

Izvor in kemijska sestava termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji

Origin and chemical composition of thermal and thermomineral waters in Slovenia

Andrej LAPANJE

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija
andrej.lapanje@geo-zs.si

Ključne besede: Slovenija, termalna voda, termomineralna voda, geokemija
Key words: Slovenia, thermal water, thermomineral water, geochemistry

Kratka vsebina

V članku predstavljam pregled osnovnih geotermičnih definicij in načel ter pregled osnovne kemijske sestave termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji. V Sloveniji je do sedaj znanih 51 geotermalnih lokacij s temperaturo vode na površini nad 20°C, na 18 izmed teh lokacij lahko vodo označimo kot termomineralno. Termalna in termomineralna voda se v Sloveniji uporablja predvsem v balneološke namene (toplice), delno pa tudi za ogrevanje v rastlinjakih in za daljinsko ogrevanje.

Abstract

In this paper a short overview of basic geothermal definitions and principles of geothermy is presented as well as a short overview of sources and chemical composition of thermal and thermomineral water in Slovenia. There are 51 geothermal locations in Slovenia with temperature of water (T_w) more than 20°C, whereas 18 of these are considered to be locations with thermomineral waters. The thermal and thermomineral waters in Slovenia are used predominantly in balneology (spas), although thermal water is used for greenhouses and space heating at several locations.

Dosedanje raziskave

Izkoriščanje termalnih in termomineralnih vod v zdraviliške in rekreacijske namene je že zelo dolgo pomembna storitvena dejavnost v Sloveniji. Bolj poglobljeno sistematično raziskovanje toplic in mineralnih vrelcev se je pričelo po letu 1969, ko so Kuščar in sod. izdelali študijo "Termalni in mineralni vrelci v Sloveniji". Glavne izsledke te študije je pod podobnim imenom objavil Nosan (1973). Konec sedemdesetih let je Žlebnik (1979) v sklopu "Karte termalnih in mineralnih vod Slovenije" izdelal "Kataster termalnih in mineralnih vod Slovenije", kjer je zbral poglobljene značilnosti posameznih zajemnih objektov. Ta kataster se je nadalje izpopolnjeval v 80-tih letih prejšnjega stoletja (Žlebnik, 1988). Žlebnik je leta 1987 izdelal tudi prispevek z naslovom "Pregled geoloških struktur, ki so potencialni nosilci geotermalne energije v Sloveniji". V letu 1992 je izšel podroben pregled geotermičnih virov v zborniku "Mineralne in termalne vode v gospodarstvu in znanosti Slovenije: III. posvet" (ur. P. Kralj). Omenimo še izčrpna dela Pezdíča (1991) in Kralja (2001), ki sta raziskovala kemijsko in izotopsko sestavo mineralnih, termalnih in termomineralnih vod v Pomurju. O kemizmu termalnih, mineralnih in termomineralnih voda v Sloveniji sta pisala tudi Kralj P. in Kralj Po. (2000, 2004).

Stanje izrabe geotermalnih virov, tako namen kot termalna moč, se spremlja sistematično po enotni metodologiji Mednarodne geotermalne zveze (International Geothermal Association) od leta 1995 (Ravnik et al., 1995; Kralj & Rajver, 2000; Rajver & Lapanje, 2005).

Uvod

V pričajučem prispevku so prikazane osnovne geokemijske karakteristike termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji ter osnovna razdelitev geotermalnih virov po tipu geotermalnih sistemov, v katerih nastopajo. V preglednici 3 so zbrani splošni podatki o 122 identificiranih termalnih izvirih ter termalnih in termomineralnih vrtinah iz 51 geotermalnih lokacij (slika 1). V preglednici 4 je prikazanih 106 kemijskih analiz iz 105 odzemnih objektov na 51 geotermalnih lokacijah. Izbor je bil narejen iz nabora 475 kemijskih analiz termalnih in termomineralnih voda. S pomočjo enostavnih klasifikacij sem poskušal uvrstiti odkrite vire v skupine po strukturni podobnosti ali podobnosti kemijske sestave vode. S pomočjo zbranih podatkov sem izpeljal zaključke o njihovem izvoru in sestavi.

Namen prispevka je na osnovi arhivskih podatkov prikazati prostorsko porazdelitev in osnovne lastnosti termalnih virov. Kvaliteta podatkov je zelo nehomogena. Virov napak, ki jih ne moremo izključiti pri uporabi arhivskih podatkov, je več. Na nekaterih odzemnih objektih je na voljo le po ena kemijska analiza, ki pa ima relativno napako, večjo od 5%. Največkrat je to posledica vzorčevalnih in analiznih napak zaradi izhajanja CO_2 ali visoke vsebnosti Na in Cl ionov. Tudi velik časovni razpon analiz (od 1929 do 2005) nakazuje uporabo različnih vzorčevalnih in analiznih metod. Na kakovost podatkov je nadalje vplivalo tudi vzorčenje, predvsem pri vodah, ki vsebujejo veliko plinskega CO_2 . V tem primeru predstavlja problem pojav razplinjanja in s tem časovno spreminjanje sestave vzorčevane vode. Uporabljeni arhivski podatki so večinoma iz poročil GeoZS in njegovih pravnih predhodnikov, nekaj pa je zbranih iz objavljenih virov ali pridobljenih neposredno od upraviteljev termalnih virov. Kljub prizadevanju mi vseh podatkov ni uspelo pridobiti. Predvsem manjkajo podatki iz precejšnega števila raziskovalnih vrtin, ki jih je podjetje Nafta Geoterm v fazi ekološke sanacije naftno-rudarskih objektov in naprav v SV Sloveniji pripravilo (nastrelilo) za izkoriščanje termalne vode (npr. vrtini Fi-14, Mt-2, itd.), pa tudi iz novejših vrtin drugih upraviteljev, npr. v Dobrovniku (Do-3g/05) in Radencih (T-5/03).

Osnovne definicije

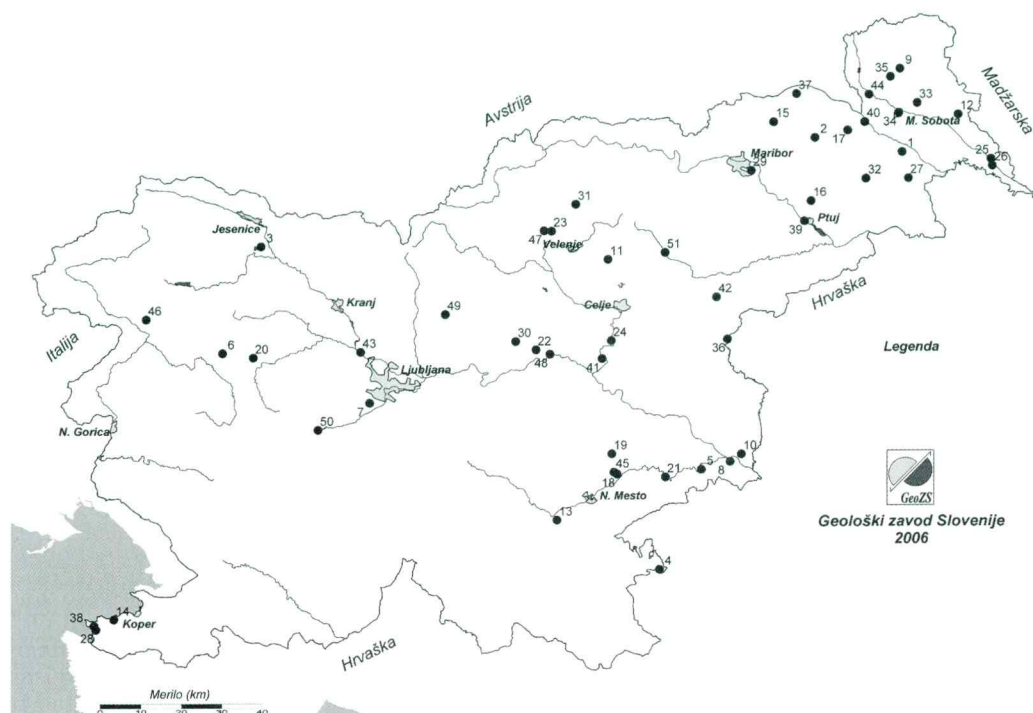
V Evropi se izraz termalna voda uporablja le za vode, ki imajo izvorno temperaturo višjo od $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vodo s temperaturo v območju od srednje letne temperature zraka $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ imenujemo subtermalna voda. V prispevku obravnavam samo vode s temperaturo nad $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kodeks norm za naravno mineralno vodo (Commission du Codex Alimentarius, FAO-UN in WHO, 1983) jo opisuje kot vodo, ki vsebuje več od 1000 mg/l skupnih raztopljenih soli ali vsebuje več od 250 mg/l prostega CO_2 . Termomineralna voda je voda, ki zadostuje obema pogojem. V Sloveniji je trenutno najmanj 51 lokacij, na katerih je dokazan obstoj termalne vode, od tega je na 18 lokacijah voda termomineralna.

Klasifikacija termalnih sistemov

Geotermalne vire je mogoče klasificirati glede na vrsto geotermalnih sistemov in pridruženih rezervoarjev (Hochstein, 1988). Pri tem sklepamo, da je v nizkotemperaturnih virih temperatura nižja od $125\text{ }^{\circ}\text{C}$, v srednjetermaturnih sistemih med 125 in $225\text{ }^{\circ}\text{C}$ ter v visokotemperaturnih sistemih nad $225\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Termalna in termomineralna voda v Sloveniji izteka bodisi naravno skozi izvire ali umetno iz vrtin iz geotermalnih sistemov tipa 1, 2 ali 3, opisanih na sliki 2. Vodonosniki v sedimentacijskih bazenih so razviti znotraj klastičnega zaporedja terciarnih sedimentov v vzhodni Sloveniji v Mursko-Zalskem bazenu. V preglednici 3 so predstavniki tega tipa označeni s številko 1.

Vodonosniki v podlagi sedimentacijskih bazenov so razviti v metamorfni podlagi in tektonsko-erozijskih ostankih karbonatnih in klastičnih kamnin paleozojske in mezozojske starosti pod terciarnimi sedimenti Mursko-Zalskega bazena. V njih obstajajo manjši izolirani rezervoarji s slabim napažanjem ali brez obnavljanja. Ta tip vodonosnika je razvit tudi v mezozojskih in kenozojskih karbonatnih kamninah, kjer so le te prekrile s slabo prepustnimi in nizko prevodnimi paleozojskimi, mezozojskimi ali terciarnimi kamninami ali sedimenti (Obala, Krško-Brežiško polje, Posavske gube, Šaleška dolina). V preglednici 3 so predstavniki tega tipa označeni s številko 2. Le redki so primeri, da je temperatura v tem sistemu vi-



Sl. 1. Prostorska porazdelitev geotermalnih virov v Sloveniji (glej preglednico 2)

Fig. 1. Spatial distribution of geothermal resources in Slovenia (see table 2)

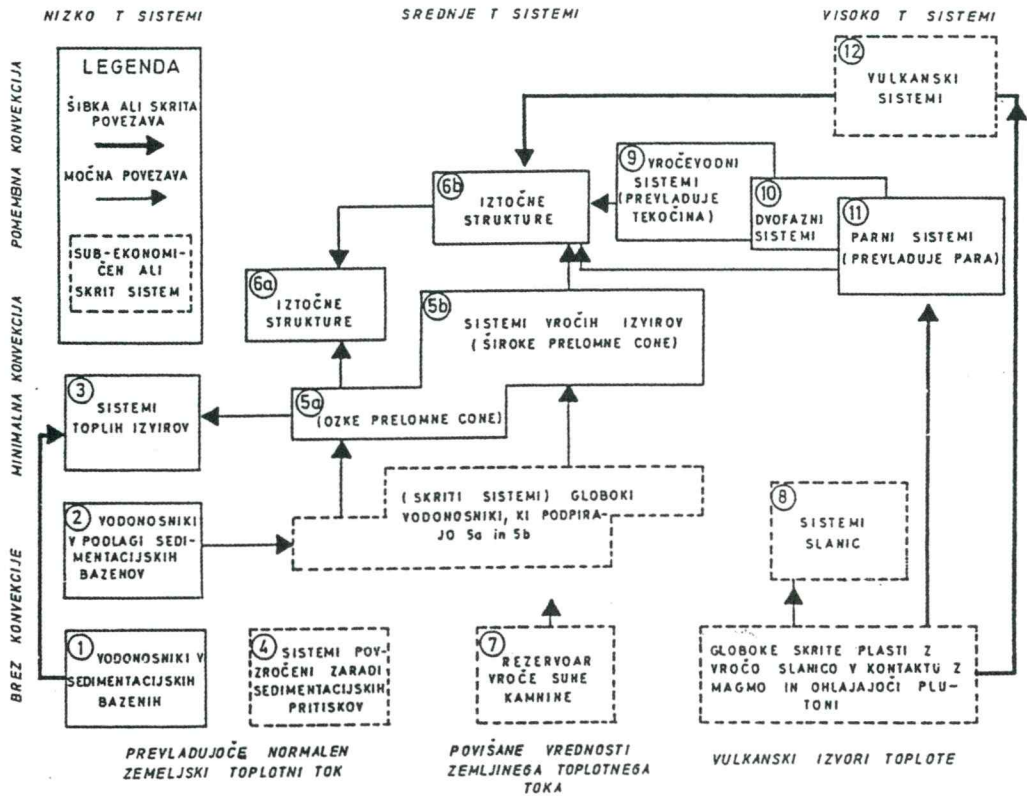
šja od 125 °C (v vrtni Ljut-1 je bila na dnu izmerjena temperatura 174 °C).

Sistemi toplih izvirov so razviti na presečišču dveh ali več razpoklinskih sistemov, kjer razpoke segajo v večje globine. Čisti sistemi tipa 3 so v naravi redki. Kjer so vodonosne kamnine prekrte s slabo prepustnimi in slabo prevodnimi paleozojskimi, mezozojskimi ali terciarnimi kamninami in sedimenti, se lahko topli izviri pojavljajo na sečišču večjega razpoklinskega sistema in neprepustne meje. Največ toplih izvirov v Sloveniji je mešanega tipa. V njem voda kroži skozi razpoklinske cone, kot v sistemih toplih izvirov, vendar je ogreta, ker je vodonosnik pokrit s sedimenti ali kamninami z nižjo termično prevodnostjo kot v vodonosnikih v podlagi sedimentacijskih bazenov. Tak geotermalni sistem mešanega tipa je označen kot tip 2,3.

Kemijska sestava podzemne vode

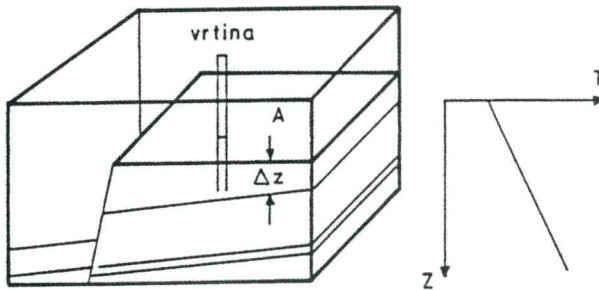
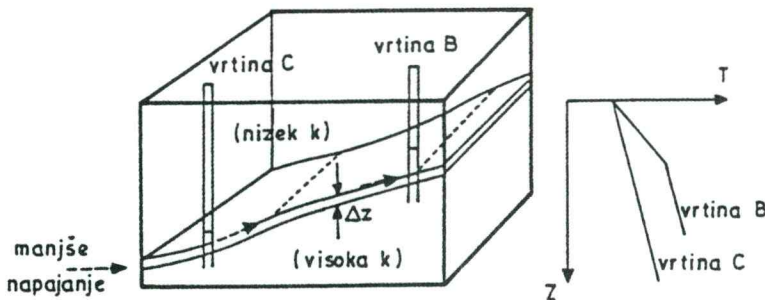
Kemijska sestava podzemnih vod je v glavnem odvisna od reakcij med kamnino in

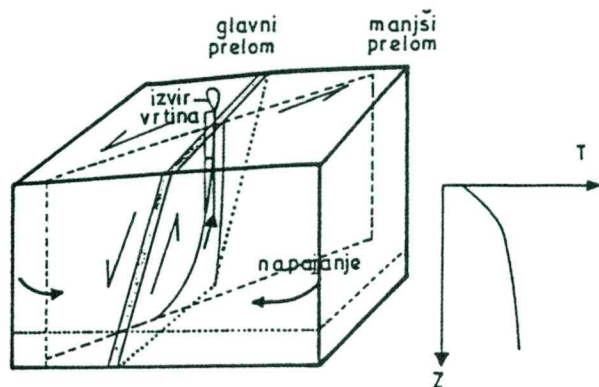
vodo. Koncentracija glavnih kamninotvornih mineralov v vodi je nadzorovana predvsem s temperaturno odvisnimi reakcijami (Ellis, 1970). V sestavi večine podzemnih voda prevladuje omejeno število glavnih ionov. Kationi so ponavadi Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , anioni pa Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , v primeru antropogenega onesnaženja tudi NO_3^- . Nekateri topni elementi so zelo redki, zato je njihova vsebnost v vodi kontrolirana z njihovo razpoložljivostjo (Cl , B , Br , I , NH_4 , Li , As , Sb in Co_2). Podrejeno se pojavljajo železo, mangan, fluorid, kremenica (SiO_2) ter amonij (NH_4^+). Vsi ostali elementi se obravnavajo kot sledni elementi. V preglednici 4 so zbrani osnovni kemijski parametri termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji in sicer: T_{vode} , pH, koncentracije Cl , HCO_3 , SO_4 , K , Na , Ca , Mg , NH_4 , F , Br , F , SiO_2 ter izračunani parametri TDS, $T_{\text{Na-K-Ca}}$ in T_{SiO_2} . Za izračun in predstavitev vseh parametrov, ki so predstavljeni v tekstu, moramo poznati koncentracije le 8 specij (Na , K , Ca , Mg , SO_4 , Cl , HCO_3 in SiO_2). Ker so vsi izračunani parametri (D'Amorejevi parametri in



Sl. 2. Klasifikacija geotermalnih sistemov in pridruženih rezervoarjev (Hochstein, 1988)

Fig. 2. Classification of geothermal systems and accompanying reservoirs (Hochstein, 1988)

Sl. 3. Shematski model nizkotemperaturnega vodonosnika (Δz) v sedimentacijskem bazenu (Hochstein, 1988)Fig. 3. Schematic model of the low-temperature aquifer (Δz) in sedimentary basin (Hochstein, 1988)Sl. 4. Shematski model nizkotemperaturnega vodonosnika (Δz) v podlagi sedimentacijskega bazena (Hochstein, 1988)Fig. 4. Schematic model of the low-temperature aquifer (Δz) in basement of the sedimentary basin (Hochstein, 1988)



Sl. 5. Shematski model nizkotemperaturnega sistema toplih izvirov (Hochstein, 1988)

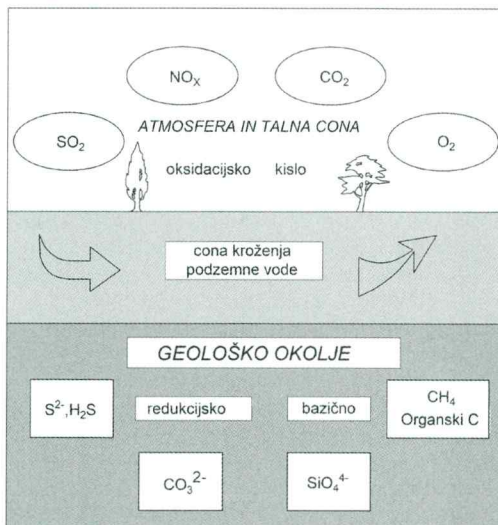
Fig. 5. Schematic model of the low-temperature aquifer warm spring system (Hochstein, 1988)

geotermometri) brezdimenzijski in v sorazmerju s koncentracijo ionov, nam ne povejo nič o skupni količini raztopljenih snovi. V izvirnih analizah se metodologija določitve sušnega preostanka oz. mineralizacije spreminja in rezultati niso medsebojno primerljivi. Zato sem za vse analize z uporabo programa Aquachem 5.1 (Waterloo Hydrogeologic, Inc., 2006) izračunal količino skupnih raztopljenih snovi (TDS). Tako izračunan TDS je le ocena sušnega preostanka pri dani temperaturi.

Razvoj kemijske sestave vode

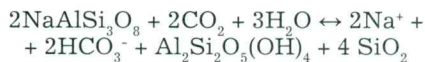
Voda, ki napaja večino geotermalnih sistemov, je lokalna meteorna voda. Meteorna voda reagira s kamnino ali sedimentom takoj, ko vstopi v nenasičeno cono in reagira, dokler ne pride v nasičeno cono. Atmosfera in biosfera sta v splošnem kisli (npr. naravni CO_2 in antropogeni kisli dež) in oksidacijski (O_2 , dušikovi oksidi, žveplov dioksid, nitrati, sulfati, itd.). V nasprotju je geosfera bazična (karbonati in silikati) in redukcijska (sulfidi, organski ogljik in metan). Tako je podzemna voda medij, ki prenaša kisle, oksidacijske ione v geološko okolje (Stömborg & Banwart, 1994). Prevladujoče reakcije v coni toka podzemne vode so torej kislinsko-bazične in redoks reakcije.

Primeri kislinsko-bazičnih reakcij obsegajo raztapljanje karbonatov in preperevanje silikatov. Rezultat teh reakcij je poraba kisline ali CO_2 , dvig pH, pojav alkalnosti v obliki bikarbonata (HCO_3^-) in sproščanje alkalnih kationov ter kremenice v raztopino. Te reakcije prevladujejo v začetnih stopnjah razvoja podzemne vode.



Sl. 6. Stömborgov in Banwartov model hidrokemije (1994)

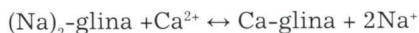
Fig. 6. The Stömborg and Banwart model of hydrogeochemistry (1994)



Primeri redoks reakcij obsegajo oksidacijo pirita in oksidacijo organske snovi ali ogljikovodikov (s splošno formulo CH_2O) s kisikom ali z drugim oksidantom. Večina redoks reakcij proizvede kislino (protone), ki se porabi v nadaljnjih kislinsko-bazičnih reakcijah.



Drugi značilni tipi reakcij so tudi ionska izmenjava, npr. kationska izmenjava na mineralih glin ali reakcije raztapljanja, npr. raztapljanje halita.



Vse te reakcije prispevajo v raztopino topljenca. Vodonosnik, bogat s kalcijevim karbonatom, izkazuje visok pH, v vodi pa prevladujejo Ca^{2+} in HCO_3^- .

V podzemni vodi, ki se v vodonosniku zadržuje dolgo časa, lahko postanejo pomembne tudi druge reakcije. Z ionsko izmenjavo se kalcij nadomešča z natrijem. Podtalnica postopoma postaja bolj redukcijska, organski ogljik pričenja porabljati in reducirati oksidirane specije, kot so Fe^{3+} , Mn^{4+} , nitrat in sulfat v Fe^{2+} , Mn^{2+} , amonij, nitrit in žveplovodik. Take globoke, redukcijske vode težijo k alkalnosti (redukcijske reakcije porabljajo protone in proizvajajo bikarbonat), so revne z oksidiranimi specijami in imajo včasih vonj po žveplovodiku. Prav tako so lahko bogate z železom in manganom, ker redukcija nemobilnih oksidov proizvaja mobilne proste ione.

Podzemna voda se kdaj pri svoji poti proti iztoku meša z vodami drugih tipov, kot so morska, formacijska ali diagenetska voda ali sveža podzemna voda. Prirojeno vodo, ki se zadržuje v porah v sedimentu od časa odlaganja, najdemo v globokih delih sedimentacijskih vodonosnikov v Mursko-Zalskem bazenu, kjer je izpiranje porne vode s svežo podzemno vodo meteoritnega izvora zanemarljivo (napajanje je omejeno le na dele vodonosnikov, ki izdajajo na površino).

Geokemijska klasifikacija termalnih in termomineralnih vod

Eno izmed najosnovnejših klasifikacij (determinacij) kemizma vode predstavlja določitev hidrokemijskega faciesa (tip vode). V pričujočem članku uporabljam metodologijo, ki jo je razvil švicarski geolog Jäckli (1970). Tip vode se izračuna tako, da se koncentracije glavnih ionov izrazi v meq/l in transformira v meq% tako, da se za katione upošteva le $\Sigma+$, za anione pa le $\Sigma-$. Vsi parametri, ki ne dosegajo 10 %, so odstranjeni iz poimenovanja. Ioni, ki presegajo mejo 10 %, so urejeni po njihovem deležu tako, da prvi

del imena predstavljajo kationi, drugega pa anioni. Rezultat je hidrokemijski facies ali tip vode (npr. Ca-Mg-Na-HCO_3). Glede na njihov relativni delež so komponente označene, kot sledi:

> 50 % kationov ali anionov, npr. HCO_3^- ,
20-50 % kationov ali anionov, npr. Ca,
10-20 % kationov ali anionov, npr. (Na).

Hidrokemijski facies po Jäckliju se piše npr. Ca-Mg-(Na)-HCO_3 . V kolikor bi hidro-kemijski facies določali po standardnem postopku, bi se zgornji primer poenostavil v Ca-Mg-HCO_3 , s tem se seveda poveča preglednost, hkrati pa se zmanjša količina informacije, ki jo nosi poimenovanje.

Vsebnost ogljikovega dioksida, ki je glavna sestavina plinov, raztopljenih v termomineralnih vodah v Sloveniji, ni bila sistematično določena na vseh lokacijah, prav tako pa se razlikujejo metodologije vzorčevanja in analiziranja CO_2 , zato bi vključitev rezultatov le z nekaterih vzorčnih mest vodila do pristranskega sklepanja. Da bi se temu izognil in obenem poudaril prisotnost raztopljenega CO_2 , sem v preglednici 3 tistim vodam, kjer je pojavljanje CO_2 značilno, v hidro-kemijskem faciesu po Jäckliju dodal oznako $/(\text{CO}_2)$, kot na primer $\text{Ca-Mg-(Na)-HCO}_3/(\text{CO}_2)$.

Druga zelo uporabna metoda klasifikacije izvora voda je grafična uporaba D'Amorejevih parametrov (D'Amore et al., 1983). Značilni diagrami teh parametrov so prikazani na sliki 7. Grafična analiza teh diagramov omogoča hitro ločevanje vod različnega izvora, kot je razvidno s slik 8 in 9.

Zbirni diagram D'Amorejevih parametrov (slika 9) kaže, da so nekatere vode mešanega tipa, pri čemer izstopajo vzorci z oznakami 17a, 31a, 40l in 42 (mešanje β in δ) ter 14b (mešanje γ in δ), ki so izdvojeni v posebni skupini.

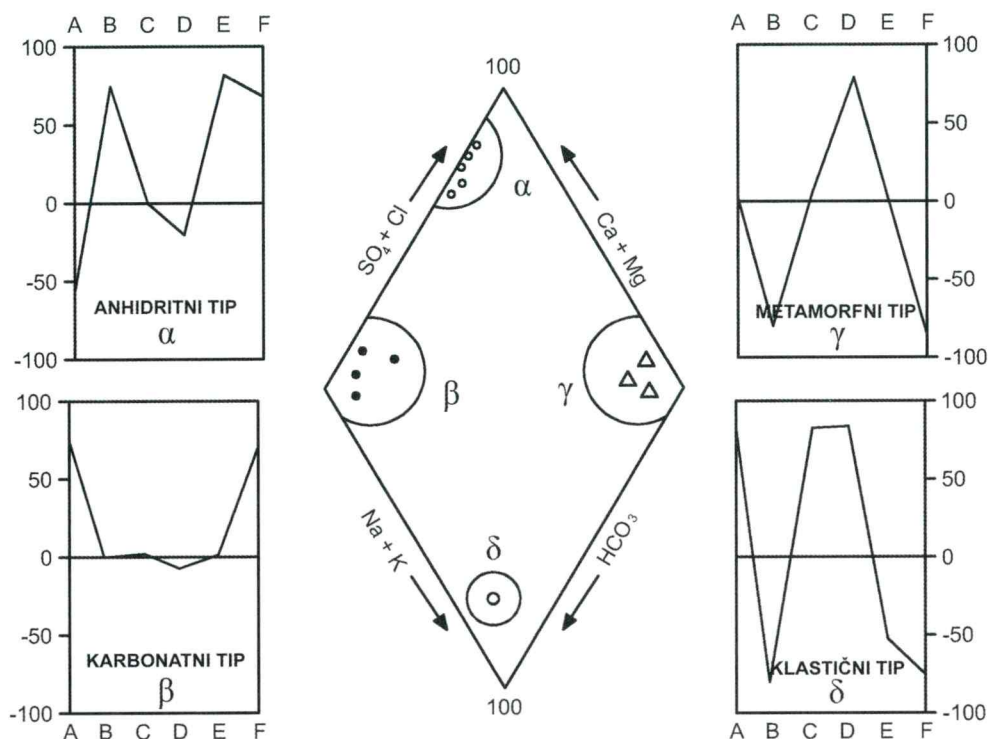
V preglednici 2 sem klasificiral zbrane kemijske analize glede na D'Amorejev tip vode in glede na tip termalnega sistema, iz katerega izteka posamezna voda.

Iz preglednice je razvidno, da v geotermalnih sistemih tipa 2,3 oziroma 3 popolnoma prevladuje D'Amorejev tip β , značilen za karbonatne vode. Ta prevladuje tudi v primeru geotermalnih sistemov tipa 2, kjer v podlagi sedimentacijskih bazenov nastopajo karbonatne kamnine. V vodonosnikih v sedimentacijskih bazenih (tip 1) prevladuje D'Amorejev tip δ , tip β se tu pojavlja le v vo-

Preglednica 1. Pregled hidrokemijskih faciesov (tipov vode) za analizirane termalne in termomineralne vode

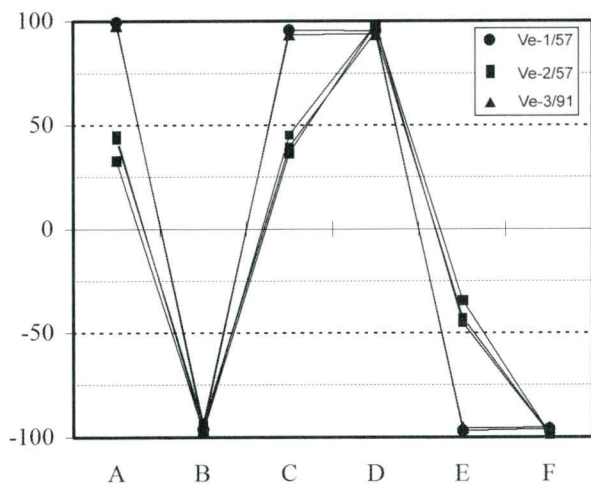
Table 1. Hydrogeochemical facies (water type) for analysed thermal and thermomineral waters

	Hidrokemijski facies	Hidrokemijski facies (Jäckli)	Št.	Σ
1	Ca-Mg-HCO ₃	<u>Ca</u> -Mg-(Na)-HCO ₃	1	39
		Ca-Mg-(Na)-HCO ₃ /(CO ₂)	1	
		Ca-Mg-(Na)-HCO ₃ -(SO ₄)	2	
		Ca-Mg-HCO ₃	7	
		<u>Ca</u> -Mg-HCO ₃	18	
		<u>Ca</u> -Mg- <u>HCO₃</u> -(SO ₄)	5	
		Ca-Mg- <u>HCO₃</u> -(SO ₄)	5	
2	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	<u>Ca</u> -Mg-HCO ₃ -SO ₄	3	4
		Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	1	
3	Ca-Mg-Na-HCO ₃	Ca-Mg-Na-HCO ₃	1	2
		Ca-Mg-Na-HCO ₃ /(CO ₂)	1	
4	Mg-Ca-HCO ₃	Mg-Ca-(Na)-HCO ₃ -(SO ₄)	1	10
		Mg-Ca-HCO ₃	5	
		<u>Mg</u> -Ca-HCO ₃	2	
		<u>Mg</u> -Ca-HCO ₃ -(SO ₄)	2	
5	Mg-Na-Ca-HCO ₃	<u>Mg</u> -Na-Ca-HCO ₃ /(CO ₂)	1	1
6	Mg-Na-HCO ₃ -SO ₄	Mg-Na-(Ca)-HCO ₃ -SO ₄ /(CO ₂)	1	1
7	Na-Ca-Cl	<u>Na</u> -Ca-(Mg)- <u>Cl</u> -(HCO ₃)-(SO ₄)	1	1
8	Na-Ca-HCO ₃	<u>Na</u> -Ca-(Mg)-HCO ₃	1	3
		<u>Na</u> -Ca-(Mg)-HCO ₃ /(CO ₂)	2	
9	Na-Ca-Mg-HCO ₃	Na-Ca-Mg- <u>HCO₃</u>	1	1
10	Na-Cl	<u>Na</u> -(Ca)-(Mg)- <u>Cl</u>	2	5
		<u>Na</u> -(Ca)- <u>Cl</u> /(CO ₂)	1	
		<u>Na</u> - <u>Cl</u> /(CO ₂)	2	
11	Na-Cl-HCO ₃	<u>Na</u> - <u>Cl</u> -HCO ₃	1	3
		<u>Na</u> - <u>Cl</u> -HCO ₃ /(CO ₂)	2	
12	Na-HCO ₃	<u>Na</u> -(Ca)-(Mg)-HCO ₃ /(CO ₂)	1	30
		<u>Na</u> -(Ca)-HCO ₃	1	
		<u>Na</u> -(Ca)- <u>HCO₃</u> -(Cl)/(CO ₂)	2	
		<u>Na</u> -(Ca)-HCO ₃ /(CO ₂)	5	
		<u>Na</u> -(K)-HCO ₃ /(CO ₂)	1	
		<u>Na</u> -HCO ₃	6	
		<u>Na</u> -HCO ₃ -(Cl)/(CO ₂)	6	
		<u>Na</u> -HCO ₃ -(SO ₄)-(Cl)/(CO ₂)	1	
		<u>Na</u> -HCO ₃ /(CO ₂)	7	
13	Na-HCO ₃ -Cl	Na-HCO ₃ -Cl	2	3
		<u>Na</u> - <u>HCO₃</u> -Cl/(CO ₂)	1	
14	Na-HCO ₃ -SO ₄	<u>Na</u> -HCO ₃ -SO ₄ /(CO ₂)	1	1
15	Na-Mg-Ca-HCO ₃	Na-Mg-Ca- <u>HCO₃</u>	1	1
16	Na-SO ₄ -HCO ₃ -Cl	<u>Na</u> -SO ₄ -HCO ₃ -Cl/(CO ₂)	1	1
SKUPAJ			106	106



Sl. 7. Značilni diagrami D'Amorejvih parametrov za posamezne glavne tipe vod (D'Amore et al., 1983)

Fig. 7. Characteristic diagrams of the D'Amore parameters for several main water types (D'Amore et al., 1983)



Sl. 8. Prikaz diskriminacije vode različnega izvora v Banovcih. Vrtini Ve-1 in Ve-3 zajemata vodo iz ene formacije, medtem ko vrtina Ve-2 zajema vodo iz druge.

Fig. 8. Example of discrimination of water with different sources in Banovci. Wells Ve-1 and Ve-3 yield water from one formation, the well Ve-2 yield water from another.

donosnikih blizu površine. Voda z oznako γ se pojavlja v geotermalnih sistemih tipa 1 in 2, in sicer v omejenih vodonosnikih s slabim napajanjem ali brez njega ter z dolгим zadrževalnim časom. Voda tega tipa se pojavlja tudi v vodonosnikih na obalnem ob-

močju, kjer prihaja do mešanja z morskó vodo. Vode mešanega tipa β - δ so prisotne na širšem območju Radencev, kjer se kemijska sestava vode spreminja z globino in oddaljenostjo od napajalnega območja, in v Rogoški Slatini. Edina voda mešanega tipa γ - δ je

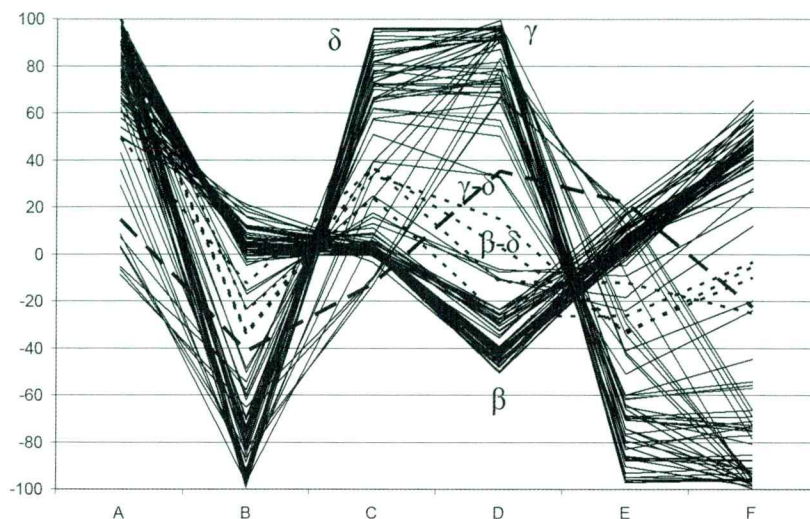


Fig. 9. D'Amore parameters diagram of chemical analyses from table 4

Sl. 9. Diagram D'Amorejevih parametrov, sestavljen iz kemijskih analiz iz preglednice 4

Termalni sistem	D'Amorejevi tipi vode							
		α	β	γ	δ	$\beta-\delta$	$\gamma-\delta$	Σ
	1	-	4	4	33	3	-	44
	2	-	12	3	4	1	-	20
	2,3	-	27	-	-	-	1	28
	3	-	14	-	-	-	-	14
	Σ	-	57	7	37	4	1	106

Preglednica 2. D'Amorejevi tipi vod v odvisnosti od tipa geotermalnega sistema

Table 2. D'Amore water type in relation to geothermal system type

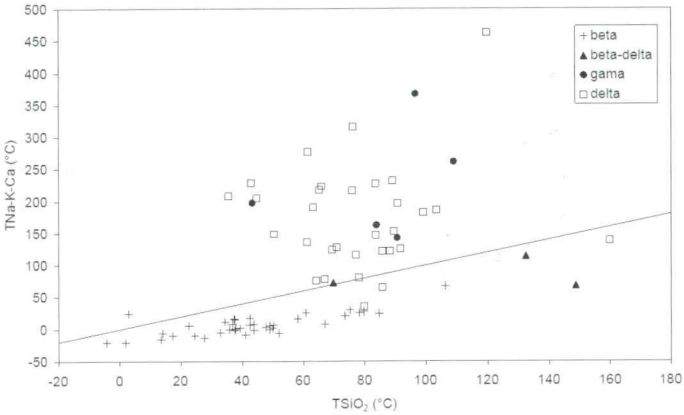
identificirana v Izoli, kjer se v vrtini mešata spodnja visoko mineralizirana voda in pri-površinska Ca-Mg-HCO₃ voda.

Tretja možnost razločevanja izvora voda je uporaba geotermometrov. To so empirično določeni odnosi med temperaturo in topnostjo določene kemijske specije v vodi. Kemijske reakcije so v splošnem počasnejše pri nižji temperaturi in koncentracije raztopljene kremenice, natrija, kalija in kalcija so relativno stalne, tudi ko se voda ohlaja na poti proti površju, zato jih lahko uporabimo za ocenjevanje temperature v geotermalnem sistemu. Na osnovi opazovanj je bilo ugotovljeno, da se topnost nekaterih specij pri ohlajevanju spreminja zelo počasi, zato je bilo predpostavljeno, da koncentracija odraža topnost določene snovi v vodi pri temperaturi primarnega vodonosnika. Najbolj uporabljena geotermometra v nizkotemperaturnih sistemih, kot jih poznamo v Sloveniji, sta SiO₂ (kremen) (Fournier, 1977) in Na-K-Ca (Fournier in Truesdell, 1973) geotermometra, obstaja pa seveda veliko drugih.

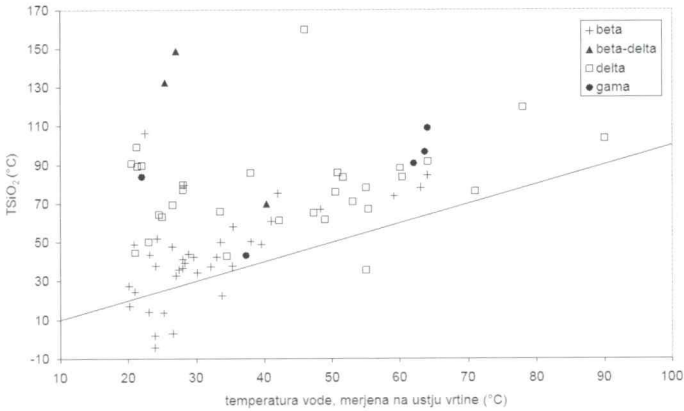
Kemijski indikatorji temperature pod površjem so pogosto uporabljeni napačno (White, 1970), saj lahko obstaja neskladje med predpostavkami in resničnimi pogoji znotraj rezervoarja. Da se izognemo očitnim napakam, moramo razumeti osnovne predpostavke. Te v splošnem obsegajo:

1) temperaturno odvisne reakcije z zadostno zalogo zahtevanih kemijskih specij v vodonosniku; 2) ravnovesje med kamnino in vodo za specifično mineralno sestavo pri primarni temperaturi termalnega rezervoarja; 3) hiter tok vode iz primarnega rezervoarja proti površini; 4) zanemarljive reakcije pri ohlajanju (nizka reakcijska hitrost), tako da se ohrani rezervoarska sestava; in 5) odsotnost mešanja z drugimi vodami.

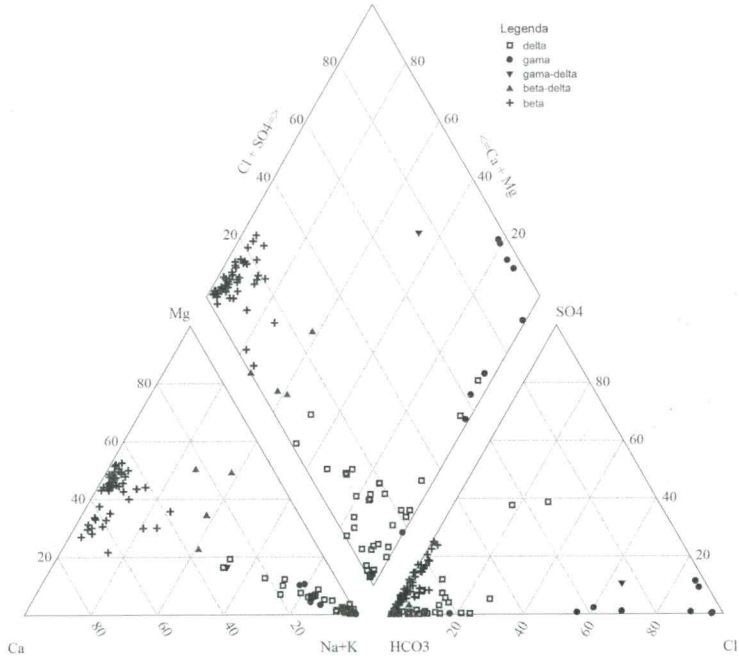
V Sloveniji le redkokateri geotermometer podaja realno oceno primarne temperature v geotermalnih sistemih, še najbolj kremenov geotermometer v karbonatnih geotermalnih sistemih. Kljub temu uporaba kombinacije različnih geotermometrov omogoča ločevanje voda in pomaga pri interpretaciji izvora in razvoja kemijske sestave vode, kar



Sl. 10. Izračunane vrednosti SiO₂ (kremen) in Na-K-Ca geotermometra
Fig. 10. Calculated SiO₂ (quartz) and Na-K-Ca geothermometer values



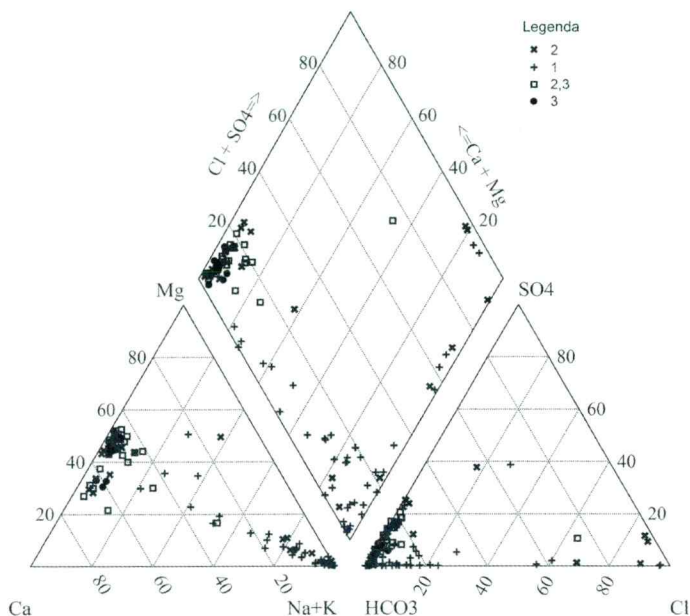
Sl. 11. Korelacija med temperaturo vode na površju in izračunano vrednostjo kremenovega geotermometra
Fig.11. Correlation between water temperature at the surface and calculated quartz geothermometer value



Sl. 12. Piperjev diagram termalnih in termomineralnih voda v Sloveniji glede na tip vode po D'Amoreju
Fig.12. Piper plot of thermal and thermomineral waters v Slovenia according to D'Amore

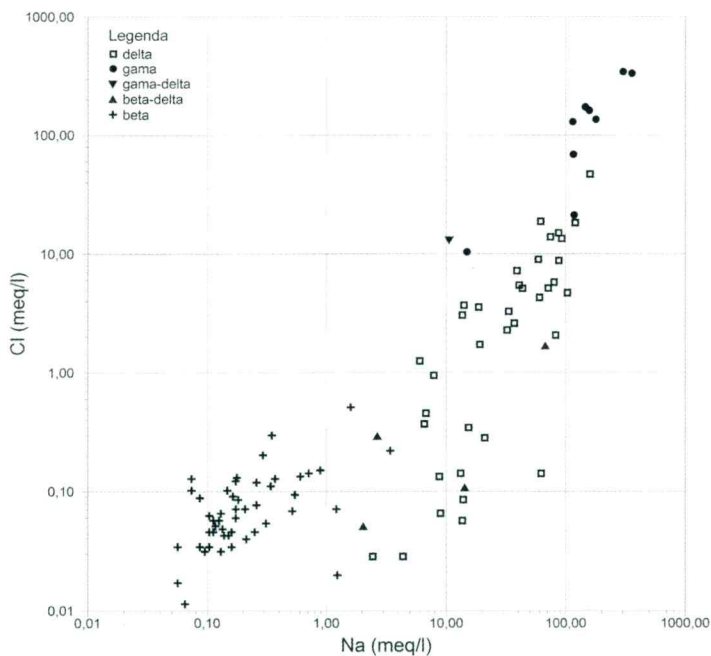
je opisal že Veselič (1980). Na sliki 10 je prikazana korelacija med vrednostmi SiO_2 in Na-K-Ca geotermometroma v odvisnosti od tipa vode po D'Amoreju. Na sliki 11 pa je predstavljen odnos med temperaturo vode, merjeno na ustju vrtine, in temperaturo kremenovega geotermometra.

Primerjava Piperjevih diagramov s slik 12 in 13 kaže, da na kemijsko sestavo vode bolj vpliva litološka sestava vodonosnika kot pa vrsta geotermalnega sistema. Na grafu odnosa Na in Cl ionov v vodi (slika 14) je razvidno, da najvišjo vsebnost izkazujejo vode γ tipa, ki jim sledi δ ter nato β z najmanjšo



Sl. 13. Piperjev diagram termalnih in termomineralnih voda v Sloveniji glede na tip geotermalnega sistema po Hochsteinu

Fig. 13. Piper plot of thermal and thermomineral waters in Slovenia according to Hochstein geothermal system type



Sl. 14. Diagram vsebnosti Na^+ in Cl^- ionov v vodi

Fig. 14. Concentration of Na^+ in Cl^- ions in water

vsebnostjo. Zagotovo poleg kemijske sestave vodonosnih kamnin graf odseva tudi čas zadrževanja podzemne vode v vodonosniku, oziroma za vode visoke slanosti odsotnost napajanja (v primeru Mursko-Zalskega bazena) ali prisotnost morske vode (v primeru obalnega področja).

Zaključek

V Sloveniji v splošnem ločimo naslednje tipe termalnih in termomineralnih vod:

- 1 Najobičajnejša tipa vode Ca-Mg-HCO_3 ali Mg-Ca-HCO_3 sta vezana na karbonatne sedimentne kamnine. Ta voda je meteornege izvora. Deževnica ponika pod površje in se razvija v karbonatnih (apnenčastih ali dolomitnih) vodonosnikih. Napajanje vzdržuje sistem dotok – iztok, če je izkoriščanje vode v mejah naravnega pretoka. $\text{Ca-Mg-HCO}_3\text{-SO}_4$ podtip se pojavlja na treh lokacijah (Lajše, Trbovlje, Božakovo pri Metliki), najverjetneje zaradi vpliva voda, ki so v stiku s terciarnimi klastičnimi sedimenti, ali zaradi prisotnosti anhidrita v vodonosniku.
- 2 Drugi tip vode je evolucijski in se pojavlja v klastičnih sedimentnih kamninah (prodih, peskih in peščenjakih) znotraj Mursko-Zalskega bazena. Kemijska sestava vode se spreminja z oddaljenostjo od območja napajanja in z globino. V plitvejših delih je voda največkrat običajna karbonatna voda Ca-Mg-HCO_3 , ki nato prehaja preko različnih prehodnih tipov (Ca-Mg-Na-HCO_3 , Mg-Na-Ca-HCO_3 , Mg-Na-HCO_3 , Na-Ca-HCO_3 , Na-Mg-Ca-HCO_3 , Na-Ca-Mg-HCO_3) v Na-HCO_3 tip vode. Kemijska sestava vode se spreminja zaradi preperevanja glinencev in značilnih interakcij med vodo in prikamnino. Ena pomembnejših je zagotovo ionska izmenjava Ca^{2+} in Na^+ na mineralih glin. Voda ponekod vsebuje tudi značilno količino raztopljenega CO_2 , čigar izvor je detajlno preučil Pezdič (1991).
- 3 Evolucijska voda se v distalnih delih Mursko-Zalskega sedimentacijskega bazena in v njegovi podlagi, kjer je napajanje s površine zelo omejeno, meša s prirojeno porno vodo tipa Na-Cl . V teh vodah se pojavljajo tudi sledovi nafte in plina. Mešane vode so $\text{Na-HCO}_3\text{-Cl}$ ali Na-Cl-HCO_3 tipa.
- 4 Četrty tip vode z Na-Cl hidrochemijskim faciesom nastopa na Obali. Z uporabo enostavnega mešalnega razmerja je bilo dokazano, da je delež morske vode vsaj 1/3 (Brenčič, 1994). Zaradi intenzivnih redukcijskih pogojev v vodonosniku je prisoten žveplovodik.
- 5 Poleg naštetih obstojajo tudi "ekso-tični" tipi voda, ki so zgolj lokalni: $\text{Na-SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Cl}$ v slabo prepustnih miocenskih klastičnih kamninah v vrtini ŠOM-1/88, Na-Ca-Cl (mešanje spodnjega visokomineraliziranega Na-Cl vodonosnika in pripovršinskega Ca-Mg-HCO_3 vodonosnika) v Izoli ter izolirani vodonosniki Rogaške Slatine, kjer prevladujejo tufi in dolomiti. V plitvih delih prevladuje voda $\text{Mg-Na-HCO}_3\text{-SO}_4$ tipa, v večji globini pa je bila v dolomitiziranem tufu in dolomitu odkrita voda $\text{Na-HCO}_3\text{-SO}_4$ tipa.

Conclusions

In Slovenia generally exist the following types or hydrochemical facies of thermal and thermomineral water:

- 1 Most common is the carbonate type of water Ca-Mg-HCO_3 or Mg-Ca-HCO_3 ; this type of water is evidently of meteoric origin. Rain water from precipitation sinks in ground and evolves in dolomite and limestone aquifers. Recharge sustains the system if the yield is within the limit of natural flow. The $\text{Ca-Mg-HCO}_3\text{-SO}_4$ subtype occurs on three locations in Slovenia (Lajše, Trbovlje, Božakovo pri Metliki) probably due to influence of Tertiary clastic sediments or gypsum intercalations within aquifer.
- 2 Second type of water is the evolutionary water type that occurs in gravels, sands and sandstones within the Mura-Zala basin. Chemical composition of water is changing with distance from the recharge area and depth. In the shallower parts water is dominantly Ca-Mg-HCO_3 which evolves into Na-HCO_3 water type through transitional water types (Ca-Mg-Na-HCO_3 , Mg-Na-Ca-HCO_3 , Mg-Na-HCO_3 , Na-Ca-HCO_3 , Na-Mg-Ca-HCO_3 , Na-Ca-Mg-HCO_3). Chemical composition changes due to weathering of sodium plagioclase and significant water-rock interaction. One

- of most important is Ca^{2+} and Na^+ ion exchange reaction on clay minerals. This type of water contains a significant amount of dissolved CO_2 , which origin is studied in detail by Pezdíč (1991).
- 3 Evolutionary water in the distal parts of Mura-Zala sedimentary basin and its basement, where limited or no recharge of meteoric water is observed, is mixed with connate pore water of Na-Cl water type. Oil and gas is present in traces. Mixed water are of $\text{Na-HCO}_3\text{-Cl}$ or Na-Cl-HCO_3 water type.
 - 4 The fourth type of water (Na-Cl water type) of different origin than connate pore water has been found in Coastal region. With the use of simple mixing proportion it was proved that the sea water share is as high as 1/3 (Brenčič, 1994). Because of intensive reduction conditions hydrogen sulphide is present in the aquifer.
 - 5 Beside the listed also "exotic" types of waters exist, but their range is only local: e.g. $\text{Na-SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Cl}$ in the low permeability Miocene clastic rocks in ŠOM-1/88 well, Na-Ca-Cl (mixing of high-mineralized Na-Cl and subsurface low-mineralized Ca-Mg-HCO_3 aquifer) in Izola and isolated aquifer of Rogaška Slatina where tuffs and dolomites are present. In shallower layers $\text{Mg-Na-HCO}_3\text{-SO}_4$ hydrochemical facies prevails, whereas in depths $\text{Na-HCO}_3\text{-SO}_4$ waters are found in layers of dolomitized tuff and dolomite.

Zahvala

Za pomoč pri pripravi članka se zahvaljujem Simonu Mozetiču za oblikovanje slik, še posebej pa Nini Rman za pomoč pri obdelavi podatkov.

Literatura - References

- Brenčič, M. 1994: Hidrokemijska interpretacija vod v vrtni Lu-1/94. 14 str., Ljubljana.
- Commission du Codex Alimentarius, 1983: Normes Codex Pour les Eaux Minérales Naturelles. Commission du Codex Alimentarius Vol. XII, Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires (CAC(VOL. XII, 1st edn). – Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)/ Organisation mondiale de la santé (WHO).
- D'Amore, F., Scandiffio, G., & Panichi, C. 1983: Some Observation on the Chemical Classification of Ground Water. – *Geothermics*, 12/2-3, 141 – 148.
- Ellis, A.J. 1970: Quantitative Interpretation of Chemical Characteristics of Hydrothermal Systems. (v:) E. Barbier (ur.): Proceedings of the U.N. Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources – Pisa. *Geothermics*, special issue 2/2, part 1, 516 – 528.
- Fournier, R.O. 1977: Chemical Geothermometers and Mixing Models for Geothermal Systems. – *Geothermics*, 5/1-4, 41 – 50.
- Fournier, R.O. 1981: Application of Water Geochemistry to Geothermal Exploration and Reservoir Engineering in Geothermal Systems; Principles and Case Studies (eds. L.J.P. Muffler and L. Rybach), 109 – 117, John Wiley.
- Fournier, R.O. & Truesdell, A.H. 1973: An empirical Na-K-Ca Geothermometer for Natural Waters. – *Geochimica et Cosmochimica acta*, 37, 1255 – 1275.
- Jäckli, H. 1970: Kriterien zur Klassifikation von Grundwasservorkommen. – *Eclogae Geol. Helv.*, 63/2, 389 – 434.
- Hochstein, P.M. 1988: Assessment and Modelling of Geothermal Reservoirs (Small Utilization Schemes). – *Geothermics*, 17/1, 15 – 49.
- Kralj, P. 2001: Das Thermalwasser-System des Mur-Beckens in Nordost-Slowenien. Mitteilungen zur Ingenieurgeologie und Hydrogeologie, 81, 82 S. Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie der RWTH Aachen.
- Kralj, P. 2004: Trace elements in medium-temperature (40–80°C) thermal waters from the Mura basin (North-Eastern Slovenia). – *Environmental Geology*, 46/5, 622 – 629.
- Kralj, P. 2004: Chemical composition of low temperature (<20–40°C) thermal waters in Slovenia. – *Environmental Geology*, 46/5, 635 – 642.
- Kralj, P. & Rajver, D. 2000: State-of-art of geothermal energy use in Slovenia. Proceedings of the World Geothermal Congress, 2000 / International Geothermal Association. – Kyushu-Japan : International Geothermal Association, 267 – 275.
- Kralj, P. & Kralj, P. 2000: Thermal and mineral waters in north-eastern Slovenia. – *Environmental geology*, 39/5, 488 – 500.
- Kuščer, D., Nosan, A., Žlebnik, L., & Kastelic, I. 1969: Termalne in mineralne vode SR Slovenije. 117 str., FNT, Institut za Geologijo, Ljubljana.
- Nosan, A. 1973: Termalni in mineralni vrelci v Sloveniji. – *Geologija*, 16, 5–81.
- Pezdič, J. 1991: Izotopi v termo-mineralnih vodnih sistemih. Disertacija, 157 str., Univerza v Ljubljani, FNT – Montanistika, Ljubljana.
- Rajver, D., Ravnik, D., Žlebnik, L. & Čebulj, A. 1995: Utilization of geothermal energy in Slovenia. (v:) Proceedings of the World Geothermal Congress, 1995 / International Geothermal Association. – Auckland-New Zealand : International Geothermal Association, 1, 321 – 326.
- Rajver, D. & Lapanje, A. 2005: The current status of geothermal energy use and development in Slovenia. (v:) Proceedings of the World Geothermal Congress, 2005, International Geothermal Association. – Antalya-Turkey : International Geothermal Association, 24 – 29.
- Ravnik, D. 1991: Geotermične raziskave v Sloveniji. – *Geologija*, 34, 265 – 303.
- Störmberg, B. & Banwart, S. 1994: Kinetic modelling of geochemical processes at the Aitik

mining waste rock site in Northern Sweden. – *Applied Geochemistry*, 9/5, 583 – 595.

Veselič, M. 1980: Vpliv hidrološke sredine na uporabnost Na-K-Ca in SiO_2 geotermometrov. – Portorož : 6. jugoslovanski simpozij hidrološke in inženirske geologije, 1, 391-400.

Žlebnik, L. 1979: Letno poročilo; Karta termalnih in mineralnih vod Slovenije v merilu 1 : 200.000 (III. faza). Arhiv GeoZS, Ljubljana.

Žlebnik, L. 1987: Pregled geoloških struktur, ki so potencialni nosilci geotermalne energije v Sloveniji. (v:) T. Jančič (ur.), Problematika istraživanja resursa geotermalne energije sa posebnim osvrtom na mesto i ulogu geofizičkih metoda ispi-

tanjanja. – Beograd : Zbornik Komiteta za geofiziku, 113 – 133.

Žlebnik, L. 1988: Poročilo o zbiranju podatkov o nahajališčih in pojavih mineralnih vod v SR Sloveniji, II. faza. Arhiv GeoZS, Ljubljana.

Waterloo Hydrogeologic, Inc. 2006: programski paket Aquachem 5.1., Waterloo, Kanada.

White, D.E. 1970: *Geochemistry Applied to the Discovery, Evaluation and Exploitation of Geothermal Energy Resources*. (v:) E. Barbier (ur.): *Proceedings of the U.N. Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources* – Pisa. *Geothermics*, special issue 2/1, 58–80.

Preglednica 3. Osnovne karakteristike geotermalnih virov in objektov v Sloveniji

Table 3. Basic characteristics of geothermal resources and objects in Slovenia

Indeks1	Indeks2	Geotermalni vir	ime objekta	gl. vrtine	zajeti odseki	litologija vodonosnika
1	1a. 1	Banovci	vertina Ve-1/57	2153.5	1252 - 2065	pesek, peščenjak ($M_1, M_2^{1,2}$)
	1a. 2	Banovci	vertina Ve-1/57	2153.5	1252 - 1363	pesek (M_2)
	1b	Banovci	vertina Ve-2/57	2015.24	1175 - 1651	pesek, peščenjak ($M_1^{1,2}$)
	1c	Banovci	vertina Ve-3/91	1481.35	1111 - 1467	pesek, peščenjak ($M_1^{1,2}$)
2	2a	Benedikt v Sl. Goricah	vertina Be-2/04	1857.3	823.3 - 1855.9	blestnik z vložki dolomitnega marmorja (Pz)
3	3a	Bled	izvir Grand hotel Toplice	-	-	dolomit (T_2^1)
	3b	Bled	vertina T-9/67	588	456 - 588	dolomit (T_2^1)
	3c	Bled	vertina T-10/74	85	79 - 85	dolomit (T_2^1)
4	4a	Božakovo pri Metliki	vertina MET-1/04	841	220 - 350	apnenec ($J^{2,3}$)
5	5a	Bušeča vas	Klunove toplice	-	-	apnenec, dolomit (T, J)
	5b	Bušeča vas	izvir ob reki Krki	-	-	apnenec, dolomit (T, J)
6	6a	Cerkno	vertina Ce-2/95	2004	846 - 2004	apnenec, podrejeno dolomit (J_3)
7	7a	Curnovec	vertina TB-3/89	370	248 - 345	dolomit (T_3)
8	8a	Čatež ob Savi	izvir Perišče	-	-	biokalkarenit (M_1)
	8b	Čatež ob Savi	vertina K-1/69	338	296 - 338	dolomit (T_3), biokalkarenit (M_1)
	8c	Čatež ob Savi	vertina V-3/69	402	258 - 402	dolomit (T_3), biokalkarenit (M_1)
	8c	Čatež ob Savi	vertina V-10/71	573	308 - 573	dolomit, apnenec (T_3, J)
	8d	Čatež ob Savi	vertina V-12/72	463.6	321 - 433	dolomit, apnenec (T_3, J)
	8e	Čatež ob Savi	vertina V-14/72	291	195 - 291	dolomit, apnenec (T_3, J)
	8f	Čatež ob Savi	vertina V-15/88	400.2	274 - 400	dolomit, apnenec (T_3, J)
	8g	Čatež ob Savi	vertina V-16/97	370	n.p.	dolomit, apnenec (T_3, J)
	8h	Čatež ob Savi	vertina V-17/97	370	n.p.	dolomit, apnenec (T_3, J)
9	9a	Dankovci	vertina DAN-1/78	1303	1260 - 1264	peščenjak (M_1)
	9b	Dankovci	vertina DAN-3/90	1396	1301.66 - 1315.5	konglomerat, peščenjak (M_1)
10	10a	Dobova	vertina AFP-1/95	700	551 - 676	dolomit, apnenec (T_3, J)
11	11a	Dobrna	staro zajetje (vodnjak)	-	-	apnenec (T_3)
	11b	Dobrna	vertina V-8/76	531	489 - 531	apnenec (T_3)
12	12a	Dobrovnik	vertina Do-1/67	3139	1028.5 - 1591	pesek, peščenjak (Pl, M_1)
	12b	Dobrovnik	vertina Do-3g/05	1580	600 - 1580	pesek, melj (Pl, M_1)
13	13a	Dolenjske toplice	izvir Dolenjske top.	-	-	jurski apnenec (J)
	13b	Dolenjske toplice	vertina V-1/78	15.80	3.5 - 15.8	jurski apnenec (J)
	13c	Dolenjske toplice	vertina ZV-2/91	51	12 - 51	jurski apnenec (J)
	13c	Dolenjske toplice	vertina V-8/76	1000	150 - 1000	dolomit (T_3), apnenec (J_1), apnenec, dolomit (K)
	13d	Dolenjske toplice	vertina V-9/78	460	n.p.	dolomit, apnenec, breča, konglomerat (J)
14	14a	Izola-morje	podmorski izviri	-	-	apnenec (Pg, K_1)
	14b	Izola	vertina LIV-1/02	500	160 - 500	apnenec (Pg, K_1)
15	15a	Jakobski dol	vertina ŠOM-1/88	1100	842 - 947	meljevec, peščenjak, konglomerat (M_1)
16	16a	Janeževci	vertina Jan-1/04	824	609 - 816	pesek, melj, prod (Pl, M_2)
17	17a	Janžev vrh	vertina Š-6/83	300	198.5 - 295.5	pesek, melj (M_1)
18	18a	Jezero pri Družinski vasi	vertina V-3/68	233	11 - 233	dolomit ($T_{2,3}$)
	18b	Jezero pri Družinski vasi	vertina V-4/68	155	70 - 155	dolomit ($T_{2,3}$)
19	19a	Klevež	izvir Toplica	-	-	dolomit ($T^{2,3}$)
20	20a	Kopačnica	izvir Topličar	-	-	dolomit ($T^{2,3}$)
	20b	Kopačnica	vertina TOP-1/05	465	415 - 465	dolomit ($T^{2,3}$)
21	21a	Kostanjevica na Krki	izvir Pod jelšo	-	-	apnenec (J_1)
	21b	Kostanjevica na Krki	izvir Topličnik	-	-	apnenec (J_1)
	21c	Kostanjevica na Krki	vertina V-1/71	192	2.8 - 191	apnenec (J_1), dolomit (T)
	21c	Kostanjevica na Krki	vertina SI-1/86	800	635 - 800	apnenec (J_1)
	21d	Kostanjevica ob Krki	vertina V-6/72	45	13 - 38	apnenec (J_1)
22	22a	Kotredež - Toplice	topli izvir	-	-	dolomit (T_3^1)
	22b	Kotredež - Toplice	topli izvir v jami Kotredež	148	-	dolomit (T_3^1)
	22c	Kotredež - Toplice	vertina KT-1/97	424.5	102.9 - 424.5	dolomit (T_3^1)
23	23a	Lajše pri Velenju	vertina PD-10/83	196	183 - 196	apnenec (T_1)
	23b	Lajše pri Velenju	vertina TVD-10/86	n.p.	n.p.	apnenec (T_1)
24	24a	Laško	star termalni izvir	-	-	dolomit (T_1)
	24b	Laško	vertina V-4/67	265	63 - 107	dolomit (T_1)
	24c	Laško	vertina L-1/95	119	55 - 85	dolomit (T_1)
	24c	Laško	vertina K-2/95	100	62 - 94	dolomit (T_1)
25	25a	Lendava	vertina Le-1g/97	1608	735 - 1575	pesek, peščenjak ($M_1^{1,2}$)
	25b	Lendava	vertina Le-2g/94	1504	813 - 1493	pesek, peščenjak ($M_1^{1,2}$)
26	26a	Lendava - Petišovci	vertina Pt-74/50	1740.5	700.5 - 1107	pesek, peščenjak ($M_1^{1,2}$)
	26b	Lendava - Petišovci	vertina Pt-20/49/65	1495.3	817 - 1119	pesek, peščenjak ($M_1^{1,2}$)
27	27a	Ljutomer	vertina LJUT-1/88	4048	4013 - 4030	dolomitna breča ($M_1^{1,2}$)
28	28a	Lucija	vertina Lu - 1/94	801	290 - 801	apnenec (Pg, K_2)
29	29a	Maribor	vertina MB-1/90	1331.5	644 - 1271	metamorfne kamnine (Pz)
	29b	Maribor	vertina MB-2/91	1598	493 - 1578	metamorfne kamnine (Pz)
	29c	Maribor	vertina MB-3/91	1603	505 - 1585	metamorfne kamnine (Pz)
	29c	Maribor	vertina MB-4/92	1590.5	502 - 1579	metamorfne kamnine (Pz)
	29d	Maribor	vertina MB-5/94	860	406 - 819	metamorfne kamnine (Pz)
29e	29e	Maribor	vertina MB-6/94	1500	497 - 1500	metamorfne kamnine (Pz)

Indeks1	Indeks2	Geotermalni vir	ime objekta	gl. vrtine	zajeti odseki	litologija vodonosnika
30	30a	Medijske toplice	izvir v zunanjem bazenu	-	-	dolomit (T_2)
	30b	Medijske toplice	jamski izvir	-	-	dolomit (T_3)
	30c	Medijske toplice	stranski izvir	-	-	dolomit (T_4)
	30c	Medijske toplice	vertina V-1/79	400	88.5 - 400	dolomit (T_4)
	30d	Medijske toplice	vertina V-2/79	110	10 - 110	dolomit (T_4)
	30e	Medijske toplice	vertina V-3/84	803	286.5 - 803	dolomit ($T_{4,1,2}$), dolomit, peščenjak (T_4)
31	31a	Mislinska Dobrava	vertina MD-1/05	1261	1033 - 1260	dolomitni konglomerat in breča ($M_{4,2}$)
32	32a	Moravci v Slovenskih Goricah	vertina Mo-1/58/73	2273	845 - 1119	pesek (M_2)
33	33a	Moravske toplice	vertina Mt-1/60	1417	1115 - 1234	pesek, peščenjak ($M_{4,1}, M_4$)
	33b	Moravske toplice	vertina Mt-4/74	1467	1185 - 1262	peščenjak ($M_{4,2}$)
	33c	Moravske toplice	vertina Mt-5/82	1713	1097 - 1256	pesek, peščenjak ($M_{4,1}, M_4$)
	33c	Moravske toplice	vertina Mt-6/83	987	720 - 974	pesek ($M_{4,1,2}$)
	33d	Moravske toplice	vertina Mt-7/93	1363	933 - 1363	pesek ($M_{4,1,2}$)
	33e	Moravske toplice	vertina Mt-8g/05	1257	600 - 900	pesek ($PL, M_{4,1,2}$)
34	34a	Murska Sobota	vertina SOB-1/87	870	557 - 856	pesek ($PL, M_{4,1,2}$)
	34b	Murska Sobota	vertina SOB-2/88	856	601 - 848	pesek ($PL, M_{4,1,2}$)
35	35a	Pečarovci	vertina PEČ-1/91	2001.3	1905.9 - 1976.8	dolomit, dolomitna breča (T)
36	36a	Podčetrtek	vertina V-1/65	274	25 - 187	dolomit (T_1)
	36b	Podčetrtek	vertina V-3/65	137	50 - 137	dolomit (T_1)
	36c	Podčetrtek	vertina K-1/67	80	28.6-1980	dolomit (T_1)
	36c	Podčetrtek	vertina K-2/70	101	36.5 - 74.4	dolomit ($T_{1,2}$)
	36d	Podčetrtek	vertina V-3/76	350	189 - 285	dolomit ($T_{1,2}$)
	36e	Podčetrtek	vertina V-4/84	500	272 - 452	dolomit (T_1)
37	37a	Podgorje pri Apačah	vertina PDG-1/87	350	50 - 313	peščenjak (M_4)
38	38a	Portorož	vertina HV -1/94	705	275 - 705	apnenec (Pg, K ₁)
39	39a	Ptuj	vertina P-1/73	1104	895 - 1064	prod, pesek (Pl)
	39b	Ptuj	vertina P-2/88	1058	838 - 1053	prod, pesek (Pl)
	39c	Ptuj	vertina P-3/05	1591	1195.5 - 1571.5	peščen melj, pesek (M_2)
40	40a	Radenci - Boračeva	vodnjak V-A	159.6	134.4 - 154.2	pesek, melj (Pl)
	40b	Radenci	vodnjak V-D	188.2	153 - 178	pesek, melj (Pl)
	40c	Radenci	vodnjak V-E	147	115 - 147	pesek, melj (Pl)
	40c	Radenci	vodnjak V-H	195	170 - 189	pesek, melj (Pl)
	40d	Radenci - Turjanci	vodnjak V-T	155	126 - 152	pesek, melj (Pl)
	40e	Radenci	vodnjak V-U	161	145.6 - 157.2	pesek, melj (Pl)
	40f	Radenci	vodnjak V-Y	94.5	81.6 - 86.5	pesek, melj (Pl)
	40g	Radenci	vodnjak V-Z	181	150.75 - 178	pesek, melj (Pl)
	40h	Radenci	vertina V49	350	227.8 - 259.8	pesek, melj (Pl)
	40i	Radenci	vertina V50	330	284 - 303	pesek, melj (Pl)
	40j	Radenci	vertina V57	426	163.6 - 181.3	pesek, melj (Pl)
	40k	Radenci	vertina V59	340.5	88 - 340.5	pesek, melj (Pl)
	40l	Radenci - Petanjci	vertina V66	300	187 - 232	pesek, peščen melj (Pl)
	40m	Radenci - Hrastje-Mota	vertina V67	199	78.3 - 94.3	pesek, melj (Pl)
	40n	Radenci	vertina T-4/87	818	402 - 534	peščenjak, peščen lapor ($M_{4,6}$)
41	41a	Rimske Toplice	vertina B-1/58	152	64.7 - 89.9	dolomit (T_1)
	41b	Rimske Toplice	vertina B-2/59	104	8 - 104	dolomit (T_1)
	41c	Rimske Toplice	vertina VB-4/74	303	180 - 280	dolomit (T_4)
	41c	Rimske Toplice	vertina VB-5/75	299	130 - 299	dolomit, dolomitna breča ($T_{3,1}$)
42	42a	Rogaška Slatina - Podplat	vertina V-3/66/70	606	570 - 587	andezitni tuf in tufska breča (OM)
	42b	Rogaška Slatina	vertina RT-1/92	1701	1470 - 1680	dolomitna breča, andezitni tufit (T_3)
43	43a	Spodnje Pirniče	vertina V-2/72	54	16 - 54	dolomit (T_1)
44	44a	Strukovci	vertina St-1/82	1866	1645 - 1660	karbonat (Mz?)
45	45a	Šmarješke toplice	izviri v Lesnem bazenu	-	0	dolomit ($T_{2,3}$)
	45b	Šmarješke toplice	vertina V-1/60	170	n.p.	dolomit ($T_{3,2}$)
	45c	Šmarješke toplice	vertina V-6/73	54	26 - 44	dolomit ($T_{3,2}$)
	45c	Šmarješke toplice	vertina V-10/75	283	257 - 267	dolomitna breča (T_4), apnenec (J_1)
	45d	Šmarješke toplice	vertina V-11/87	227	148.15 - 221.8	dolomit ($T_{3,2}$)
46	46a	Tolminska korita	termalni izvir	-	-	dolomit ($T_{3,2}$)
47	47a	Topolšica	izvir Toplica	-	-	dolomit, dolomitiziran apnenec, apnenec ($T_{3,2}$)
	47b	Topolšica	vertina T-11/76	296	30 - 75	dolomit, dolomitiziran apnenec, apnenec ($T_{3,2}$)
48	48a	Trbovlje	vertina V-2/76	78	40 - 78	dolomitna breča ($T_{4,1}$)
49	49a	Vaseno	V-10/73	207	9.6 - 136	dolomit, apnenec (T_3)
	49b	Vaseno	V-12/74	177	153 - 177	dolomit (T_4)
	49c	Vaseno	V-14/83	610	131 - 610	dolomit (T_4)
	49c	Vaseno	V-15/90	983	968 - 983	dolomit, apnenec (T_3)
	49d	Vaseno	V-16/95	124	121 - 124	dolomit, apnenec (T_3)
	49e	Vaseno	V-17/96	151	135 - 151	dolomit, apnenec (T_3)
50	50a	Vrhnika	Furlanove toplice	-	-	apnenec, dolomit (J_1)
	50b	Vrhnika	vertina Ft-1/82	450	210 - 440	apnenec, dolomit (J_1), dolomit (T_3)
51	51a	Zreče	vertina B-1/81	506	258 - 484	dolomit (T_1)
	51b	Zreče	vertina B-2/85	800	532 - 800	dolomit (T_1)
	51c	Zreče	vertina B-3/88	1240	937 - 1200	dolomit (T_4)

Preglednica 3. Osnovne karakteristike geotermalnih virov in objektov v Sloveniji (nadaljevanje)

Table 3. Basic characteristic of geothermal resources and objects in Slovenia (continuation)

Indeks1	Indeks2	geotermalni sistem	Hidrogeokemijski tip Jaeckli	D'Amore	termomineralna voda	mešanje več vodonosnikov	današnje stanje
1	1a_1	1	Na-HCO ₃ -(Cl)/(CO ₂)	δ	da	da	np
	1a_2	1	Na-HCO ₃ /(CO ₂)	γ	da		v uporabi
	1b	1	Na-Cl-HCO ₃ /(CO ₂)	γ	da	da	v mirovanju
	1c	1	Na-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da	da	v uporabi
2	2a	2	Na-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		v mirovanju
3	3a	2,3	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	3b	2,3	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	3c	2,3	Ca-Mg-(Na)-HCO ₃	β			opuščena
4	4a	2	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	β			v mirovanju
5	5a	2,3	Mg-Ca-HCO ₃	β			v uporabi
	5b	2,3	ni dostopnih kem. analiz				se ne uporablja
6	6a	2	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
7	7a	2	ni dostopnih kem. analiz				se ne uporablja
8	8a	2,3	ni dostopnih kem. analiz				presahnili, leta 1955 še aktiven
	8b	2	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			se ne uporablja
	8c	2	ni dostopnih kem. analiz				se ne uporablja
	8c	2	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	8d	2	Ca-Mg-HCO ₃	β			se ne uporablja
	8e	2	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	8f	2	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	8g	2	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	8h	2	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
9	9a	1	Na-(Ca)-Cl/(CO ₂)	γ	da		konservirana
	9b	1	Na-Cl/(CO ₂)	δ	da		konservirana
10	10a	2	Ca-Mg-(Na)-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v uporabi
11	11a	2,3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
	11b	2,3	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
12	12a	1	Na-HCO ₃	δ			v mirovanju
	12b	1	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
13	13a	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			se ne uporablja
	13b	3	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	13c	3	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	13c	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			se ne uporablja
	13d	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
14	14a	2,3	ni dostopnih kem. analiz		da		aktivni
	14b	2,3	Na-Ca-(Mg)-Cl-(HCO ₃)-(SO ₄)	γ-δ	da		v mirovanju
15	15a	1	Na-SO ₄ -HCO ₃ -Cl/(CO ₂)	γ	da		likvidirana
16	16a	1	Na-Ca-(Mg)-HCO ₃	δ			v mirovanju
17	17a	1	Mg-Na-Ca-HCO ₃ /(CO ₂)	β-δ	da		n.p.
18	18a	3	ni dostopnih kem. analiz				likvidirana
	18b	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			likvidirana
19	19a	3	Mg-Ca-HCO ₃	β			aktiven
20	20a	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			aktiven
	20b	3	Mg-Ca-HCO ₃	β			v mirovanju
21	21a	2,3	ni dostopnih kem. analiz				aktiven
	21b	2,3	Ca-Mg-HCO ₃	β			aktiven
	21c	2	ni dostopnih kem. analiz				n.p.
	21c	2	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v mirovanju
	21d	2	Ca-Mg-HCO ₃	β			likvidirana
22	22a	2,3	Ca-Mg-HCO ₃	β			presahnili
	22b	2,3	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			zalit
	22c	2,3	Ca-Mg-Na-HCO ₃ /(CO ₂)	β			v mirovanju
23	23a	3	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	β			v mirovanju
	23b	3	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	β			v mirovanju
24	24a	2,3	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			opuščen
	24b	2,3	ni dostopnih kem. analiz				v mirovanju
	24c	2,3	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			opuščena
	24c	2,3	Ca-Mg-(Na)-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v uporabi
25	25a	1	Na-HCO ₃	δ	da	da	v uporabi
	25b	1	Na-HCO ₃	δ	da	da	v uporabi
26	26a	1	Na-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da	da	v uporabi
	26b	1	Na-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da	da	v uporabi
27	27a	2	Na-Cl/(CO ₂)	γ	da		n.p.
28	28a	2	Na-(Ca)-(Mg)-Cl	γ	da		v mirovanju
29	29a	2	Na-Cl-HCO ₃	γ			v uporabi
	29b	2	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	29c	2	ni dostopnih kem. analiz				opuščena
	29c	2	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	29d	2	ni dostopnih kem. analiz				opazovalna
	29e	2	ni dostopnih kem. analiz				opuščena

Indeks1	Indeks2	geotermalni sistem	Hidrogeokemijski tip Jaeckli	D'Amore	termomineralna voda	mešanje več vodonosnikov	današnje stanje
30	30a	2	ni dostopnih kem. analiz				n.p.
	30b	2,3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
	30c	2,3	ni dostopnih kem. analiz				n.p.
	30c	2,3	Mg-Ca-HCO ₃	β			v uporabi
	30d	2,3	ni dostopnih kem. analiz				v mirovanju
	30e	2,3	Mg-Ca-HCO ₃	β			v mirovanju
31	31a	1	Na-Ca-Mg-HCO ₃	β-δ			v mirovanju
32	32a	1	Na-HCO ₃	δ			v uporabi
33	33a	1	Na-HCO ₃ -Cl/(CO ₂)	δ	da	da	v uporabi
	33b	1	Na-Cl-HCO ₃ /(CO ₂)	γ	da	da	v uporabi
	33c	1	Na-HCO ₃ -(Cl)/(CO ₂)	δ	da	da	v uporabi
	33c	1	Na-HCO ₃ -Cl	δ	da		v uporabi
	33d	1	Na-HCO ₃ -Cl	δ	da		v uporabi
	33e	1	Na-HCO ₃	δ			v uporabi
34	34a	1	Na-(K)-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da	da	aktiven
	34b	1	Na-HCO ₃ -(Cl)/(CO ₂)	δ	da	da	v uporabi
35	35a	2	Na-HCO ₃ -(SO ₄)-(Cl)/(CO ₂)	δ	da		konservirana
36	36a	2,3	ni dostopnih kem. analiz				uničena
	36b	2,3	ni dostopnih kem. analiz				uničena
	36c	2,3	Mg-Ca-HCO ₃	β			v uporabi
	36c	2,3	Mg-Ca-HCO ₃	β			v uporabi
	36d	2,3	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v uporabi
	36e	2,3	Mg-Ca-(Na)-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v uporabi
37	37a	1	Na-(Ca)-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		likvidirana
38	38a	2	Na-(Ca)-(Mg)-Cl	γ	da		v uporabi
39	39a	1	Na-(Ca)-HCO ₃	δ			v uporabi
	39b	1	Ca-Mg-Na-HCO ₃	β			v uporabi
	39c	1	Na-HCO ₃	δ			v uporabi
40	40a	1	Na-(Ca)-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		n.p.
	40b	1	Na-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		v uporabi
	40c	1	Na-(Ca)-(Mg)-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		v uporabi
	40c	1	Ca-Mg-(Na)-HCO ₃ /(CO ₂)	β	da		v uporabi
	40d	1	Na-Ca-(Mg)-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		v uporabi
	40e	1	Na-Ca-(Mg)-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		n.p.
	40f	1	Na-HCO ₃ -(Cl)/(CO ₂)	δ	da		n.p.
	40g	1	Na-(Ca)-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		n.p.
	40h	1	Na-HCO ₃ -(Cl)/(CO ₂)	δ	da		n.p.
	40i	1	Na-(Ca)-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		v uporabi
	40j	1	Na-(Ca)-HCO ₃ -(Cl)/(CO ₂)	δ	da		n.p.
	40k	1	Na-HCO ₃ -(Cl)/(CO ₂)	δ	da		likvidirana, le piezometer
	40l	1	Na-(Ca)-HCO ₃ -(Cl)/(CO ₂)	β-δ	da		v mirovanju
	40m	1	Na-Mg-Ca-HCO ₃	β			n.p.
	40n	1	Na-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		v uporabi
41	41a	2,3	Mg-Ca-HCO ₃ -(SO ₄)	β			n.p.
	41b	2,3	Mg-Ca-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v mirovanju
	41c	2,3	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v uporabi
	41c	2,3	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v uporabi
42	42a	2	Na-HCO ₃ -SO ₄ /(CO ₂)	β-δ	da		v uporabi/mineralna voda
	42b	2	Mg-Na-(Ca)-HCO ₃ -SO ₄ /(CO ₂)	β	da		v uporabi
43	43a	2,3	Ca-Mg-HCO ₃	β			aktivna/preliva
44	44a	2	Na-(Ca)-HCO ₃ /(CO ₂)	δ	da		n.p.
45	45a	2,3	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
	45b	2,3	Ca-Mg-HCO ₃	β			uničena
	45c	2,3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
	45c	2,3	Ca-Mg-HCO ₃	β			n.p.
	45d	2,3	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi
46	46a	2,3	ni dostopnih kem. analiz				aktiven
47	47a	2,3	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v uporabi
	47b	2,3	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	β			v mirovanju
48	48a	2,3	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	β			v uporabi
49	49a	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			aktivna/preliva
	49b	3	ni dostopnih kem. analiz				v mirovanju
	49c	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v mirovanju
	49c	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v mirovanju
	49d	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
	49e	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
50	50a	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
	50b	3	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
51	51a	2	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi/pitna voda
	51b	2	Ca-Mg-HCO ₃	β			v uporabi
	51c	2	ni dostopnih kem. analiz				v uporabi

Preglednica 4. Izbor kemijskih parametrov termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji
Table 4. A selection of chemical parametrs of thermal and thermomineral waters in Slovenia

indeks 2	datum	T _{vode} °C	pH	TDS mg/l	Cl ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	K ⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	+	-	rel. napaka
1a_1	leto 1982	58	8	9441	747.0	5936.0	11.60	19.00	2699.0	3.90	1.00	118.16	118.60	-0.18%
1a_2	11. 6. 2001	62	8.2	1247	3.0	909.0	0.00	6.90	317.0	4.20	1.70	14.31	14.98	-2.28%
1b	12. 10. 1977	63.6	8.49	8635	2427.0	3268.0	34.70	185.00	2670.0	14.00	5.30	122.00	122.74	-0.30%
1c	22. 5. 1995	58	7.87	1333	12.1	931.5	5.00	5.00	350.0	4.99	1.71	15.74	15.71	0.10%
2a	24. 1. 2005	78	7.22	6788	72.5	4423.0	0.00	260.00	1875.0	98.60	55.60	97.70	74.53	13.45%
3c	25. 10. 1974	21.7	8.2	691	2.5	482.0	38.10	2.50	28.0	113.00	23.00	8.81	8.76	0.28%
4a	5. 1. 2005	20.9	7.23	427	1.4	255.0	67.70	1.60	4.9	75.50	20.30	5.69	5.63	0.56%
5a	9. 5. 1973	26-28	7.6	391	1.2	292.0	9.80	1.20	2.4	50.00	31.20	5.20	5.02	1.69%
6a	12. 6. 1995	30	8	215	1.1	145.0	17.00	1.10	2.2	30.90	17.70	3.12	2.76	6.13%
8b	1. 7. 1969	59.1	7.4	389	2.5	251.0	24.50	3.80	4.8	61.80	16.00	4.71	4.69	0.12%
8d	9. 5. 1973	64	7.5	360	2.7	262.0	11.50	3.40	6.0	45.60	26.50	4.80	4.61	2.06%
9a	29. 10. 1989	72	7.42	10475	6091.0	375.0	0.99	65	3340.0	410	90	174.81	177.97	-0.90%
9b	30. 11. 1990	78	6.67	20979	12112.6	651.7	48.57	124.00	6926.0	640.00	140.00	347.89	353.34	-0.78%
10a	2. 10. 1995	63		390	3.3	263.0	36.60	2.70	12.6	44.80	26.70	5.05	5.17	-1.14%
11a	7. 7. 1964	35.5	7.2	473	4.6	316.0	14.40	1.40	4.1	73.50	21.30	5.63	5.61	0.23%
12a	23. 12. 2004	55.3	8.6	563	16.0	378.0	0.00	2.60	155.0	8.50	0.80	7.30	6.65	4.68%
13a	2. 7. 1965		8.1	343	7.1	240.0	12.30	3.40	6.8	53.00	17.80	4.49	4.39	1.15%
13c	25. 5. 1976		7.6	356	2.5	256.0	14.50	2.10	4.0	56.40	18.10	4.53	4.57	-0.41%
13d	17. 7. 1978	33	7.5	351	1.9	248.0	14.20	2.70	7.2	55.40	16.70	4.52	4.41	1.20%
14b	12. 9. 2003	19.9	7.33	1378	464.4	312.4	102.08	9.40	243.0	125.00	40.90	20.41	20.35	0.16%
15a	15. 12. 1988		8.9	4735	660.0	1340.0	1225.00	63.00	1400.0	5.20	28.10	65.08	66.08	-0.76%
16a	26. 11. 2004	28	7.6	412	1.0	310.0	2.50	1.80	56.0	27.00	11.00	4.73	5.16	-4.31%
17a	29. 9. 1988	25.4	8.48	6152	3.8	3693.0	2.2	56	328.0	274.1	364	59.32	60.68	-1.13%
18b	28. 11. 1990	23.5	7.7	408	1.5	305.0	14.2	1.4	3.2	53.8	28.4	5.20	5.34	-1.34%
19a	30. 10. 1978	25.2	7.4	478	1.2	363.0	9.80	0.80	2.0	58.50	38.90	6.23	6.19	0.32%
20a	1. 10. 1994	20.2		254	0.0	183.0	13.60	1.00	0.9	35.00	20.00	3.46	3.28	2.58%
20b	1. 8. 2005	24	7.91	267	0.6	181.0	23.80	1.60	1.3	35.80	22.40	3.73	3.48	3.43%
21b	30. 10. 1978	23	7.4	370	1.6	278.0	7.10	1.10	2.6	50.10	26.40	4.81	4.75	0.67%
21c	18. 9. 2001	35.4	7.5	372	1.6	236.0	38.10	2.50	5.8	48.10	26.40	4.89	4.71	1.91%
21d	23. 10. 1985	24	7.7	382	2.2	283.0	11.9	1.45	2.4	49.4	28.9	4.98	4.95	0.36%
22a		28		360	3.1	267.2	2.71	2.20	2.0	43.62	24.95	4.37	4.52	-1.68%
22b	8. 1. 1929	31		428	7.0	300.0	38.16			53.00	29.55	5.08	5.91	-7.60%
22c	10. 11. 1997	27	7.3	694	18.0	340.0	26.00	4.30	37.0	62.00	25.00	6.87	6.62	1.84%
23a	12. 4. 1984	48.3	7.15	350	3.9	201.0	50.90	1.53	7.9	50.80	19.10	4.49	4.46	0.27%
23b	25. 12. 1986	48	7.3	342	2.1	209.0	48.20	1.40	4.0	57.00	18.70	4.59	4.49	1.15%
24a	19. 4. 1957	35.3		341	4.5	225.2	41.14	3.43	1.7	47.07	18.15	4.00	4.67	-7.74%
24c	31. 3. 1995	30.1	7.3	406	4.2	268.0	40.00	1.30	6.0	53.00	29.00	5.32	5.34	-0.18%
24c	20. 11. 2001	32.1	7.4	411	4.7	264.0	43.00	2.00	14.0	54.00	27.00	5.58	5.35	2.02%
25a	5. 9. 2005	60	8.3	1140	5.0	817.0	0.00	5.10	300.0	5.30	1.00	13.53	13.53	-0.02%
25b		64	7.9	1159	2.0	830.0	0.00	5.30	310.0	5.10	1.10	13.96	13.66	1.11%
26a	15. 12. 1980	46	8.45	1831	9.9	1312.0	4.80	7.74	481.0	7.21	1.70	21.62	21.88	-0.60%
26b	31. 5. 1974	50.5	8.71	2559	80.2	1440.0	0.92	19.50	738.0	3.92	1.30	32.90	25.88	11.94%
27a	leto 1988	148	8.1	22436	11735.0	2082.0	128.00	230.00	8214.0	36.00	11.00	365.87	367.79	-0.26%
28a	5. 5. 1994	24	8	11290	6700.0	300.0	800.00	135.00	3600.0	417.00	258.00	202.08	210.56	-2.05%
29a	8. 7. 1991	37.3	8.3	1128	365.0	274.0	7.00	25.70	340.0	6.40	2.40	15.96	14.93	3.34%
30b	15. 3. 1979	23.9	7.7	357	1.2	272.0	6.20	0.60	1.3	46.60	27.50	4.66	4.62	0.42%
30c	15. 8. 1979	23.9	7.7	334	0.4	256.2	7.00	0.50	1.5	40.10	27.30	4.32	4.36	-0.36%
30e	8. 2. 1984	26.5	7.7	358	1.1	262.0	13.50	4.10	3.0	43.30	27.60	4.67	4.61	0.65%
31a	23. 9. 2005	40.3	7.02	579	10.3	403.0	11.50	10.00	62.0	51.80	19.80	7.17	7.13	0.22%
32a	4. 2. 1974	42.2	8.8	801	2.3	577.0	0.00	8.00	205.0	5.30	1.80	9.53	9.52	0.07%
33a	10.1982		7.7	13099	1655.0	7042.0	425.00	186.00	3650.0	110.00	7.60	169.64	170.94	-0.38%
33b	leto 2004	64	7.2	15350	4800.0	5200.0	220.00	190.00	4100.0	105.00	21.00	190.17	225.19	-8.43%
33c	leto 1982	71	7.2	11140	643.0	7027.0	197.00	382.00	2757.0	91.10	19.40	135.83	137.40	-0.57%
33c	10. 4. 1983	60.3	7.8	1184	130.0	716.1	0.78	6.55	321.3	3.41	1.33	14.42	15.42	-3.34%
33d	29. 6. 1993	53	7.9	1190	107.1	687.0	1.80	7.00	310.0	7.10	3.40	14.30	14.32	-0.07%
33e	6. 3. 2006	55	7.8	569	13.0	390.0	0.00	2.70	150.0	7.80	1.10	7.07	6.76	2.28%

indeks 2	datum	T _{vide}	pH	TDS	Cl	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	+	-	rel. napaka
		°C		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	meq/l	
34a	7. 4. 1999	49	6.98	4222	115.0	2500.0	29.00	160.00	760.0	26.00	11.00	39.35	44.82	-6.50%
34b	3. 6. 1999	47.3	6.75	4413	180.0	2500.0	3.00	48.00	990.0	17.00	1.00	45.22	46.11	-0.98%
35a	26. 7. 1994	78	7.7	7433	309.0	4300.0	515	160	2000.0	3.1	19.5	92.85	91.91	0.51%
36c	27. 8. 1992	23.2	7.56	487	10.4	347.7	28.00	1.60	8.1	52.00	36.00	5.95	6.57	-4.99%
36~	27. 8. 1992	26.4	7.76	470	4.5	333.5	29.00	1.30	8.6	55.00	35.00	6.03	6.19	-1.34%
36d	16. 1. 1976	41	7.3	492	5.0	326.0	50.20	2.90	16.5	57.00	34.00	6.43	6.53	-0.73%
36e	12. 4. 1984	42	7.35	533	5.3	323.0	59.50	3.21	20.6	55.40	35.80	6.69	6.68	0.04%
37a	13. 10. 1987	23	7.9	1019	33.3	563.3		0.00	180.0	19.99	12.84	9.88	10.17	-1.44%
38a	6. 3. 1995	22	7.58	8916	4559.0	231.8	809.00	100.00	2630.0	360.00	183.70	150.03	149.24	0.27%
39a	13. 7. 2004	38	7.2	480	1.0	360.0	0.00	2.40	100.0	11.00	4.00	5.29	5.93	-5.70%
39b	17. 4. 1989	28.2	8.2	439	0.7	296.0	4.30	2.00	28.5	37.70	21.30	4.92	4.96	-0.37%
39c	18. 7. 2005	50.8	7.5	795	4.7	570.0	0.00	7.00	200.0	7.00	2.00	9.39	9.47	-0.43%
40a	12.1988	20.5*	7.6*	8762	150.5	4878.0	275.80	210.00	1370.0	307.00	108.00	89.17	89.93	-0.43%
40b	8.1986	21.4*	6.4*	8834	180.2	4804.0	366.00	230.00	1624.0	164.00	74.90	90.87	91.44	-0.31%
40c	8.1986	21.3*	6.6*	6081	91.5	3052.0	176.90	130.00	845.0	172.00	81.70	55.38	56.28	-0.81%
40~	12.1988	22.5*	6.7*	2998	7.7	1103.0	14.20	17.70	79.0	181.00	66.40	18.38	18.59	-0.56%
40d	8. 6. 1978	26.5*	6.08*	3800	60.7	1780.0	9.90	39.50	435.0	129.30	46.20	30.18	31.09	-1.48%
40e	6.1978	24.5*	7.5*	1139	44.0	676.0	5.20	11.00	137.0	77.00	24.00	12.06	12.43	-1.52%
40f	14. 6. 1977	21*	7	10018	530.4	5332.0	287.70	160.00	1990.0	201.80	84.30	107.66	108.34	-0.32%
40g	6.1978	22*	6.3*	5822	191.0	2975.0	7.60	61.00	930.0	139.00	47.60	52.86	54.30	-1.34%
40h	1.1977	34.5*	7.3*	9902	475.0	5485.0	390.00	196.00	2120.0	159.00	68.00	110.76	111.41	-0.30%
40i	3.1976	33.5*	7.2*	9578	202.3	5375.0	379.40	224.00	1820.0	204.00	74.40	101.19	101.70	-0.25%
40j	8.1978	28*		2359	125.0	1400.0	6.10	28.00	426.0	102.00	21.70	26.12	26.60	-0.90%
40k	9.1978	25*	7.8*	6232	316.0	2796.0	105.40	110.00	1342.0	136.80	55.60	72.59	56.93	12.09%
40l	1. 4. 1977	23*	6.54*	5142	252.8	2512.0	3	46.5	890.0	102.4	34.2	47.83	48.36	-0.56%
40m	21. 1. 1977	20.2*	8.17*	474	1.8	323.1	11.4		47.0	30.2	22.8	5.43	5.58	-1.42%
40n	22. 2. 1989		6.95	13002	165.2	8052.0	50.00	500.00	2375.0	201.30	142.10	137.83	137.67	0.06%
41a	26. 2. 1960		7.48	387	0.0	259.6	27.50	2.00	2.8	44.30	31.80	5.00	4.83	1.75%
41b	26. 2. 1960		7.63	395	0.0	259.4	34.00	2.00	2.8	46.40	30.90	5.03	4.96	0.71%
41c	20. 11. 2001	39.6	7.33	368	1.2	257.0	25.20	1.80	3.7	53.00	26.00	4.99	4.77	2.25%
41~	20. 11. 2001	38	7.45	369	1.2	259.0	24.90	1.80	3.7	49.00	29.00	5.04	4.80	2.45%
42a	10. 4. 1978	27	7	14568	59.3	8181.0	2164.00	12.50	1547.0	459.00	1071.00	178.62	180.81	-0.61%
42b		55	7.1	5811	490.0	2120.0	1400.00	51.00	1700.0	30.80	10.80	77.68	77.71	-0.02%
43a	18. 8. 2005	20.1	7.81	305	1.8	225.0	5.34	0.65	2.7	42.80	23.00	4.16	3.85	3.90%
44a		90	6.8	6182	5.0	4200.0	203.00	122.00	1414.0	181.00	57.00	78.35	73.20	3.39%
45b	17. 10. 1972	31.3	7.3	437	0.0	305.0	16.30	1.90	3.6	56.40	29.70	5.46	5.34	1.15%
45c	7. 10. 1974	33.8	7.39	462	3.2	302.0	19.70	1.87	3.8	55.00	30.40	5.46	5.45	0.09%
45~	8. 7. 1975	33.6	7.1	433	4.3	292.0	19.70	1.50	4.0	55.10	28.60	5.31	5.32	-0.02%
47a	16.12.1970	28.8	8.1	295	0.0	192.0	31.00	1.20	4.2	51.00	14.30	3.93	3.79	1.84%
47b	24. 10. 1976	28	7.44	384	3.6	223.0	30.70	1.00	3.4	61.40	14.40	4.42	4.39	0.34%
48a	5. 2. 1976	30.2	7.5	485	2.4	305.0	62.80	1.90	12.0	63.20	33.50	6.48	6.37	0.83%
49a	11. 1. 2000	27.4		392	1.5	270.0	16.00	1.40	3.5	52.00	26.00	4.92	4.80	1.25%
49c	30. 6. 1983		7.8	367	2.3	275.0	9.40	1.00	3.0	49.00	26.70	4.80	4.77	0.31%
49~	4. 6. 1990		7.9	378	3.0	290.0	1.00	1.60	4.2	49.40	25.90	4.82	4.86	-0.40%
49d	11. 1. 2000	29.6		353	1.6	260.0	18.00	1.60	3.7	40.00	26.00	4.34	4.68	-3.82%
49e	11. 1. 2000	28.3		363	1.7	260.0	18.00	1.60	3.1	50.00	26.00	4.81	4.68	1.32%
50a	8. 2. 1969	21	8.1	420	2.0	255.0		0.90	2.9	55.30	32.50	5.58	4.24	13.72%
50b	29. 1. 1982	23.8	7.6	352	2.0	253.0	17.00	0.90	2.6	48.40	25.80	4.67	4.56	1.27%
51a	13. 4. 1982		7.6	508	1.6	390.0	6.80	0.60	2.4	70.30	34.90	6.50	6.58	-0.61%
51b	25. 11. 1985	24.2	7.58	488	3.6	367.6	2.40	1.54	1.7	68.70	32.40	6.20	6.17	0.24%

* temperature in pH vrednosti z območja Radencev so vzete kot informativne iz disertacije dr. Pezdiča (1991) in niso istočasne s kemijsko analizo

* temperature and pH values from Radenci region are informative taken from dr. Pezdič (1991) dissertation, and are not synchronic with chemical analyse

Preglednica 4. Izbor kemijskih parametrov termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji (nadaljevanje)
 Table 4. A selection of chemical parameters of thermal and thermomineral waters in Slovenia
 (continuation)

indeks 2	datum	NH ₄ ⁺	F ⁻	Br	J ⁻	SiO ₂	T _{Na-K-Ca}	T _{SiO₂}	Opombe	Laboratorij*	Viri**
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	°C	°C	mg/l		
1a_1	leto 1982	13.68	7.60	1.46	1.16		243.4			n.p.	63
1a_2	11. 6. 2001	3.20	0.96	<0.02	<0.01	39.00	142.8	90.6		10	63
1b	12. 10. 1977	17.80	7.60	4.00	1.70	44.60	367.4	96.6		3	18
1c	22. 5. 1995	2.81	0.98	0.53	0.11		125.1			n.p.	47
2a	24. 1. 2005	1.54					268.6			11	53
3c	25. 10. 1974	<0.1					15.5			1	5
4a	5. 1. 2005	0.02				13.40	-0.2	49.0		6	57
5a	9. 5. 1973		<0.01	<0.1		8.20	-5.1	33.0		1	11
6a	12. 6. 1995	0.00					-1.1			7	44
8b	1. 7. 1969	<0.05				26.00	20.8	73.6		1	15
8d	9. 5. 1973		0.55	0.11		34.00	24.6	84.6		1	11
9a	29. 10. 1989	58		35	11		141.6			8	31
9b	30. 11. 1990	59.35		56.92	17.16		170.3		Sr 140	8	35
10a	2. 10. 1995					29.10	25.3	78.2		1	42
11a	7. 7. 1964						-3.6			1	18
12a	23. 12. 2004	1.18	<0.1	<0.02	0.01	22.00	77.9	67.1		10	61
13a	2. 7. 1965	<0.1	0.10		0.00	14.00	23.2	50.5		n.p.	10
13c	25. 5. 1976	<0.05	0.40			9.00	7.8	35.9		1	13
13d	17. 7. 1978	<0.05	0.50			11.00	17.7	42.4		1	16
14b	12. 9. 2003						66.7		H ₂ S 9.88, Sr 5	8	49
15a	15. 12. 1988	5.90				27.10	305.6	75.3		1	28
16a	26. 11. 2004	0.28				30.30	35.7	79.8		5	55
17a	29. 9. 1988	5.08	0.25	0	0.19	91.781	113.9	132.5	B 2, Li 3.1, Sr 10	3	30
18b	28. 11. 1990	<0.05					-1.2			n.p.	33
19a	30. 10. 1978	<0.05	<0.01			4.20	-15.5	13.5		1	18
20a	1. 10. 1994					4.80	-10.1	17.2		n.p.	40
20b	1. 8. 2005	<0.006				9.55	0.9	37.8		6	54
21b	30. 10. 1978	<0.05				4.30	-6.2	14.1		1	18
21c	18. 9. 2001	<0.014	0.32	<0.05		17.30	16.5	58.1		6	46
21d	23. 10. 1985		<0.05			9.5	-1.3	37.6		1	26
22a						9.23	7.5	36.7		13	3
22b	8. 1. 1929	0.00				13.50		49.3		12	1
22c	10. 11. 1997	<0.01					40.2			5	50
23a	12. 4. 1984	<0.1	0.28	0.06	0.00	22.00	7.4	67.1		4	23
23b	25. 12. 1986	<0.05					-0.5			1	27
24a	19. 4. 1957			0.02	0.01	9.50	14.7	37.6		n.p.	2
24c	31. 3. 1995	<0.01					1.7			5	43
24c	20. 11. 2001	<0.014				9.40	16.4	37.3		6	59
25a	5. 9. 2005	4.50	0.86	<0.02	<0.01	37.00	122.2	88.3		10	64
25b		3.90	0.69	0.03	<0.01	40.00	125.3	91.7		n.p.	61
26a	15. 12. 1980	6.50				146.97	138.0	159.9		n.p.	61
26b	31. 5. 1974	7.20	3.40	0.37	0.01	27.54	216.1	75.9	H ₂ S 2.2	4	18
27a	leto 1988		0.00	0.00			363.3			8	36
28a	5. 5. 1994			28.60			178.4		H ₂ S 33.0, Sr 18	1	39
29a	8. 7. 1991		6.50	2.00	0.01	11.30	197.4	43.3		5	37
30b	15. 3. 1979	<0.05				2.70	-20.3	1.9		1	17
30c	15. 8. 1979	<0.05				2.10	-20.8	-4.2		1	17
30e	8. 2. 1984	<0.05				2.80	24.4	2.8		1	25
31a	23. 9. 2005	0.41	5.04	<0.05	<0.05	23.60	72.7	69.8		6	56
32a	4. 2. 1974		0.49	<0.1		18.80	136.0	61.1		1	8
33a	10. 1982		0.00	23.00		44.45	254.6	96.4		n.p.	68
33b	leto 2004	29.00	<0.2	17.00	2.70	58.00	261.4	108.9	B 17, Li 5, Sr 14	n.p.	68
33c	leto 1982	18.80	1.83	3.00	0.30	27.66	316.3	76.1		n.p.	68
33c	10. 4. 1983	3.20	0.66	1.00	0.09	33.21	147.0	83.6		n.p.	68
33d	29. 6. 1993	2.23	0.38	0.10	0.03	24.31	127.7	70.9		3	38
33e	6. 3. 2006	0.89	<0.10	0.05	<0.01	29.00	80.7	78.0		10	65

* Analitski laboratorij / Analytic laboratory

1 Kemijski inštitut Boris Kidrič, Ljubljana

2 Geološki zavod Ljubljana - Fizikalno kemični laboratorij

3 Univerza v Ljubljani, VTOZD kemija in kemijska tehnologija, Katedra za analitsko kemijo

4 Zdravilišče Rogaška Slatina. Center za razvoj in znanstveno raziskovanje mineralnih vod, Maribor

5 Zavod za zdravstveno varstvo Maribor; Zavod za zdravstveno varstvo - Inštitut za varovanje okolja Maribor

6 Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto

7 Zavod za zdravstveno varstvo Nova Gorica

8 Ina Naftaplin, Laboratorij za ispitivanje stijena i ležišnih fluida, Zagreb

9 Zdravilišče Radenska Radenci, razvojni laboratorij

10 Vizkutat Vizkemia kft., Budapest

11 Aqualabor kft., Sandorfalva

12 Državni kmetijsko-kemijski zavod v Ljubljani

13 J. Mitteregger

indeks2	datum	NH ₄ ⁺	F ⁻	Br	J ⁻	SiO ₂	T _{Na-K-Ca}	T _{SiO2}	Opombe	Laboratorij*	Viri**
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	°C	°C	mg/l		
34a	7. 4. 1999	8.53	0.54	0.69	0.16	19.00	276.7	61.5	B 2.8	5	47
34b	3. 6. 1999	8.53	0.52	1.39	0.65	21.00	217.4	65.3	B 5.6	5	47
35a	26. 7. 1994		2.8			72	462.2	119.6		6	41
36c	27. 8. 1992	0.03	0.09	0.20	0.15	11.44	8.2	43.7		4	66
36~	27. 8. 1992	<0.01	0.12	0.22	0.18	12.92	3.6	47.8		4	66
36d	16. 1. 1976	0.17	<0.1	<0.01	0.00	18.70	25.3	60.9		4	14
36e	12. 4. 1984	<0.1	0.12	0.06	0.00	27.00	29.9	75.1		4	22
37a	13. 10. 1987									9	29
38a	6. 3. 1995	1.65	3.60	19.90	2.00	33.33	162.5	83.8	H ₂ S 5.95, Sr 11.8	4	60
39a	13. 7. 2004					34.90	65.5	85.8		5	51
39b	17. 4. 1989	0.29	0.12	<0.01	0.04	30.16	27.3	79.6		3	32
39c	18. 7. 2005	0.99	0.31	0.02	<0.05	35.00	122.0	85.9		5	58
40a	12.1988		0.80	0.25		39.06	196.5	90.6		n.p.	36
40b	8.1986		1.50	0.51		37.69	231.9	89.1		n.p.	36
40c	8.1986		1.33	0.41		47.11	182.1	99.1		n.p.	36
40~	12.1988		0.50	0.06		54.87	67.0	106.2		n.p.	36
40d	8. 6. 1978	3.06	1.60	0.20	0.09	23.39	123.9	69.4	Sr 2.9	3	18
40e	6.1978		0.29	0.12		20.44	75.7	64.3		n.p.	36
40f	14. 6. 1977	3.80	3.04	0.59	0.24	11.77	204.3	44.6	B 11.1	3	18
40g	6.1978		1.10	0.35		38.07	152.4	89.5		n.p.	36
40h	1.1977		1.67	0.20		11.17	228.5	42.9		n.p.	36
40i	3.1976		2.20	0.70		21.35	223.0	65.9		n.p.	36
40j	8.1978		0.50	0.22		28.42	116.0	77.2		n.p.	36
40k	9.1978		1.14	0.73		19.91	189.9	63.3		n.p.	36
40l	1. 4. 1977	6.03	1.22	0.12	0.16	13.93	148.5	50.4		3	18
40m	21. 1. 1977	0.58	0.14	<0.02	<0.02	17.31		58.1	B 2.1	3	18
40n	22. 2. 1989	15.80		0.45	0.05		289.3			9	67
41a	26. 2. 1960					13.80	7.7	50.1		2	4
41b	26. 2. 1960					12.70	7.1	47.2		2	4
41c	20. 11. 2001	<0.014				13.40	5.0	49.0		6	48
41~	20. 11. 2001	<0.014				13.90	6.1	50.3		6	48
42a	10. 4. 1978	1.02	0.85	0.12	0.03	122.30	67.8	148.8	B 3.8, Li 3.2, Sr 9.1	4	18
42b	-		5.10	0.20	0.23	8.90	207.8	35.5		n.p.	62
43a	18. 8. 2005	<0.02				6.87	-13.7	27.5		6	52
44a	-		0.00	0.00		51.67	186.2	103.4		n.p.	36
45b	17. 10. 1972	<0.1					5.1			1	18
45c	7. 10. 1974	0.02	0.24	<0.01		5.80	5.5	22.6		4	7
45~	8. 7. 1975	<0.1				13.80	1.3	50.1		1	9
47a	16.12.1970		0.18		0.03	11.50	-1.7	43.9		n.p.	6
47b	24. 10. 1976	0.01	0.01	0.00	0.01	10.60	-8.8	41.2		4	18
48a	5. 2. 1976	<0.05				8.60	11.9	34.5		1	12
49a	11. 1. 2000					9.00	-0.2	35.9		5	45
49c	30. 6. 1983	0.00	0.11			9.10	-6.8	36.2		1	21
49~	4. 6. 1990	0.07					4.4			1	34
49d	11. 1. 2000					11.00	6.4	42.4		5	45
49e	11. 1. 2000					10.00	2.2	39.3		5	45
50a	8. 2. 1969	62.00				6.20	-10.5	24.5		1	18
50b	29. 1. 1982	<0.05					-9.5			1	19
51a	13. 4. 1982		0.00			8.20	-21.4	33.0		5	20
51b	25. 11. 1985	0.16	0.00	0.14	0.00	14.54	-6.7	51.9		5	24

** Viri/resources

- 1 Državni kmetijsko-kemijski zavod, 1929: Preiskovalna svedočba, Ljubljana.
- 2 Miholić, S., 1957: Izveštaj o termalnem vrelu v Laškem, Zagreb.
- 3 Sedlar, J., 1958: Prehod eksploatacije v globino pri debelih premgovnih slojih s posebnim ozirom na zasavska slojišča. Doktorska disertacija (zavrnjena). Trbovlje - Celje.
- 4 Kandare S., 1960: Poročilo o analizi dveh vzorcev termalne vode iz Rimskih toplic. Geološki zavod Ljubljana.
- 5 Nosan, A., 1968: Poročilo o rezultatih hidrogeoloških raziskav v vrtini T-9 na Bledu. Geološki zavod Ljubljana.
- 6 Novak, D., 1973: Nekaj podatkov o izvirih v območju Topolšice in Stranic. Geološki zavod Ljubljana.
- 7 Veselič, M., et al., 1974: Fazno poročilo o hidrogeoloških raziskavah za termalno vodo v Šmarjeških toplicah. Geološki zavod Ljubljana.
- 8 Žlebnik, L., et al., 1974: Poročilo o rezultatih raziskav termalne vode v Moravcih pri Ljutomerju. Geološki zavod Ljubljana.
- 9 Božović, M., et al., 1975: Poročilo o drugi fazi hidrogeoloških raziskav za termalno vodo v Šmarjeških toplicah. Geološki zavod Ljubljana.

- 10 Drobne, F., et al., 1975: Poročilo k hidrogeokemičnim kartam ionskega razmerja Ca/Mg in Cl/SO₄ v M = 1 : 200 000. Geološki zavod Ljubljana.
- 11 Lapajne, J., et al., 1976: Raziskave območja termalnih izvirov jugovzhodne Slovenije, II.faza 1974-1975. Geološki zavod Ljubljana.
- 12 Mencej, Z., 1976: Rezultati hidrogeoloških raziskav v vrtini V-2/76 pri cementarni v Trbovljah. Geološki zavod Ljubljana.
- 13 Nosan, A., et al., 1976: Poročilo o hidrogeoloških raziskavah termalne vode v Dolenjskih Toplicah v letu 1975/76. Geološki zavod Ljubljana.
- 14 Veselič, M., 1976: Poročilo o izvedbi raziskovalne vrtnine V-3/75 v Podčetrtku. Geološki zavod Ljubljana.
- 15 Žlebnik, L., 1977: Letno poročilo o rezultatih raziskovalne naloge: Izdelava karte termalnih in mineralnih vod Slovenije 1:200 000, I. faza. Geološki zavod Ljubljana.
- 16 Marinko, M., 1978: Poročilo o izdelavi zajetja termalne vode v Dolenjskih Toplicah. Geološki zavod Ljubljana.
- 17 Veselič, M., et al., 1979: Raziskave termalne vode v Medijskih toplicah pri Izlakah. Geološki zavod Ljubljana.
- 18 Žlebnik, L., 1979: Letno poročilo: Karta termalnih in mineralnih vod v Sloveniji v merilu 1:200 000 (III. faza). Geološki zavod Ljubljana.
- 19 Mencej, Z., 1982: Poročilo o rezultatih raziskovalne naloge z "Hidrogeološke raziskave termalne vode v Vrhniki". Geološki zavod Ljubljana.
- 20 Verbovšek, R., 1982: Raziskave termalne vode v Zrečah 1981/82. Geološki zavod Ljubljana.
- 21 Verbovšek, R., 1983: Raziskave termalne vode pri Vasenem v Tuhinjski dolini. Geološki zavod Ljubljana.
- 22 Nosan, A., 1984: Poročilo o raziskavah termalne vode v Atomskih Toplicah. Geološki zavod Ljubljana.
- 23 Majhen, I., et al., 1985: Poročilo o piezometrični vrtini PD-10 k/84 v Titovem Velenju. Geološki zavod Ljubljana.
- 24 Verbovšek, R., 1985: Raziskave vodonosnika s termalno vodo pri Radani vasi. Geološki zavod Ljubljana.
- 25 Veselič, M., 1985: Poročilo o raziskavah termalne vode v Medijskih toplicah vletih 1983 in 1984. Geološki zavod Ljubljana.
- 26 Verbovšek, R., et al., 1986: Poročilo o geotermičnih raziskavah pri Topličniku (Kostanjevica) s predlogom lokacije strukturno-kaptažne vrtnine globine 800 m. Geološki zavod Ljubljana.
- 27 Otorepec, S., et al., 1987: Poročilo o tehnični izvedbi poskusnega vodnjaka TVD-10/86 v Lajšah pri Šoštanju. Geološki zavod Ljubljana.
- 28 Božovič, M., 1988: Raziskave za podzemno skladiščenje plina napodročju Slovenskih goric. Končno poročilo o raziskovalni vrtini Šom-1/88 v Šomatu. Geološki zavod Ljubljana.
- 29 Sadnikar, J., 1988: Podzemno skladiščenje plina. Poročilo o strukturno geološki vrtini PdG-1/87 (Slovenske Gorice). Geološki zavod Ljubljana.
- 30 Žlebnik, L., 1988: Poročilo o zbiranju podatkov o nahajališčih in pojavih mineralnih vod v SR Sloveniji, II. faza. Geološki zavod Ljubljana.
- 31 Čabrac, S., 1989: PVT svojstva: analize fluida sa bušotine Dankovci-1. Izvještaj o rezultatima laboratorijskih ispitivanja. Ina Naftaplín, Zagreb.
- 32 Žlebnik, L., et al., 1989: Poročilo o raziskavah termalne vode v Hajdini pri Ptuj. Geološki zavod Ljubljana.
- 33 Drobne, F., et al., 1990: Poročilo o izvedbi hidrogeoloških raziskav v okviru RN "Hidrogeološke raziskave vodnih virov za vodooskrbo porečja Krke", V. faza -1990, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 34 Verbovšek, R., 1990: Raziskave termalne vode pri Snoviku v Tuhinjski dolini, vrtina V-15/88,90. Geološki zavod Ljubljana.
- 35 Božovič, M., et al., 1991: Končno poročilo o raziskovalni vrtini Dan-3. Geološki zavod Ljubljana.
- 36 Pezdič, J., 1991: Izotopi v termo-mineralnih vodnih sistemih. Disertacija. Univerza v Ljubljani, FNT - Montanistika, Ljubljana.
- 37 Trček, B., 1991: Poročilo o poglobljanju raziskovalno-kaptažne vrtnine MB-1/90 za zajem termalne vode v Stražunskem gozdu pri Mariboru (pripraviška naloga). Geološki zavod Ljubljana.
- 38 Kralj, P., 1993: Poročilo o raziskovalnih delih na vrtini Mt-7 v Moravskih toplicah. II. faza. IGGG, Ljubljana.
- 39 Brenčič, M., 1994: Hidrogeokemična interpretacija vod v vrtini Lu-1/94. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 40 Ferjančič, L., 1994: Poročilo: Raziskava izvira tople vode pri Topličarju v dolini Kopačnice. Getez, d.o.o., Logatec.
- 41 Sadnikar, J., et al., 1994: Izvedba raziskovalnega poizkusa vrtini Peč-1 (reservoir limit test), Geoko d.o.o. in IGGG, Ljubljana.
- 42 Božovič, M., 1995: Poročilo o izdelavi vrtnine AFP-1/95 v Dobovi. GZL - Podjetje za geotehnična dela p. o., Ljubljana.
- 43 Matoz, T., et al., 1995: Poročilo o vrtini L-1/95. IGGG, Ljubljana.
- 44 Brenčič, M., 1996: Hidrogeokemična interpretacija vode v vrtini CE-2/95 Cerkno. IGGG, Ljubljana.
- 45 Ogorelec, B., 2000: Možnost zajema in izrabe termalne vode na območju med Smlednikom, Strmolom in Volčjim Potokom, I. faza. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 46 Božovič, M., 2001: Poročilo o črpalnem poizkusu na geotermalni vrtini SI-1/86 v Kostanjevici. Preliv d.o.o., Ljubljana.
- 47 Kralj, P., 2001: Das Thermalwasser-System des Mur-Beckens in Nordost-Slowenien. Mitteilungen zur Ingenieurgeologie und Hydrogeologie, 81, 57 S. Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie der RWTH, Aachen.

- 48 Lapanje, A., et al., 2002: Hidrogeološke strokovne podlage za koncesijo za izkoriščanje termalne vode v Zdravilišču Rimske toplice. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 49 Juranič, L., 2003: Zbirni izveštaj o ispitivanju uzoraka fluida s bušotine LIV-1. Ina Naftaplin, Zagreb. Podatki posredovani s strani STAVBENIK, gradbeništvo d. o. o.
- 50 Božovič, M., 2004: Poročilo o črpalnem poskusu na vrtini KT-1/97 v Zagorju. Preliv d.o.o., Ljubljana.
- 51 Lapanje, A., et al., 2004: Hidrogeološke podlage za vodno dovoljenje za izkoriščanje termalne vode v termah Ptuj. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 52 Celarc, B., 2005: Geološke, hidrogeološke in geotermalne raziskave na območju Medvod, I. faza. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 53 Kraljič, M., et al., 2005: Poročilo o izgradnji vrtine Benedikt-2 (Be-2). NaftaGeoterm, Lendava.
- 54 Prestor, J., et al., 2005: Geofizikalnemeritve in spremljavazaizvedbo raziskovalno kaptažne vrtine TOP-1/05 pri Topličarju. Geološki zavod Ljubljana.
- 55 Lapanje, A., et al., 2005: Poročilo o izvedbi raziskovalno - kaptažne vrtine Jan-1/04. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 56 Lapanje, A., et al., 2005: Poročilo o izvedbi raziskovalno-kaptažne vrtine MD-1/05. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 57 Lapanje, A., et al., 2005: Poročilo o izvedbi raziskovalno-kaptažne vrtine Met-1/04. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 58 Lapanje, A., et al., 2005: Poročilo o izvedbi raziskovalno-kaptažne vrtine P-3/05. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- 59 podatki Geološkega zavoda Slovenije, Ljubljana.
- 60 podatki posredovani s strani Hotelov Palace d.d., Portorož.
- 61 podatki posredovani s strani Nafta Geoterm, Lendava.
- 62 Osvald, L., Analiza termo-mineralne vode vrelca RT-1/92 Zdravilišča Rogaska, Rogaska Slatina. ZZV-IVO Maribor.
- 63 podatki posredovani s strani Term Banovci (Panonske terme).
- 64 podatki posredovani s strani Term Lendava (Panonske terme).
- 65 podatki posredovani s strani Turizma Meteor d.o.o., Moravske toplice.
- 66 podatki posredovani s strani Term Olimia.
- 67 podatki posredovani s strani Term Radenci (Panonske terme).
- 68 podatki posredovani s strani Term 3000 (Panonske terme).