

Pripombe k članku »Izvor in kemijska sestava termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji« avtorja A. Lapanja, (Geologija 49/2, 2006)

Comments on the paper »Origin and chemical composition of thermal and thermomineral waters in Slovenia«, by A. Lapanje (Geologija 49/2, 2006)

Polona KRALJ

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

Izveček

V prispevku »Izvor in kemijska sestava termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji« avtorja A. Lapanja se pojavljajo napake, ki govorijo o avtorjevem slabem poznavanju osnovnih kemijskih pojmov in principov, ne le na akademskem, temveč tudi na osnovnošolskem nivoju.

V tekstu avtor neustrezno ali pa sploh ne podaja ali vsebinsko komentira spoznanj in idej predhodnih raziskav in študij, ki se nahajajo bodisi v arhivskih delih ali v domačih in tujih publikacijah, tako, da vzbudi pri bralcu občutek izvirnosti.

Zelo težko je trditi, da ta prispevek ustreza zahtevam in idejam preglednega znanstvenega članka, kot ga je opredelil recenzent, oziroma izvirnega znanstvenega članka, kot je uvrščen v COBISS-u.

Abstract

Contribution »Origin and chemical composition of thermal and thermomineral waters in Slovenia« written by A. Lapanje contains mistakes that give evidence of the author's confuse knowledge of chemical concepts and principles, which should be evident not just at academic but primary school level. Throughout the text, studies, results and ideas of the previous researchers are not treated, commented and cited appropriately or not cited at all, although they are documented in archive reports and published in national and international magazines. Consequently, a reader gets a misleading impression of originality.

Lapanje's contribution hardly meets the conditions and ideas of a scientific review paper as it has been qualified by the reviewer, or original scientific paper as categorised in COBISS.

Navedba pripomb po sosledju strani

Stran 347

Že na prvi strani bralca neprijetno presenetijo tiskovne posebnosti in napačne navedbe. Poglavlje »Dosedanje raziskave«, ki so podane pred »Uvodom«, so prikazane v drobnem tisku, kar je posebnost v reviji Geologija, in ne povedo dosti več kot navedba literature. Neokusno napako v priimku pionirja slovenske hidrogeologije, prof. dr. Dušana Kuščerja, bi morala prepoznati vsaj

recenzent in glavni urednik. Napačno sta citirana tudi Kralj P. in Kralj Po. (2000, 2004). Tako je že iz prve strani razpoznaven omalovaževalen odnos do dela drugih raziskovalcev, in kot sledi skozi celoten tekst vključno z zaključki, z jasnim namenom prepričati bralca o izvirnosti avtorjevih idej.

Stran 348, 2. odstavek, 1.vrstica

Avtor navaja, da je namen prispevka prikaz prostorske porazdelitve in osnovnih lastnosti termalnih virov, ki temelji na ar-

hivskih podatkih. Pri tem se avtorju ne zdi pomembno, da je zelo podobna razporeditev (**slika 1**) 30 lokacij termalnih izvirov in 50 lokacij vrtin s termalno ali mineralno vodo v Sloveniji že bila objavljena v delu »Geološke strukture: viri termalnih in mineralnih vod v Sloveniji« (Ravnik et al., 1992), omenjeno sliko pa spremljata tudi tabeli, v katerih je navedena točna lokacija, nadmorska višina, globina vrtine, srednja letna temperatura kraja, temperatura vode na izviru oziroma ustju vrtine, izdatnost, vrsta uporabe in termična moč.

Stran 348, Osnovne definicije

V 11. vrstici avtor navaja Kodeks norm za naravno mineralno vodo, citiram »ki vsebuje več kot 1000 mg/l skupnih raztopljenih soli...«, konec citata. V kodeksu je najbrž omenjen TDS (total dissolved solids), kar ne pomeni soli, temveč trdne snovi. Razlika je v kemijskem smislu pomembna, kajti med trdnimi snovmi, ki se pojavljajo v suhem preostanku mineralnih in termomineralnih vod po procesu izparevanja so lahko tudi druge trdne snovi, naprimer, železovi oksidi, kremenica..., ki niso soli.

Strani 348, 350, 351, ki se nanašajo na poglavje Klasifikacija termalnih sistemov

V naslovu se pojavlja izraz termalni sistemi, avtor pa vseskozi omenjeno poglavje uporablja izraz »geotermalni sistemi«. Iz teksta tako ni razvidno če in zakaj takšno razlikovanje. V besedilu in na sliki 2 v članku A. Lapanja (stran 350), se pojavlja izraz prevladujoče normalen zemeljski toplotni tok – kaj je potemtakem neprevladujoče normalen toplotni tok? V kakšnem smislu skriti sistemi oziroma globoki vodonosniki podpirajo ozke in široke prelome cone – jih podpirajo ali le napajajo? Izraz vroevodni sistem se mi ne zdi najbolj primeren za naravne sisteme, morda je bolj udomačen v izrazoslovju za tehnološke postroje.

Slike 3, 4 in 5 (v članku A. Lapanja) v tekstu sploh niso omenjene ali obrazložene oziroma vpete v kontekst besedila, temveč so navržene brez kakršnekoli razlage in pojasnila oznak. Na sliki 3 in 4 (v članku A. Lapanja) piše, citiram »Shematski model nizkotemperaturnega vodonosnika (Δz)....«, konec citata; avtor je sliki in komentar k njima iztrgal iz širšega teksta Hochsteina (1988), kjer so oznake na slikah razložene

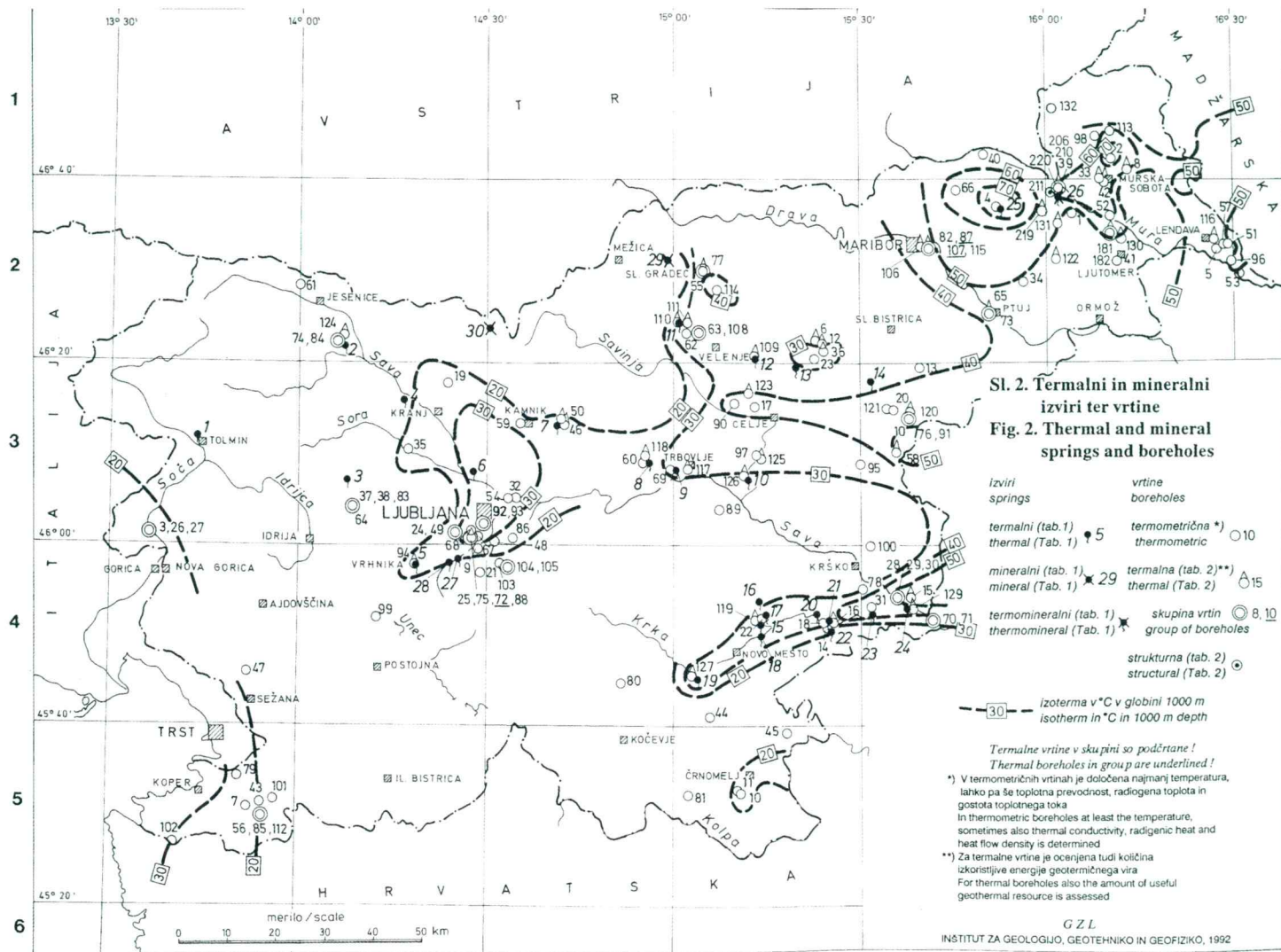
pojmovno in matematično. Δz ni vodonosnik, temveč le njegova debelina. Na sliki 3 (v članku A. Lapanja) je oznaka vrtine A nejasna in nepotrebna, poleg tega pa je nameščena neprimerno. Na sliki 4 (v članku A. Lapanja) ne razumem, zakaj je k enkrat nizek (moškega spola), drugič pa visoka (ženskega spola). Na sliki 5 (v članku A. Lapanja) angleški in slovenski tekst nista v skladu, citiram »...nizkotemperaturnega sistema toplih izvirov.« in »...low-temperature aquifer warm spring system...«. Kje se je v slovenskem tekstu izgubil vodonosnik in kateri komentar je pravilen?

Stran 350, poglavje Kemijska sestava podzemne vode

3. vrstica: citiram »Koncentracija glavnih kamninotvornih mineralov v vodi je nadzorovana«, konec citata. Avtor očitno ne pozna definicije koncentracije, niti kamninotvornih mineralov, saj teh dveh pojmov sicer ne bi združil v tako nesmiselno trditev. Če je imel v mislih pojme, ki se pojavljajo v računalniških programih modeliranja vodnih raztopin, bi moral to definirati v popolnoma drugačnem kontekstu. Kako so koncentracije nadzorovane ali kontrolirane, kot se kasneje v tekstu tudi pojavlja. Jih res kdo ali kaj nadzoruje, ali pa so le od česa odvisne, oziroma nanje vplivajo, jih pogojujejo fizikalni in kemijski dejavniki?

6.–12. vrstica: avtor navaja kot glavne ione, ki prevladujejo v večini voda Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} in NO_3^- . Že v naslednjem stavku pa ugotavlja, da so nekateri topni elementi zelo redki, pri čemer kot prvega navaja prav Cl , med drugimi pa tudi NH_4 in CO_2 , ki mimogrede res nista elementa – prvo bi lahko bil amonijev ion NH_4^+ , CO_2 pa je plin, v katerega molekuli sta dve različni vrsti atomov. V čem je razpoložljivost kloridnih ionov in nerazpoložljivost klora? Pri tem je definicija klora kot topnega elementa nesmiselna, topne so lahko njegove soli in druge spojine v katerih nastopa, ali pa plin Cl_2 . In zakaj takšno kategorično razlikovanje med karbonatnima specijama plinom CO_2 in HCO_3^- ioni, ki sta v vodi med seboj povezani s procesom raztapljanja ogljikovega dioksida in spajanja z vodo v ogljikovo kislino, ter njeno disociacijo v vodikove in hidrojenkarbonatne ione?

Res je, da so koncentracije nekaterih soli, na primer natrijevega klorida v podzemnih



vodah lahko zelo velike. Primere najdemo tudi ponekod v globljih delih Murske udorine, vendar je pri tem uporaba pojma »razpoložljivost« po mojem mnenju neprimerna, saj ne gre za enostavne procese raztapljanja, temveč za zapleteno spreminjanje prvotne porne vode, pri katerem je pomembno veliko geokemičnih in fizikalnih procesov, med njimi tudi selektivna filtracija ionov preko glinenih mineralov, ki delujejo ob visokih tlakih kot molekularna sita (Kralj & Kralj, 2000).

13.–25. vrstica, citiram »Podrejeno se pojavljajo železo, mangan, fluorid, kremenica (SiO_2) ter amonij NH_4^{+} «, konec citata. Glede na to, da avtor v tem poglavju ne obravnava le podzemnih vod v Sloveniji, temveč splošno, je potrebno pripomniti, da je vsebnost kremenice v nekaterih okoljih, predvsem vulkanskih, lahko zelo velika, tudi preko 800 ppm (Goff & Janik, 2000). Izraz amonij je nepravilen, saj gre za amonijeve ione. V nekaterih tujih člankih je mogoče zaslediti poenostavljen zapis ionov, na primer NH_4 (kot ga je A. Lapanja uporabil v 11. vrstici), vendar pa je to skozi celoten tekst uporabljano enotno in ne kot v tem primeru, kjer se način zapisovanja menja od vrstice do vrstice, kakor je avtor pač prepisoval iz različnih virov, in kar seveda ni prav. Tako tudi v tekstu, ki sledi in se nanaša na preglednico 4, piše ione brez naboja, naprimer SO_4 namesto SO_4^{2-} , v preglednici 4 pa zopet uporablja ionske oblike. In da je mera polna, se avtorju po vsej zmedbi med ioni, elementi, parametri, elementi, ki to niso temveč so le plini ali ioni, naenkrat zadopade izraz specije! Brez oklevanja in brez navedbe ali gre za ionske oblike pri Na, K, Ca, Mg in Cl, ter zopet brez zapisa nabojev na hidrogenkarbonatnih in sulfatnih ionih, vse navedeno skupaj s kremenico vred proglasi za specije! Specije so različne kemijske oblike v katerih se nahaja atom (Prohić, 1998), zato se izraz navadno uporablja za kemijske zvrsti enega atoma, na primer, FeOH^{2+} , Fe^{3+} , Fe(OH)_2^{+} , $\text{Fe(SO}_4)_2^{-}$, FeSO_4^{+} so specije trivalentnega železa, CO_2 , HCO_3^{-} , CO_3^{2-} , so karbonatne specije.

Stran 351

7.–12. vrstica. Avtor razloži, da je zaradi nerazpoložljivosti podatkov o količini trdnih snovi v vodah, citiram »... z uporabo programa Aquachem 5.1 (Waterloo Hydrogeologic, Inc., 2006) izračunal količino skupnih raztopljenih snovi (TDS)«, konec citata. TDS

(total dissolved solids) je preostanek sušenja na določeni temperaturi, v kolikor pa gre za vsoto koncentracij vseh ionov, ki so bili v danem vzorcu vode analizirani, pa se navadno uporablja izraz TDI (total dissolved ions), (Mazor, 1997).

Stran 351, poglavje Razvoj kemijske sestave vode

V tekstu ni navedeno sklicevanje na sliko 6 (v članku A. Lapanja), temveč sta citirana le avtorja dela iz katerega je povzeta razlaga glavnih geokemičnih procesov v atmosferi, biosferi in geosferi. Predvidevam, da je iz dela Stömberg & Banwart (1994) prepisana tudi večina preostalega dela poglavja, čeprav avtor tega ne navaja. V poglavju se namreč nahaja kar nekaj reakcij, za katere upravičeno domnevam, da niso avtorjevo odkritje. Reakcije niso oštevilčene in tudi v tekstu ni označeno, na katerem mestu se avtor nanje sklicuje. Zaradi tega je tudi sam tekst nejasen, citiram »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«, konec citata. Navedene reakcije raztapljanja kalcijevega karbonata, magnezita in albita niso medsebojno povezane, zato tudi nimajo skupnega rezultata, saj se sprošča kremenica le v primeru preperevanja albita. V navedenih reakcijah so zaradi enostavnosti zapisani kot reaktanti CO_2 in voda, čeprav je, tudi poenostavljeno, reaktant ogljikova kislina, ki nastaja zaradi raztapljanja CO_2 v vodi. Zato je trditev, da je rezultat reakcij poraba kisline ali CO_2 nesmiselna, saj CO_2 sam ne vstopa v reakcijo s karbonatom. Nadalje bi težko rekli, da se alkalnost pojavlja v obliki hidrogenkarbonatnega iona, temveč zaradi njegove prisotnosti v vodni raztopini (avtor navaja sicer »bikarbonata HCO_3^{-} «, čeprav je bikarbonat trdna snov, naprimer kalcijev bikarbonat $\text{Ca(HCO}_3)_2$, izraz bikarbonatni ion pa že vsaj 30 let velja za nepravilen). Tudi sam izraz kislinsko-bazične reakcije ni pravilen, temveč so to kislinsko-bazne reakcije. Če bi avtor poznal bistvo teh reakcij, takšne neumnosti najbrž ne bi napisal, saj se eno nanaša na bazičnost drugo pa na bazo.

Stran 352

Citiram »Vse te reakcije prispevajo v raztopino topljenec«, konec citata. Toplje-

nec je snov ki se topi v topilu, pri čemer nastane raztopina. To definicijo vsebuje že učbenik kemije za osnovne šole (Gabrič et al., 2001). In kako potem reakcije, recimo raztapljanja, prispevajo v raztopino snovi, ki se nato v raztopini raztapljajo, še posebej v primerih, ki jih je navedel avtor, kjer so to trdne snovi, na primer natrijev klorid, kalcijev karbonat. Trditev je nesmiselna tudi za reakcije ionske izmenjave na gline-nih mineralih.

V istem odstavku sledi še ena absurda formulacija, citiram »Vodonosnik, bogat s kalcijevim karbonatom, izkazuje visok pH, v vodi pa prevladujejo Ca^{2+} in HCO_3^- «, konec citata. Le kako je mogoče nekaj tako enostavnega, kar ve vsak osnovnošolec, povedati nepravilno? Vodonosnik je vendarle kamnina (oziroma sediment) in voda, ki je v njej ali njem, torej sistem kamnine (sedimenta) in vode, ki jo ta kamnina (sediment) vsebuje v razpokah ali porah! Sam vodonosnik ne more imeti nikakršen pH, temveč le voda v njem. In kaj avtorju pomeni visok pH? Da bi našla odgovor na to, sem pobrskala po preglednici 3 in preglednici 4 (v članku A. Lapanja). Izberem vodonosnike, katerih kamnina sestoji iz apnenca in nima značilnega pojavljanja plina CO_2 . V najožji izbor pridejo vzorci 11a (Dobrna) – pH = 7,2; 13a (Dolenjske Toplice) – pH = 8,1; 21b (Topličnik pri Kostanjevici na Krki) – pH = 7,4 in 21d (Kostanjevica ob Krki, vrtina V-6/72) – pH = 7,7. Je torej po avtorjevem videnju visok pH tudi blizu nevtralnemu? Pogledam še v mojo objavo »Chemical composition of low-temperature (< 20–40 °C) thermal waters in Slovenia« (Kralj, Polona 2004), v katerem so podrobne kemijske analize vod iz izvirov v Zunanjih Dinaridih, Ljubljanskem bazenu in njegovem obrobju, Tuhinjski sinklinali ter robnih delih Velenjskega bazena in Krškega bazena, kjer prevladujejo predvsem vodonosniki s kamnino karbonatne sestave. Najvišji pH, ki ga uspeš izbrati izmed teh analiz je 8,25, pa še ta je iz zahodne Hrvaške (Lešće), blizu Metlike. Le kako bi avtor potem imenoval pH = 9 – 11?

Stran 352

V tretjem odstavku, citiram »V podzemni vodi, ki se v vodonosniku zadržuje dolgo časa, lahko postanejo pomembne tudi druge reakcije. Z ionsko izmenjavo se kalcij nadomešča z natrijem«, konec citata. Medtem

ko je v prvem odstavku na isti strani napisal reverzibilno (!) reakcijo ionske izmenjave natrija s kalcijem (in s tem tudi kalcija z natrijem), imenuje v tretjem odstavku isto reakcijo kot drugo reakcijo. Nato sledi, citiram »Podtalnica postopoma postaja bolj redukcijska, organski ogljik pričenja porabljati in reducirati oksidirane specije, kot so Fe^{3+} , Mn^{4+} ...«, konec citata. Ogljik ne porablja železovih (III) ionov ali manganovih (IV) ionov, temveč jih le reducira. Le kaj je mislil avtor? Dalje citiram »...(redukcijske reakcije porabljajo protone in proizvajajo bikarbonat)....«, konec citata. Avtorjevo nepoznavanje osnovnih pojmov v kemiji je zares grozljivo. Vsak osnovnošolec vam bo povedal, da so redoks reakcije dvosmeren proces, o redukciji ali oksidaciji pa govorimo takrat, ko se osredotočimo le na enega od reaktantov. Redukcijskih reakcij v smislu, kot ga navaja avtor ni, kajti v neki redoks reakciji eni od atomov elektrone pridobijo, drugi atomi pa jih izgubijo. Reakcije ne porabljajo protonov, temveč se protoni porabljajo v reakcijah tako, da se vežejo v druge ione ali spojine. Reakcije tudi ne proizvajajo, temveč v njih lahko nastajajo hidrogenkarbonatni ioni, vendar prav gotovo ne v vsaki redoks reakciji, temveč le tistih, v katerih so ustrezni reaktanti. Poleg izraza amonij (amoniak ali amonijevi ioni?), je nepravilen tudi izraz »žveplovodik«, ki se vsaj 50 let v strokovni literaturi ne uporablja več. Pravilno je vodikov sulfid.

Tudi razumevanje naslednjega odstavka mi je povzročalo težave, citiram »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 meteornege izvora zanemarljivo...«, konec citata. Če to primerjam z »Zaključki« na strani 358, ki govori o vodah Mursko-Zalskega bazena v kontekstu evolucijskih vod in prirojenih vod v njegovih globljih delih, ne najdem prave povezave, saj tam govori za 3. tip vode, da se meša z evolucijsko vodo. Prirojena voda najbrž ni iz časa odlaganja sedimenta (v mezozojskih karbonatnih kamninah in metamorfnih kamninah?), prav tako pa naj bi bila izraz prirojena voda in formacijska voda identična (Pezdič, 1999).

Strani 352–358, Geokemijska klasifikacija termalnih in termomineralnih vod.

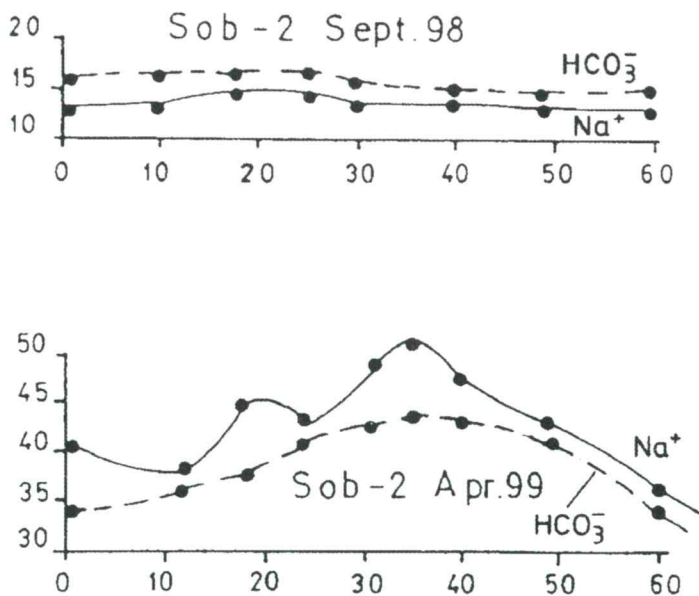
Na sliki 7, na strani 354 (v članku A. Lapanja) slovenski in angleški tekst nista skladna, citiram »...posamezni glavni tipi vod.« in »... several main water types...«. Na strani 355, 2. kolona, 2. odstavek, citiram »1) temperaturno odvisne reakcije z zadostno zalogo zahtevanih kemijskih specij v vodonosniku«, konec citata. Kakšen stavek! Le kaj je v kemijskem smislu zadostna zaloga? In zahtevane kemijske specije v vodonosniku! V kamnini (sedimentu) vodonosnika ali vodi? In zakaj naenkrat se izraz kemijske specije, potem ko je avtor v poglavju »Kemijska sestava podzemne vode« že uporabljal izraz specije in je bralcu do tega poglavja že povsem jasno, da se članek nanaša na kemijo, ne pa na biologijo ali kakšno drugo vedo, kjer bi se izraz specije morda lahko tudi uporabljal. To je le še en primer, da je avtor brez razumevanja in jasnega koncepta prepisoval iz tuje literature.

Stran 355, 2. kolona, 2. odstavek, citiram »... 2) ravnovesje med kamnino...«, je pravilno termodinamično ravnovesje med kamnino..., saj so kemijski geotermometri osnovani na principu kemijske termodinamike.

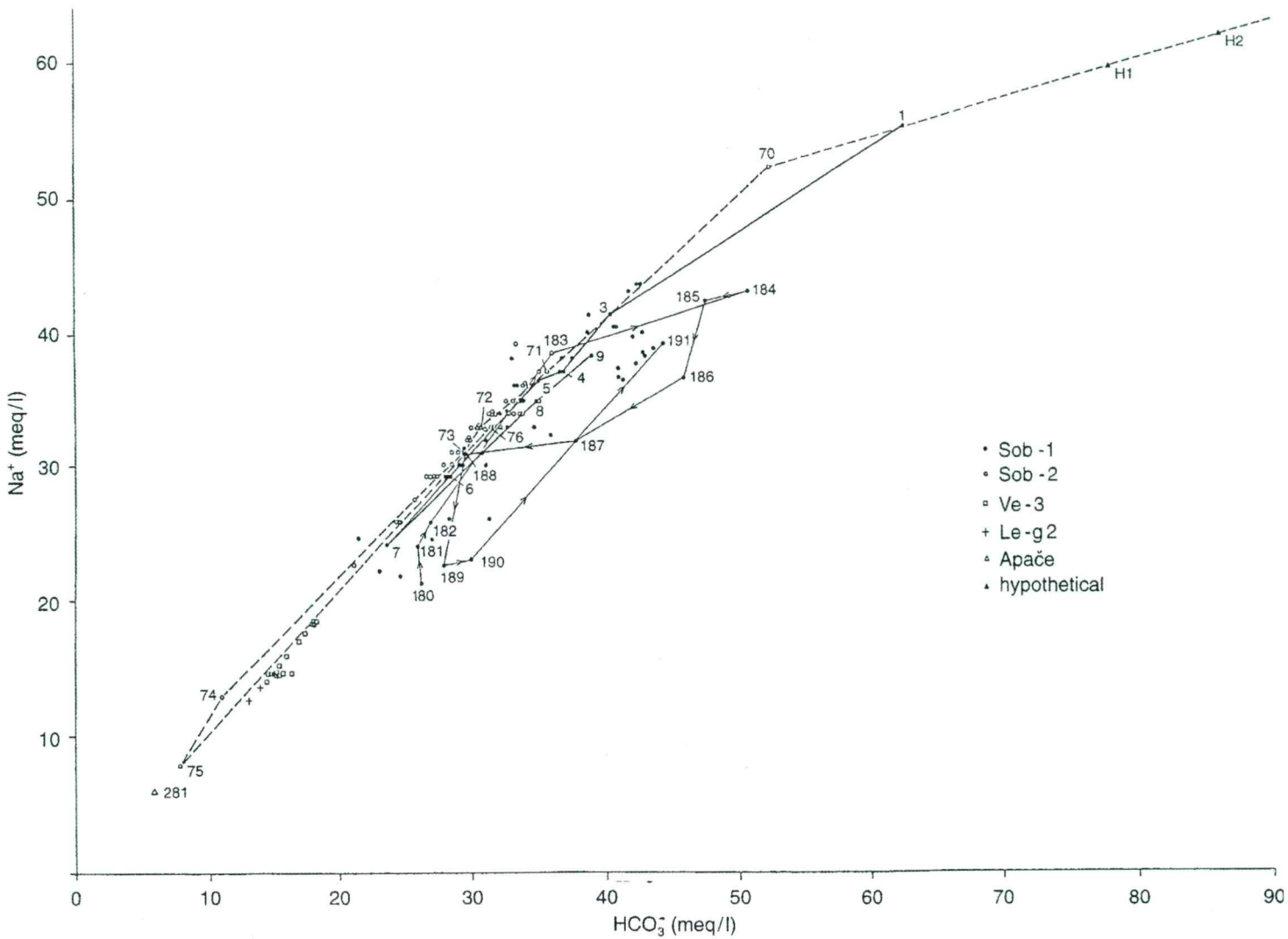
Na sliki 8 (stran 354 v članku A. Lapanja) so prikazani diagrami D'Amorejevih parametrov za vzorce vod iz vrtin v Banovcih Ve-1, Ve-2 in Ve-3, od katerih naj bi Ve-2 zajemala vodo iz druge formacije, kot

ostali dve. Zajeti odseki so na globinah Ve-1 (1252 m – 2066 m, 1252 m – 1363 m), Ve-2 (1175 m – 1651 m) in Ve-3 (1111 m – 1467 m), kar pomeni, da najverjetneje črpajo vodo iz različnih vodonosnih plasti, kot smo to že pred leti ugotovili v Murski Soboti. V vrtinah Sob-1 in Sob-2 v Murski Soboti smo več let preiskovali nihanje v sestavi zajetih vod, ki je bilo zares veliko (Kralj & Kralj, 2000a, 2000b; Kralj, 2001). Na osnovi več kot 200 podrobnih kemičnih analiz glavnih ionov in slednih prvin smo ugotovili, da vrtine zajemajo različne vodonosne plasti (različne po sestavi sedimenta, stopnji diageneze, poroznosti, pa tudi starosti, vendar ni nujno, da pripadajo različnim formacijam), dinamika dotekanja iz njih pa je odvisna predvsem od načina črpanja in količine načrpane vode (slika 2 in slika 3). Lepo je, da je avtor napravil tako pomemben zaključek že na osnovi štirih analiz. Vendar pa bi moral priti do tega pred izidom publikacij, kjer je ta problematika podrobno obravnavana, sicer lahko upravičeno predpostavljam, da je prevzel našo idejo in jo stlačil v kontekst štirih in ne ravno novih kemičnih analiz. Tudi trditev o vodi iz druge formacije je privlečena za lase in nima nikakršne utemeljitve, niti tega, za katere formacije gre in kakšne so njihove litološke značilnosti, ki bi lahko vplivale na sestavo vode.

Tudi sicer v diagramih D'Amorejevih parametrov ne vidim posebno velike uporabnosti za vode v geotermalnih vodonosnikih



Slika 2. Spremembe v kemični sestavi vode iz vrtine Sob-2 zaradi različne hitrosti črpanja (iz Kralj & Kralj, 2000b).



Slika 3. Spremembe v kemični sestavi vode iz vrtnice Sob-1 zaradi nenačemerne dotoka vode iz različnih vodonosnih plasti (Kralj & Kralj, 2000a)

Murske udorine, predvsem v predterciarni podlagi. Tako, na primer, za vodo iz vrtnice Be-2/04 v Benediktu, pokaže diagram D'Amorejevih parametrov klastični tip vodonosnika, čeprav je voda zajeta v dolomitnem marmorju, za vodo iz vrtnice Ljut-1 in PEČ-1/91 pa metamorfni tip, čeprav sta vodonosni kamnini dolomit oziroma dolomitna breča. Voda iz oligocenskega tufa v Rogaški Slatini (V-3/66/70) pripada mešanemu karbonatno-klastičnemu tipu, iz dolomitiziranega tufa (RT-1/92) pa karbonatnemu tipu. Tipe vod v Pomurju (posebej na območju Radencev), njihov nastanek, izvor, mešanje z meteornimi vodami je podrobno opisal že Pezdič (1991; 1999), vendar so njegove trditve utemeljene ne le s kemičnimi, temveč tudi izotopskimi študijami. Poleg tega je Pezdič (1999) raziskoval uporabnost geotermometrov za vode v Murski udorini in ugotovil, da je zaradi termodinamičnega neravnotežja njihova uporaba vprašljiva. Številna neskladja in odstopanja je opazil predvsem za Na-Ca in Na-K-Ca geotermometre, najboljšo skladnost s podatki opazovanj je ugotovil za izotopske geotermometre.

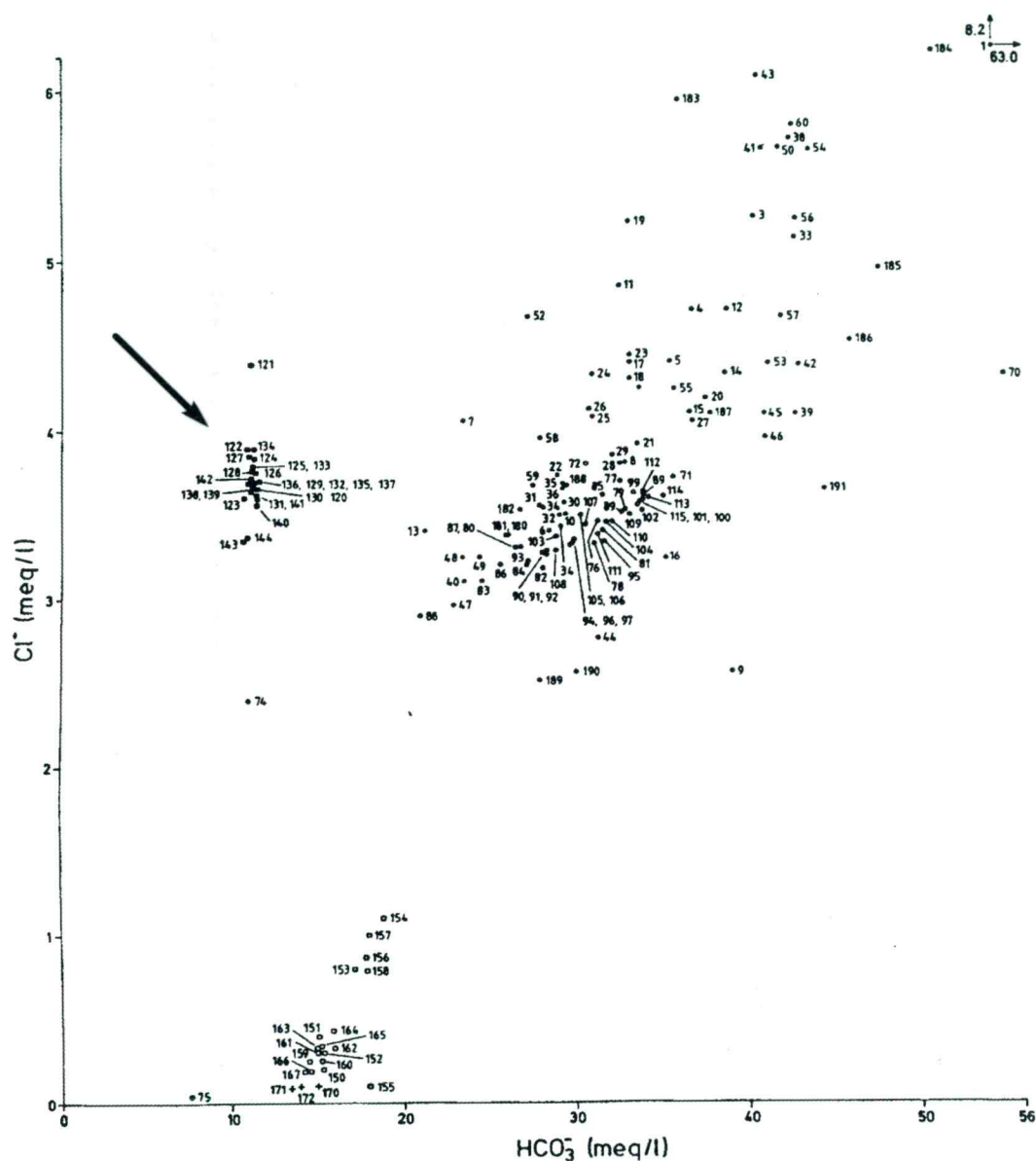
Slika 14 v članku A. Lapanja in njena interpretacija sta brez smisla. D'Amorejevi parametri so empirični, on sam je na osnovi številnih kemijskih analiz vod in kamninske sestave vodonosnika opredelil kot metamorfni tip tisti, ki je bogat z natrijevimi in kloridnimi ioni. Zato D'Amorejevi parametri tudi ne drže za globoke karbonatne vodonosnike v Murski udorini. Popolnoma neutemeljena je tudi trditev, citiram »...da graf odseva tudi čas zadrževanja podzemne vode v vodonosniku...«. Na sliki 13 manjka navedek letnice dela Hochsteina, na sliki 14 sta slovenski in angleški tekst neskladna – vsebnost ni koncentracija, neskladen je tudi zapis ionov v tekstu in na sliki (Na in Cl), ter v tekstu k sliki (Na⁺ in Cl⁻).

Stran 358, poglavje Zaključek

V zaključkih avtor brez ustrezne predhodne razlage in utemeljitve podaja nastanek termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji v različnih geoloških okoljih. Pri tem pa je »pozabil«, da so o tem veliko pisali že drugi in prišli do takšnih zaključkov mnogo prej kot on in na osnovi dolgoletnih študij in velikega števila podatkov. Nič slabega ni, da je avtor zbral arhivske in druge podatke, nepošteno pa je, da si je pri tem prisvojil

tudi ideje in jih v tem članku predstavil kot svoje. Je v slovenski geologiji res mogoče, da z upokojitvijo, smrtjo ali nemilostjo pri kakšni politični eliti izgubiš tudi intelektualno lastnino? Najbrž res, kajti v zaključkih avtor citira le arhivsko poročilo dr. Mihaela Brenčiča (1994) in doktorsko disertacijo dr. Jožeta Pezdiča (1991), vendar slednjo le v povezavi nastanka ogljikovega dioksida, pri čemer je »pozabil« na njegova novejša dela (na primer Pezdič, 1999)! Skrajno neprimerljivo se mi zdi, da pri geotermalnih sistemih Dolenjske, Rogaške Slatine in Krškega ne omenja niti inž. Antona Nosana in njegovih idej o nastanku termalnih vod. No, inž. Nosan si prav gotovo ne bi privoščil poimenovati Na-HCO₃-SO₄ tip vode eksotičen! Prav tako za Mursko udorino ne omenja spoznanj napisanih v delih dr. Petra Kralja.

Na drugi strani pa je zaradi pomanjkanja podatkov in necelostnega študija problematike izposojene ideje nametal kar v en koš. Avtor nastanek drugega tipa vod v Mursko-Zalskem bazenu, ki ga imenuje evolucijski, opisuje v kontekstu spreminjanja sestave vode od Ca-Mg-HCO₃ tipa v plitvejših plasteh do Na-HCO₃ tipa v globljih plasteh, vzrok za to pa je v predvsem v preperevanju glincev in ionski izmenjavi na mineralih glin. Pri tem pa pozablja, da je Murska udorina del artezijskega bazena. O nastanku termalnih in mineralnih vod je bilo napisanega že kar nekaj člankov, ki so izšli tudi v tujih revijah (Pezdič, 1991; Pezdič, 1999; Kralj & Kralj, 2000a; Kralj, 2001). Iz dela Kralja (2001) bom povzela samo najbolj bistveno. Iz najglobljih delov Murske udorine se zaradi kompakcije iztiskajo vode iz osrednjih delov proti robnim, pri čemer se sestava vod spreminja zaradi ohlajanja, spremembe tlaka, kemičnih reakcij s prikamnino (pogosto zaradi prisotnost ogljikovega dioksida, ki močno poveča reaktivnost vod) ali z organsko snovjo. Kjer je litostatični tlak višji od hidrostaticnega se vode iztiskajo preko slabo prepustnih, delno litificiranih drobnozrnatih sedimentov, pri čemer ti delujejo kot molekularna sita in filtrirajo ione. Hkrati so v robnih delih Murske udorine plasti pogostejše in močnejše razlomljene in premaknjene, zaradi česar lahko ob prelomnih conah prihaja do naravnega mešanja vod. Kot primer navajam geokemično interpretacijo vod iz vrtin v Murski Soboti, Moravskih Toplicah, Lendavi in Veržeju (**slika 4**), ki večinoma zajemajo vodo iz vodonosnika Termal I. Voda iz Moravskih Toplic izstopa po vsebno-



Slika 4. Diagram vsebnosti kloridnih in hidrogenkarbonatnih ionov za vode, ki so večinoma zajete iz vodonosnika Termal I (vrtine Sob-1 in Sob-2 v Murski Soboti, Ve-3 v Banovcih, Mt-6 v Moravskih Toplicah in Le-g2 v Lendavi). Voda iz Moravskih Toplic izstopa po vsebnosti kloridnih ionov, pojav je bil interpretiran kot naravno mešanje vod iz Murske in Lendavske formacije zaradi tektonsko premaknjenih vodonosnih plasti. Podrobno razlago glej v Kralj (2001).

sti kloridnih ionov, zato je bilo to interpretirano kot naravno mešanje vod iz različnih vodonosnih plasti vzdolž prelomnih con, ali pa zaradi tektonskih premikov plasti tako, da sta različna vodonosnika v tektonskem kontaktu. Tudi v robnih delih, kjer je prisotno tudi napajanje s površja, lahko prihaja

do mešanja vod. Takšne vode lahko vsebujejo različna razmerja natrijevih, kalcijevih, magnezijevih, hidrogenkarbonatnih in kloridnih ionov, mednje pa štejemo tudi mineralne vode Ščavniške doline (Kralj, 2001).

Tudi glede tretjega tipa vod ugotavljam precej posplošitev. Ali slanico v globokih,

zaprtih vodonosnikov Murske udorine res lahko imenujemo prirojena porna voda, ohranjena iz časa sedimentacije sedimenta oziroma kamnine? Mislim, da ne. Če že ne drugega, ta voda v predterciarni podlagi iz karbonatnih kamnin najbrž ni mezozojska, temveč terciarna. V podlago je migrirala kasneje ob pogrezanju terciarnih morskih sedimentov (Pezdič, 1999; Kralj & Kralj, 2000a; Kralj, 2001).

Stran 365, Preglednica 4

Oznake + in – so zares neprimerne, posebej glede na to, da ob njih ni nobenega pojasnila. Iz teksta na strani 352 sicer razberemo, da gre najverjetneje za Σ^+ in Σ^- , vendar je tudi to pojasnilo zelo ubogo, citiram »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 Σ^+ , za anione pa Σ^- « konec citata. Sama sem »peš« preračunala kar nekaj kemičnih analiz, tako da mi je postopek jasen, upam pa, da je tudi tistim, ki v kemiji niso najbolj doma.

Stran 366, Preglednica 4

Citiram, »temperature in pH vrednosti z območja Radencev so vzete kot informativne iz disertacije dr. Pezdiča (1991) in niso istočasne s kemijsko analizo«, konec citata. Menim, da so te vrednosti slabše, kot če jih sploh ne bi bilo, saj so skrajno zavajajoče. Iz tabele je razvidno, da »informativne« vrednosti pH nihajo od 6,08 do 8,17! pH je vendarle odvisen od vsebnosti raztopljenega ogljikovega dioksida. Meritev prav gotovo ne moremo prilepiti kamorkoli. To so osnovna kemijska načela.

Zaključek

Prispevek A. Lapanja ne ustreza strokovnim merilom preglednega znanstvenega članka oziroma izvirnega znanstvenega članka, kot tudi ne načelom znanstveno-raziskovalne etike in morale. Velik del je slabo in nerazumljivo prepisan iz različnih virov tuje literature tako, da razkriva avtorjevo slabo poznavanje kemijskih pojmov in principov. Osrednji del članka je le podatkovna baza – tabele in diagrami, ki pa niso

ustrezno razloženi in interpretirani. Avtor v zaključku brez predhodne osnove v telegrafski obliki razlaga nastanek termalnih in termomineralnih vod v Sloveniji, pri čemer tako kot skozi celoten tekst ne navaja številnih pomembnih spoznanj iz objavljenih in neobjavljenih del drugih avtorjev, in upam si trditi, da z jasnim namenom prepričati bralca o izvirnosti idej. Sprašujem se čemu takšno ravnanje, v imenu koga ali česa?

Literatura

Gabrič, A., Glazar, S. A. & Slatinek-Žigon, M. 2001: Kemija za 7. razred osnovne šole (učbenik). – DZS, Ljubljana.

Geoff, F. & Janik, C. J. 2000: Geothermal systems. – V: Encyclopedia of volcanoes, H. Sigurdsson (ed.), 817–834, Academic Press.

Kralj, P. 2001: Das Thermalwasser-System des Mur-Beckens in Nordost-Slowenien. – Mitteilungen zur Ingenieurgeologie und Hydrogeologie 81, RWTH Aachen.

Kralj, P. & Kralj, P. 2000a: Thermal and mineral waters in north-eastern Slovenia. – Environmental Geology 39 (5), 488–500.

Kralj, P. & Kralj, P. 2000b: Overexploitation of geothermal wells in Murska Sobota, Northeastern Slovenia. – Proceedings of the World Geothermal Congress 2000 (Eds. E. Iglesias, D. Blackwell, T. Hunt, J. Lund & S. Tamanyu), 837–842, Tokyo.

Kralj, Polona 2004: Chemical composition of low-temperature (< 20–40°) thermal waters in Slovenia. – Environmental Geology 46, 635–642.

Mazor, E. 1997: Chemical and isotopic groundwater hydrology. – Marcel Dekker Inc., 413 pp., New York.

Pezdič, J. 1991: Izotopi v termo-mineralnih vodnih sistemih. – Disertacija, 157 pp., Univerza v Ljubljani, Ljubljana.

Pezdič, J. 1999: Izotopi in geokemijski procesi, FNT Univerza v Ljubljani, 269 pp., Ljubljana.

Prohić, E. 1998: Geokemija. – Targa, 554 pp., Zagreb.

Ravnik, D., Rajver, D., Žlebnik, L. & Kralj, P. 1992: Geološke strukture: viri termalnih in mineralnih vod v Sloveniji. – V: Mineralne in termalne vode v gospodarstvu in znanosti Slovenije, III. Posvet, 9–32, Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.

Literatura, ki je v tekstu omenjena posredno

Hochstein, P. M. 1988: Assessment and modelling of geothermal reservoirs (small utilization schemes). – Geothermics 17/1, 15–49.

Stömborg, 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.