednjom godišnjom visinom padavina 800-1000 mm. Posebna vrednost banje je prostrani park, koji se spaja sa šumom listopadnog i četinarskog drveća Gučeva. Blizina Drine je, takođe, od značaja zbog obilja vode, plaže, mogućnosti ribolova, saobraćaja pored reke i slično.

Banja Koviljača se u prošlosti nazivala Smrdan banja ("Smrdan bara"), jer su se njene mineralne sumporovite vode razlivale slobodno i zaudarale, naročito leti. Nema pouzdanih tragova da su je koristili stari Rimljani, ali budući da su oni rado osnivali kolonije pored ovakvih voda, možda je i ovde kao u Sokobanji bilo naselje i utvrđenje na ulazu u klisuru. Zna se da je narod koristio vodu kao lekovitu odavno, a kao Smrdan baru je spominju u putopisima stranci koji su u XVII veku putovali kroz tursku imperiju. Zvornički Turci su ovde oko 1720. godine podigli jedan amam za kupanje žena, dok je lekovito blato korišćeno i pre izgradnje tog amama. Banju je posećivao Dositej, Vuk karadžić i drugi viđeniji Srbi. Godine 1867. je ukazom kneza Mihaila Obrenovića banja stavljena pod zaštitu države, ali tek od 1898. godine, kada je Nrodna skupština donela zakon o ustupanju banje Koviljače narodu okruga podrinskog u eksploataciju

(koncesija na 50 godina) počinje podizanje i razvoj banje (Petrović, 1934). Odmah su podignute upravne zgrade banje, hotel "Podrinje" i vile "Koviljača" i "Bosna", uređen park i kupatila, uređene kaptaže izvora i ostalo. Tokom svetskih ratova je banja bila znatno oštećena, ali su već 1945. obnovljeni i uređeni banjski objekti, od kada je banja stalno osavremenjivana.

U banji postoji više izvora termomineralne vode, temperature vode do 29,6°C. Prvobitno se banja nalazila takoreći na samoj plaži Drine, jer su se termomineralne vode u vidu razbijenog izvorišta pojavljivale na širokom prostoru, pa i u samom koritu Drine. Da bi se izbegao uticaj reke, termomineralna voda je kasnije plitkim bušotinama i kopanim bunarima kaptirana u području sadašnjeg parka. Tako su postojale kaptaže: bunar "Kralj Petar" (sada se ne koristi), bunar "Vuk Karadžić", sumporoviti izvor u parku (kopani), zatim sumporoviti izvor u parku (bušotina, dubine 29 m, čija se voda izliva u bazenu za spravljanje peloida) (Popović, 1912). Osim ovih, u banji su postojala i 4 izvora hladne mineralizovane vode koja se koristila za piće ili ispiranje očiju ("bakarna" voda i drugi).

U geološkoj građi terena su zastupljeni uglavnom trijaski i gornjokredni sedimenti, koji izgraduju veliku antiklinalu Gučeva, razlomljenu uzdužno i poprečno većim brojem raseda (sl. 48).



Sl. 48 - Geološka karta područja Banje Koviljače (Mojsilović i dr., 1968)
1 - aluvijalni nanos, 2 - neogenski peskovito-glinoviti sedimenti, 3 - gornjokredna flišna serija, 4 - gornjotrijaski krečnjaci i dolomiti, 5 - donjotrijaski krečnjaci, peščari, škriljci, 6 - karbonski škriljci i peščari, 7 - rased, 8 - elementi pada slojeva, 9 - kota terena, 10 - termomineralni izvor

Fig. 48 - Geological map of Banja Koviljača area (Mojsilović et al., 1968)
1 - alluvial deposit, 2 - Neogene sandy-argillaceous sediments, 3 - Upper Cretaceous flysch, 4 - Upper Triassic limestones and dolomites, 5 - Lower Triassic limestones, sandstones, schists, 6 - Carboniferous schists and sandstones, 7 - fault, 8 - dip of strata elements, 9 - elevation point, 10 - thermomineral spring

Trijaske tvorevine su predstavljene krečnjacima, peščarima i škriljcima u donjem delu, a krečnjacima i dolomitima u gornjem. Stene izgraduju greben Gučeva (Crni vrh i Kulište), odnosno teren južnije od banje. Za vreme srednjeg trijasa, u podrinskom regionu je došlo na više mesta do vulkanske aktivnosti, koja se manifestovala

izlivanjem porfiritskih lava i obrazovanjem većih ili manjih masa porfirita, vulkanskih breča i tufova. Preko trijaskih, diskordantno naležu gornjokredni sedimenti, tako da ovde postoji znatan stratigrafski hijatus. Nedostajanje jurskih i donjokrednih tvorevina ukazuje svakako na izdizanje trijaskog kopna i regresiju mora. Gornjokredne tvorevine (debljine preko 800 m) izgrađuju padine Gučeva do neposredne blizine izvora termomineralne vode, i u okviru ovih se jasno razlikuju dve facije: donji deo serije pretežno krečnjački, koji sigurno pripada senonu, i gornji deo flišnih sedimenata većeg prostranstva i debljine, koji delimično, verovatno, zalazi u paleocen.

Rasedi u terenu su brojni i jasno izraženi. Tako se u banji zapaža jedan rased pravca pružanja S-J, i drugi pravci SZ-JI, koji se međusobno presecaju.

Termomineralna voda je HCO_3,Cl-Na,Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,41 g/l, temperature 30°C, pH-6,6. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	200,0	Sr	0,36	V	0,001
HCO_3'	890,0	K^+	22,2	Li	0,30	Hg	0,0002
Cl'	89,0	Ca^{++}	120,0	Rb	0,072		
SO_4''	55,0	Mg^{++}	36,6	Al	0,039		
F'	0,7	NH_4^+	0,0	Cs	0,033		
Br'	0,6	Fe_2O_3	0,45	Ba	0,013		
J'	0,2	Al_2O_3	0,08	Mn	0,009		
HPO_4''	0,2	HBO_2	5,0	Cr	0,001		
$HAsO_4''$	0,0	SiO_2	18,0	Co	0,001		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot (78% zapreminski), dok su podređeno zastupljeni CO_2 (16%) i H_2S (5%). Sadržaj H_2S je 9,3 mg/l, a rastvorenog CO_2 do 0,18 g/l. Sadržaj Ra je nešto povišen - 0,61 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski - 34,8 Bq/l i 0,0006 mg/l. Apsolutna starost vode iznosi 18500 - 22000 godina (Perić, Vuković, 1986).

Istraživanja termomineralne vode u Banji Koviljači su vršena već oko 1900. godine, kada je plitkim bušotinama i kopanim bunarima kaptirana voda izvan neposrednog uticaja toka Drine. Tada je iskopan i bunar "Vuk Karadžić", dubine 5,9, prečnika 1,5 m, koji je bio glavni eksploatacioni objekat banje do 1981. godine i izrade bušotine BK-1. Izdašnost bunara je bila (crpljenjem) oko 20 l/s, temperature vode do 30°C. Određena istraživanja su vršena 1933. godine, kada je izbušena bušotina severnije od železničke pruge, prema železničkoj stanici. Bušotina je bila dubine 39,6 m, izbušena u aluvijalnom nanosu sa krupnim blokovima krečnjaka, u kome je voda bila temperature 31°C.

Relativno veća istraživanja su vršena u periodu 1951-55. godine, uz geofizička i hidrohemijska ispitivanja, istražno bušenje i drugo, a zatim i 1959. godine. Ovim ispitivanjima je okonturena zona pojavljivanja termomineralne vode u plitkim kolektorima, a istražnim bušenjem do dubine 75 m registrovana je temperatura vode do 34°C.

U periodu 1981-84 godine, izbušene su u okviru hidrogeoloških istraživanja tri bušotine. Bušotinom BK-1, dubine 126 m, kaptirana je termomineralna voda u karstifikovanim krečnjacima u intervalu dubine 45-75 m. Probno crpljenje je pokazalo da izdašnost bušotine iznosi preko 50 l/s, dok je temperatura vode 30,5°C. Bušotina BK-2, dubine 500 m, bušena je kroz gornjokredne laporovite krečnjake, laporce i peščare, u praktično povlatnom hidrogeološkom izolatoru, tako da su rezultati bili negativni (dobijena je termomineralna voda HCO_3-Ca,Mg tipa, tempe-

rature 28°C, niskog sadržaja H_2S - 2,1 mg/l). Bušotina BK-3, projektovana da probuši flišnu naslagu, izbušena je do dubine 823 m, i tada zbog havarije u bušotini dalje bušenje obustavljeno. Izvesne indikacije - kao što je naglo razredenje isplake i njeno zagrevanje na dubini oko 820 m - mogle bi biti potvrda pretpostavke da se havarija desila upravo na ulasku u hidrogeološki kolektor sa toplijom termomineralnom vodom.

Napuštena je koncepcija traženja dubljeg hidrogeološkog kolektora pod pritiskom teze određenih isrtaživača da je voda u banji obodni "izdanak" velikog ležišta formiranog ispod neogenskih sedimenata u Mačvi. Medutim, hidrogeohemijske karakteristike vode, koje su u ovom slučaju po svemu sudeći zanemarene, dovode u sumnju navedenu tezu. Termalne vode po obodu mačvanskog ležišta (u Dobravi, u Beloj reci) su HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije oko 0,5-0,6 g/l, a takve vode su i u samom ležištu Mačve (Dublje, Bogatić, itd.). Za njih nije karakterističan povišeni sadržaj H_2S, CO_2, Cs i drugih indikativnih komponenti koje se registruju u vodi Banje Koviljače. Osim toga, voda banje je HCO_3, Cl - Na, Ca, Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,41 g/l, što znači veće nego u "primarnom" ležištu (ako je ono u Mačvi), mada bi se očekivalo da ukupna mineralizacija na obodu ležišta bude manja zbog izraženijeg uticaja hladnih podzemnih voda. Pojava vode u Banji Koviljači je uvršćena u basen Mačve, ali svakako ne bi trebalo napuštati dalje istraživanje dublje hidrogeološke strukture u toj lokaciji.

Lečenje u banji se sprovodi u Zavodu za diskopatiju i posttraumatska stanja "Banja Koviljača", kupanjem i pijenjem sumporovite i gvožđevite mineralne vode, kao i blatnim oblaganjem. Primenjuju se terapije: balneoterapija, hidroterapija, kineziterapija, fototerapija, elektroterapija, fangoterapija. Medicinske indikacije: bolesti lokomotornog aparata, posttraumatska stanja (prelomi kostiju i drugo), ginekološka oboljenja, neurološka oboljenja. Zavod je moderno tehnički opremljen, sa timom lekara, specijalista i drugog medicinskog osoblja.

Broj banjskih gostiju je 1909. godine iznosio 3907, a pred II sv. rat je taj broj bio od 6000-7000. Posleratna poseta je uvećana za oko tri puta, ali oscilira. Tako je 1945. zabeležena poseta od 5703 gosta, a tri godine kasnije ih je bilo 16520. Veća poseta je ostvarena 1969. godine, kada je bilo 28200 gostiju, dok je 1976. bilo tek 17200 korisnika banjskih usluga.

Smeštaj gostiju u banji obezbeđuju: objekti Zavoda za diskopatiju, sa 120 ležaja na nivou hotela B kategorije; tri hotela sa 500 ležaja; vile sa 172 ležaja; objekti auto-kampova sa 80 ležaja; privatna domaćinstva.

Banja raspolaže sa izvanrednim parkom za šetnje i rekreaciju. Osim toga, u okolini postoji niz interesantnih lokalnosti za izlete: stari grad u Zvorniku (19 km), selo Tršić (14 km), rodno mesto Vuka Karadžića; manastir Tronoša iz XVI veka; na Drini postoji uređena plaža i mogućnost za sportski ribolov tokom letnje sezone; na Gučevu spomen-kosturnica boraca izginulih u I sv. ratu, itd.

Banja Badanja

Banja Badanja se nalazi kod sela Donja Badanja, u južnom podnožju brda Iverak (426 m), odnosno proširenoj aluvijalnoj ravnici rečice Cernice, desne pritoke Jadra. Udaljena je od Šapca 42 km, a od Zavlake (na putu Loznica-Valjevo) oko 6 km. Okolni reljef je blago zatalasan, šumovit, a nadmorska visina banje je 155 m. Klima područja je umereno-kontinentalna, sa prosečnom godišnjom temperaturom 11,5°C i visinom padavina 820 mm.

Do banje se može stići asfaltnim putem Beograd - Šabac i dalje preko Tekeriša, ili putem Šabac - Loznica - Valjevo, sa skretanjem kod mesta Zavlaka (6 km od banje). Može se koristiti železnica do Loznice, a odatle lokalni autobuski prevoz do banje.

Banja Badanja je sezonska, neuređena, i u senci daleko poznatije i uređenije Banje Koviljače. Sezona traje od maja do oktobra, kada u banji boravi i više hiljada gostiju, iako su banjski kapaciteti smeštaja daleko ispod toga. Prve analize vode, koliko je poznato, izvršio je M. Leko 1889. godine, a sve do 1947. godine je banja bila privatno vlasništvo porodice Lazarević. Tek u novije vreme u banji je uređeno staro

kupatilo, podignute kamp-kućice, dok je u užoj okolini izgrađen veliki broj privatnih kuća koje se u letnjoj sezoni intenzivno koriste.

Kao lekoviti, u banji se koriste dva izvora: glavni izvor sumporovite vode i izvor "gvozdene vode". Glavni izvor je kaptiran jednim plitkim bunarom, iskopanim u aluvijalnom nanosu, odakle se voda crpi pumpom i odvodi do kupatila gde se zagreva i koristi u terapeutske srhe. Izdašnost izvora je oko 1,0 l/s. Izvor "gvozdene vode", izdašnosti 0,7 l/s, koristi se uglavnom za ispiranje očiju. Voda oba izvora je hladna, mineralizacije oko 0,8 g/l, ali sa znatno povišenom radioaktivnošću, što je uslovno svrstava u mineralne.

Mineralni izvori se pojavljuju u jugoistočnom obodu većeg tercijarnog basena Draginca, u delu gde su na površini terena otkriveni gornjokredni peščari, konglomerati, glinci i krečnjaci. Kredne i permotrijaske tvorevine ovde grade jednu sinklinalnu formu, koja se nalazi na obodu velikog vlašićkog metamorfnog kompleksa i tone ka SZ ispod miocenskih sedimenata (Filipović i dr., 1967; Mojsilović i dr., 1968). Tokom miocena se u terenu odvijala i vulkanska aktivnost, pa su mase dacito-andezita zastupljene kako u okviru mezozojskih, tako i u okviru tercijarnih sedimenata.

Mineralna voda glavnog izvora je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,82 g/l, temperature 15°C, pH-7,0. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	121,0	Li	0,196	Hg	0,0002
HCO_3^-	560,0	K^+	3,4	Sr	0,175		
Cl^-	14,0	Ca^{++}	66,0	Cs	0,026		
SO_4^{--}	35,0	Mg^{++}	21,0	Ba	0,025		
F^-	1,2	NH_4^+	1,0	Rb	0,021		
Br^-	0,05	Fe_2O_3	0,0	Mn	0,009		
J^-	0,05	Al_2O_3	0,07	Cr	0,0014		
HPO_4^{--}	0,05	HBO_2	1,5	V	0,0014		
$HAsO_4^{--}$	0,0	SiO_2	12,0	Cu	0,001		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot, dok je sadržaj rastvorenog CO_2 do 28 mg/l, a H_2S od 4,2 mg/l. Radonska radioaktivnost iznosi 188,7 Bq/l ("gvozdena voda" - 100,3 Bq/l), a sadržaj Ra-0,59 Bq/l.

Tokom 1980/81 godine, izvršena su u banji hidrogeološka istraživanja, sa bušenjem dve istražne bušotine (Protić, 1981). One su bušene pored glavnog banjskog izvora: B-1 do dubine 195 m, i B-2 do dubine 400 m, u celini kroz flišolike i krečnjačke stenske mase najverovatnije kredne starosti. Plićom bušotinom je dobijeno na samoizliv 2,0 l/s vode, temperature 18°C, ukupne mineralizacije 0,98 g/l. Dubljom bušotinom je dobijeno na samoizliv 0,6 l/s vode, temperature 20,5°C, ali smanjene ukupne mineralizacije i sadržaja H_2S, kao i preovlađujućeg HCO_3-Ca,Mg sastava.

U balneološke svrhe, mineralna voda se koristi za piće i kupanje, prema preporukama i pod kontrolom medicinskih stručnjaka. Uglavnom se leče reumatična oboljenja mišića i zglobova, nervna oboljenja, ginekološka oboljenja, anemija i opšta slabost organizma.

Smeštaj banjskih gostiju je moguć u motelu "Cernica" (B kategorije), bungalovima, i u privatnom aranžmanu.

Okolina banje Badanje je pogodna za šetnje i boravak u prirodi. Kao izletnička mesta su interesantni Tršić, Tekeriš, Bela Crkva i druga. Bistra rečica Cernica je pogodna za ribolov.

Posavo-tamnava i Kolubara

Slično kao u Mačvi, u ovom području su registrovane termalne vode u akviferima neogenske naslage i preneogenskoj podlozi. To je potvrđeno bušenjem u više lokalnosti - Debrc, Obrenovac, Vreoci, itd.

Debrc

Na oko 13 km JZ od Kupinova, na desnoj obali Save kod Debrca, izbušena je 1991. godine istražna bušotina IBDc-1, dubine 740 m, i na toj dubini prekinuta zbog nedostatka finansijskih stredstava (Simić, 1991). Bušena je kroz neogenske sedimente do dubine 474 m, a zatim kroz trijaske krečnjake. Ispitivanja u bušotini su pokazala da je samoizliv 4,2 l/s vode, temperature 48,6°C, a arteski pritisak od 1,0-1,1 bara. Termalna voda je i hemijskom sastavu slična vodi Kupinova, ali niže ukupne mineralizacije i povećanja udela Ca^{2+}, Mg^{2+} u odnosu na jon Na^{+}, s obzirom da je lokacija bliže obodu basena. Voda je HCO_3-Na,Ca tipa, ukupne mineralizacije 0,64 g/l, pH-7,2. Sadržaj glavnih jona, u mg/l, je (Simić, 1991):

HCO_3'	425,8	$Na^{\cdot}$	81,5	SiO_2	32,8
Cl'	21,3	$K^{\cdot}$	9,3	F'	1,0
SO_4''	24,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	51,0		
		$Mg^{\cdot\cdot}$	22,0		

Obrenovačka banja

Obrenovačka banja se nalazi u Obrenovcu, na oko 30 km od Beograda prema jugozapadu. Obrenovac je na aluvijalnoj zaravni Save i Kolubare, na 76-78 m nadmorske visine. Blizina užeg gradskog područja Beograda, intenzivan razvoj industrije i značajnih privrednih i energetskih objekata, povoljne su okolnosti za razvoj ovog banjskog centra. Ipak, razvoj banje je usporen, jer dosadašnja istraživanja nisu obezbedila banji mineralnu vodu viših temperatura, mada su hidrogeološki uslovi terena u tom pogledu povoljni.

Nastanak banje datira od 1898. godine, kada je prilikom bušenja za vodosnabdevanje dobijena mineralizovana voda u samom centru naselja. U tom su rejonu kasnije izvedene 2 bušotine i izgrađena banjska kupatila, koja se i danas koriste tokom letnje sezone.

Područje Obrenovačke banje pripada krajnjem severnom delu Kolubarskog basena, koje se karakteriše tipičnim ravničarskim reljefom. Sa geološkog gledišta, najznačajnija je sarmatska naslaga. U donjem delu, naslaga je glinovito-laporovita, dok je u srednjem delu znatna zastupljenost krečnjaka čija debljina varira od 20-50 m. Krečnjaci su sive i žute boje, veoma porozni i propustljivi, i u njima su akumulirane mineralne vode koje se eksploatišu u Obrenovačkoj banji. Iznad sarmatskih leže panonski i pontski sedimenti, debljine 170 m, a ispod peskovito-šljunkovite naslage tortona, debljine 230 m. Na dubini 452 m su nabušeni vodonepropusni flišni sedimenti senonske starosti: peščari, glinci, laporci.

Prva bušotina u banji, dubine 176 m, davala je 7,24 l/s vode na samoizliv,

temperature 21,5°C. Kasnije je izdašnost opala na 0,27 l/s, a temperatura na 18°C (Radoičić, Janjić, 1960).

Bušotina B-2 (1928. godine), bušena je do dubine 185 m. Dobijena je mineralna voda sa početnom izdašnošću bušotine od 32 l/s, temperature 21-22°C. Međutim, izdašnost bušotine je opadala, tako da je 1952. godine iznosila 5,75 l/s, pa je bilo potrebno bušiti nove bunare.

Bušotina B-3, dubine 184 m, bušena je 1958. godine. Davala je u početku na samoizliv 8,7 l/s mineralne vode temperature 22°C. Hemizam vode je u sva tri slučaja bio identičan.

Radi potpunijeg sagledavanja pojava termomineralne vode u Obrenovačkoj banji, treba navesti da je severnije od banje, pored Save izbušena bušotina dubine 257 m, kojom su nabušeni sarmatski krečnjaci u intervalu dubine 167-245 m (Filipović, Stevanović, 1987). Početna izdašnost bušotine je iznosila 40 l/s, temperatura vode 25°C, ali je tokom vremena izdašnost i temperatura opadala (t = 16-23°C).

U okolini Obrenovačke banje su poznate i druge pojave mineralizovanih voda, kao što je izvor "Stanobara" kod Stublina: voda je HCO_3-Ca tipa, hladna, ukupne mineralizacije 1,3 g/l.

Termomineralna voda Obrenovačke banje je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,8 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	420,0	Sr	1,50
HCO_3'	1256,0	K^+	10,0	Li	0,37
Cl'	64,0	Ca^{++}	20,0	Ba	0,27
SO_4''	2,0	Mg^{++}	17,0	Mn	0,005
F'	1,5	NH_4^+	30,0	Cr	0,001
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,2	Cu	0,001
J'	0,70	Al_2O_3	0,1		
HPO_4''	1,40	HBO_2	9,0		
$HAsO_4''$	0,02	SiO_2	30,0		

U gasnom sastavu preovlađuje azot (oko 90% zapreminski), dok je sadržaj H_2S do 3,0 mg/l. Od radioaktivnhi elemenata, nešto je povišen sadržaj Ra - 0,26 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski - 7,4 Bq/l i 0,0011 mg/l.

Tokom 1985. godine je izbušena u Obrenovačkoj banji duboka istražna bušotina OB-1, dubine 600 m (Filipović, Stevanović, 1987). Bušena je kroz neogenske naslage do dubine 452 m (od 0,0-18,0 m su kvartarni aluvijalni sedimenti), a zatim kroz gornjokredne flišne tvorevine: glinci, laporci i peščari mastrihtske starosti. Bušotinom su kaptirane vode u peskovitoj sredini tortonske starosti na dubinama 275-335 m i 420-425 m, pošto se pokazalo da su flišne tvorevine vodonepropusne. Dobijeno je na samoizliv 2,6 l/s vode, temperature 30,6°C, uz izdvajanje gasova (N_2 - 96%) i mirisom na H_2S (sadržaj do 2 mg/l). Voda je HCO_3-Na tipa, sličnog sastava kao iz sarmatskih naslaga, samo nešto povišene ukupne mineralizacije (s. ost. oko 1,60 g/l).

Lečenje u banji se obavlja kupanjem u zagrejanoj vodi, a leče se bolesnici od reumatičnih tegoba, išijasa, hroničnog katara želuca i creva, kožnih bolesti, ginekoloških oboljenja, trovanja metalima i živom. Banjski gosti odsedaju u hotelima u gradu, pošto je banja bez stacionara. Sezona traje od maja do oktobra.

Poljane

Bušotinom Po-190/80, bušenom u cilju istraživanja uglja, otkrivena je termomineralna voda u lokalnosti Poljane, na levoj obali Kolubare, oko 6 km SZ od Stepojevca (Knežević i dr., 1984). Bušotina je dubine 353,7 m, a ležište termomineralne vode je u karstifikovanim krečnjacima sarmatsko-tortonske starosti, na dubini većoj od 300 m. Izdašnost bušotine na samoizliv je 16,6 l/s; temperatura vode je 30,2°C. Voda je izrazito azotnog gasnog sastava.

Termomineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,43 g/l, pH-8,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

HCO_3'	972,0	Na^+	370,0	SiO_2	49,2
Cl'	29,6	K^+	2,5	Fe_2O_3	11,0
SO_4''	0,2	Ca^{++}	5,5,		
		Mg^{++}	2,3		

Balneološka ispitivanja su pokazala da se voda može koristiti u balneo-terapeutske svrhe, i to kao dopunsko sredstvo lečenja kod nekih hroničnih oboljenja (reumatizma).

Vreoci

U rejonu Vreoca su izbušene dve bušotine kojima je kaptirana termomineralna voda: Q1m-11/80, dubine 235 m; BG-1/88, dubine 275 m. Termalna voda je otkrivena u karstifikovanim krečnjacima sarmat-tortonske starosti, a po završetku bušenja, dobijeno je 8 l/s vode iz prve bušotine, odnosno 6,8 l/s iz druge. Temperatura vode je 28°C, odnosno 32°C (Knežević i dr., 1984; Belaćević, 1990).

Termalna voda je HCO_3-Na tipa, ukupna mineralizacije 0,60 g/l, pH-7,8. Sadržaj komponenata u vodi je (mg/l):

HCO_3'	390,0	Na^+	117,0	SiO_2	22,0	Sr	4,00
Cl'	23,0	K^+	3,0	F'	11,2	Li	0,05
SO_4''	10,0	Ca^{++}	14,0			Rb	0,03
		Mg^{++}	12,0			Cr	0,01

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna.

Područje Beograda

U području Beograda je, kako na užem gradskom tako i širem području, registrovano niz pojava mineralnih i termalnih voda, od kojih su u daljem tekstu navedene one značajnije.

Skadarlija

Za potrebe vodosnabdevanja fabrike piva BIP-Skadarlija su izbušena u krugu fabrike dva bunara, dubine 60 i 103 m. Dubljim bunarom, koji je bušen 1964. godine, kaptirana je u sarmatskim sedimentima termalna voda, temperature 32°C, što baca novo svetlo na postojanje ležišta termalnih voda u dubljim hidrogeološkim struktu-

rama na teritoriji grada (To m i ć, 1994). Otkriće ove pojave je u prvo vreme pripisivano termalnom zagadenju, ali nakon detaljnih ispitivanja pod rukovodstvom prof. dr V. Tomića, evidentno je da se radi o termalnim vodama koje u sarmatske kolektore dospevaju iz dubljih akvifera. Termokarotaž bunara je pokazao maksimalnu slojnu temperaturu od 34,2°C na dubini 58 m.

Bunar se nalazi na nadmorskoj visini 100 m. Do dubine 56 m je bušen kroz miocenske gline, a od 56-96 m kroz vodopropusne krečnjake torton-sarmatske starosti (dublje od 96 m bunar je neprohodan). Kaptirana voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,62 g/l, a sadržaj glavnih komponenata je (mg/l):

HCO_3'	305,0	$Na^{\cdot} + K^{\cdot}$	23,0	
Cl'	78,0	$Ca^{\cdot\cdot}$	80,0	S.ost.=467
SO_4''	86,4	$Mg^{\cdot\cdot}$	48,6	

Plićim bunarom je kaptirana hladna podzemna voda (17,7°C), koja je u odnosu na vodu dubljeg bunara veće ukupne mineralizacije - 1,0 g/l. Može se pretpostaviti da se doticanjem dubljih, malomineralizovanih voda, vrši demineralizovanje podzemne vode u okolini dubljeg bunara, a to ukazuje da su dublje termalne vode akumulirane u karstnim akviferima (na osnovu međujonskih indeksa), najverovatnije urgonskim krečnjacima. Ovi krečnjaci su, međutim, registrovani bušenjem u Čumićevoj ulici na Terazijama, na dubini 145 m, bez izrazitije geotermalne anomalije.

Višnjička banja

Pojava mineralne vode se nalazi naspram istočnog rta Ada Huje, na ulazu u selo Višnjicu, na samoj obali Dunava, tako da je Dunav često plavio pre izgradnje brane "Đerdap". Izgradnjom grane i akumulacije "Đerdap", izvorište mineralne vode je pod znatnim uticajem nivoa reke, što se odražava na izvesnu demineralizaciju vode.

Područje izvorišta je izgrađeno od tercijarnih sedimenata. Pojavljivanje mineralne vode je vezano za drugomediteranske krečnjake, koji su uglavnom izgrađeni od algi, korala i cerita. Izdašnost izvora je bila 0,02-0,05 l/s, a temperatura vode 14°C.

Mineralna voda je HCO_3,Cl-Na, Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,21 g/l, pH-7,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	$Na^{\cdot}$	226,1	Sr	1,26	As	0,002
HCO_3'	573,4	$K^{\cdot}$	3,5	Ba	0,27	Cr	0,002
Cl'	198,8	$Ca^{\cdot\cdot}$	56,0	Rb	0,10	Co	0,001
SO_4''	82,0	$Mg^{\cdot\cdot}$	48,8	Li	0,040	Pb	0,001
F'	0,5	$NH_4^{\cdot}$	0,3	Mn	0,005		
Br'	1,2	Fe_2O_3	0,15	Zn	0,005		
J'	0,11	Al_2O_3	/	Al	0,004		
HPO_4''	0,03	HBO_2	4,0	Ni	0,002		
$HAsO_4''$	0,0	SiO_2	22,0	Cu	0,002		

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna, sa sadržajem H_2S do 1,34 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je uglavnom nizak: Rn-22,6 Bq/l, Ra-0,24 Bq/l, U-0,0013 mg/l.

Kumodraž

Pojava termalne vode u Kumodraškom potoku, nedaleko od naselja "Braće Jerković", otkrivena je 1970. godine, bušenjem za potrebe vodosnabdevanja preduzeća "Nada Štark" (Filipović, Dimitrijević, 1971). Kota terena je oko 130 m. Ukupna dubina bušotine je 333,6 m, i izvedena je u okviru jedne izrazito glinovito-laporovito-konglomeratične serije tercijarnih sedimenata. Od 10-67 m dubine, sedimenti su panonske starosti; 67-146 m sarmatske, a dublje od 146 m tortonske starosti.

Registrovane su dve vodonosne sredine. Prva, na dubini 139-144 m, predstavljena ispucalim laporom, iz koje je na samoizliv dobijeno 1,2 l/s vode, temperature 18,5°C. Druga vodonosna sredina je na dubini 262,0-326,6 m, predstavljena konglomeratima, a količina na samoizliv je iznosila 7 l/s, temperatura vode 29°C. Nakon ugradnje filtarske konstrukcije u bušotinu, do dubine 158 m, samoizliv je iznosio 1,0 l/s, a temperatura vode 25°C.

Prema hemizmu, termalna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,75 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	48,0	Na^+	202,4	Sr	0,64	Mn	0,002
HCO_3^-	342,0	K^+	1,8	Li	0,177	Co	0,002
Cl^-	11,0	Ca^{++}	6,0	Ba	0,035	Pb	0,002
SO_4^{--}	101,0	Mg^{++}	6,0	Zn	0,015	Cs	0,002
F^-	0,80	NH_4^+	2,0	Rb	0,010	Ti	0,001
Br^-	0,07	Fe_2O_3	0,15	As	0,005	Mo	0,0005
J^-	0,06	Al_2O_3	0,35	Cu	0,004	Cd	0,0002
HPO_4^{--}	0,10	HBO_2	2,5	Ni	0,003	Hg	0,0002
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	20,0	Cr	0,003	Sn	0,0001

U gasnom sastavu preovlađuje azot - 97% (Dimitrijević, 1975). Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-25,1 Bq/l, Ra-0,16 Bq/l, U-0,0003 mg/l.

Leštane

U selu Leštane, na kružnom putu JI od Beograda, u krugu "Geosonde" su izbušene 1972/73 godine dve istražne bušotine, koje su registrovale termomineralnu vodu. Jedna bušotina je dubine 166 m, a druga 800 m. Nadmorska visina terena je 130 m.

Bušenjem je utvrđeno da su do dubine 165 m zastupljeni sarmatski peskovi i gline; 165-280 m tortonski krečnjaci i gline; 280-465 m gornjokredni fliš; 465-580 m donjokredni krečnjaci; 580-650 m neokomski laporci i krečnjaci, a dublje od 650 m laporci i krečnjaci neutvrđene starosti (Dimitrijević, 1975; Milivojević, Perić, 1978).

Značajna vodonosna sredina u tercijarnoj naslagi je registrovana u intervalu dubine 136-144 m. Nivo podzemne vode je pozitivan (pritisak na vrhu cevi je bio 0,7 bara), a temperatura vode na samoizlivu 20,9°C. Količina vode na samoizliv je u početku iznosila 8 l/s. Voda je HCO_3,Cl-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,69 g/l, pH-8, azotnog gasnog sastava (91% zapreminski).

Dubljom bušotinom je otkrivena termomineralna voda povišene mineraizacije u preneogenskim tvorevinama. Dobijeno je na samoizliv 0,3 l/s mineralne vode

ukupne mineralizacije 19,1 g/l, temperature 25,4°C (na dnu bušotine, temperatura stene je 42,9°C). Voda je Cl-Na tipa, slana, pH-7,5. Zapaža se povećanje sadržaja nekih mikroelemenata, kao Sr-27,4 mg/l, Li-4,56 mg/l, itd. Preovlađujućeg je azotnog gasnog sastava - 96,1% zapreminski (Dimitrijević, 1975). U vodi je povišen sadržaj Ra-0,54 Bq/l.

Zavojnička reka

Pojava termalnih voda u dolini Zavojničke reke se nalazi pored autoputa Beograd - Niš, u istočnom podnožju Avale (511 m). Otkrivena je prilikom izvođenja hidrogeoloških istraživanja za potrebe vodosnabdevanja, a nalazi se u okviru karstifikovanih i silifikovanih sarmatskih krečnjaka i serpentinita, na nadmorskoj visini 125 m.

U geološkom pogledu, površinski deo terena je izgrađen od panonskih, pretežno laporovitih sedimenata. Ispod panonskih naslaga, debljine mestimično preko 100 m, nalaze se srednjosarmatski karstifikovani i silifikovani krečnjaci, konglomerati i peščari debljine oko 40 m. Podinu sarmatskim sedimentima čine serpentinitske silifikovane breče, debljine 10-30 m, ispod kojih su slabo serpentinisani peridotiti.

U dolini Zavojničke reke je izbušeno više bušotina, dubine 50-150 m (Milivojević, 1982). Bušotinom EBVL-1, dubine 150 m, dobijeno je u početku na samoizliv 50 l/s vode, temperature 21,8°C. Najveća temperatura vode je iznosila 24,4°C. Karakteristična je veoma povoljna vrednost geotermskog stupnja, koji se kreće od 5,0-9,6 m/°C, što području daje veoma veliku geotermalnu potencijalnost (Milivojević, Perić, 1978).

Termalna voda je HCO_3-Mg,Na tipa, ukupne mineralizacije 0,32 g/l, pH-8,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	12,0	Na^{+}	36,8	Sr	0,85	Co	0,001
HCO_3^{-}	183,0	K^{+}	1,5	Ba	0,22	Cu	0,0005
Cl^{-}	26,6	Ca^{++}	12,0	Li	0,08		
SO_4^{--}	1,0	Mg^{++}	23,2	Zn	0,005		
F^{-}	0,3	NH_4^{+}	1,0	Mn	0,003		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot. Apsolutna starost termalne vode je 15600 ± 330 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Boleč

U području plantažnih voćnjaka PK "Beograd" u Boleču, izvedena je istražna bušotina dubine 180 m. Pojava termalne vode je registrovana u neogenskim peskovima u intervalu dubine 165-180 m. Temperatura sloja na 180 m je iznosila 24,2°C (Perić, Milivojević, 1990).

Ritopek

U selu Ritopeku, kod mesne kancelarije, bušenjem bunara do dubine 121 m, dobijeno je na samoizliv 2,5 l/s mineralne vode (ukupne mineralizacije 2,20 g/l), temperature 19°C. Hidrogeološki kolektor su drugomediteranski srednjozrni i sitnozrni peskovi, u intervalu dubine 113,8-118,4 m (Perić, Milivojević, 1990).

Nadmorska visina bušotine je 140 m. Voda je HCO_3,SO_4-Na tipa, azotnog gasnog sastava, sa sadržajem F^- od 2,7 mg/l.

Grocka

U bušotini P-3, dubine 210 m, registrovana je termalna voda u neogenskim peskovima u intervalu dubine 180-210 m. Pojava vode je bila praćena erupcijom u količini od 30 l/s, a temperatura vode je iznosila 24,2°C (Perić, Milivojević, 1990).

Kasnije je ovde izbušena geotermalna bušotina G-1, dubine 1400 m, ali njome nisu dobijeni zadovoljavajući rezultati (Perić i dr., 1984). Do dubine 1300 m je bušena kroz tercijarne glinovito-peskovite sedimente, a zatim kroz glince i rožnace gornjojurske dijabaz-rožnačke formacije (?). Na dubini 1300-1400 m, samoizliv iz bušotine je iznosio 0,05 l/s slane vode, Cl-Na tipa, temperature nešto iznad 30°C. Ukupna mineralizacija vode je 12,14 g/l. Na dnu bušotine je izmerena temperatura od 80°C, a geotermski stupanj iznosi 18,7 m/°C. Apsolutna starost vode iznosi 8100 ± 200 godina (Perić, Milivojević, 1990).

Vranić

Pojave podzemnih voda povišene temperature su registrovane u više bunara na teritoriji sela Vranić, prilikom bušenja za vodosnabdevanje naselja. Selo se nalazi oko 25 km JZ od Beograda.

Bunarom dubine 240 m, kaptirana je voda temperature 24°C u intervalu dubine 171-191 m. Hidrogeološki kolektor je predstavljen miocenskim laporcima i krečnjacima, u kojem je voda HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,76 g/l (Protić, 1980). Geotermski stupanj iznosi 16 m/°C.

Podunavlje i Pomoravlje

Pod ovim se nazivom podrazumeva obod Panonskog basena sa desne strane Dunava nizvodnije od Beograda, kao i zaliv nekadašnjeg mora u okviru današnje doline Velike Morave. Na toj teritoriji su registrovane brojne pojave termalnih i mineralnih voda, bilo prilikom bušenja za potrebe vodosnabdevanja, istraživanja uglja, nafte, ili u druge svrhe. Ovde se neće pojedinačno opisivati svaka pojava, već će se, kao i u slučaju Vojvodine, navesti one značajnije koje dovoljno ilustruju geološko-hidrogeološke karakteristike obodnog dela basena.

Jugovo

U Jugovu je za potrebe Metalurškog kombinata iz Smedereva izgraden rekreacioni centar sa bazenom olimpijskih razmera, pa su u toj lokaciji preduzeta hidrogeološka bušenja da bi se obezbedila potrebna količina toplih voda. Centar je na oko 3 km zapadno od MKS, na nadmorskoj visini 84 m.

1986. godine su izbušena dva bunara, dubine 70 i 200 m. Kaptiranjem arteske izdani u panonskim peskovima, dobijeno je 10-13 l/s vode temperature 23°C. Potom je izbušen bunar do dubine 300 m, kojim je iz vodonosnih peskova u intervalu dubine 260-280 m dobijeno oko 25 l/s vode, temperature 30°C. Najzad je 1988. godine izbušena bušotina TM-1/A do dubine 880 m, kojom je kaptirana voda iz slojeva

peskovito-laporovitog krečnjaka na dubini 746-760 m, i čistog litotamnijskog krečnjaka na 817-862 m dubine. U dubljem intervalu je registrovana slojna temperatura od 65-67°C (Stanić, 1992).

Bušotina TM-1/A je bušena kroz pontske sedimente do 65 m dubine; panonske sedimente od 65 do 269 m; a zatim kroz sarmatske i tortonske sedimente. Po završetku bušotine, pokazala se relativno slaba izdašnost dublje naslage: izdašnost bušotine crpljenjem je reda 1-3 l/s, a koeficijent filtracije vodonosne sredine je 1,6-2,0 x 10^{-5} cm/s. Izlazna temperatura vode je 31-42°C, ali je mineralizacija vode povišena - povremene analize su pokazale vrednosti od 15,8-25,8 g/l. Gasni sastav vode je pretežno metanski (56-65%), a zatim N_2 (29-40%). Sadržaj H_2S je 0,5%, pH-7,4. Sastav vode je (mg/l):

HCO_3'	615,0	Na^+	7800,0	SiO_2	20,6
Cl'	12283,0	K^+	67,0	HBO_2	182,0
SO_4''	10,0	Ca^{++}	105,0		
F'	2,0	Mg^{++}	105,0		

Termomineralna voda je Cl-Na tipa, karakteristična za dublje rejone arteskih basena. Sadržaj mikroelemenata je takođe povišen: Sr-24,1 mg/l, Li-3,1 mg/l, Br-5,0 mg/l, J-2,0 mg/l, itd.

Pored Smedereva je bušena i duboka istražna bušotina u cilju istraživanja nafte. Bušotinom su, dubine 1460 m, utvrđeni miocenski krečnjaci u intervalu dubine 1400-1446 m; temperatura stene na dubini 1000 m je iznosila 65°C (Perić, Milivojević, 1990).

Požarevac

U Požarevcu je, u krugu KPD "Zabela" izbušena bušotina dubine 1200 m, kojom je kaptirana termomineralna voda. Hidrogeološki kolektori su peskovi i peščari miocenske starosti, na dubini oko 900 m. Nadmorska visina lokacije bušotine je 75 m.

Izdašnost bušotine je 2,0 l/s, temperatura vode 36°C. Voda je HCO_3,Cl-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,15 g/l, pH-8,2. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	36,0	Na^+	345,0	Li	0,10	Ni	0,001
HCO_3'	622,0	K^+	1,6	Sr	0,07	Co	0,001
Cl'	128,0	Ca^{++}	3,0	Ba	0,05	Cu	0,001
SO_4''	3,0	Mg^{++}	1,8	Rb	0,01	Pb	0,001
F'	0,52	NH_4^+	1,0	Zn	0,005	Ti	0,001
Br'	0,40	Fe_2O_3	0,70	As	0,004	Ag	0,0003
J'	0,03	Al_2O_3	0,20	Mn	0,002	Mo	0,0003
HPO_4''	0,60	HBO_2	4,5	Cr	0,002	Hg	0,0003
$HAsO_4''$	0,01	SiO_2	30,0	Cs	0,002	Cd	0,0002

U gasnom sastavu preovlađuje azot. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-15,2 Bq/l, Ra-0,12 Bq/l, U-0,0001 mg/l. Voda se koristi u rekreativne svrhe.

U okolini Požarevca je u više lokalnosti registrovano postojanje termalne vode u neogenskim akviferima. Tako je u Salakovcu (oko 10 km JI od Požarevca), bušotinom dubine 300 m, dobijena termalna voda temperature 20,5°C; voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,62 g/l.

Malo Laole

Tokom istraživanja uglja u širem području Petrovca na Mlavi 1987. godine, registrovana je pojava termalne vode u bušotini kod M.Laola. Bušotina se nalazi u terenu izgrađenom od tercijarnih sedimenata, na pola puta izmedu M. Laole i Ždrela, na nadmorskoj visini 230 m. Kasnije su ovde obavljena i hidrogeološka ispitivanja (Milovanović, 1989a).

Bušotina Ml-1 je dubine 245 m. Bušena je kroz tercijarne sedimente do 231 m, gde su nabušeni ispucali krečnjaci, verovatno gornjokredne starosti. Hidrogeološki kolektor je predstavljen srednjotortonskim krečnjacima (brečastim, bigrovitim), konglomeratima i konglomeratičnim peščarima u intervalu dubine 147-176 m (od 153-159 m je bigar). Dobijeno je na samoizliv 20 l/s termalne vode, temperature 40,5°C. Ispitivanja su pokazala da dublje od 176 m nema dotoka vode, a temperatura stene pri dnu bušotine pada do 37,5°C. Voda je HCO_3-Ca,Na tipa, ukupne mineralizacije 0,69 g/l, pH-7,4. Sadržaj glavnih komponenata, u mg/l, je (Milovanović, 1989a):

HCO_3^-	402,6	Na^+	68,3	SiO_2	41,5
Cl^-	14,2	K^+	3,3	F^-	0,52
SO_4^{--}	65,0	Ca^{++}	68,0		
		Mg^{++}	24,0		

U gasnom sastavu preovlađuje azot. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi od 22000-28000 godina (minimalno 15870). Sadržaj mikroelemenata je uglavnom nizak (mg/l): Sr-1,05; Br-0,08; Zn-0,08; Li-0,07; J-0,03; Rb-0,01, itd. Radonska radioaktivnost nije ispitana, a sadržaj Ra je veoma nizak: 0,10 Bq/l.

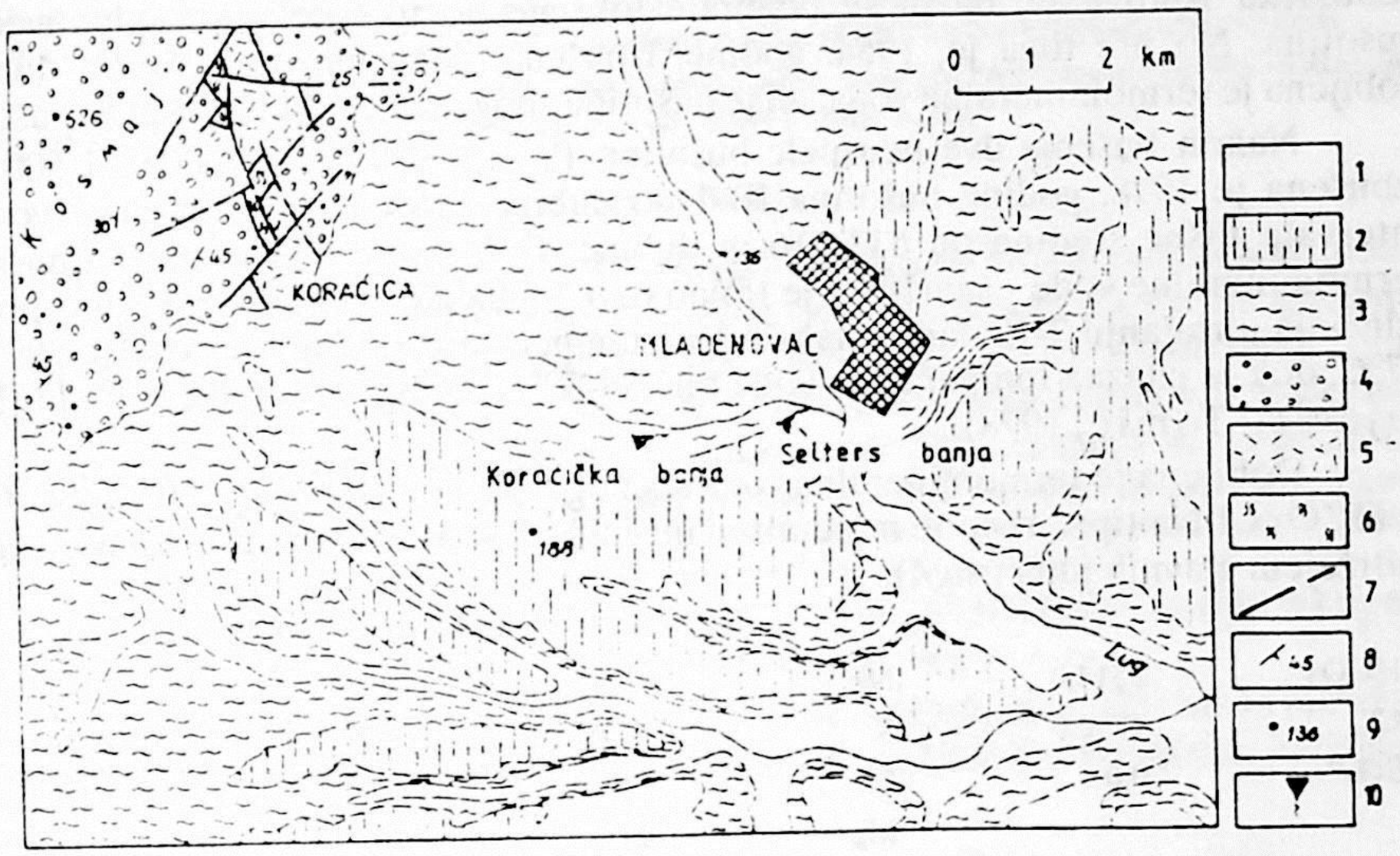
Mladenovačka "Selters" banja

Mladenovačka banja se nalazi na periferiji Mladenovca, u dolini Velikog Luga, sa leve strane asfaltnog puta Beograd - Kragujevac. Leži na 136 m nadmorske visine u istočnom području planine Kosmaja (628 m), u tipično šumadijski valovitom reljefu. Klima područja je umereno-kontinentalna, sa prosečnom visinom godišnjih padavina 750 mm, i srednjom godišnjom temperaturom vazduha 11,2°C. Sa Beogradom, Kragujevcem, Smederevom i Smederevskom Palankom, banja je dobro povezana železničkom prugom i putevima.

Mineralna voda je otkrivena 1898. godine, prilikom bušenja arteskog bunara na imanju braće Atanasijević. Tada se na dubini 239 m, umesto obične, pojavila veoma mineralizovana voda, koja je poslužila za razvoj banje. Izdašnost bušotine je bila 1,3 l/s, a temperatura vode 31,5°C. Tako je Mladenovačka banja jedna od "mlađih" banja u Srbiji; u njoj je 1909. izgrađeno kupatilo sa kadama, jedna veća stambena zgrada, gostionica, dok je sa flaširanjem mineralne vode započeto 1900. godine. U banji su se tada uglavnom okupljali reumatičari, pa je u sezoni bivalo po 2000 posetilaca. Banja je sporo izgrađivana. Tek je 1936. godine izgrađeno kupatilo sa 16 kada, hotel sa 30 ležaja i kafana, što se održavalo sve do 1960. godine, kada je otpočelo uređenje banje. Brži razvoj banje počinje od 1975. godine, kada je Zavod za medicinu rada i rehabilitaciju otkupio i adaptirao objekat bivšeg motela i pretvorio ga u moderno lečilište, izgradivši pri tom i druge objekte.

Sa geološkog aspekta, banja se nalazi u obodnom delu prostranog Panonskog basena, gde površinski deo terena izgrađuju tercijarni sedimenti (sl. 49). Ovi sedimenti su predstavljeni glinovito-peskovitim litološkim članovima, sa proslojcima uglja (lignita). Debljina serije je mestimično promenljiva - od 238 do 276 m, a zastupljeni su sedimenti panona (pretežno) i sarmata (u bušotini IB-1 od 254-276 dubine). Ispod

tercijarne naslage su gornjokredne flišne tvorevine, nepoznate debljine, koje su otkrivene zapadno od banje, u rejonu Kosmaja. Predstavljene su uglavnom laporcima i peščarima, dok su veće mase krečnjaka registrovane u intervalu 750-820 m dubine.



Sl. 49 - Geološka karta područja Mladenovačke banje (Pavlović i dr., 1980)
- aluvijalni nanos, 2 - lesoidni sedimenti, 3 - miocenski sedimenti, 4 - gornjokredni fliš, 5 - alb-cenomanski peskoviti krečnjaci, 6 - serpentiniti, 7 - rased, 8 - elementi pada slojeva, 9 - kota terena, 10 - pojava termomineralne vode

Fig. 49 - Geological map of Mladenovačka banja area (Pavlović et al, 1980)
1 - alluvium, 2 - loessoide sediment, 3 - Miocene sediments, 4 - Upper Cretaceous flysch, 5 - Albian-Cenomanian sandy limestones. 6 - serpentinite, 7 - fault, 8 - dip of strata elements, 9 - elevation point, 10 - occurrence of thermomineral water

Termomineralna voda je HCO_3,Cl-Na tipa, slanog ukusa, ukupne mineralizacije 7,3 g/l, pH-6,9. Zbog sličnosti sastava vode sa vodama Emsa, Seltersa, Glajhenberga i drugih, ova voda je nazivana i "srpski Ems", ali je ostao naziv "Selters", iako je nemački Selters hladna mineralna voda. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	2280,0	Li	7,20	Pb	0,003
HCO_3^-	3360,0	K^+	30,0	Sr	2,00	Ag	0,0005
Cl^-	1560,0	Ca^{++}	60,0	Rb	1,56	Cd	0,0005
SO_4^{--}	2,0	Mg^{++}	18,0	Ba	1,20	Hg	0,0002
F^-	3,0	NH_4^+	0,0	Mn	0,20		
Br^-	5,0	Fe_2O_3	1,2	Zn	0,03		
J^-	0,9	Al_2O_3	2,8	Cr	0,01		
HPO_4^{--}	2,4	HBO_2	76,0	As	0,01		
$HAsO_4^{--}$	0,45	SiO_2	20,0	Cu	0,005		

U gasnom sastavu preovladuje ugljendioksid; sadržaj rastvorenog gasa je 0,34 g/l. Vodu karakteriše povišeni sadržaj Ra - 0,52 Bq/l, dok su sadržaji Rn i U niski - 20,3 Bq/l i 0,0004 mg/l.

Sve do sedamdesetih godina je u eksploataciji bila stara bušotina, čiji je kvalitet vode tokom vremena oscilirao, ali se bitno nije menjao (Milojević, Tomić, 1978). Međutim, izdašnost bušotine je tokom vremena opadala: 1953. godine 0,40 l/s; 1955. - 0,318 l/s; 1977 - 0,133 l/s. Stoga su u banji sedamdesetih godina preduzeta obimnija geofizička ispitivanja, da bi se odabrale lokacije novih istražno-eksploatacionih bušotina. No pre toga je, 1954. godine, izbušena jedna bušotina 300 m dubine; dobijena je termomineralna voda, ali je bušotina zbog niza okolnosti ipak napuštena.

Nakon bušenja dve neuspele bušotine 1971. godine (dubina 330 i 500 m), izbušena je 1978. godine bušotina IB-1 do dubine 816,4 m. Kaptirana je voda u intervalu flišne sredine od 613-816 m dubine. Dobijen je fluktuirajući samoizliv termomineralne vode - samoizliv je trajao oko 2-3 dana, a zatim bi nastupio prekid izlivanja u trajanju 7-10 dana. Maksimalna temperatura na dnu bušotine je iznosila 57°C, dok je izlazna temperatura vode bila 48-50°C, zavisno od količine vode (Milojević, Tomić, 1978).

Dobijena je termomineralna voda sličnog sastava vodi iz pliće bušotine. Voda je HCO_3,Cl-Na tipa, ukupne mineralizacije 7,98 g/l, sa sadržajem CO_2 od 383 mg/l, i sadržajem glavnih jona (mg/l):

HCO_3'	3514,0	Na^+	2360,0	SiO_2	28,0
Cl'	1750,0	K^+	55,0	HBO_2	55,7
SO_4''	0,0	Ca^{++}	36,0	F'	22,2
		Mg^{++}	21,0	Br'	5,0

Sadržaj mikroelemenata je takođe sličan: Ba-1,20 mg/l, Sr-0,60 mg/l, Rb-0,15 mg/l. Apsolutna starost vode, prema izotopskim ispitivanjima, iznosi 19300 ± 470 godina (Perić, Milivojević, 1990).

U cilju kaptiranja većeg intervala krečnjaka u flišnoj seriji i eliminisanju fluktuiranja izdašnosti, izbušena je nova duboka bušotina IB-2. Bušotina je dubine 1150 m, i njome je dobijeno 4 l/s termomineralne vode (crpljenjem), temperature 52°C (Polić, 1983).

Termomineralna voda je kaptirana u gornjokrednom flišu, u terenu gde su donjokredni krečnjaci poznati kao najznačajniji akviferi sa gledišta formiranja kako običnih, tako i termomineralnih voda. Ovi krečnjaci su slojeviti ili masivni, tektonski oštećeni, sa pukotinama duž kojih su se razvili procesi karstifikacije. Stoga je realno očekivati da će se dobiti veoma povoljan rezultat bušotinom kojom bi se probušila flišna naslaga i ušlo u donjokredne krečnjake (urgonske ili slično), ali samo u pogledu temperature i količine vode, dok je veoma neizvesna prognoza u pogledu hemijskog sastava takve vode.

Termomineralna voda Mladenovačke banje se, zbog svojih specifičnih fizičkih i hemijskih karakteristika, koristi u balneoterapeutske svrhe i to za piće, inhaliranje i kupanje kao dopunsko sredstvo lečenja. Takođe se ova voda preporučuje kao zaštitni napitak kod radnika u toplim pogonima. Godine 1967. je izgrađen moderan pogon za flaširanje mineralne vode, godišnjeg kapaciteta oko 8 miliona litara. Lečenje vodom, pak, obavlja se u savremenom Zavodu za medicinu rada i rehabilitaciju "Selters", pod stalnim nadzorom 50 lekara i 120 terapeuta. Zavod primenjuje savremene metode lečenja, raznovrsne terapije, a sarađuje sa Medicinskim fakultetom u Beogradu.

Medicinske indikacije: oboljenja i oštećenja lokomotornog aparata; reumatska degenerativna i zapaljenska oboljenja kičmenog stuba i zglobova; posttraumatska stanja; oboljenja izazvana vibracijama; hronična oboljenja respiratornog sistema; hronični opstruktivni bronhit; bronhijalna astma; hronični sinuziti i druge hronične upale gornjih disajnih puteva; oboljenja perifernih krvnih sudova; oboljenja

perifernog nervnog sistema i posledica oštećenja centralnog nervnog sistema vaskularnog porekla; druga oboljenja i oštećenja nastala u vezi sa radom.

Smeštaj posetilaca banje j omogućen u Zavodu za medicinu rada i rehabilitaciju, koji raspolaže sa 250 postelja bolničkog i 250 postelja hotelskog tipa. Osim toga, Zavod raspolaže i sa 100 ležaja na Kosmaju (hotel B kategorije), dok su znatne mogućnosti smeštaja u Mladenovcu i u privatnim domaćinstvima.

U okolini banje su povoljni uslovi za organizovanje izleta. To se pre svega odnosi na blizinu planine Kosmaj, zatim Oplenac (mauzolej Karađorđevića), Markovačko jezero, itd.

Koraćička banja

Ova šumadijska banja se nalazi u blizini Mladenovca, u jugoistočnom podnožju Kosmaja (sl. 49). Pojava mineralne vode je otkrivena prilikom istraživanja uglja. Prema nepouzdanim podacima, dubina bušotine je 210 m, a vodonosni sloj, predstavljen tercijarnim peskovima, nalazi se u intervalu dubine 116-124 m. Bušotina je sa pozitivnim pijezometarskim pritiskom, izdašnosti 0,5 l/s, temperature vode 26°C.

Koraćička banja, nadmorske visine 250 m, malo je poznata. Blizina čuvenije Selters banje je uticala da se malo pažnje poklanjalo njenom uređenju, a tek u novije vreme je uređen banjski park, bazen i kade u kupatilu sa toplom vodom; otvorena je i ambulanta, što je povećalo posetu lečilištu.

Prema hemijskom sastavu, termomineralna voda je HCO_3,Cl-Na tipa, ukupne mineralizacilje 1,2 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je (mg/l):

U gasnom sastavu preovlađuje azot - 96% zapreminski (Dimitrijević, 1975). Sadržaj Ra je nešto povišen - 0,37 Bq/l, dok je sadržaj Rn i U nizak: 25,9 Bq/l

CO_3''	0,0	Na^+	305,0	Sr	0,55
HCO_3'	593,0	K^+	43,0	Li	0,50
Cl'	226,0	Ca^{++}	24,0	Ba	0,40
SO_4''	4,0	Mg^{++}	10,0	Mn	0,03
F'	1,8	NH_4^+	0,0	As	0,02
Br'	6,0	Fe_2O_3	0,3	Cr	0,01
J'	6,0	Al_2O_3	0,24	Cu	0,001
HPO_4''	0,1	HBO_2	4,8	Hg	0,0001
$HAsO_4''$	0,04	SiO_2	22,0		

i 0,0003 mg/l.

U 1989. godini je izbušena duboka istražna bušotina u banji radi utvrđivanja toplijih mineralnih voda (Perić i dr., 1989). Dubina bušotine KB-2 je 1800 m. Od 0,0-200 m dubine je bušena kroz tercijarnu naslagu; od 200-800 m kroz gornjokredne laporce i peščare; od 800-1800 m kroz neokomske laporce. Na dubini 1170 m izmerena je temperatura stene od 64°C. Po završetku bušenja, samoizliv iz bušotine je iznosio 1,6 l/s vode, temperature 30°C (deo bušotine ispod 1160 m dubine je zacementiran). Voda je ukupne mineralizacije 1,13 g/l, HCO_3,Cl-Na tipa, veoma slična vodi iz pliće bušotine.

Rezultat bušenja duboke istražne bušotine je pokazao da se Koraćička banja nalazi u obodnom delu hidrogeološke strukture u kojoj se formiraju termomineralne vode Mladenovačke banje.

Bušenjem u svrhe istraživanja uglja, registrovano je u više bušotina u široj okolini Koraćičke banje pojava termalne vode, u okviru tercijarne naslage. O tim pojavama je pisao S. Radovanović, 1897. godine.

Natalinci

U dolini potoka Trešljenac, oko 2 km SZ od Natalinaca (kod Topole), postoji izvor mineralizovane ugljenokisele vode, izdašnosti 0,15 l/s, a temperature vode 13,5°C. Voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,95 g/l. Nadmorska visina izvora je 180 m.

Neposredno pored izvora je bušena istražna bušotina do dubine 300 m (projektovana do 800 m). Do dubine 122 m je bušena kroz neogenske sedimente, a zatim kroz heterogene stene gornjokrednog fliša (Milovanović, 1991). Na dubini 290 m je izmerena temperatura stene od 31,5°C, što znači da je geotermski stupanj 14,4 m/°C. Dublje od 68 m, stenska masa je praktično bezvodna, sa funkcijom hidrogeološkog izolatora.

Drenovac

Izvor mineralne vode u selu Drenovcu se nalazi na zapadnom obodu Kragujevačkog tercijarnog basena, na oko 6 km zapadno od Kragujevca. Pojavljuje se na kontaktu tercijarne sedimentne naslage i gornjokrednog fliša, na nadmorskoj visini 170 m. Izvor je izdašnosti 0,03 l/s, a temperatura vode 13,2°C.

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,32 g/l, pH-7,5. Po gasnom sastavu, voda je azotna, bez značajnijih koncentracija nekih specifičnih komponenata.

Raševica

U selu Raševica, na istočnom podnožju planine Juhora, i oko 7 km zapadno od Paraćina, postoji izvor hladne mineralizovane vode (16,5°C), za koju lokalno stanovništvo veruje da je lekovita. Voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 0,45 g/l, pH-9,0. Međutim, visok sadržaj F' u vodi od 12,0 mg/l, čini da se voda može uslovno smatrati mineralnom. Voda je preovlađujućeg azotnog gasnog sastava, sa niskim sadržajem radioaktivnih elemenata: Rn-20,3 Bq/l, Ra-0,06 Bq/l, U-0,0004 mg/l. Sadržaj mikroelemenata je ekstremno nizak - najviši je sadržaj Sr - 0,014 mg/l.

Područje izvorišta izgrađuju proterozojski metamorfiti, koji izgrađuju i masiv Juhora (773 m). Sa istočne strane su metamorfiti zaplavljeni neogenskim sedimentima, pa se izvor pojavljuje na kontaktu metamorfita i neogenske naslage. Izvor, izdašnosti 0,08 l/s nalazi se na nadmorskoj visini 170 m.

Može se napomenuti da je u području Paraćina bušenjem registrovano do dubine 304 m pet vodonosnih sredina (peskovitog i peskovito-šljunkovitog sastava). Bunarom, kojim je kaptirana voda iz slojeva na dubini 229-260 i 272-282 m, dobijena je termalna voda u količini 10-12 l/s (crpljenjem) i temperature 22°C (Tomić, 1988a).

Ostali hidrogeološki baseni

U unutrašnjosti Srbije su brojni izolovani tercijarni baseni, u kojima su sastav i debljina tercijarne naslage veoma promenljivi - u pojedinim basenima debljina naslage je i preko 1000 m. U njima su registrovana ležišta termalnih i termomineralnih voda, čije su karakteristike u znatnoj zavisnosti od veličine basena. Kao najznačajniji, sa aspekta eksploatacije termalnih voda, ističu se Kraljevačko-čačanski, Kruševački, Baljevački, Kosovski i Metohijski basen, u kojima nisu do sada izvršena odgovarajuća geotermalna istraživanja. Bušenjem u cilju istraživanja nafte, u dubo-

kim bušotinama su u Kraljevačko-čačanskom i Kruševačkom basenu registrovane dosta visoke slojne temperature na dubinama većim od 500 m, a geološka građa terena i hidrogeološke indikacije po obodu basena svakako opravdavaju preduzimanje kompleksnih geotermalnih istraživanja.

Gornja Dobrinja

U G. Dobrinji, oko 16 km severno od Požege, prilikom bušenja u cilju istraživanja uglja 1960-62. godine, registrovana je pojava termalne vode u lokalnosti Pejar (--, 1991). Jedna istražna bušotina, morala je navodno biti obustavljena na dubini oko 100 m zbog snažne erupcije termalne vode. Nema pouzdanih podataka o pojavi ove vode, a prema izvesnim navodima, količina vode na samoizliv je reda 10-15 l/s, temperature 25°C. U ovoj lokalnosti su 1991. godine vršena geofizička ispitivanja terena, bušenje jedne istražne bušotine do dubine 150 m, ali nisu dobijeni pozitivni rezultati.

Požega

U Požeškom tercijarnom basenu, u neposrednoj blizini Užičke Požege, bušenjem je u cilju vodosnabdevanja registrovana pojava mineralne vode. Bušotinom, dubine 165 m, dobijeno je na samoizliv 1,0 l/s vode, temperature 14°C, ukupne mineralizacije 1,91 g/l. Hidrogeološki kolektori su slojevi peska i šljunka u intervalu dubine 49-55 i 144-154 m. Voda je HCO_3-Na tipa, pH-7,7. Sadržaj F^- iznosi 3,5 mg/l, a sadržaj Ra - 0,43 Bq/l. Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna.

Kremna

U okviru istražnog bušenja u cilju istraživanja magnezita 1973. godine, otkrivena je u tercijarnom Kremanskom basenu mineralna voda sa dosta visokim sadržajem bora. Mineralna voda ističe iz jedne delom zarušene bušotine u količini od 0,02 l/s; temperatura vode je 8°C, ukupna mineralizacija 2,33 g/l, a pH-8,2 (Dangić, Rakočević, 1993). Sadržaj glavnih komponenata u vodi je (mg/l):

CO_3^{--}	445,2	Na^+	601,0	SiO_2	31,1
HCO_3^-	628,3	K^+	18,9	HBO_2	517,0
Cl^-	30,1	Ca^{++}	0,3		
SO_4^{--}	36,0	Mg^{++}	1,8		

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna, sa sadržajem H_2S-1,02 mg/l. Sadržaj mikroelemenata je takođe nizak: Sr-0,10 mg/l, Li-0,06 mg/l, Rb-0,03 mg/l, As-0,008 mg/l, itd. Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, u kojoj se obogaćenje borom vezuje za rastvaranje hidratisanog natrijum-boro-silikata sirlezita.

Kotroman

Pojava mineralne vode kod Kotromana je otkrivena prilikom istražnog bušenja u cilju istraživanja mineralnih sirovina. Pojava se nalazi na levoj obali Belog Rzava, na oko 2 km istočno od D. Vardišta, i na nadmorskoj visini 480 m.

U geološkom pogledu, teren izgrađuju heterogene stene gornjokrednog fliša, koje prema istoku smenjuju serpentiniti velikog zlatiborskog ultramafitskog kom-

pleksa. Iz istražne bušotine B-1, dubine 723,6 m, ističe 0,05 l/s mineralne vode, temperature 13°C (?).

Mineralna voda je Cl-Na tipa, slana, ukupne mineralizacije 7,96 g/l, pH-8,1. Karakteriše je povišeni sadržaj Br^- i Sr, odnosno u pitanju je verovatno fosilna morska voda manjeg tercijarnog basena u tom rejonu. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	24,0	Na^+	3036,0	Sr	13,317	Pb	0,001
HCO_3'	158,0	K^+	9,0	Cu	0,038	Cs	0,001
Cl'	4615,0	Ca^{++}	20,0	Cr	0,028	Mo	0,001
SO_4''	30,0	Mg^{++}	12,2	Li	0,009	Hg	0,0003
F'	1,3	NH_4^+	2,5	Zn	0,005	Sb	0,0001
Br'	27,5	Fe_2O_3	0,45	As	0,002		
J'	2,5	Al_2O_3	0,40	Rb	0,001		
HPO_4''	0,02	HBO_2	1,0	Ba	0,001		
$HAsO_4''$	0,004	SiO_2	12,0	Mn	0,001		

Prema gasnom sastavu, voda je izrazito azotna. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-17,0 Bq/l, Ra-0,18 Bq/l, U-0,0007 mg/l.

Kotraža

Nalazi se u dragačevskom kraju, na JZ padinama planine Jelice. Od varošice Guče, Kotraža je udaljena oko 12 km. Naselje, u kome se nalazi izvor mineralne vode, leži na relativno zaravnjenoj površini tercijarne naslage, koja ispunjava međuplaninsku depresiju. Nadmorska visina terena je oko 430 m. Mineralni izvor je kaptiran u vidu česme, iz koje ističe 0,04 l/s vode, temperature 12°C.

Osnovu terena čine kristalasti paleozojski škriljci. To su sericitski škriljci u smenjivanju sa filitima i sočivima kvarcnih konglomerata i kalkšista. Severno i jugoistočno od Kotraže su otkrivene senonske flišne tvorevine, koje leže preko paleozojskih škriljaca. Tercijarna naslaga, predstavljena peskovito-glinovitim sedimentima, debljine je 42,5 m (prema podacima bušenja).

Mineralna voda je HCO_3-Na tipa, ukupne mineralizacije 1,8 g/l, pH-6,7. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3''	0,0	Na^+	281,0	Li	0,448	V	0,001
HCO_3'	1320,0	K^+	9,7	Sr	0,240	Hg	0,0002
Cl'	21,0	Ca^{++}	80,0	Cs	0,128		
SO_4''	10,0	Mg^{++}	24,0	Rb	0,096		
F'	1,1	NH_4^+	0,7	Mn	0,037		
Br'	0,05	Fe_2O_3	0,6	Ba	0,016		
J'	0,05	Al_2O_3	1,12	Cr	0,004		
HPO_4''	1,0	HBO_2	18,0	Ni	0,001		
$HAsO_4''$	0,05	SiO_2	15,0	Cu	0,001		

U gasnom sastavu preovlađuje CO_2 - sadržaj rastvorenog gasa iznosi 0,21 g/l, dok je sadržaj H_2S - 2,8 mg/l. Radioaktivnost vode je povišena - sadržaj Rn iznosi 122,1 Bq/l, a Ra - 0,67 Bq/l.

U blizini česme je 1976. godine izbušena istražna bušotina dubine 70 m (Vilimonović, 1984a). Već na 9,6 m je dobijen samoizliv mineralne vode u količini 0,2 l/s. Nakon toga, 1984. godine je izbušen opitni bunar, dubine 158 m, a zacevljen do 80 m. Samoizliv vode je u količini 0,31 l/s, temperatura vode 15°C. Ukupna mineralizacija vode je 3,8 g/l. Mineralna voda odaje znatno jači miris na H_2S od vode sa česme, pošto je i veći sadržaj tog gasa - 3,6 mg/l. Kasnije su ovde izbušene još 2 istražne bušotine, dubine 103 i 190 m, ali bez boljih rezultata u odnosu na prethodne.

Prema nekim shvatanjima, u Kotraži postoje povoljni uslovi za iznalaženje ugljokiselih i sumporovitih voda u okviru paleozojskih metamorfita (Milivojević, Perić, 1982b).

Slatinska banja

Nalazi se u selu Slatina, oko 17 km jugoistočno od Čačka, na istočnim padinama planine Jelice (929 m). Banja je smeštena u dolini Banjske reke, na nadmorskoj visini 301 m. Zapadno od banje se diže planinsko bilo Jelice, dok se prema istoku padina spušta u prostranu Kraljevačko-čačansku kotlinu, gde je nadmorska visina terena oko 200 m.

Mineralna voda je u prošlosti, prema nekim indikacijama, korišćena u okviru manastirske banje još u srednjem veku. Lečenje je vršeno umivanjem i stavljanjem blatnih obloga. Analiza vode je vršena u prošlom veku, ali sve do 1922. godine, ovde nije bilo banjskih objekata niti se voda eksploatisala. Do II sv. rata su uređena 4 mala kupatila, otvorene 3 kafane, dve pekare i jedna prodavnica. I danas nije mnogo bolje u pogledu uređenosti banje, jer je to još uvek sezonska, "narodna" banja, bez organizovane zdravstvene službe. Mineralna voda je hladna, pa se zagreva u otvorenim kazanima i potom koristi u dva kupatila smeštena uz obalu potoka.

Izvor mineralne vode se nalazi u aluvijalnom nanosu Banjske reke. Uzvodno od njega nisu registrovane druge pojave mineralne vode, dok se nizvodno mineralna voda pojavljuje u više kopanih bunara. Osim toga, mineralizovana voda sličnih karakteristika se nalazi u selu Zaočani - izvor "Banja", koji je kaptiran za potrebe vodosnabdevanja; zatim severnije - izvor "Banjica" (temperatura vode do 20°C), takođe kaptiran za potrebe vodosnabdevanja. Izvor u Slatinskoj banji je izdašnosti do 2,0 l/s, temperature 13,4°C, ali sa povišenim sadržajem sumporvodonika - 19,3 mg/l.

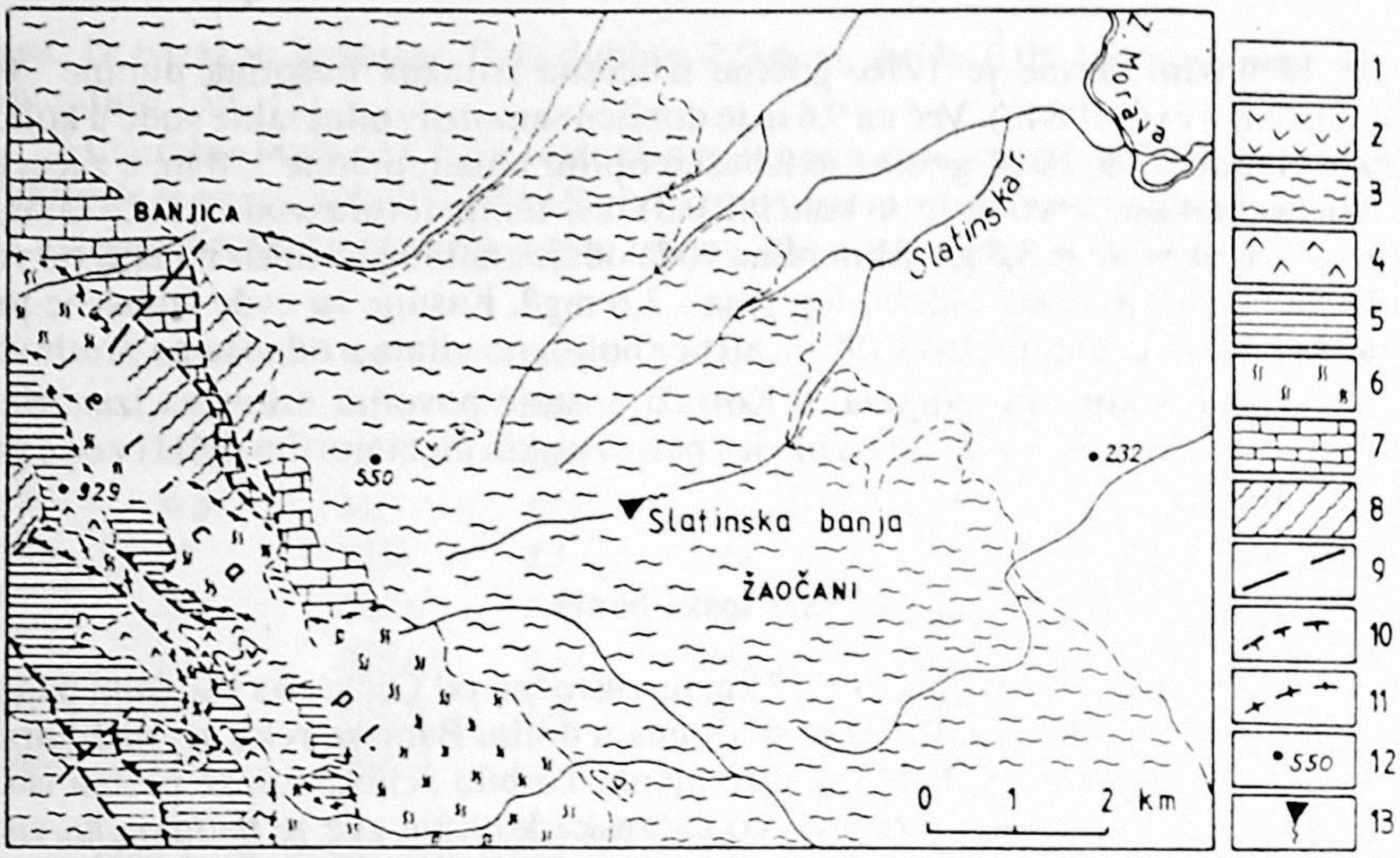
Geološka građa terena je relativno jednostavna. To je obod velikog tercijarnog Kraljevačko-čačanskog basena, gde je debljina tercijarne naslage oko 120 m. Zapadno, tercijarna naslaga isklinjava i pojavljuju se starije stenske mase podloge (sl. 50), dok se ka istoku u centru basena debljina naslage povećava, dostižući debljinu od oko 1600 m u centru basena.

U litološkom pogledu, neogenska serija je vrlo heterogena, sa naizmeničnim smenjivanjem laporaca, peščara, krečnjaka, glina i sa pojavama uglja. Donji deo serije izgrađuju andezitski tufovi, jasno stratifikovani, sive do crvenkaste boje, nataloženi preko peridotita. Debljina tufogenog člana je 40-70 m.

Tercijarni vulkaniti i piroklastiti su kvarclatitskog sastava, verovatno oligomiocenske starosti, s obzirom da u pojedinim lokalnostima donjomiocenski sedimenti leže preko kvarclatita.

Najstarije stene su otkrivene u zapadnom delu terena, predstavljene serpentinitima i paleozojskim škriljcima. Posebno su zastupljeni serpentiniti, sa manjim masama dijabaza. Škriljci su pretežno argilo-filitskog sastava, sa pojavama kalkšista.

Trijaski se krečnjaci, slojeviti, nalaze na visokim kotama Jelice, ali ipak po-



Sl. 50 - Geološka karta područja Slatinske banje (Brković i dr., 1978a)
1 - aluvijalni nanos, 2 - kvarclatiti, 3 - neogenski sedimenti, 4 - dijabazi, 5 - gornjokredni fliš, 6 - serpentiniti i peridotiti, 7 - srednjotrijaski krečnjaci, 8 - paleozojski metamorfiti, 9 - rased, 10 - čelo kraljušti, 11 - dijapirski kontakt, 12 - kota terena, 13 - izvor mineralne vode

Fig. 50 - Geological map of Slatinska banja area (Brković et al., 1978a)
1 - alluvial deposit, 2 - quartzlatite, 3 - Neogene sediments, 4- diabase, 5 - Upper Cretaceous flysch, 6 - serpentinite and peridotite, 7 - Middle Triassic limestones, 8 - Paleozoic metamorphites, 9 - fault, 10 - front of overthrust, 11 - diapiric contact, 12 - elevation point, 13 - source of mineral water

određenog rasprostranjenja i sa tektonskim kontaktom prema paleozojskim škriljcima, kao i prema stenama dijabaz-rožnačke formacije zapadnije.

Morfostrukturnom analizom je izdvojena jedna regionalna dislokacija orijentacije SZ-JI, pružajući se dolinom Premećske reke i preko sela Rajac, dalje ka severozapadu (Marković, 1980). Severni blok je spušten ("potonuo") i obrazovao zapadno-moravsku depresiju. Dislokacija je poprečno presečena banjskim rasedom koji se pruža duž potoka Banja. Na užem području Slatinske banje je izdvojena i jedna manja prstenasta struktura, ali u čijem centralnom delu nisu utvrđene magmatske stene.

Mineralna voda izvora je HCO_3,Cl-Na,Mg tipa, sa izraženim uticajem spoljnih hidroloških uslova na kvalitet vode. Ukupna mineralizacija vode je 1,01 g/l, pH-7,5. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

U gasnom sastavu preovlađuje azot, ali karakteristiku ovom sastavu daje H_2S, čiji je sadržaj u vodi izvora 19,3 mg/l, a u okolnim bunarima do 30,0 mg/l. Sadržaj Ra je nešto povišen - 0,24 Bq/l, dok je sadržaj Rn - 27,7 Bq/l, U - 0,002 mg/l.

U području banje je do sada u okviru hidrogeoloških istraživanja izbušeno 6 istražnih bušotina (Vilimonović, 1984b).

Bušotina SB-1, 2 i 3 su izbušene u neposrednoj blizini mineralnog izvora, a dubine bušenja su 52, 260 i 250 m. Ispod tercijarne serije, čiji je donji deo (kako je navedeno) predstavljen tufogenom naslagom, ušlo se u relativno sveže peridotite: u

CO_3''	0,0	Na^+	153,0	Li	0,35
HCO_3'	580,0	K^+	3,5	Mn	0,35
Cl'	126,0	Ca^{++}	60,0	Sr	0,30
SO_4''	22,0	Mg^{++}	46,0	Rb	0,01
F'	0,3	NH_4^+	1,2	Ba	0,01
Br'	0,2	Fe_2O_3	1,5	Cs	0,01
J'	0,0	Al_2O_3	0,3	Cr	0,003
HPO_4''	0,7	HBO_2	37,0	Cu	0,001
$HAsO_4''$	0,0	SiO_2	17,0	Hg	0,0002

bušotini SB-2 na dubini 122,4 m, a u SB-3 na dubini 164,2 m. Utvrđeno je da se izdan hladne mineralne vode prostire samo u tercijarnoj seriji, pri čemu se bušenjem SB-1 dobilo znatno više mineralne vode (15 l/s na samoizliv), sa većim sadržajem H_2S (44,2 mg/l) u odnosu na prirodni izvor. Ispod tercijarne naslage, međutim, u peridotitima, nalazi se izdan obične vode, niske mineralizacije (0,25-0,59 g/l) i ekstremno niskog sadržaja H_2S. Temperatura vode u SB-3 je iznosila 21,5°C. Kvalitet vode iz bušotine je sledeći - u mg/l (Vilimonović, 1984b):

HCO_3'	634,4	Na^+	330,0	SiO_2	18,0
Cl'	252,0	K^+	5,1	HBO_2	67,0
SO_4''	10,0	Ca^{++}	28,0,		
		Mg^{++}	22,0		

Ukupna mineralizacija vode je 1,37 g/l, a sadržaj Rb-0,01 mg/l, J-0,03 mg/l, Al-0,06 mg/l.

Bušotina SB-4 je bušena na oko 800 m jugozapadno od banje, na desnoj obali Banjskog potoka. Dubina bušotine je 203 m. Nakon bušenja kroz tercijarnu naslagu, uglavnom tufove, na dubini 63 m se ušlo u peridotite. Izvesne pojave vode su registrovane do dubine 40 m, a dublje je bušotina "suva". Na dubini 203 m, temperatura stene je 20,8°C.

Bušotina SB-5 i SB-6 su bušene na oko 700 m istočno od prirodnog mineralnog izvora (Vilimonović, 1988b). Najbolji rezultati su dobijeni izradom bušotine SB-6, čija je dubina 105 m, i kojom je kaptirana voda u bigrovitim neogenskim krečnjacima u intervalu dubine 83-105 m. Samoizliv vode je iznosio 20 l/s, a temperatura vode 17°C. Medutim, isticanjem vode su presušili prirodni izvori u banji i bušotini SB-1, pa je 1988. godine izvršeno cementiranje (likvidacija) bušotina SB-5 i SB-6. Nakon toga se uspostavilo ponovno isticanje vode iz SB-1 i ranijih izvora.

Prema balneološkim ispitivanjima, voda iz SB-1 se može koristiti u balneoterapiji, i to za kupanje uz prethodno dogrevanje do odgovarajuće temperature, kao dopunsko sredstvo lečenja u sklopu medicinske rehabilitacije, a kod sledećih hroničnih oboljenja: bolesti lokomotornog aparata - hronični inflamatorni reumatizam, degenerativni reumatizam, ekstraartikularní reumatizam; posledice trauma i ranjavanja.

Smeštaj u banji je moguć samo u privatnom aranžmanu, ili u hotelima u Čačku i Kraljevu.

Trstenik

U Trsteniku, između puta i železničke pruge Kraljevo - Kruševac, izbušena je istražna bušotina u cilju ispitivanja mogućnosti zahvatanja toplih voda u geoenerget-

ske svrhe (Krstić, 1989a). Dubina bušotine je 1800 m. Bušotinom je dobijen sledeći geološki profil:

0,0 - 270 m	"crvena serija" neogena
270,0 - 1504	sedimenti fliša: glinci, laporci, alevroliti, peščari, krečnjaci
1504,0 - 1800	kristalasti škriljci nedefinisane starosti (od 1600-1700 m tektonizirani)

Bušotina nije otkrila ležišta termalne vode. Na dubini 1800 m je izmerena temperatura stene od 60°C.

Aleksinac

U Aleksinačkom tercijarnom basenu je bušenjem u cilju istraživanja uglja dobijena termalna voda. Bušenje je izvršeno između sela Glogovca i Bujmira, pored autoputa, na oko 3 km JI od Aleksinca (Nikolić, Georgijević, 1989).

Istražnom bušotinom, dubine 183 m, registrovana je debljina tercijarne naslage od 173 m. Ispod naslage su paleozojski kristalasti škriljci, a termalna voda se pojavila na granici ova dva litostratigrafska kompleksa. Po završetku bušenja, iz bušotine je isticalo 6,1 l/s vode, temperature 25°C. Voda je HCO_3-Na tipa, sa povišenim sadržajem fluora - 9,6-12,0 mg/l, kao i HBO_2 - 71,6 mg/l.

Baljevac

U Baljevačkom tercijarnom basenu je izbušeno niz bušotina u cilju istraživanja uglja, iz kojih je izlivala mineralna ili termomineralna voda. Temperatura tih voda je pretežno 23-25°C. Interesantna je bušotina B-106/77 (Pobrđe), iz koje je dobijeno na samoizliv 0,1 l/s vode, temperature 20°C; voda je ukupne mineralizacije 1,57 g/l, HCO_3-Na tipa, pH-8,2. Sadržaj glavnih jona, u mg/l, je (Krstić, 1989a):

CO_3^{--}	264,0	Na^+	506,0	SiO_2	25,0
HCO_3^-	732,0	K^+	0,8	HBO_2	320,0
Cl^-	14,0	Ca^{++}	2,0	F^-	2,0
SO_4^{--}	50,0	Mg^{++}	1,2		

U gasnom sastavu vode preovlađuje azot. Bušotinom su presečene izvesne naslage sa mineralima bora, tako da je sadržaj HBO_2 u vodi dosta povišen. Ipak, sadržaj drugih mikroelemenata je relativno nizak: Sr-0,13 mg/l, As-0,075 mg/l, Li-0,04 mg/l, Cr-0,014 mg/l, Rb-0,01 mg/l, Cu-0,008 mg/l, itd.

Bušotina Ba-1, nadmorske visine 430 m, bušena je kroz tercijarnu naslagu do 1020 m. U njoj je registrovan geotermski gradijent 0,047°C/m, odnosno temperatura stene na dubini 500 m je iznosila 36°C, a na 1000 m - 59°C. No bušotina je bez samoizliva vode (Perić, Milivojević, 1990).

Miocenski sedimenti ispunjavaju Gradački (na zapadu) i Baljevački (istočnije) basen. Gradački je prostraniji, ali plići - debljina sedimenata je do 300 m, dok je Baljevački dublji - debljina sedimentne serije je preko 1000 m. Podlogu sedimenata čine dacito-andeziti i piroklastiti.

Vulkanogene tvorevine zauzimaju znatno prostranstvo u širem području Baljevca. Vulkaniti leže preko ibarskog serpentinita ili metamorfita studeničke serije. Pretpostavlja se da je vulkanizam otpočeo u oligomiocenu, a završio se krajem donjeg miocena, pošto u srednjomiocenskoj produktivnoj seriji baljevačke tercijarne naslage nisu zapaženi vulkaniti i njihovi piroklastiti. Tek su produktivnu seriju probili dajkovi granita iz finalne faze vulkanizma, čijom se toplotom izrazito povećao stepen karbonizacije uglja do kvaliteta kamenog uglja.

Najverovatnije je da su gradačka i baljevačka depresija nastale kao rezultat kolapsnog sleganja (formiranjem kolapsne kaldere) tokom tercijarne vulkanske aktivnosti. Iznos kolapsnog sleganja, sudeći prema denivelaciji površine vulkanita po rubovima ba ena, iznosi preko 2000 m. Upravo stoga je područje basena veoma visoke perspektivnosti u pogledu geotermalnih istraživanja.

Drešnica

Izvor mineralne vode u selu Drešnica se nalazi u izvorišnom delu Muzačkog potoka, oko 6 km ZJZ od Blaca. Nadmorska visina izvorišta je 540 m.

Izvor se pojavljuje na zapadnom obodu Topličkog miocenskog basena, gde su u obodu otkriveni proterozojski kristalasti škriljci i dijabazi (južnije). Izdašnost izvora je 0,3 l/s, a temperatura vode 12°C. Voda je HCO_3,SO_4-Na,Mg tipa, ukupne mineralizacije 1,49 g/l, pH-7,3. Hemijski sastav vode je (mg/l):

CO_3^{--}	0,0	Na^+	184,0	Sr	1,50	Cs	0,002
HCO_3^-	915,0	K^+	4,7	Li	0,06	Mo	0,001
Cl^-	14,0	Ca^{++}	70,0	As	0,015	Ba	0,001
SO_4^{--}	200,0	Mg^{++}	97,6	Rb	0,010	Sb	0,0002
F^-	0,40	NH_4^+	0,1	Mn	0,008	Hg	0,0002
Br^-	0,04	Fe_2O_3	0,0	Cu	0,007		
J^-	0,01	Al_2O_3	0,07	Cr	0,006		
HPO_4^{--}	0,25	HBO_2	9,0	Zn	0,005		
$HAsO_4^{--}$	0,03	SiO_2	18,0	Pb	0,002		

U gasnom sastavu preovlađuje azot, sa sadržajem rastvorenog CO_2 - 52 mg/l. Karakteristika vode je povišena radonska radioaktivnost - 49,6 Bq/l, mada je i sadržaj urana relativno povišen - 0,010 mg/l, dok je sadržaj Ra nizak - 0,09 Bq/l.

Topličane

Pojava termalne vode u selu Topličane se nalazi u Kosovskom tercijarnom basenu, na oko 20 km južno od Prištine, odnosno 4 km južno od Lipljana. To je izvor na levoj obali reke Sitnice, na 560 m nadmorske visine. Izdašnost izvora je 1,5 l/s, a temperatura vode 20,8°C. Termalna voda je HCO_3-Ca,Mg tipa, ukupne mineralizacije 0,60 g/l, pH-6,9. Hemijski sastav vode je dat na sledećoj strani (mg/l).

U gasnom sastavu vode preovladuje azot; sadržaj rastvorenog gasa CO_2 iznosi

CO_3^{--}	0,0	Na^+	17,0	Sr	0,350	Cs	0,005
HCO_3^-	365,0	K^+	1,0	Rb	0,250	Ni	0,004
Cl^-	14,0	Ca^{++}	115,0	Mn	0,057	Cu	0,003
SO_4^{--}	50,0	Mg^{++}	21,0	Li	0,020	Mo	0,003
F^-	0,2	NH_4^+	0,2	Ba	0,018	Ti	0,002
Br^-	0,2	Fe_2O_3	2,1	As	0,010	Cr	0,001
J^-	0,1	Al_2O_3	1,85	Pb	0,009	Sb	0,0002
HPO_4^{--}	0,1	HBO_2	11,2	Zn	0,008	Cd	0,0001
$HAsO_4^{--}$	0,01	SiO_2	38,0	Co	0,006	V	0,0001

88 mg/l. Sadržaj radioaktivnih elemenata je nizak: Rn-16,6 Bq/l, Ra-0,14 Bq/l, U-0,001 mg/l.

III

ZAKLJUČNE OCENE

PITANJA RACIONALNE EKSPLOATACIJE

Razmatranje ovih pitanja podrazumeva da se iz jednog ležišta mineralne ili termalne vode eksploatiše samo ona količina vode pri kojoj se ne izazivaju nepovoljni hidrodinamički efekti u ležištu ili pogoršavanje kvaliteta vode. Neracionalna eksploatacija, naime, može izazvati precrpljenje u ležištu, ili (usled stvaranja velike depresije nivoa vode crpljenjem) privlačenje podzemnih voda iz neposredne blizine ležišta i time degradiranje kvaliteta vode u datom ležištu - pad temperature ili promena hemizma vode.

Da bi se definisala racionalna eksploatacija u jednom ležištu, potrebno je utvrditi rezerve vode u tom ležištu, a prema Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi ("Sl. list SFRJ", 34/79). Pri tome se mineralne i termalne vode tretiraju kao i druge mineralne sirovine, pa se prema stepenu istraženosti i stepenu poznavanja kvaliteta, rezerve podzemnih voda razvrstavaju u kategorije A, B, C_1, C_2, D_1 i D_2.

Definisanje racionalne eksploatacije zahteva da se u području ležišta detaljno prouči geološka građa, hidrogeološki parametri vodonosne sredine, rasprostranjenje ležišta, uslovi prihranjivanja i obnavljanja eksploatacionih rezervi, stepen povezanosti sa vodama susednih vodonosnih sredina i površinskih tokova, uslovi zaštite voda i drugo, a kod ležišta termalnih voda gde se voda koristi u termo-energetske svrhe, još i svi parametri prirodnog toplotnog polja u kojem se nalazi konkretno ležište. Drugim rečima, neophodno je da se u ležištu utvrde rezerve mineralne vode A kategorije. Tek nakon toga bi trebalo pristupiti izradi glavnih projekata eksploatacionih objekata za racionalno iskorišćavanje datog ležišta. Izuzetno, u uslovima veoma složenih hidrogeoloških odnosa u terenu, kada bi utvrđivanje rezervi voda A kategorije bilo nesvrsishodno, može se eksploataciji ležišta pristupiti i na bazi utvrđenih rezervi B kategorije (Filipović, Dimitrijević, 1991).

Uz opise mnogih pojava mineralnih voda je rečeno da se prilikom bušenja u početku dobija znatna količina vode na samoizliv, ali da kasnije izdašnost bušotine opada. Takav je slučaj registrovan pri eksploataciji geotermalnih voda i u drugim rejonima u svetu, jer u granicama jednog ležišta postoji hidraulička veza izmedu eksploatacionih objekata, pa bilo kakva promena u režimu eksploatacije jednog od njih dovodi do promena režima ostalih. Tako, nekontrolisano zahvatanje vode na jednom od vodozahvata može da dovede do smanjenja izdašnosti kod ostalih, do prestanka samoizliva i slično, kao što je registrovano u Slatinskoj banji, Gamzigradskoj banji i drugim lokalnostima, odnosno što je dovelo do presušivanja prirodnih izvora u Bukovičkoj banji, Priličkom kiseljaku, Klokot banji, itd. Stoga je potrebno da se u okviru ležišta projektuje racionalni raspored vodozahvatnih objekata, utvrdi prioritet u radu tih objekata i definišu drugi elementi režima eksploatacije vode. U određenim uslovima racionalan je centralni vodozahvat koji obezbeduje potrebe korisnika, u drugom slučaju je poželjna decentralizacija vodozahvata zbog kaptiranja različitih vrsta mineralnih voda (različite mineralizacije, temperature, jonskog sastava i slično). Pri određivanju optimalnog rastojanja između vodozahvatnih objekata, trebalo bi imati u vidu izvesnu rezervu prostora, kako bi se mogli graditi dopunski

vodozahvati u cilju održavanja ukupne izdašnosti vode na nivou neophodnom za potrebe korisnika te vode za dati period vremena, ukoliko se time ne prekoračuje racionalna eksploatacija.

U vezi sa iznetim, može se navesti primer geotermalnog polja Larderela (Italija), gde eksploatacija geotermalnog ležišta zahteva povremeno bušenje novih bušotina, da bi se održao rad elektrane na nivou 365 MW. U Dolini Velikih Gejzera (SAD), praćen je više godina rad dve geotermalne bušotine, pa je u vremenu 1967-72. godine registrovan pad izdašnosti pare od 18 do 8 kg/s, odnosno od 11 do 5 kg/s u drugoj bušotini (Badd, 1975). Pritisak na bušotinama je za to vreme ostao skoro nepromenjen, što znači da kolebanje i smanjenje izdašnosti bušotina nije vezano sa promenama na površini terena. Periodična merenja pritiska u bušotinama su pokazala nepromenljivost propusnosti, što znači da nije došlo do inkrustacije na zidovima bušotine ili kolmatacije u kolektoru. Došlo se do zaključka da je opadanje izdašnosti bušotina u vezi sa opadanjem pritiska u basenu, a to je potvrdila i kontrola statičkog nivoa u basenu na celoj njegovoj površini.

Potrebno je ovde napomenuti da su u najvećem broju slučajeva kod naših pojava mineralnih i termalnih voda (sa izuzetkom hidrogeoloških basena) vodozahvatni objekti urađeni u zoni pražnjenja ležišta, a ne u zoni rasprostranjenja ležišta (odnosno u centralnom delu hidrogeološke strukture). To je posledica stare prakse da se vodozahvati rade neposredno pored izvora. Usled toga nisu postignuti optimalni rezultati kaptiranja voda; izražena je sezonska promenljivost režima voda, kao i otežano fiksiranje elemenata racionalne eksploatacije. Dužom eksploatacijom vode je registrovano u niz naših banja permanentno opadanje nivoa izdani mineralne vode (Bukovička banja, Vrnjačka banja, Klokot banja, itd.); smanjenje koncentracije određenih komponenata u vodi (Gamzigradska banja) i pad ukupne mineralizacije vode (Rajčinovića banja). To sve, pored ostalog, ističe u prvi plan potrebu utvrđivanja rezervi voda određenog ležišta, a samo je manji broj naših banja do sada uradio elaborat o navedenim rezervama.

Mineralne i termalne vode su relativno "stare" vode, jer se formiraju u dužem periodu vremena. Stoga su rezerve tih voda teže obnovljive od rezervi običnih podzemnih voda, što dodatno otežava problem njihove racionalne eksploatacije. Rezerva prostora, o kojima je bilo reči s obzirom na međusobni uticaj vodozahvatnih bunara, treba stoga predvideti i u pogledu izgradnje dopunskih vodozahvata bliže magmatskom intruzivu (kod mineralnih voda u okviru metamorfita), ili dublje unutar hidrogeološke strukture (kod vulkanogenih kompleksa i basena).

Što se tiče apsolutne starosti mineralnih i termalnih voda, određene na osnovu izotopskih ispitivanja (^{14}C, ^{3}H, itd.), potrebno je napomenuti da vrednosti "starosti" navedene uz opise mnogih banja u prethodnom tekstu nisu apsolutne u strogom smislu te reči. Te vrednosti, naime, ukazuju na vreme zadržavanja ispitivane vode u podzemlju u okviru pripadajuće hidrogeološke strukture, a ne vreme potrebno da bi se data voda formirala sa svim specifičnostima hemijskog i gasnog sastava. Ovo vreme formiranja je za sada nepoznato, pa tako i nepoznato vreme prirodnog obnavljanja rezervi voda u nekom geotermalnom ležištu, što zahteva dugotrajna i kompleksna ispitivanja u svakom konkretnom slučaju (između ostalog, modelska ispitivanja interakcije voda-stena). Tako treba shvatiti i tabelu 2.

PROBLEMI ZAŠTITE MINERALNIH I TERMALNIH VODA

Problem zaštite mineralnih i termalnih voda je dvojakog karaktera: zaštita od prekomerne eksploatacije i iscrpljivanja, sa jedne strane, kao i zaštita voda od različitih vrsta zagađivanja, sa druge strane. U praksi je prvi problem lakše rešiv - kaptiranjem vode i definisanjem racionalne eksploatacije, tj. eksploatacijom samo one količine vode koja se prirodno obnavlja. Teže je rešiti drugi problem, pošto je njegova priroda obično izvan volje i delokruga rada korisnika vode, u uslovima kada razvoj industrije, urbanizacije i primena agrotehničkih mera neprekidno ugrožava kvalitet površinskih i podzemnih voda. A mineralne i termalne vode su samo specifičan vid podzemnih voda, koje se takođe obnavljaju na račun infiltracije voda sa površine terena.

U balneoterapeutske svrhe se voda koristi, kako se iz opisa pojava vode može videti, uglavnom kupanjem i pijenjem, što znači da one moraju u pogledu svog kvaliteta odgovarati i normama vode za piće. Tu se pre svega misli na dozvoljeni sadržaj toksičnih elemenata i bakteriološku ispravnost vode, a kvalitet vode je precizиran u Pravilniku o kvalitetu prirodne mineralne vode, odnosno mineralne vode koja se koristi za piće ("Sl. list SRJ", 45/93).

Uobičajeno je da se kod zaštite vode koriste dva termina - zagađenost i zaraženost vode. Pri tome se "zagađenost" vode koristi kao opšti termin koji u sebi sadrži "zaraženost" kao tip zagađenja. Zagađenjem se smatra pogoršanje kvaliteta vode pod uticajem hemijskih materija ili bakterija do takvog stepena da to, mada možda ne predstavlja opasnost po zdravlje čoveka, ipak utiče nepovoljno na korišćenje vode u izvesne svrhe. Zaraženost označava pogoršanje kvaliteta vode putem hemijskog ili bakteriološkog zagađenja koja već predstavlja opasnost trovanja ili izazivanja bolesti kod stanovništva. Zbog bakteriološkog zagađenja je, na primer, mineralna voda Lomničkog kiseljaka 1986. godine zabranjena za upotrebu.

Zaštiti mineralnih voda je oduvek pridavana pažnja. U pojedinim zemljama su propisi o zaštiti veoma oštri, a i u Srbiji je "Zakon o banjama, mineralnim i toplim vodama" iz 1914. godine bio rigorozan. Njime je zabranjivana svaka gradnja u zaštitnom rejonu, a ukoliko bi na tom prostoru bili već izgrađeni objekti, bili bi uklonjeni. Kasnije, međutim, razvoj naših banja je očigledno malo uvažavao propise o zaštiti, pa su tako danas u najvećem broju slučajeva u banjama urbanizovane sve zaštitne zone koje bi se mogle izdvojiti oko izvorišta mineralnih i termalnih voda. Posledice toga već osećaju neke naše najveće banje, a u doglednoj budućnosti će se negativni efekti svakako masovnije odraziti. Jer zagađeno izvorište mineralne vode praktično nije moguće sanirati, ili to zahteva obimnu i dugu sanaciju.

Prema karakteru ispoljavanja i posledicama, razlikuju se hemijski (organski i neorganski), bakteriološki, radioaktivni, mehanički i drugi izvori zagađenja. Za dublje akvifere termalne ili termomineralne vode (dubine 1000 m i više), realno su mali izgledi bakteriološkog ili sličnog zagađenja sa površine terena, ali veliki broj izvorišta mineralne ugljenokisele vode se nalazi na maloj dubini u terenu i stoga lako podložan

svakoj vrsti zagadenja. Pa i u dubokim termalnim vodama, visokih temperatura, ispitivanja u svetu su otkrila različite vrste bakterija - aerobnih i anaerobnih.

U opasne zagadivače izvorišta spadaju komunalne i industrijske otpadne vode, nafta i naftni derivati, produkti iz poljoprivredne delatnosti (pesticidi, stajsko đubrivo, veštačka đubriva), čvrsti otpaci od iskorišćavanja prirodnih resursa ili industrijski otpaci. Posebno su opasni pesticidi, zbog svoje toksičnosti, stabilnosti i mogućnosti migracije na velike daljine. U najrasprostranjenije spadaju hlororganska jedinjenja, fosforoorganski preparati, karbamati i tiokarbamati, itd. Mnogi od pesticida se transformišu u novoj sredini (metaboliti), postajući čak toksičniji od primarnih komponenata od kojih potiču. Rastvorljivost hlororganskih pesticida, kao najstabilnijih i najotrovnijih, izražava se mikrogramskim nivoom. Međutim, granična dozvoljena koncentracija ovih otrovnih materija u vodi za piće (Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, "Sl. list SFRJ", 33/87), iznosi za jedan i više redova veličine niže od vrednosti njihove rastvorljivosti. Stoga je i opasnost zagađenja vode ovim preparatima realna, bez obzira na zaštitni efekat tla.

Veliki uticaj na pogoršanje kvaltieta vode imaju mineralna đubriva koja se primenjuju na obradivim površinama. Poznato je da unošenje đubriva u tlo u vidu mineralnih materija i ekstrakata doprinosi koncentrisanju azota i njegovih jedinjenja u podzemnim vodama. Sa ovim u vezi se povećava toksičnost vode, odnosno tzv. "bolest vode". Visoki sadržaj nitrata utiče na razvoj hipertoničnih bolesti i na funkcionalno narušavanje i trovanje organizma ljudi i životinja. Primena veštačkih đubriva u zoni sanitarne zaštite izvorišta mora biti kontrolisana.

Pravilna zaštita mineralnih i termalnih voda se može izvesti ukoliko su izučeni uslovi formiranja voda datog ležišta, tip ležišta, rasprostranjenje ležišta sa identifikacijom zone prihranjivanja ležišta. Naša ležišta mineralnih i termalnih voda su, gledano u celini, nedovoljno izučena, sa poznavanjem uglavnom zone pražnjenja ležišta u najvećem broju slučajeva. Rasprostranjenje ležišta, odnosno prostranstvo hidrogeološke strukture u kojoj se ležište nalazi, kao i zona (zone) prihranjivanja ležišta je nepoznato. Razloga za takvo stanje je, naravno, više, mada se može reći da su oni uglavnom u neodgovarajućem tretmanu ležišta mineralnih i termalnih voda od strane korisnika i uopšte društvene normativne regulative; kao i u nedovoljnoj teoretskoj osnovi istraživanja, kaptiranja i racionalnog iskorišćavanja mineralnih i termalnih voda.

Jedna od najvažnijih mera za zaštitu izvorišta od zagađenja jeste određivanje zaštitnih zona, koje se definišu na bazi konkretnih hidrogeoloških uslova terena i položaja potencijalnih zagadivača. Normativno je to regulisano u Zakonu o vodama ("Sl. glasnik RS", 46/91) i odgovarajućim Pravilnikom, ali neadekvatno, pošto se sve vrste podzemnih voda tretiraju integralno; zatim kroz Zakon o banjama ("Sl. glasnik RS", 80/92) i Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", 66/91). Planskim dokumentom, predvidenim Zakonom o banjama, trebalo bi obuhvatiti sve specifičnosti zaštite izvorišta u urbanizovanim banjama.

Prema navedenim propisima, uspostavljaju se tri zone sanitarno-tehničke zaštite izvorišta:

- zona neposredne zaštite (strogog režima), obuhvata teritoriju oko kaptažnog objekta, kao i teritoriju gde su smešteni glavni vodovodni objekti. Na taj način prva zona ima ulogu zaštite izvorišta od mogućeg slučajnog ili namernog neposrednog zagađenja, i u njoj je zabranjena bilo kakva gradnja objekata izuzev onih za tehničke potrebe eksploatacije vode. Radijus ove zone, s obzirom da su u pitanju arteske izdani,

iznosi obično 10 m. Prostor mora biti propisno ograđen, a pristup u zonu je dozvoljen samo licima koja održavaju objekat i drugim ovlašćenim licima. Zona neposredne zaštite se može koristiti samo kao senokos, bez upotrebe đubriva, pesticida i herbicida, čije unošenje može zagaditi vodu;

- uža zona zaštite (zona ograničenja), obuhvata teritoriju koja je neposredno u dodiru sa prvom zonom, tj. ona obuhvata najbližu oblast napajanja izvorišta. Granica ovog pojasa se određuje na takvoj udaljenosti od vodozahvata (ako za to postoje uslovi), kako bi se obezbedila dužina puta zagađene vode da bi patogeni mikroorganizmi dok pređu taj put postali bezopasni (tj. da se izvrši samočišćenje zagađenog podzemnog toka pre nego što on dospe do vodozahvata). Samoprečišćavanje podzemne vode se, prema našim standardima, vrši u periodu od 90 dana, odnosno potrebno je da podzemna voda provede u podzemlju (u beskiseoničnoj sredini) 90 dana pa da bude praktično bakteriološki ispravna. U granicama druge zone mora biti obezbeđen niz sanitarnih mera i niz ograničenja u privrednoj delatnosti, kao što je zabrana bacanja otpadaka, izrada kanala za đubrište, septičke jame i slično. Takođe se ograničava primena azotnih veštačkih đubriva;

- šira zona zaštite (zona nadzora) obuhvata slivno područje ili deo slivnog područja izvorišta, a što zavisi od hidrogeoloških uslova. U ovoj zoni se uspostavlja sanitarni nadzor kako bi se sprečile veće ekološke promene koje bi se nepovoljno odrazile na kvalitet vode u izvorištu. Ovde se podrazumevaju i dublja nekontrolisana bušenja kojim bi se narušavao uspostavljeni režim mineralnih ili termalnih voda; izgradnja industrijskih i drugih objekata čije otpadne vode i druge otpadne materije iz tehnološkog procesa proizvodnje mogu zagaditi izvorište.

Zagađenje izvorišta bi trebalo razmatrati u sklopu i drugih faktora koji utiču na degradaciju izvorišta mineralnih ili termalnih voda. Tu se podrazumeva narušavanje prirode velikim iskopima, eksploatacijom kamena ili metaličnih mineralnih sirovina, što može bitno da poremeti režim prihranjivanja određenog izvorišta. Tako B. Đerković (1980), na primer, navodi da je lekoviti izvor Oberschlemma u Nemačkoj, za čiju vodu L. Nenadović (1933) kaže da je bila veoma radioaktivna - 21460 Bq/l, potpuno nestao usled rudarskih radova. U Austriji oko jednog termalnog izvora oko Vilacha zaštitna zona iznosi preko 100 km^2. O toj se zoni vodi stroga kontrola o svim pojavama koje bi mogle da utiču na izmenu režima izvora, promenu hemizma ili bilo kojeg parametra kvaliteta vode.

Zaštita naših mineralnih i termalnih voda, kako je već rečeno, nije zadovoljavajuća, pa je verovatno veliko pitanje da li se može kod nekih banja šta bitnije popraviti u tom pogledu naknadnim i zakasnelim zahvatima. Kod nekih banja, gde su kaptažni i banjski objekti u zoni pražnjenja hidrogeološke strukture (Vrnjačka banja, Mataruška banja, Gornja Trepča, Gamzigradska banja, itd.), zahvatanjem mineralne, odnosno termalne vode u centralnom delu hidrogeološke strukture bi se efikasno rešio i problem zaštite izvorišta. Ipak, da bi se zaštitio i veliki broj izvorišta gde su jasno izražene perspektive daljeg razvoja, najbolje bi bilo planski i dosledno sprovesti uspostavljanje zaštitnih zona za sva značajnija izvorišta u Republici.

ASPEKTI KORIŠĆENJA MINERALNIH I TERMALNIH VODA

Mineralne i termalne vode se na teritoriji Srbije koriste uglavnom u balneoterapiji (Stanković i dr., 1987). Može se reći da su u tom domenu postignuti dobri rezultati u lečenju i rehabilitaciji pacijenata od različitih hroničnih oboljenja, kao što su: šećerna bolest, kožne i reumatske bolesti, bolesti srca i krvotoka, ginekološke, urološke, disajne i druge bolesti. U svrhu toga je izgrađen veliki broj banjskih lečilišta u kojima se prevencija, lečenje i rehabilitacija obavljaju pijenjem vode, kupanjem, tuširanjem, ispiranjem, inhaliranjem, oblogama na bazi mineralnih voda različitog sastava i temperature. Pri ovome se termomineralne vode visokih temperatura rashlađuju do potrebne temperature. Za sada u Srbiji postoji 59 banja, a u 15 banja su izgrađeni savremeni Rehabilitacioni centri. U banjama radi veliki broj stručnjaka specijalista, mnogi sa međunarodnim ugledom. U nekim banjama su formirani naučno-istraživački balneoklimatološki centri, rezultatski afirmisani u zemlji i u inostranstvu.

Značajan aspekt je plasiranje na tržište mineralnih voda kao flaširanih osvežavajućih voda ili napitaka na bazi mineralnih voda. U Srbiji postoji 8 većih proizvođača flaširane mineralne vode i nekoliko manjih pogona, koji su u godinama pre ekonomskih sankcija tržištu isporučivali preko 400 miliona litara vode godišnje.

Tabela 4 ilustruje proizvodnju prirodne mineralne vode u nekim evropskim državama i bivše SFRJ u periodu 1976-80. godine (Stojanović, 1982), iz koje se može dobiti uvid o ovoj delatnosti na našem prostoru, budući da je Srbija u ukupnom obimu jugoslovenskih flaširanih voda učestvovala sa oko 50%. Međutim, ukupna proizvodnja mineralne vode proizvođača udruženih u Poslovnu zajednicu proizvođača sa teritorije Srbije, iznosila je tokom 1992. godine oko 146 miliona litara, a u 1993. svega 100 miliona litara.

Tabela 4
Table 4

Država	1976	1977	1978	1979	1980
SR Nemačka	1900	1920	2090	2275	2355
Belgija	325	342	370	408	427
Francuska	2950	2827	2945	3076	2980
Italija	1197	1260	1350	1560	1510
Austrija	167	192	212	248	249
Španija	417	384	422	740	785
Jugoslavija	425	445	460	496	496

(u 000 litara)

No balneološki aspekt korišćenja mineralnih i termalnih voda je najpoznatiji aspekt, kao i najstariji vid korišćenja ovih voda. Međutim, energija sadržana u

termalnim (i termomineralnim) vodama se u mnogim zemljama uspešno koristi za zagrevanje stambenih i industrijskih objekata, u poljoprivredi za proizvodnju hrane, u industriji za različite procese i dobijanje mineralnih sirovina, za proizvodnju električne energije.

Kod nas je korišćenje geotermalnih voda u energetske svrhe još uvek u početnoj fazi. Tome se, praktično, počela poklanjati pažnja od druge polovine sedamdesetih godina ovoga veka (nakon velike energetske krize 1973.), pa su stoga za teritoriju Srbije još nedovoljno poznate osnovne geotermalne karakteristike, nedovoljno razrađena metodika istraživanja i tehnološki postupci korišćenja toplih voda. Tako je u Vojvodini prvo korišćenje geotermalnih voda za toplifikaciju prostorija započeto krajem 1983. godine u banji "Junaković" kod Apatina, a u zanemarljivom obimu su korišćene do tada vode u drugim banjama (Vranjska banja, Jošanička banja, i druge).

Ukupna izdašnost prirodnih izvora termalnih i termomineralnih voda Srbije iznosi prosečno oko 1800 l/s, temperature 20-96°C (Milivojević, 1985). Samo 55 većih geotermalnih pojava daje oko 1100 l/s, što odgovara energetskoj vrednosti od preko 150 MW, a ležišta iz kojih ti izvori potiču su energetskog potencijala od nekoliko hiljada MW. Termalni izvori su veoma jevtin izvor niskopotencijalne toplotne energije, a korišćenje ove energije se može vršiti uz mnoštvo preimućstava nad klasičnim izvorima energije, od kojih je najizrazitije u smanjenju zagađenja životne sredine.

Do sada je u Srbiji održano više savetovanja i rasprava u vezi korišćenja geotermalnih voda u energetske svrhe. Izneto je i niz inicijativa za kompleksno iskorišćavanje ležišta termalnih voda, koja su prema temperaturi uglavnom niskopotencijalna (niskoentalpijska). Ležišta visokotermalnih voda, sa obrazovanjem pare i pregrejane pare, uopšte su ređa, i nalaze se u nekim državama u svetu pretežno u rejonima savremenog vulkanizma. Ona predstavljaju svega oko 5% od svih geotermalnih sistema sa temperaturom iznad 200°C. Takva ležišta nisu još indicirana na teritoriji Srbije, mada su u tom pogledu najperspektivnija područja Prolom banje, Vranjske banje, Baljevačkog basena, kao i najdublji regioni Panonskog basena.

U principu, celokupna prirodna toplota zemljine kore se može posmatrati kao geotermalni resurs zemlje. Ipak, ova toplotna energija dobija ekonomsko značenje samo u onom slučaju ako je koncentrisana u ograničenom prostoru, u tačno definisanoj hidrogeološkoj strukturi, slično metaličnim mineralnim sirovinama, ili nafti u naftnim strukturama. Uz to, i veliko ležište termalne vode i visoka temperatura vode nisu dovoljni za ekonomičnu eksploataciju ako je dubina do ležišta suviše velika. U sadašnjim uslovima, ekonomičnom dubinom se smatra dubina reda 1-3 km, mada će se ubuduće, sa usavršavanjem tehnologije bušenja, ta dubina svakako povećavati.

Korišćenje geotermalnih voda zavisi prvenstveno od njihove temperature i količine kojom se raspolaže, a zatim i od potreba korisnika. Ove vode pružaju mogućnost stepenastog korišćenja, tako da ista voda može biti upotrebljena u više namena, sve do njenog ohlađenja. Korišćenje termalnih voda niske entalpije u energetske svrhe se može ostvariti na jedan od sledećih načina: a) razmenom toplote (direktno ili preko izmenjivača toplote), što se vrši kada je temperatura geotermalne vode viša od potrebne; b) korišćenjem toplotnih pumpi.

Primena toplotnih pumpi je veoma raširena u svetu, jer omogućuje veoma efikasno energetsko korišćenje voda niske entalpije, a kojih je na našoj teritoriji najviše, i to na maloj dubini. Toplotne pumpe se primenjuju u sistemu zagrevanja

stacionara "Radon" u Niškoj banji, gde se koriste tople vode (temperature 25°C) prethodno iskorišćene za balneološke svrhe. Sistem radi preko cele godine - leti se sa njim obezbeđuje sanitarna topla voda za sve objekte u naselju, a u grejnoj sezoni grejanje stacionara. Sličan sistem je i u Bujanovačkoj banji, a predviđa se instaliranje ovih pumpi u više banja u Srbiji.

Direktna razmena toplote se vrši kod sistema za zagrevanje objekata u Vranjskoj banji, Kuršumlijskoj banji, Ribarskoj banji, Jošaničkoj banji, Sijarinskoj banji i mnogim drugim. Na području Vojvodine se sve više termomineralna voda počinje koristiti u poljoprivredne svrhe (Srbobran, Kikinda, Bač. Petrovac, itd.), u tehnološkim procesima (Kula) i grejanje (Kanjiža, Melenci, Temerin, itd.).

PERSPEKTIVE DALJIH ISTRAŽIVANJA MINERALNIH I TERMALNIH VODA

U mnogim lokalnostima pojava mineralnih i termalnih voda su, kako se iz prethodnog teksta vidi, izvršena odredena istraživanja vode, kako bi se dobile veće količine vode, viša njihova temperatura, ili i jedno i drugo. Uspeh istraživanja je bio lokalno promenljiv, ali se kao opšta konstatacija verovatno ne može dati pozitivna ocena izvedenih radova.

Glavni razlog takvoj konstataciji je u metodskom pristupu istraživanju; što se dosadašnja praksa hidrogeoloških istraživanja uglavnom svodila na istraživanje i bušenje istražnih bušotina u neposrednoj okolini prirodnih pojava termalnih voda (izvora), analogno istraživanju čvrstih mineralnih sirovina oko rudnih izdanaka. Ali, kako je pri istraživanju ovih drugih sirovina, bušenje pored izdanaka bilo opravdano, u slučaju mineralnih voda je bušenje pored prirodnog izvora, kao u najsigurnijoj lokaciji, bio najsigurniji način da se "promaši" ležište, da se dobiju negativni rezultati. Jer uslovi formiranja te dve vrste ležišta su sasvim različiti. Samo su slučajno otkrivena ležišta u dotle neistraženim rejonima - kao što su npr. Mačva, Stig, Pomoravlje, itd.

Bušenjem istražnih bušotina pored prirodnog izvora znači da se njima u suštini istraživala zona pražnjenja ležišta geotermalne vode, odnosno zona koja može, kako je u poglavlju o uslovima formiranja ležišta mineralnih voda rečeno, biti dosta udaljena od ležišta, nalaziti se u litološki drugačijoj sredini od sredine u kojoj je formirana data hidrogeološka struktura. Jer zona prirodnog isticanja i zona prihranjivanja ležišta mineralne vode se mogu, ali po pravilu se u brdsko-planinskom području ne poklapaju sa zonom rasprostranjenja ležišta, a sasvim je razumljivo da se optimalni rezultati istraživanja mogu dobiti samo ako se bušotine lociraju u zonu rasprostranjenja ležišta, unutar date hidrogeološke strukture. Mineralni i termalni izvori se pojavljuju tamo gde su otpori kretanju vode najmanji, a to su po pravilu pogodni morfološki useci (rečne doline), trase raseda i slično, tako da su najčešće dislocirani od matičnog ležišta (izuzev u slučaju hidrogeoloških basena).

Kao posledica dosadašnje prakse istraživanja, ostala su neotkrivena ležišta geotermalnih voda upravo u rejonima koji su posredno indicirani kao najperspektivniji. U mnogim lokalnostima (Gamzigradska banja, Kuršumlijska banja, Gornja

Trepča, itd.), bušenjem nije dobijeno značajnije povećanje temperature termalne vode u odnosu na temperaturu prirodnih izvora, a u nekim lokalnostima je bušenje dubljih bušotina dalo potpuno negativne rezultate.

Osnovni problemi koje je potrebno rešavati u okviru istraživanja ležišta u vulkanogenim kompleksima su vezani za identifikaciju vulkansko-tektonske strukture (paleovulkanske kaldere) u koju bi se usmerili vodozahvatni objekti. Geohemijskom analizom, geofizičkim ispitivanjima i drugim metodama, moguće je te probleme rešiti, a u takvim strukturama bi trebalo očekivati najtoplije geotermalne vode na teritoriji Srbije - sa mogućnostima njihovog korišćenja u proizvodnji električne energije.

Karstni tereni pružaju veoma široke mogućnosti korišćenja izdašnih ležišta termalnih voda, temperature vode u rasponu 40-100°C. Takva velika ležišta su indicirana kod Niške banje, Sokobanje, Rgoške banjice i u drugim rejonima, a osnovni problem je vezan za rešavanje struktura navlaka. U zapadnoj Srbiji je slična perspektivnost, gde su velika ležišta indicirana kod Pribojske banje, Čedova, Nove Varoši, Visoke, itd. I ovde se kao osnovni ističe problem rešavanja geoloških struktura, odnosno u oba slučaja kritička analiza prikazane geološke građe na Osnovnoj geološkoj karti 1:100.000.

U oblasti metamorfita se kao najperspektivnije ističu mineralne ugljenokisele vode, pogodne za balneološku primenu i za flaširanje kao osvežavajuće (lekovite) vode. Istraživanjima se može znatno povećati raspoloživa količina ovih voda, usmeravajući istraživanja ka centralnom delu hidrogeološke strukture u kojoj se odvijaju geohemijski procesi formiranja mineralnih voda. Veoma je važno imati na umu da se centralni deo hidrogeološke strukture može identifikovati kroz hidrogeohemijska izučavanja - rekonstrukcijom hidrogeohemijske zonalnosti. U centralnom delu strukture su HCO_3-Na mineralne vode, povišene temperature. Time se u svim našim većim nalazištima ugljenokisele vode mogu obezbediti i tople mineralne vode kako bi se izbeglo njihovo dogrevanje u terapijskoj primeni. Ilustrativan je primer Priličkog kiseljaka: bušenjem pored izvora u Prilikama (na obodu hidrogeološke strukture) je dobijena slaba izdašnost bušotina, sa mineralnom vodom temperature oko 16°C, dok se u centralnom delu hidrogeološke strukture (u području sela Cerovo) ležište prazni preko znatno izdašnijeg izvora, čija je temperatura preko 20°C.

Hidrogeološki baseni, posebno područje Vojvodine, karakterišu se ležištima termomineralnih voda, čija se voda može koristiti u različite svrhe. Ova područja su perspektivna i u cilju zahvatanja većih količina vode za potrebe grejanja (uz primenu toplotnih pumpi), ali i za izdvajanje iz vode mnogih hemijskih komponenata. U pogledu geotermalne potencijalnosti, još uvek su neistraženi veći tercijarni baseni, kao što su Kraljevačko-čačanski, Baljevački, Kosovski, Metohijski i drugi.

Uopšte, o izvanrednoj perspektivnosti daljih istraživanja mineralnih i termalnih voda na teritoriji Srbije dovoljno govori često do sada isticana činjenica da je najveći broj kaptažnih objekata ovih voda izveden u zoni pražnjenja hidrogeoloških struktura.

LITERATURA

Agatonović, V., 1990: Interpretacija podataka merenja sprovednog opita crpljenja na istražnoj hidrotermalnoj bušotini Indj-1/H (merenih kvarcnim manometrom). XII kongr. geol. Jugosl., IV, Ohrid.

Agatonović, V., Janeckov, S., Jorović, B., 1990: Koncepcija realizacije opita injektiranja delimično iskorišćenih termomineralnih voda na hidrotermalnom ležištu "Prigrevica-banja". XII kongr. geol. Jugosl., IV, Ohrid.

Aksin V., i dr., 1976: Mineralne i termalne vode Vojvodine i mogućnosti korišćenja, I i II deo. Fond "Naftagasa", N.Sad.

Aksin, V., Milosavljević, S., Čeman, J., Jovanović, M., 1984: Neki vidovi korišćenja geotermalne energije u SAP Vojvodini. Zbornik ref. VIII jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Budva.

Anderson, E.B., i dr., 1985: Pregled geotermalnog potencijala Vranjske banje - naučni i inženjerski aspekti (prevod). Fond RDF [1], Beograd.

Andelković, J., i dr., 1976: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Breznik. Savez. geol. zavod, Beograd.

Antonijević, I., i dr., 1963: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Žagubica. Savez. geol. zavod, Beograd.

Antonijević, R., i dr., 1978: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Peć i Kukeš. Savez. geol. zavod, Beograd.

Antula, D., 1900: Terma Niška banja. Zapisnici Srps. geol. druš., zbor LXVI, 1898, 7, Beograd.

Arnorsson, S., Gunnlaugsson, E., Svavarsson, H., 1983: The chemistry of geothermal waters in Iceland. II-Mineral equilibria and independent variables controling water compositions. Geoch. Cosmoch. Acta, 47, No 3.

Arsenijević, M., 1971: Nova pojava mineralne vode u Vitanovcu (kod Kraljeva). Radovi Geoinstituta, 7, Beograd.

Babović, M., Roglić, Č., Avramović, V., Marić, S., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Trgovište. Savez. geol. zavod, Beograd.

Backović, B., i dr., 1991: Izveštaj po projektu: Istraživanje uranonosnih tercijarnih basena SR Srbije u 1990. godini. Fond Geoinstituta, Beograd.

Badd, Č.F., 1975: Dobiča vodjanogo para v Doline Bolših Gejzerov. U knj.: "Geotermalnaja energija". "Mir", Moskva.

Baskov, E.A., Surikov, S.N., 1989: Gidrotermi zemli. "Nedra", Leningrad.

Balaćević, G., 1990: Pojave mineralnih, termomineralnih i termalnih voda u Kolubarskom basenu, njihova perspektivnost i ekonomski značaj. XII kongr. geol. Jugosl., IV, Ohrid.

---

1 RDF - Fond Republ. društv. fonda za geol. istraživanja, Beograd

Bogdanović, P., 1977: Odnos ultrabazita i dijabaz-rožnačke formacije na JZ obodu Ibarskog masiva (Banjska). Zapisnici Srps. geol. društva za 1975. i 1976. god., Beograd.

Bogdanović, P., i dr., 1982: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list T. Mitrovica. Sav. geol. zavod, Beograd.

Bogomolov, G.V., i dr., 1979: Geotermičeskie metodi issledovanii v gidrogeologii. "Nedra", Moskva.

Bouen, R.Dž., 1975: Vlijanie geotermalnih razrabotok na okružajušću sredu. U knj.: "Geotermalnaja energija". "Mir", Moskva.

Božović, B., 1992: Izveštaj o izvedenim hidrogeološkim radovima za potrebe Despotovačke banje. Fond RDF, Beograd.

Brajović, T., i dr., 1961: Banjska i klimatska lečilišta Jugoslavije. "Crvena zvezda", Beograd.

Brković, T., i dr., 1977: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Ivanjica. Savez. geol. zavod, Beograd.

Brković, T., i dr., 1978a: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Čačak. Savez. geol. zavod, Beograd.

Brković, T., i dr., 1978b: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Kragujevac. Savez. geol. zavod, Beograd.

Ćirić, A., i dr., 1980: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Prijepolje. Savez. geol. zavod, Beograd.

Ćirić, V., Rakočević, P., 1971: Pojava termalnih i mineralnih voda na području G. Milanovca (SR Srbija). Zbornik radova 1. jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Hercegnovi.

Čičić, S., Miošić, N., 1986: Geotermalna energija Bosne i Hercegovine. "Geoinženjering", Sarajevo.

Čubraković, V., Stanković, S., 1986: Rezultati hidrogeoloških istraživanja termomineralnih voda Kuršumlijske banje. Fond RDF, Beograd.

Čubraković, V., 1987: Hidrogeološka istraživanja termalne vode u Prolom banji (izrada hidrogeološke bušotine BP-5 "Pupavac"). Fond RDF, Beograd.

Čubrić, S., Šaić, Z, Majcen-Šaić, V., Rožman, Z., 1987: Problematika utvrđivanja rezervi geotermalne energije. U knj.: "Problematika istraž. res. geoter. energ., sa posebnim osvrtom na mesto i ulogu geof. metoda istraživ.". Komitet za geofiz., Beograd.

D'Amore, F., Scandiffio, G., Panichi, C., 1983: Some observations on the chemical classification of ground waters. Geothermics, 12, No 2/3.

Dangić, A., Rakočević, P., 1993: Mineralna voda sa neuobičajeno visokim sadržajem bora, basen Kremana u zapadnoj Srbiji, Jugoslavija. Radovi Geoinstituta, 28, Beograd.

Dangić, A., Rakočević, P., 1994: Pojava i neke geohemijske specifičnosti slane vode u Mokrogorskom basenu, zapadna Srbija. Radovi Geoinstituta, 29, Beograd.

Dimitrijević, M.D., 1992: Geološka karta Srbije 1:2.000.000 (Geološki atlas Srbije, 1). RDF i Geozavod-Gemini, Beograd.

Dimitrijević, N., Filipović, B., 1972: Prikaz prethodnih rezultata istraživanja pojave mineralnih voda Veluća kod Trstenika. Zbornik radova Rud. geol. fak., 15, Beograd.

Dimitrijević, N., 1975: Gasovi u podzemnim vodama s posebnim osvrtom na njihovo prisustvo u mineralnim vodama Srbije. Zbornik radova Rud. geol. fak., posebna izdanja 3, Beograd.

Dimitrijević, N., 1988: Hidrohemija. Rud. geol. fakultet, Beograd.

Divljan, S., 1982: Završni godišnji izveštaj po temi "Geološko-petrološka i geohemijska izučavanja vulkanske oblasti Kotlenika u 1981. god." Fond Geoinstituta, Beograd.

Divljan, S., 1985: Završni izveštaj za 1984. god. po temi "Geološko-petrološka i geohemijska izučavanja vulkanske oblasti Borač", Fond Geoinstituta, Beograd.

Dragišić, V., Filipović, B., Dimitrijević, N., 1988: Pojava termalnih voda na istočnim padinama Miroča. Zapisnici Srps. geol. društ. za 1985-1986. godinu, Beograd.

Driver, Dž., 1985: Geohimija prirodnih vod. "Mir", Moskva.

Djadkin, J.D., 1989: Razrabotka geotermalnih mestoroždenij. "Nedra", Moskva.

Đalović, P., 1986a: Hidrogeološka ispitivanja ugljokisele vode Rajčinovića banje kod Novog Pazara. Fond RDF, Beograd.

Đalović, P., Keranović, M., 1986b: Osnovna hidrogeološka istraživanja termalne vode u Slatini kod Novog Pazara. Fond RDF, Beograd.

Đalović, P., Keranović, M., Tomić, V., 1986c: Hidrogeološka istraživanja ugljokisele vode "Vranovina" kod Deževe (Novi Pazar). Fond RDF, Beograd.

Đalović, P., Ivanov, M., Skala, N., 1986d: Hidrogeološka istraživanja termomineralne vode u Zvonačkoj banji. Fond RDF, Beograd. .

Đalović, P., 1991: Izveštaj o izradi istražno-opitne bušotine BN-3/90-150 m u Orašju. Fond RDF, Beograd.

Đerković, B., 1979: Geološki profil istražne bušotine u Mitrovom polju (Aleksandrovac - Srbija). Vesnik Geozavoda, B, XIV/XV, Beograd.

Đerković, B., 1980: Zaštita mineralnih i termomineralnih voda. Zbornik ref. 6. jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol, 1, Portorož.

Đoković, I., 1988: Kompozitni sklop vulkanskog aparata severoistočno od sela Metovnice - istočna Srbija. Zapisnici Srps. geol. društ. za 1985-86 godinu, Beograd.

Đoković, I., Marović, M., 1988: Beleška o mermernom oniksu iz izvorišnog dela Malog Rzava (JZ Srbija). Zapisnici Srps. geol. društ. za 1985-86 godinu, Beograd.

Đurović, R., 1960: Definicija i klasifikacija termalnih, termomineralnih i mineralnih voda. Posebna izdanja Geozavoda, 5, Beograd.

Đurović, R., 1965: Hidrogeološke zakonitosti rasporeda termomineralnih voda SR Srbije. "Tehnika", XX, 1, Beograd.

Đurović, R., 1972: Bogutovačka banja. Tur. ugost. pred. "Bogutovačka banja", Bogutovac.

Filipović, B., Dimitrijević, N., 1971: Prethodni rezultati hidrogeoloških istraživanja u Kumodraškom potoku. Zbornik radova Rud. geol. fakult., 14, Beograd.

Filipović, B., Dimitrijević, N., Natević, Lj., Mirković, M., 1973: Dosadašnji rezultati istraživanja ugljokiselih voda u lokalnosti Veluća. Zapisnici Srps. geol. društva za 1972. godinu, Beograd.

Filipović, B., Dimitrijević, N., Milovanović, B., Matić, I., 1980: Prilog poznavanju termomineralnih voda šire okoline Klokot banje. Zbornik ref. 6. jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Portorož.

Filipović, B., Dimitrijević, N., Stevanović, Z., 1982a: Prilog poznavanju termalnih voda u zoni Krupajskog vrela (I. Srbija). Zbornik ref. VII jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Novi Sad.

Filipović, B., Dimitrijević, N., Tomić, V., Lazić, M., 1982b: Hidrogeološka studija Radaljske banje (I faza). Fond RDF, Beograd.

Filipović, B., Stevanović, Z., 1987: Novi prilozi poznavanju termomineralnih voda u Obrenovcu kod Beograda. Zbornik ref. IX jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Priština.

Filipović, B., Stevanović, Z., Hajdin, B., 1988: Izveštaj o rezultatima hidrogeoloških istraživanja termalnih voda u selu Krivi Vir, SO Boljevac. Fond RDF, Beograd.

Filipović, B., Dimitrijević, N., Dukić, T., Stanković, S., 1989: Mineralne, termalne i termomineralne vode Srbije. Geološki glasnik, 12, Titograd.

Filipović, B., Stevanović, Z., Hajdin, B., 1990a: Prilog poznavanju hidrogeološke problematike šire zone "Kiseljaka" u Smederevskoj Palanci, XII kongr. geol. SFRJ, IV, Ohrid.

Filipović, B., Lazić, M., Jevtović, B., 1990b: Izveštaj o izvedenim geološkim i hidrogeološkim istraživanjima u zoni Lukovske banje u toku 1990. godine. Fond RDF, Beograd.

Filipović, B., Dimitrijević, N., 1991: Mineralne vode. Rud. geol. fakultet, Beograd.

Filipović, B., Lazić, M., 1991: Izveštaj o izvedenim hidrogeološkim istraživanjima u Vrnjačkoj banji na lokaciji u potoku Crnobarac. Fond RDF, Beograd.

Filipović, B., Lazić, M., Jevtović, B., 1992: Hidrogeološka studija termomineralnih i mineralnih voda Vrnjačke banje.

Filipović, D., 1983: Prilog poznavanju termomineralnih voda na području grada Novog Sada. Vesnik Geozavoda, B, XVIII/XIX, Beograd.

Filipović, I., 1967: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Vladimirci. Savez. geol. zavod, Beograd.

Franko, O., Gazda, S., Michaličck, M., 1975: Tvorba a klasifikacia mineralnych vod Zapadnych Karpat. Geo. ust. D. Štura, Bratislava.

Franko, O., 1980: Geothermal energy resources in Slovakia (conditions, methods and results of research). "Zapadne Karpaty", ser. hydrogeol. a inž.geol., 3, Bratislava.

Fricke, K., Michel, G., 1974: Mineral - und thermalwässer der Bundesrepublik Deutschland, "Der Mineralbrunnen", 3, Bad Godesberg.

Gazda, S., Hanzel, V., 1980: Influence of natural factors on chemical properties of groundwaters in the west Charpathians Mesozoic. Zapadne Karpaty, ser. hydrog. a inž. geol., 3, Bratislava.

Georgijević, B., 1975: Geohemijska studija Niške banje. Geološki anali Balk. poluost., XXXIX, Beograd.

Godić, V., Radić, M., 1963: Banje Srbije. Udr. zdravs. radn. Srbije, Beograd.

Gojković, S., 1981: Daljinska detekcija paleovulkanskih struktura kao osnova procene potencijalnosti pojedinih rudonosnih oblasti u SR Srbiji. Fond Geoinstituta, Beograd.

Goodel, P.C., 1985: Classification and model of uranium deposits in volcanic environments. In: "Uranium deposits in volcanic rocks". IAE, Vienna.

Gruza, V.V., 1977: Metodologičeskie problemi geologii. "Nedra", Leningrad.

Hadžišehović, M., Milovanović, B., 1989: Izveštaj o rezultatima izotopskih istraživanja geotermalnih voda surduličkog geotermalnog sistema - III etapa. Fond RDF, Beograd.

Herder, Ž.A.V., 1845: Barona Ž.A.V. Hedera rudarski put po Srbiji 1835. godine u izvodu. Beograd.

Ilić, S., 1972: Atomska banja - Gornja Trepča. Geogr. godišnjak, 8, Kragujevac.

Iljin, V.V., 1989: Kriterii naučnosti znanija. "Visšaja škola", Moskva.

Iljič, V., 1898: Mineralnija vodi Serbii. Sankt-Peterburg.

Jaćimović, V., Manojlović, L., 1992: Banje, klimatska mesta i rehabilitacioni centri Srbije. Tur. sav. Srbije i "Tur. štampa", Beograd.

Ješić, B., 1971: Izveštaj o izvršenim radovima za mineralnu vodu u selu Čibutkovica. Fond "Kosovoprojekta", Beograd.

Jevremović, M., 1967: Niška banja, VIII kongr. Karpat. balk. asoc., vodič eskuz., 4b, Beograd.

Jorović, B., 1981: Izveštaj o stanju istražnih radova na lokalitetu Suve česme sa danom 4.12.1981. Fond Geoinstituta, Beograd.

Jorović, B., i dr., 1985: Izveštaj o sanaciji bušotine LB-5 u Lukovskoj banji. Fond RDF, Beograd.

Jovanović, D., 1934: O radioaktivnim pojavama i prisustvu retkih gasova u termalnim vodama Soko banje. Glas SANU, CLXII, Beograd.

Jovanović, M., Karajičić, Lj., Karamata, S., Vukanović, N., 1972: Novi pogledi na razvoj vulkanizma u području Leckog andezitskóg kompleksa. Geol. anali Balk. pol., 37-2, Beograd.

Jovanović, N., i dr., 1983: Elaborat o detaljnim geološkim istražnim radovima na lokalnosti Topilo, Kravlje i Popšica kod Niša. Fond RDF, Beograd.

Jovanović, N., 1985: Izveštaj o izvršenim prethodnim hidrogeološkim istraživanjima u rejonu sela Ostrovice istočno od Niša. Fond RDF, Beograd.

Kapelmayer, O., Haenel, R., 1974: Geothermics with special reference to application. Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Karavanov, K.P., 1986: Metodologičeskie issledovanija v regionalnoj gidrogeologii. "Nauka", Moskva.

Kemenci, R., Čanović, M., 1975: Preneogena podloga vojvođanskog dela Panonskog basena. II god. znanst. skup znanst. sav. za naftu JAZU, Zagreb.

Knežević, V., Radovanović, R., Belaćević, G., Petrović, Ž., 1984: Pojave i ležišta mineralno-ugljenokiselih voda u Kolubarskom basenu i zaleđu i njihov geološko-ekonomski značaj. Zbornik rad. savetov. "Geološka istraž. u privr. i prost. razvoju Beograda", 2, Beograd.

Koch, A., 1896: Geologie der Fruscagora. Berlin-Budapest.

Koprivica, D., 1990: Termomineralne vode u pliocenskim sedimentima na području Kanjiža-Bečej. XII kongr. geol. Jugosl., IV, Ohrid.

Kostić, M., 1965: Zvonačka banja. Zbornik radova Geogr. inst. "Jovan Cvijić", 20, Beograd.

Kostić, M., Martinović, Ž., 1967: Ostrovičke terme. Prilog proučavanju termalnih izvora Srbije. Zbornik radova Geogr. instit. "Jovan Cvijić", 21, Beograd.

Kostić, M., 1972: Vitanovačka banja. Prilog proučavanju novih banja u Srbiji. Zbornik radova Geogr. inst. "Jovan Cvijić", 24, Beograd.

Kostić, M., Milanović, D., 1972: Sirčanska banja. Zbornik radova Geogr. inst. "Jovan Cvijić", 24, Beograd.

Kostić, M., 1974: Termalna nalazišta i važnija banjska naselja istočne Srbije. Zbornik radova Geogr. inst. "Jovan Cvijić", 25, Beograd.

Kostić, M., Maćejka, M., 1980: Vrdnička banja. Zbornik radova Geogr. inst. "Jovan Cvijić", 32, Beograd.

Kostić, S., 1989: Izveštaj o detaljnim geofizičkim ispitivanjima termomineralne vode u području Brestovačke banje u 1989. godini. Fond RDF, Beograd.

Krajnov, S.R., i dr., 1988: Metodi geohimičeskogo modelirovanija i prognozirovanija v gidrogeologii. "Nedra", Moskva.

Krstić, B., i dr., 1974: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Aleksinac. Savez. geol. zavod, Beograd.

Krstić, B., i dr., 1977: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Knjaževac. Savez. geol. zavod, Beograd.

Krstić, S., 1989a: Mineralne, termalne i termomineralne vode regiona Kraljevo. Fond RDF, Beograd.

Krstić, S., 1989b: Elaborat o izradi istražne bušotine VR-1, Vuča Reka kod Brusa. Fond RDF, Beograd.

Krstić, S., 1991a: Hidrogeološka istraživanja ugljokisele termomineralne vode u Kačaruši, SO Brus (god. izveštaj). Fond RDF, Beograd.

Krstić, S., 1991b: Elaborat o rezervama ugljokisele termomineralne vode u nalazištu Sudimlja kod Blaževa, SO Brus. Fond RDF, Beograd.

Lange, O.K., Plotnikov, N.I., 1980: Naučnoe soderžanie sovremennoi gidrogeologii. Izd. Moskov. un-ta.

Lazarević, V., 1983: Belovodski kiseljaci. Tur. savez, Kruševac.

Lazić, D., 1972: Geološko-tehnički izveštaj istražno-eksploatacione bušotine PK-1/H. Fond Palanačkog kiseljaka.

Leko, M.T., Ščerbakov, A., Joksimović, H., 1922: Lekovite vode i klimatska mesta u Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca (sa balneološkom kartom). Min. nar. zdravlja, Beograd.

Leko, M.T., 1929: Izvori kisele vode u Palanci. Drž. štamp., Beograd.

Lindenmayer, E., 1856: Opis mineralni i lekoviti voda. Beograd.

Lozanić, S., 1889: Analize srpskih mineralnih voda. Glasnik srps. učen. društva, Beograd.

Luković, M., Petković, K., 1933: Niška banja. Geološki sastav šire okoline i pojava termalnih radioaktivnih voda. Glas srps. kralj. akad., CLVIII, 1, raz. 78, Beograd.

Luković, M., 1939: Novija promatranja u rudniku Vrdnik u vezi sa pojavom termalne vode u potkopima. Zapisnici Srps. geol. društva za 1938. god., Beograd.

Maćejka, M., 1987: Termalni izvori Prolom banje. Leskovački zbornik, XXVII, Leskovac.

Malešević, M., i dr., 1980: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Kuršumlija. Savez. geol. zavod, Beograd.

Marinković, P., Marjanović, D., 1990: Sintezni elaborat o hidrogeološkim istraživanjima mineralno-gasnih (ugljokiselih) i termalnih voda u području Vrnjačke banje u toku 1988. i 1989. god. Fond RDF, Beograd.

Marinov, N.A., Korolkova, N.N., Flerova, L.I., Černjavskaja, K.A., 1982: Gidrogeologičeskie issledovanija za rubežom. "Nedra", Moskva.

Marković, B., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Kraljevo. Savez. geol. zavod, Beograd.

Marković, J., 1980: Banje Jugoslavije. "Turist. štampa", Beograd.

Marković, M., Pavlović, Z., 1967: Fotogeološka ispitivanja vulkanita u eruptivnoj zoni Kotlenik-Borač. Geol. anali Balk. pol., XXXIII, Beograd.

Marković, M., 1980: Regionalni rupturni sklop šireg područja Slatine prema analizi satelitskih skanograma. Fond RDF, Beograd.

Marković, M., Pavlović, R., Stanić, N., Grujić, Đ., 1984: Studija sklopa, vulkanske aktivnosti i najmlađih tektonski aktivnih struktura na širem području Klokot banje, SAP Kosovo, Fond RDF, Beograd.

Martinović, Ž., Kostić, M., 1971: Gradašnički termalni rejon. Pirotski zbornik, 3, Pirot.

Martinović, Ž., Kostić, M., 1975: Popšička banjica. Zbornik radova Geogr. inst. "Jovan Cvijić", 26, Beograd.

Maulenov, A.M., 1987: Logičeskie osnovi geologii. "Nauka", Alma-Ata.

Mihailović, V., 1951: Iz istorije saniteta u obnovljenoj Srbiji od 1804-1860. SANU, poseb. izd., CLXXX, 4, Beograd.

Milanović, D., Kostić, M., 1973: Lopatnička banja. Glasnik Srps. geogr. društv., LIII, 2, Beograd.

Milivojević, M., Milovanović, B., Perić, J., 1975: Uslovi i mogućnosti iznalaženja i dobijanja geotermalne energije na teritoriji uže Srbije i SAP Kosova. Privredna komora Srbije, savetovanje o geoterm. energiji, Beograd.

Milivojević, M., Perić, J., 1978: Studija o uslovima i mogućnostima iznalaženja izvorišta geotermalne energije u području Avala-Kosmaj-Bukulja-Rudnik. Fond RDF, Beograd.

Milivojević, M., 1982: Paleohidrogeotermalne pojave Avale, Rud. geol. fakultet, Beograd.

Milivojević, M., Perić, J., 1982a: Geotermalna potencijalnost granodioritskog plutona Boranje i mogućnost eksploatacije geotermalne energije. X kongr. geol. Jugos., III, Budva.

Milivojević, M., Perić, J., 1982b: Geotermalni potencijal Dragačeva i okoline. Zbornik sa savetov. "Istraživ. i moguć. korišć. mineralno-sirovinskog potenc. Dragač. i okoline". Lučani.

Milivojević, M., Perić, J., 1984: Rezultati istraživanja geotermalne anomailje u Dublju i njihov značaj za procenu hidrogeotermalne potencijalnosti Mačve i Posavo-Tamnave. Zbornik ref. VIII jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Budva.

Milivojević, M., 1985: Geotermalna energija - dosadašnja iskustva, mogućnosti, stanje, perspektive i prednosti. Zbornik sa savetov. "Istraž. i primena geoter. energ. u Kraljevačkom regionu", Kraljevo.

Milivojević, M., 1990a: Izotopska identifikacija mermera u donjem kompleksu Srpsko-makedonske mase na teritoriji Južne Srbije i hidrotermalnih nalazišta u njima na osnovu sadržaja ^{13}C u slobodnom CO_2. XII kongr. geol. Jugosl., IV, Ohrid.

Milivojević, M., 1990b: Izveštaj o rezultatima dosadašnjih hidrogeotermalnih istraživanja u Mačvi. Fond RDF, Beograd.

Milivojević, M., 1990c: Izveštaj o rezultatima istraživanja ugljokiselih voda u području Gornjeg Crniljeva, Osečina. Fond RDF, Beograd.

Milivojević, M., Perić, J., Simić, M., 1990a: Izveštaj o rezultatima izrade duboke istražne geotermalne bušotine NB-1 u Novopazarskoj banji. Fond RDF, Beograd.

Milivojević, M., Perić, J., Simić, M., 1990b: Preliminarni model hidrogeotermalnog sistema Niške banje i Niške kotline. XII kong. geol. Jugosl., IV, Ohrid.

Milivojević, M., 1991: Elaborat o eksploatacionim rezervama termomineralnih voda izvora Niške banje. Fond RDF, Beograd.

Milivojević, M., Simić, M., Perić, J., Martinović, M., 1992: Izveštaj o rezultatima izrade duboke istražne geotermalne bušotine BZ-2 na lokaciji "Ogled" u Bogatiću. Fond RDF, Beograd.

Milojević, N., 1954: Termomineralni izvori Sijarinske banje. Geološki anali Balk. pol., XIII, Beograd.

Milojević, N., 1958a: Problemi asanacije termalnih i radioaktivnih vrela Niške banje. Zbornik radova inst. "Jovan Žujović", 2-3, Beograd.

Milojević, N., 1958b: Termomineralni izvori Soko banje i problem njihovog rashladivanja. Geološki anali Balk. pol., XXV, Beograd.

Milojević, N., 1960: Prilog za poznavanje termomineralnih voda Kosovsko-metohijske oblasti; termomineralni izvori Klokot banje. Vesnik Geozavoda, 1, ser. B, Beograd.

Milojević, N., 1964: Mineralne vode Srbije. Hidrogeologija ugljenokiselih voda. Mladenovačka, Palanačka i Lomnička kisela voda. Geološki anali Balk. pol., XXXI, Beograd.

Milojević, N., 1967a: Termomineralni izvori Brestovačke banje. VIII kongr. Karp.-balk. asoc., vodič za eskurz., 4b, Beograd.

Milojević, N., 1967b: Hidrogeologija Rgoške banjice. VIII kong. Karp-balk. asoc., vodič za eskurz., 4b, Beograd.

Milojević, N., 1969: Hidrogeologija Pirotske banjice. Zbornik radova Rud. geol. fakult., 11-12, Beograd.

Milojević, N., 1973: Hidrogeologija termomineralnih izvora Nikoličevske banje i mogućnosti njihovog korišćenja. Zbornik radova Rud. geol. fakulteta i Inst. za bakar u Boru, XIV, Beograd.

Milojević, N., Filipović, B., Dimitrijević, N., 1975: Hidrogeologija teritorije grada Beograda. "Obod", Cetinje.

Milojević, N., 1976: Hidrogeologija termomineralnih izvora sela Šarbanovac. Zbornik rad. Rud. geol. fakult., 19, Beograd.

Milojević, N., Tomić, V., 1978: Izveštaj o osnovnim hidrogeološkim istraživanjima termomineralnih voda na području mineralne vode "Selters" u Mladenovcu 1978. godine. Fond RDF, Beograd.

Milojević, N., Tomić, V., 1979: Studija hidrogeoloških istraživanja mineralnih i termomineralnih voda u zoni banje Jošanice kod Aleksinca. Fond RDF, Beograd.

Milojević, S., 1952: Hidrološke osnove asanacije termalnih vrela Niške banje. Glasnik SAN, IV, 1, Beograd.

Milovanović, B., 1938: O stratigrafiji i tektonskoj strukturi Ovčarsko-Kablarske klisure. Vesnik geol. inst. Kralj. Jugos., Beograd.

Milovanović, B., 1976: Izveštaj o rezultatima osnovnih hidrogeoloških istraživanja ugljenokiselih mineralnih voda Bukovičke banje. Fond RDF, Beograd.

Milovanović, B., 1980a: Izveštaj o istraživanju mineralnih voda u Ogladenovcu. Fond RDF, Beograd.

Milovanović, B., 1980b: Izveštaj druge faze osnovnih hidrogeoloških istraživanja u Lukovskoj banji. Fond RDF, Beograd.

Milovanović, B., 1980c: Neki aspekti metodike i rezultata geotermičkih istraživanja na primeru geotermskog lokaliteta Ribarska banja u Srbiji. Zbornik ref. VI jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Portorož.

Milovanović, B., 1982: Elaborat o istraživanju termomineralne vode u Čibutkovici kod Lazarevca. Fond RDF, Beograd.

Milovanović, B., 1983: Izveštaj o istraživanju geotermalne energije u Novopazarskoj banji - I faza. Fond RDF, Beograd.

Milovanović, B., 1986: Elaborat o rezervama geotermalnih voda Ribarske banje. Fond RDF, Beograd.

Milovanović, B., 1987: Izveštaj o rezultatima hidrogeoloških istraživanja termomineralnih voda i geotermalne energije u Čibutkovici kod Lazarevca. Fond RDF, Beograd.

Milovanović, B., 1989a: Izveštaj o rezultatima II faze istraživanja geotermalnih voda u Mlavskoj ravnici od Gornjačke klisure do Petrovca (istražno polje "Laole"). Fond RDF, Beograd.

Milovanović, B., 1989b: Elaborat o rezultatima IV faze istraživanja geotermalne energije u Ribarskoj banji (istraž.-ekspl. bušotina Rb-5). Fond RDF, Beograd.

Milovanović, B., 1991: Izveštaj o izvođenju prve etape istražne bušotine Nt-1 u Natalincima kod Topole. Fond RDF, Beograd.

Mirković, T., 1892: Étude sur les eaux minérales en Serbie. G. Steinheil, Paris.

Mladenović, M., 1982: Izveštaj o rezultatima geofizičkih ispitivanja u Zvonačkoj banji. Fond Geoinstituta, Beograd.

Mladenović, M., 1984: Magmatiti tercijarnih basena Jugoslavije - najbolji donosioci geotermalne energije. Zbornik ref. VIII jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Budva.

Mladenović, M., 1987: Interpretacija rezultata geofizičkih ispitivanja u Čačansko-kraljevačkom basenu sa aspekta istraživanja geotermalne energije. U knj.: "Problematika istraž. resursa geoter. energ., sa posebnim osvrtom na mesto i ulogu geof. ispitiv." Komitet za geof., Beograd.

Mojsilović, S., i dr., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Zvornik. Savez. geol. zavod, Beograd.

Mojsilović, S., 1980: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Sjenica. Savez. geol. zavod, Beograd.

Mojsilović, S, Baklaić, D., 1984: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Rožaje. Savez. geol. zavod, Beograd.

Nenadović, L., 1933: Nauka o mineralnim vodama i o mineralnim kupkama. Izd. knjiž. Gece Kona, Beograd.

Nenadović, L., 1936: Banje, morska i klimatska mesta u Jugoslaviji. Drž. štamp., Beograd.

Nikolić, D., i dr., 1980: Elaborat bušotine Vranje-1, Vranje. Fond RDF, Beograd.

Nikolić, P., Georgijević, B., 1989: Termomineralna voda kod Aleksinca. Geološki anali Balk. pol., LIII, Beograd.

Novak, R., 1968: Osvrt na klasifikaciju termomineralnih voda. Radovi medic. fakult. u Zagrebu, XVI, Zagreb.

Ogilvi, N.A., 1974: Fizičeskie i geologičeskie polja v gidrogeologii. "Nauka", Moskva.

Ozim, V., 1974: Mineralne i termalne vode u Jugoslaviji. "Mineralne vode", X, Beograd.

Pačes, T., 1972: Chemical characteristics and equilibratiion in natural water-felsic rock-CO_2 system. Geoch. Cosmoch.acta, 36, No. 2.

Papić, P., Dragišić, V, Miladinović, B., 1994: Pojave ugljokiselih voda u Karpato-balkanidima istočne Srbije i mogućnosti njihovog flaširanja. Zbornik radova med. konf. "Kvalitet voda", Čačak.

Pavić, A., i dr., 1983: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Uroševac. Savez. geol. zavod, Beograd.

Pavlović, P., 1984: Analiza rasprostranjenja srednje trijaskih krečnjaka na području Mačve i Srema kao faktora geotermalne potencijalnosti. Vesnik Geozavoda, B, XX, Beograd.

Pavlović, P., 1985: Prikriveni potencijal nekih termalnih izvorišta i korišćenje prirodnih trasera za utvrdivanje njihovog područja prihranjivanja. Vesnik Geozavoda, XXI, B, Beograd.

Pavlović, Z., i dr., 1978: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list G. Milanovac. Savez. geol. zavod, Beograd.

Pavlović, Z., i dr., 1980: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Smederevo. Savez. geol. zavod, Beograd.

Pećinar, M., 1961: Hidrogeologija termalnih vrela Niške banje i njihova zaštita od rashladivanja i mućenja. Glas SANU, CCXLVII, odelj. tehn. nauka, 5, Beograd.

Pećinar, M., 1964: Pojave i osobine mineralnih voda u Bukovičkoj banji, Glas SANU, CCLVIII, odelj. tehn. nauka, 6, Beograd.

Pećinar, M., 1965: Palanački kiseljak - pojave i osobine mineralne vode. Poseb. izd. SANU, CCCLXXXVIII, odelj. tehn. nauka, 7, Beograd.

Perić, J., Đajić, N., Milivojević, M., 1982: Potencijalnost i racionalni načini korišćenja geotermalne energije duž južnog oboda Valjevsko-mioničkog tercijarnog basena. Zbornik ref. VII jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Novi Sad.

Perić, J., i dr., 1984: Izveštaj o rezultatima I faze geotermalnih istraživanja u Grockoj. Fond RDF, Beograd.

Perić, J., 1985: Izveštaj o rezultatima I faze osnovnih geotermalnih istraživanja u području izvora Banjci-Kosjerić, za 1985. godinu, sa aneksom projekta i specifikacijom radova za 1986. godinu. Fond RDF, Beograd.

Perić, J., Milivojević, M., 1985: Izveštaj o rezultatima I faze osnovnih geotermalnih istraživanja u Ljigu u periodu od 1978-84. godine. Fond RDF, Beograd.

Perić, J., Vuković, M., 1986: Preliminarni izveštaj o eksploatacionim rezervama termomineralnih voda i hidrogeotermalne energije u obimu postojećeg izvorišta termomineralne vode u Banji Koviljači. Fond RDF, Beograd.

Perić, J., i dr., 1989: Izveštaj o rezultatima izrade istražne geotermalne bušotine KB-2 u Koraćičkoj banji kod Mladenovca. Fond RDF, Beograd.

Perić, J., Milivojević, M., 1990: Geotermalna potencijalnost teritorije SR Srbije van teritorije SAP - I ocena (studija). Fond RDF, Beograd.

Petković, K., 1952: Termalni radioaktivni izvori Niške banje i mogućnosti njihove radikalne asanacije. Glasnik SAN, IV, 2, Beograd.

Petković, K., Milojević, N., 1956: Geološki sastav i tektonski sklop okoline Zvonačke banje sa naročitim obzirom na pojavu termalnih izvora. Posebna izd. Geol. inst. "Jovan Žujović", 5, Beograd.

Petkovski P., i dr., 1985: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Kačanik.

Petrović, J., Bugarski, D., Đurčić, S., Bogdanović, Ž., 1973: Vode Fruške gore. Matica srpska, Novi Sad.

Petrović, M., 1887: Fruškogorski izvori i pomeni o njima u starijoj književnosti. Letopis Matice srps., 151, 3, Novi Sad.

Petrović, S.S., 1934: Banja Koviljača - njena okolina i njena lekovitost. "Graf.inst.", Beograd

Pokrajac, S., Petrović, M., 1965: Regionalna prospekcija urana u oblasti centralne Srbije. Fond Geoinstituta, Beograd.

Pokrajac, S., 1978: Osnovna hidrogeološka istraživanja uže lokalnosti Suve česme i Viče kod Prokuplja. Fond Geoinstituta, Beograd.

Polić, R., 1983: Dokumentacioni izveštaj o izvedenim radovima na izradi istražno-eksploatacione bušotine IB-2 na području "Selters" u Mladenovcu. Fond RDF, Beograd.

Poper, K., 1991: Traganje bez kraja. "Nolit", Beograd.

Popov, V.N., Kucelj, E.N., 192: Formirovanie fonovih i anomalnih koncentracii radona v podzemnih vodah i ih poiskovie značenija. "Sov. geol.", 4, Moskva.

Popović, A.V., 1912: Koviljača. Štamp. "Dositije Obradović", Beograd.

Popović, B., 1992: Izveštaj o rezultatima I faze hidrogeoloških istraživanja šire okoline Banje Voljavče kod Stragara. Fond RDF, Beograd.

Popović, G., Živadinović, Lj., 1990: Balneoterapijske vrednosti belovodskih kiseljaka. U knj.: "Balneoklimatološki i turistički potencijal Bele Vode". Turist. društ. "Kiseljaja", Bela Voda.

Popović, R., 1992: Rezultati ispitivanja jezgra hidrogeološke bušotine VG-3 u Vranjskoj banji. Radovi Geoinstituta, 27, Beograd.

Posohov, E.V., Tolstihin, N.I., 1977: Mineralnie vodi. "Nedra", Leningrad.

Protić, D., 1978: Hidrogeohemijski rezultati istraživanja termalnih voda u području Jošaničke banje. Radovi Geoinstituta, 12, Beograd.

Protić, D., Đalović, P., 1979: Termomineralne vode Rajčinovića banje. Radovi Geoinstituta, 13, Beograd.

Protić, D., 1980: Analiza i kritička ocena dosadašnjih istraživanja mineralnih, termalnih i termomineralnih voda, procena potencijalnosti, mogućnosti ko-

rišćenja i programi daljih istraživanja na teritoriji grada Beograda. Fond Geoinstituta, Beograd.

Protić, D., 1981: Hidrogeološka istraživanja mineralnih voda u banji Badanji. Fond Geoinstituta, Beograd.

Protić, D., 1982: Hidrogeološka istraživanja termalnih voda u Prolom banji 1981-82. Fond Geoinstituta, Beograd.

Protić, D., i dr., 1983: Tumač za kartu mineralnih i termalnih voda SFR Jugoslavije, 1:500.000. Savez. geol. zavod, Beograd.

Protić, D., 1986: Hidrogeološka istraživanja mineralnih voda u području Palanačkog kiseljaka 1984-86. Fond Geoinstituta, Beograd.

Protić, D., 1987a: Mineralne vode u području Palanačkog kiseljaka. Zbornik ref. IX jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Priština.

Protić, D., 1987b: Elaborat o izvedenim osnovnim hidrogeološkim istraživanjima termalnih voda u Visokoj kod Arilja. Fond Geoinstituta, Beograd.

Protić, D., Antonović, A., 1988: Radioaktivni izvor Majur-Slatina i istraživanje urana u području Iverka i Cera u zapadnoj Srbiji. Radovi Geoinstituta, 22, Beograd.

Protić, D., 1990: Pojave i osobine mineralnih voda u području Prilike-Ivanjica. Radovi Geoinstituta, 24, Beograd.

Protić, D., 1993: Geohemijski modeli ležišta termalnih voda u paleovulkanskim kalderama na teritoriji Srbije (doktorska disertacija). Rud. geol. fakultet, Beograd.

Radoičić, S., Janjić, M., 1960: Prilog poznavanju termomineralnih voda Srbije - Obrenovačka banja. Vesnik Geozavoda, ser. B, I, Beograd.

Radojković, R., 1909: Mineralna voda Srbije i njihova lekovitost kao takvih. Drž. štamp., Beograd.

Radovanović, S., 1897: O geotermalnom stupnju tercijarnog terena kod Mladenovca. Glas SAN, LIV, Beograd.

Rakić, M., i dr., 1976: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Kruševac. Savez. geol. zavod, Beograd.

Rakočević, P., 1979: Izveštaj o osnovnim hidrogeološkim istraživanjima termalnih voda lokalnosti G. Gradac kod Raške. Fond Geoinstituta, Beograd.

Rakočević, P., 1990: Izveštaj o istraživanju geotermalne energije u Jošaničkoj banji u 1989. godini. Fond Geoinstituta, Beograd.

Rodić, D., 1975: Termalne i mineralne vode u Jugoslaviji. "Zemlja i ljudi", 25, Beograd.

Rončević, G., Pokrajac, S., 1966: Regionalna prospekcija urana oblasti Kopaonik-Rogozna. Fond Geoinstituta, Beograd.

Rončević, G., i dr., 1979: Izveštaj o istraživanju urana na području Vranje-Pčinja u 1978. godini. Fond Geoinstituta, Beograd.

Samojlov, V., 1985: Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima voda u širem zaleđu Zvonačke banje. Fond Geoinstituta, Beograd.

Simić, M., 1990: Višenamensko korišćenje voda karstnih izdani u području Valjevsko-mioničkog karsta (doktorska disertacija). Rud. geol. fakultet, Beograd.

Simić, M., i dr., 1991: Izveštaj o rezultatima geotermalnih istraživanja na opitnom poligonu "Debrc". Fond RDF, Beograd.

Stamenović, I., 1986: Elaborat o izvedenim radovima na hidrogeološkoj eksploatacionoj bušotini V_3 mineralne vode "Mivela" u Veluću. Fond RDF, Beograd.

Stanić, J., 1985: Izveštaj o hidrogeološkim istraživanjima termalnih voda u Pribojskoj banji za 1985. godinu. Fond RDF, Beograd.

Stanić. J., 1992: Hidrogeološka istraživanja termomineralnih voda u Jugovu kod Smedereva. Fond RDF, Beograd.

Stanković, S., 1985: Rezultati hidrogeoloških istraživanja termomineralnih voda Sijarinske banje. Fond RDF, Beograd.

Stanković, S., Stanković, V., 1985: Rezultati hidrogeoloških istraživanja termalnih voda u Prolom banji. Fond RDF, Beograd.

Stanković, S., Dukić, T., 1987: Termomineralne vode na teritoriji SAP Kosovo. Zbornik ref. IX jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Priština.

Stanković, S., i dr., 1987: Energetski potencijal značajnih termalnih i termomineralnih voda Jugoslavije. U knj.: "Problematika istraživanja resursa geoter. ener. sa posebnim osvrtom na mesto i ulogu geof. met. ispit." Komitet za geof., Beograd.

Stanković, S., 1988: Elaborat o rezervama mineralnih i termalnih voda Bujanovačke banje. Fond RDF, Beograd.

Stanković, S., 1989: Projekat istraživanja nalazišta geotermalne energije sa izradom bušotine VG-3 do 1600 m u Vranjskoj banji. Fond RDF, Beograd.

Stanković, S., Zlokolica, M., Tasić, S., Novković, S., 1993: Elaborat o eksploatacionim rezervama termomineralnih voda izvora Sijarinske banje. Fond RDF, Beograd.

Stanojević, D., 1974: Analize lekovitih voda u Evropi i Srbiji (istorijski pregled). Diplomski rad, Prir. matem. fakultet, Beograd.

Stefanović, D., 1990: Izveštaj o rezultatima rada na projektu "Geofizička istraživanja u Mačvi". Fond RDF, Beograd.

Stepanov, V.M., 1989: Vvedenie v strukturnuju gidrogeologiju. "Nedra", Moskva.

Stepanović, D., 1900: Još neki podaci o sumpornjači iz Radalja. Zapisnici Srpsk. geol. društ., I, zbor 82, Beograd.

Stepanović, Ž., 1972: Prirodne odlike vulkanskog masiva Ješevca. Geogr. godišnjak, 8, Kragujevac.

Stevanović, Z., Filipović, B., Dimitrijević, N., Papić, P., 1987: Uslovi formiranja i isticanja karstnih termalnih voda Bioske kod Titovog Užica. Zbornik ref. IX jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Priština.

Stojadinović, D., 1989: Izveštaj o hidrogeološkim istraživanjima mineralno-gasnih voda područja Bela Voda (II faza). Fond RDF, Beograd.

Stojanović, Ž. (ured.), 1982: Mineralne i termalne vode Jugoslavije. "Mineralne vode", Posl. zaj. proizv. miner. voda Jugosl., Beograd.

Szpakiewicz, M., 1980: Mapa wod mineralnych centralnej czesci Karpat Polskich. Inst. nauk Geol. Pol. Ak. nauk, Varszawa.

Šarčević, D., 1985: Elaborat osnovnih hidrogeoloških istraživanja termomineralnih voda u Gamzigradskoj banji. Fond RDF, Beograd.

Šarčević, D., 1986: Elaborat o rezervama termomineralne vode Gamzigradske banje. Fond RDF, Beograd.

Šterev, K., 1975: Sistema ekzogennih mineralnih vod. (Dokt. disertacija; izvod na ruskom). Sofija.

Takahashi, M., 1986: Anatomy of a Middle Miocene valles-type caldera cluster: geology of the Okueyama volcano-plutonic complex, southwest Japan. "J. Volcanol. and Geotherm. Res.", 29.

Tomić, V., Stevanović, Z., 1982: Hidrogeološka studija termalnih voda u zoni Krupačkog jezera kod Pirota. Fond RDF, Beograd.

Tomić, V., Krešić, N., 1986: Hidrogeološko-fotogeološka studija terena u području Zvonačke banje. Fond RDF, Beograd.

Tomić, V., 1988a: Prilog poznavanju vodonosnih tercijarnih sedimenata u zoni Paraćina. Zapisnici Srps. geol. društva za 1985-86. godinu, Beograd.

Tomić, V., 1988b: Rezultati detaljnih hidrogeoloških istraživanja termalnih voda banje Jošanica. Zapisnici Srps. geol. društva za 1985-86. godinu, Beograd.

Tomić, V., 1988c: Hidrogeološka studija na osnovu izvedene eksploatacione bušotine IEB-1 u zoni Knjaževca, u cilju iznalaženja termalnih voda za potrebe PPK "Džervin". Fond RDF, Beograd.

Tomić, V., Tasić, Z., 1991: Prilog poznavanju termalnih voda Sokobanje. Radovi Geoinstituta, 25, Beograd.

Tomić, V., 1993: Vodonosnost ispucalih stena u zoni Vranjske banje. (u štampi)

Tomić, V., 1994: Vodosnabdevanje podzemnim vodama fabrike piva BIP-a Skadarlija u Beogradu. Zapisnici Srps. geol. druš. (u štampi), Beograd.

Urošević, M., i dr., 1973a: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Vrnjci. Savez. geol. zavod, Beograd.

Urošević, M., i dr., 1973b: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Novi Pazar. Savez. geol. zavod, Beograd.

Vartanjan, G.S., 1977: Mestoroždenija uglekislih vod gorno-skladčatih regionov. "Nedra", Moskva.

Veselinović, M., i dr., 1964: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Boljevac. Savez. geol. zavod, Beograd.

Veselinović, M., i dr., 1975: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Zaječar. Savez. geol. zavod, Beograd.

Vilimonović, J., 1973: Hidrogeološka istraživanja Sirčanske i Vitanovačke banje kod Kraljeva. Fond RDF, Beograd.

Vilimonović, J., 1980: Hidrogeološka istraživanja ugljokisele vode na području Prilike-Ivanjica (prva etapa II faze). Fond RDF, Beograd.

Vilimonović, J., 1982: Hidrogeološka istraživanja termomineralne vode u lokalnosti "Mlakovac" kod G. Milanovca. Fond RDF, Beograd.

Vilimonović, J., 1984a: Hidrogeološka istraživanja mineralne vode u Kotraži (kod Guče). Fond RDF, Beograd.

Vilimonović, J., 1984b: Osnovna hidrogeološka istraživanja sumporovitih voda u Slatinskoj banji (kod Čačka), III faza. Fond RDF, Beograd.

Vilimonović, J., 1988a: Hidrogeološka istraživanja termomineralnih voda u Bogutovačkoj banji, II faza. Fond RDF, Beograd.

Vilimonović, J., 1988b: Hidrogeološki izveštaj o revitalizaciji Slatinske banje (kod Čačka), V faza. Fond RDF, Beograd.

Vilimonović, J., 1989: Elaborat o rezervama termalne vode u banji Gornja Trepča kod Čačka. Fond RDF, Beograd.

Vilimonović, J., 1990: Hidrogeološka istraživanja u Vitanovcu kod Kraljeva. Fo18857Xn RDF, Beograd.

Vilimonović, J., 1991: Godišnji izveštaj o hidrogeološkim istraživanjima termalnih voda i geotermalne energije na području Ovčar banje (kod Čačka), II faza. Fond RDF, Beograd.

Vilovski, S., Andrić, V., 1987: Hidrogeološke odlike dela geološkog profila izmedu tektonskih blokova Fruške gore - Cer u savskom rovu. Zbornik ref. IX jug. simpoz. o hidrog. i inž. geol., 1, Priština.

Vujanović, V., Teofilović, M., Arsenijević, M., 1971: Regionalna proučavanja mineralnih voda i banja u Srbiji i AP Vojvodini i njihove osnovne geološke, geohemijske i genetske karakteristike. Radovi Geoinstituta, 7, Beograd.

Vujanović, V., Teofilović, M., 1980: Problemi geohemije i geneze mineralnih voda Srbije. Radovi Geoinstituta, 14, Beograd.

Vujanović, V., Teofilović, M., 1983a: Banjske i mineralne vode Srbije. "Privredna knjiga", G. Milanovac.

Vujanović, V., Teofilović, M., 1983b: Mineralna voda "Bigar" (Majdanpek). Zapisnici Srps. geol. društva za 1982. god., Beograd.

Vujisić, T., i dr., 1980: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Bela Palanka. Savez. geol. zavod, Beograd.

Vujisić, T., i dr., 1981: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Lapovo. Savez. geol. zavod, Beograd

Vukanović, M., i dr., 1965: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Leskovac. Savez. geol. zavod, Beograd

Vukanović, M., i dr., 1970: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Vranje. Savez. geol. zavod, Beograd

Vukanović, M., i dr., 1982: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 - tumač za list Podujevo. Savez. geol. zavod, Beograd

Vukašinović, S., 1976: Izveštaj o aeromagnetskim ispitivanjima na terenu JZ Srbije. Fond Geoinstituta, Beograd.

Vukašinović, S., 1977: Izveštaj o regionalnim aeromagnetskim ispitivanjima u užoj Srbiji u 1976. godini, na prostoru između Ibra, Z. Morave i J. Morave. Fond Geoinstituta, Beograd.

Vukašinović, S., 1978: Geološka interpretacija anomalnog magnetskog polja šireg područja Kopaonik-Jastrebac. Radovi Geoinstituta, 12, Beograd.

Vukašinović, S, 1980: Ridanjsko-krepoljinski razlom i magmatiti - potencijalno rudonosni tereni kroz anomalije geomagentskog polja. Zapisnici Srp. geol. društ. za 1979. god., Beograd.

Vukašinović, S., 1988: Aeromagnetska indikacija prekrivenih magmatita na prostoru Lipa - Vrujci - Ljig. Zapisnici Srps. geol. društva za 1986. godinu, Beograd.

Vukićević, M., 1983: Izveštaj o hidrogeološkim istraživanjima u Suvom Dolu kod Žagubice. Fond Geoinstituta, Beograd.

Zverev, V.P., 1982: Rol podzemnih vod v migracii himičeskih elementov. "Nedra", Moskva.

Zorkin, L.M., Subbota, M.I., Stadnik, E.V., 1982: Neftegazopoiskovaja gidrogeologija. "Nedra", Moskva.

Živković, M., 1892: Geologija Crnorečkog okruga. Glasnik Srpsk. uč. društva, 73, Beograd.

Živković, N., 1977: Prilički kiseljak - otkrivanje i privremeno uređenje. Zbornik rad. Nar. muzeja u Čačku, Čačak.

--- Izveštaj o izvedenim istražnim radovima po projektu hidrogeološka istraživanja termomineralnih voda u rejonu sela Gornja Dobrinja kod Požege za 1991. godinu. Fond RDF, Beograd.

Summary

MINERAL AND THERMAL WATERS IN SERBIA

The book contains description of about 180 of the best known occurrences and deposits of thermal waters in Serbia, and represents the most complete review of these waters in this territory, since presentation of the celebrated monography of M.T.L e - k o : "Curative waters and climatic sanative places in the Kingdom of Serbes, Croates and Slovenians", issued in 1922. In our book the factographic review of mineral and thermal waters, including basic informations about the source, geologic setting and hydrogeological features of the field, then about utilization of waters, results of the hydrogeological explorations, where these were accomplished, have been presented.

Mineral and thermal waters of Serbia occur in the very different field conditions, requiring systematic classification of these waters, for the sake of more complete studies and more efficient explorations. It could be considered that up to date classifications done by our authors are mostly only of theoretical character, so being of the limited practical support to investigators of geothermal waters. In this book, therefore, the classification of waters has been done respecting the both theoretical and practical aspects: geothermal waters have been classified according to the hydrogeological structure in which it has existed, that to the dominant specific geochemical process of the given water formation. In that way the aquifer with the geothermal water deposit has been emphasized, directing the research works to reach the optimal results of hydrogeological explorations.

According to such a classification the 4 groups among the mineral and thermal waters of Serbia have been distinguished in the next text.

Mineral and thermal waters of volcanogenic masifs occur along the flank of Tertiary volcanogenic complex, being mostly the hottest thermal springs in Serbia: Vranjska banja, Kuršumlijska banja, Novopazarska banja, and other. Springs are generally located in the geological environment exhibiting features of hydrogeological collector, and geochemical analysis clearly demonstrates that the water chemistry derives from the volcanogenic rocks. The Tertiary volcanism in our terrains is of explosive type, so that among the preserved masses of rocks in most of localities the pyroclastics are predominant. Volcanogenic masses are of heterogenous composition and are rahter porous, being for that reason very favourable for accumulatiion of ground waters in general.

The geochemical calculations indicated that for thermal waters on flanks of volcanogenic massifs the chief process leading to enrichment of chemical elements is the hydrolytic decomposition of alumosilicates, what is evidence for the formation of these waters in volcanogenic rocks. The most favourable structures for accumulation of waters are paleovolcanic calderas, which were observed in frames of last studies in the Borač-Kotlenik volcanogenic massifs, then in the Lece andesite massif, and

certain indication have pointed out the presence of these structures in the Rogozna volcanites as well as in other localities.

The specific chemistry of water reflects, before all, a relatively lower total water mineralization - mostly 0,3-0,6 g/l. Only in sporadic cases it shows quantities over 1,0 g/l in springs enough far from the flanks of volcanic massifs, where waters are mixed with these from other aquifers. The waters are, as a rule, alkaline, HCO_3-Na in nature, with the augmented sulfate and chloride contents, which in some cases are indicative for the SO_4-Na type of water (Vranjska banja, Brestovačka banja). The gas composition is mostly nitrogenious.

Mineral and thermal waters of karstic regions appeare in the districts of eastern and western Serbia. The chief aquifers of thermal waters in karstic areas are masses of limestones and dolomitic limestones respectively, and springs are in some cases represented by the real karstic spring. Waters from these terrains are poorly mineralized, exhibiting the total mineralization mostly between 0,4-0,6 g/l, with variations depending from the yield of springs. The chemistry of those is typical for waters of karstic aquifera, meaning that they are HCO_3-Ca,Mg in nature, with the negligible microelement contents. According to the gas composition they are remarkably nitrogenian, and the isotope investigations show that they are younger than all other aquifers (2-4 thousand years).

Most of thermal springs in the eastern Serbia are related to the limit zone between the Supragetikum and Getikum or for the zone where the first geotectonic unit has overthrusted the other unit, which itself mostly represents a para-autochton respectively. The favourable conditions for creation of the thermal water deposits appeare in such terrains where the impermeable clastites overlie the Cretaceous and Jurassic karstified limestones. In other words, in such districts where the large overthrust has appeared, the Permian-Carboniferous rocks have thrusted over the Mesozoic limestones, thus forming a semiconfined (semiopened) hydrogeological structure essential for forming of thermal water deposits.

The ophiolitic mélange in the western Serbia region plays as a whole the role of the top hydrogeological barriere for ground waters in the karstified Triassic limestones. In the districts where the masses of Triassic limestones were isolated by tectonical movements in lateral barrieres, conditions for accumulation of thermal waters were created.

Mineral and thermal waters in the area of metamorphic rocks occur mostly in the Serbian-Macedonian mass where the crystalline schists exhibiting the various degree of metamorphism occupy large areas. In these areas occur as a rule the Serbian best known mineral waters of the carbon acid character, with the large span of mineralization, composition variation, and temepratures. Mineral and thermal waters most commonly occur in the domain of granitic instrusions, which caused the hypsometric elevation of metamorphic terrains. The most of cases these are intrusives of Tertiary age, where the thermometamorphic agent chiefly influenced to the chemical composition of mineral waters in these terrains, meaning that the chemical and mechanical transformation of the rock masses was done under influence of the full energy geological processes.

The zones of weathered rocks have acted as aquifers, among these the various metamorphic rocks with the epigenetic fissure porosity, then marbles or Tertiary lacustrine deposits in the direct surrounding of the crystalline massif, could be considered. In the same way, the system of the open water-bearing fissures was created

in the metamorphic rocks being in direct contact with intruded pluton. The thickness of these hydrogeologically active zones measures several tens to several hundreds meters, rarely 1-2 km.

The hydrochemical zonality, refered to the granitoid intrusive, is present in metamorphic terrains. In the periphery of hydrogeological structure, where the most intrusive influence of the infiltrated meteoric waters is evident, the mineral waters are HCO_3-Ca,Mg in nature, while going to the central part of the structure (toward the intrusive massif) mineral waters are of the $SO_4(HCO_3)$-Na type, and finally of the HCO_3-Na character are present.

Mineral and thermal waters of hydrogeological basins are restricted to the Tertiary basins of the Serbian territory, in which several hydrogeological collectors, separated by the thiner or thicker impermeable deposits, are present in vertical section of the field. The clear vertical zonality is evident: in the superficial part the low-chemismus HCO_3-Ca waters are present, and in the deeper parts the chloridic highly mineralized waters exist. The temperature of water arises to the depth as well. The basin acts as a hydrogeological entirety, considering that the indirect and direct hydraulic connections exist among the single waterbearing layers.

The Tertiary deposit as a whole represents however in bassins the top hydrogeological barrier for certain hydrogeological structures in the basin basement. The block structure of the basement was favourable for intrusion of magmatic rocks along the deeper ruptures, thus forming the geothermal anomalies. In such districts the conditions for accumulation of thermal waters in the surrounding permeable rocks of the basement have been done. Such a case is known in Mačva and in numerous localities in Vojvodina, for example.

The Panonian basin, partly occupying the territory of Serbia, is found to be the most important one for the mineral water occurence. For the reason to be clearly explained in the text, Panonian basin sensu stricto (Vojvodina) is to be distinguished from its gulfs, where the influence of ground waters in unconfined hydrogeological structures is more obvious.

* * *

In the most cases of mineral and thermal water occurrences in Serbia, the water captures were instaled in the zone of discharge of deposits, but not in the zone of distribution of deposits (in the central part of hydrogeological structure resperctively). Optimal results of the water capping have not been obtained because of locating the wells directly near the natural spring. The seasonal variations of the water regime and dificulties to stabilize the rational exploitation have appeared. A number of the Serbian spas are faced, after a long period of the water extraction, with the constant lowering of the mineral ground water table, with reduction of the distinct mineral compounds and decline of the total ground water chemistry. This fact focussed, among others, the need of calculated amounts (reserves) of ground water in each of deposits, what was actually done only in a limited number of spas.

Protection of mineral and thermal waters should be developed in two directions: 1) protection from the overpumpage and depletion, and 2) protection from the various kinds of contamination. One of the most important measures for protection of sources from pollution is to establish the zones of protection, on the basis of certain

hydrogeological field conditions as well as according to the position of potential contaminants.

Utilization of mineral and thermal waters in Serbia is mostly related to the balneotherapy, while the use of these waters for the energy facilities has still been in the initial phase. The total yield of natural springs is in average about 1800 l/s, and the average temperature ranges from 20°-96°C.

The most promising high-temperature waters are these from the hydrogeological structures in volcanogenic complex.

REGISTAR POJAVA MINERALNIH I TERMALNIH VODA

Aleksinac, 231

Badanja, banja, 212
Balance, 191
Baljevac, 232
Banja, 135
Banja Jošanica, 106
Banja Koviljača, 209
Banje, 172
Banjica, 134
Banjska, 70
Banjski topli izvor, 134
Banjci, 117
Bečejska banja, 200
Bela Voda, 157
Bioštanska banja, 118
Bogutovačka banja, 125
Boleč, 219
Brajkovac, 148
Brđani, 41
Brestovačka banja, 44
Brus, 174
Bujanovačka banja, 184
Bukovička banja, 143

Cerovac, 154
Cerska Slatina, 140
Crnišava, 163
Crno vrelo, 128

Čedovo, 129
Čečevo, 130
Čibutkovica, 142
Čitluk, 158

Debrc, 214
Dečani, 182
Despotovačka banja, 111
Deževa, 171
Donji Levići, 173
Drenovac, 226
Drešnica, 233
Dubovo, 181

Đavolja varoš, 77

Gamzigradska banja, 47
Garaši, 147
Gatnjanska banjica, 193
Gojbulja, 180
Gornja Dobrinja, 227
Gornja Trepča, 41
Gornje Crniljevo, 141
Gornji Gradac, 62
Grlište, 108
Grnčar, 192
Grocka, 220
Gumnište, 184

Jošanička banja, 59
Jugovo, 220
Junaković, banja, 202

Kanjiža banja, 199
Kisela banja, 179
Kisela voda, 193
Klokot banja, 187
Ključ, 115
Kmetovska banja, 184
Koraćička banja, 225
Kotraža, 228
Kotroman, 227
Krajčinovići, 170
Kremna, 227
Krivi Vir, 109
Krupajsko vrelo, 111
Kruševica, 149
Kulinska banja, 58
Kumodraž, 218
Kupinovo, 204

Kuršumlijska banja, 74

Lađevac, 118
Leštane, 218
Levosoje, 187
Lomnički kiseljak, 160
Lopatnička banja, 123
Lukovo, 62
Lukovska banja, 67

Ljig, banja, 37
Ljuba, 205
Ljušta, 181

Magovo, 175
Malo Laole, 222
Mataruška banja, 52
Miljkovac, 98
Miraševac, 155
Miratovce, 136
Mitrovo polje, 124
Mladenovačka "Selters" banja, 222
Mlakovac, 40
Mur, 173

Natalinci, 226
Negrišori, 167
Neresnica, 154
Nikoličevska banjica, 47
Niška banja, 95
Nosalje, 191
Novopazarska banja, 65
Novosadska banja, 203

Obrenovačka banja, 214
Odmenje, 55
Ogladenovac, 142
Onjeg, 148
Orašje, 156
Ostrovičke terme, 94
Ovčar banja, 119

Palanački kiseljak, 150
Partizani, 147
Paune, 116
Pećka banja, 130
Petnica, 116
Pirotska banjica, 93
Pločnik, 178
Poklek, 183
Poljane, 216
Poneš, 183
Pošička banjica, 100
Požarevac, 221
Požega, 227
Pribojska banja, 126
Prilički kiseljak, 169
Prolom banja, 72

Radaljska banja, 35
Rajčinovića banja, 62
Raševica, 226
Rgoška banjica, 101
Ribarska banja, 53
Ritopek, 219
Roška banja, 122
Rudnik banja, 133
Rudovci, 150
Rusanda banja, 201

Savinac, 39
Sijarinska banja, 78
Sirčanska banja, 50
Sisevac, 109
Skadarlija, 216
Slatina, 180
Slatinska banja, 229
Slatinski kiseljak, 170
Sokobanja, 103
Staro Hopovo, 207
Studenica, 132
Studenički izvori, 167
Sumrakovac, 46
Suva česma, 177
Suvi Do, 112
Svojinovo, 155

Svračkovci, 39

Šarbanovačka banja, 45

Tankosić Slatina, 192
Topilo, banja, 99
Toplac, 85
Topličane, 233
Toplik, 92
Trstenik, 231
Tularska banja, 77

Ugljare, 135

Velika Vrbnica, 158
Veluće, 161
Viča, 168
Vička banja, 176
Visoka, 123
Višnjička banja, 217
Vitanovac, 51
Voljavča, banja, 113
Vranić, 220
Vranjska banja, 82
Vrdnik, banja, 206
Vreoci, 216
Vrnjačka banja, 163
Vrujci, banja, 114
Vuča, banja, 71

Zavojnička reka, 219
Zvonačka banja, 89

Žabare, 159
Žarevci, 161
Žarevo, 175
Žitinje, 190

Posebna izdanja Geoinstituta, knjiga 17

Izdavač:
Geoinstitut
Beograd, Rovinjska 12

Za izdavača:
Dr Milan Milojević, direktor Geoinstituta

Prevod na engleski:
Dr Antonije Antonović

Korice:
Mr Stanisav S. Gajić

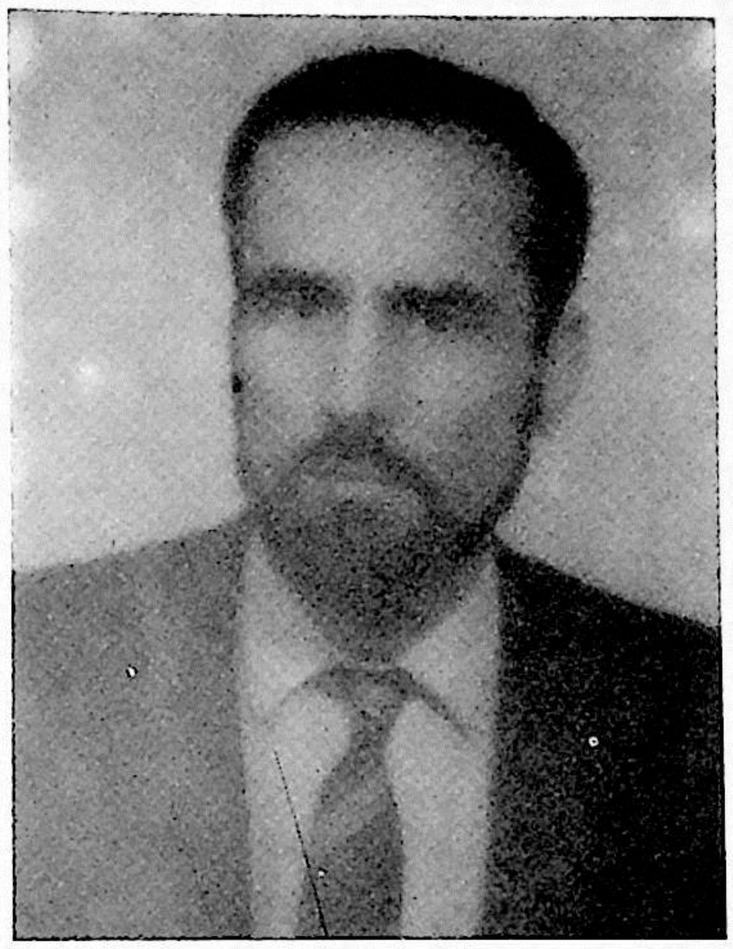
Tehnički urednik:
Dr Veljko Omaljev

Kompjuterski slog:
Tehnički biro "SIGMA — GRAFIKA"
Beograd, Kumodraška 332/1

Štampa:
Tehnički biro "SIGMA — GRAFIKA"
Beograd, Kumodraška 332/1

Tiraž: 500 primeraka

Štampano: avgusta 1995. godine



DAMNJAN M. PROTIĆ, rođen 10.09.1941. godine u G. Bukovici, opština Ljubovija, Srbija, diplomirao je na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu 1966. godine. Od 1967-1971. je radio u preduzeću "Geosonda" - Beograd, a zatim u Bukovičkoj banji, Aranđelovac, na hidrogeološkim istraživanjima mineralne vode. U periodu 1974-75. je radio u "Geoinženjeringu", Sarajevo, na problemima urbanističkog i prostornog planiranja, kada je obavio i kraću studijsku posetu centrima američke državne geološke službe u Koloradu i Kaliforniji.

Od 1976. godine radi u "Geoinstitutu", na različitim problemima istraživanja mineralnih i termalnih voda, istraživanju urana (hidrogeohemijske metode), a u periodu od kraja 1982. godine do polovine 1985. je bio angažovan na projektu "Geološka karta Libije", u okviru čega kao editor dva lista geološke karte 1:250.000. Na Rudarsko-geološkom fakultetu je magistrirao 1988. godine, a 1993. je odbranio doktorsku disertaciju čiji je predmet termalne vode tercijarnih vulkanogenih oblasti.

Autor je većeg broja programa i projekata hidrogeoloških istraživanja mineralnih i termalnih voda, čijom su realizacijom u niz lokalnosti postignuti značajni rezultati (Prolom banja, Ovča, Banja Koviljača, itd.). Objavio je, samostalno ili sa koautorima, 40 stručnih i naučnih radova, od kojih su 3 manje monografije. U većem broju radova pažnju posvećuje hidrogeološkim i geohemijskim uslovima formiranja mineralnih i termalnih voda, uslovima od kojih najviše zavisi pravilno usmeravanje hidrogeoloških istraživanja ležišta ovih voda, kao i racionalna eksploatacija istih. Takođe je značajan njegov doprinos u tumačenjima regionalnih geoloških odnosa, uzimanjem u obzir i hidrogeoloških faktora datog područja.