

ANALIZA I POSTOJEĆE STANJE IZVORA GEOTERMALNIH VODA NA PODRUČJU VARAŽDINSKE ŽUPANIJE

ANALYSIS AND EXISTING STATUS OF GEOTHERMAL WATER SOURCES IN THE VARAŽDIN COUNTY AREA

Melita SRPAK

Varaždinska županija
Zavod za prostorno uređenje
Mali Plac 1a
42 000 Varaždin
melita.srpak@gmail.com

Primljeno / Received: 7. 4. 2019.

Prihvaćeno / Accepted: 31. 5. 2019.

Pregledni rad / Review

UDK / UDC: 553.7(497.523)“20”

[662.997:628.1.036] (497.523)

Silvija ZEMAN

Međimursko veleučilište u Čakovcu
Bana Josipa Jelačića 22a
40000 Čakovec
silvija.zeman@mev.hr

Goran SABOL

Međimursko veleučilište u Čakovcu
Bana Josipa Jelačića 22a
40000 Čakovec
gogo.sab@gmail.com

SAŽETAK

Mineralne i geotermalne vode Hrvatske predstavljaju izuzetno značajan prirodni resurs Republike Hrvatske kojem treba posvetiti bitno više pažnje i istraživanja a poglavito iznaći optimalne oblike korištenja prvenstveno u gospodarstvu, energetici, zdravstvu i turizmu.

Korištenje ovoga obnovljivog resursa treba kontinuirano pratiti s obzirom na očekivani gospodarski razvitak i učinke koji se time mogu postići uvažavajući podatak da su geotermalni gradijenti hrvatskog prostora znatno viši od europskog prosjeka.

S obzirom na sirovinski potencijal i zahtjeve za sve većim količinama mineralnih sirovina Varaždinska županija ima perspektivu razvoja na vlastitim resursima. Međutim, postojeće mineralne sirovine, iako nisu brojne, parcijalno su istražene, nepoznata im je količina, kvaliteta i kompletna primjena. Cilj ovog rada jest skrenuti pozornost na spektar primjene mineralnih sirovina geotermalnih voda koji bi mogao biti znatno širi, nego što je do sada utvrđeno, stoga bi trebalo izvršiti regionalna istraživanja mineralnih sirovina s ciljem izdvajanja perspektivnih područja s najkvalitetnijom sirovinom, te ispitivanja mogućnosti njihove primjene.

Ključne riječi: mineralne sirovine, geotermalni izvori, termalni izvori, geotermalna energija

Key words: mineral raw materials, geothermal sources, thermal springs, geothermal energy

UVOD

Vode su opće dobro i imaju osobitu zaštitu Republike Hrvatske. Upravljanje vodama i njihova zaštita u pravnom sustavu Republike Hrvatske je u nadležnosti više resora i materijalnih propisa. Pravni status voda, vodnog dobra i vodnih građevina te upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštita od štetnog djelovanja voda, melioracijske odvodnje i navodnjavanja, djelatnosti javne vodoopskrbe i javne odvodnje te druga pitanja vezana za vode i vodno dobro uređeni su strateškim dokumentima (Strategija upravljanja vodama, Plan upravljanja vodnim područjima, programi) i zakonima donesenim na temelju njih Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13 i 14/14) i Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva (NN 153/09, 56/13 i 154/14).

Vodnim gospodarstvom, prema tim zakonima obuhvaćene su sve djelatnosti vezane za podzemne i površinske vode, uz iznimku mineralnih i termalnih voda u kontekstu njihove eksploatacije kao mineralnih sirovina. Mineralne i geotermalne vode koje se eksploatiraju kao mineralne sirovine gospodari se temeljem Zakona o rudarstvu (NN br. 56/13 i 14/14). Poboljšanje i usklađenje zakonske regulative uz odgovarajuće programe od osobite su važnosti da se ovaj resurs (mineralne, geotermalne vode) istodobno koristi u različite svrhe. Prvenstveno se to odnosi na Zakon o vodama, Zakon o rudarstvu, te na druge zakone i podzakonske akte koji reguliraju posebne aspekte koji se posredno/neposredno dotiču u korištenja ovog resursa.

Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske koja je donesena 2017. godini, navodi da se energetske potrebe u Republici Hrvatskoj podmiruju najvećim dijelom korištenjem energetskih mineralnih sirovina – ugljena, nafte, prirodnog plina i geotermalnih voda.

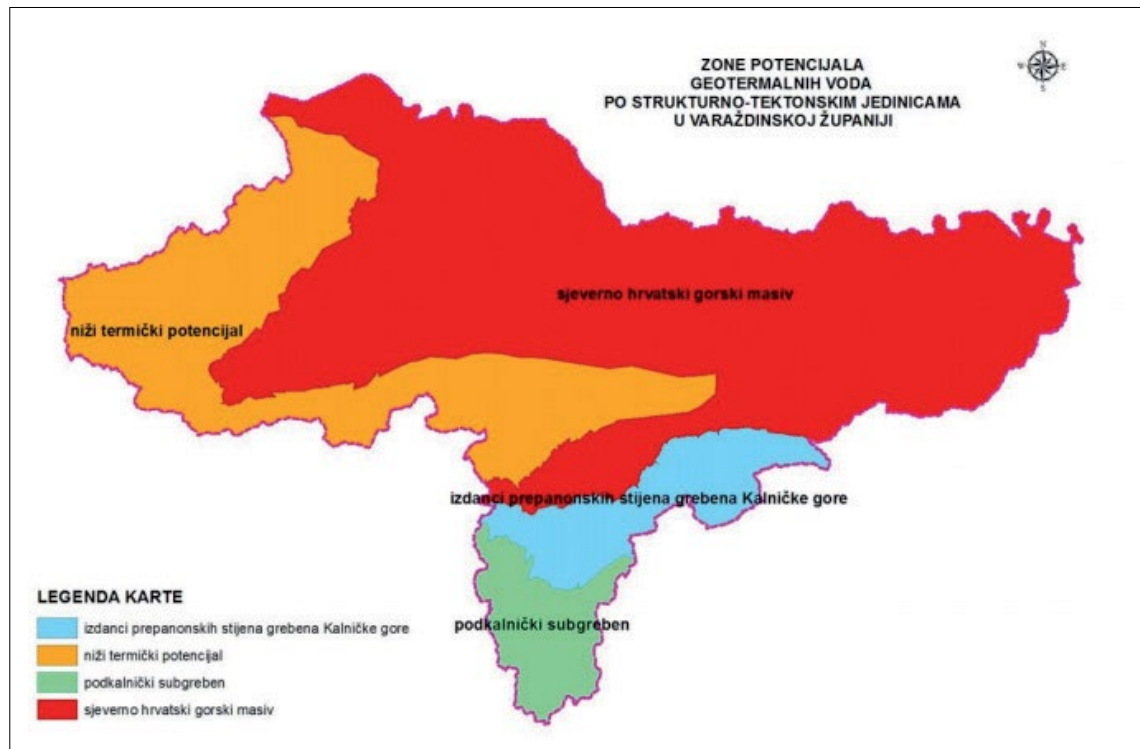
Međutim, eksploatacijske rezerve svih energetskih mineralnih sirovina su se smanjile u razdoblju od 1997. do 2012. godine, pri čemu je eksploatacija prirodnog plina porasla, eksploatacija geotermalne vode stagnirala, a eksploatacija kondenzata, nafte i ugljena se smanjila što je vidljivo iz Tablice 1. Stoga bi istraživanje i korištenje mineralnih i geotermalnih voda trebalo biti pod učinkovitom kontrolom Republike Hrvatske – nadležnih Ministarstva i uprava zbog mogućnosti nepovoljnog utjecaja na režime podzemnih voda i općenito zbog očuvanja čovjekovog okoliša. Kod takvog istraživanja i korištenja osobito je važno utvrditi realne veličine crpljenja pojedinih ležišta čime će se postići njihovo pravilno i dugotrajno korištenje.

Na području Varaždinske županije nalaze se posebni vodni resursi u koje se ubrajaju mineralno-termalna vrela i vode geotermalnog porijekla. Složena geološka građa s naglašenim utjecajem tektonike uzrok su pojave mineralno - termalnih vrela duž rasjednih linija, a razlikuju se s obzirom na mineralni sastav (sumporna, slana) i temperaturu vode (hladna, mlačna, topla). Najpoznatija vrela su: Varaždinske Toplice i Topličica. Vrelo Varaždinske Toplice koristi se u zdravstvene svrhe, a zapisi o postojanju i korištenju datiraju još iz rimskog doba (Aqua Iasae). Prevladavajući element ovog vrela je sumpor, a

Tablica 1. Bilanca stanja rezervi i godišnja količina eksploatacije energetskih mineralnih sirovina u RH
Table 1. Balance sheet of reserves and annual amount of exploitation of energy mineral raw materials in Croatia

		1997.	1998.	1999.	2000.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.
geotermanla voda u l/s	rezerve										
	pridobiveno	405	0	410	420	312	297	398	390	418	386
kondenzat u 1.000 m ³	rezerve	4.099	4.474	4.183	3.468	2.555	2.368	2.020	2.354	2.235	2.100
	pridobiveno	393	265	326	328	214	187	180	169	147	137
nafta u 1.000 m ³	rezerve	11.666	10.183	9.002	8.008	8.917	8.454	8.460	9.199	9.295	11.370
	pridobiveno	1.310	1.252	1.098	1.003	653	619	563	528	511	499
prirodni plin u 1.000.000 m ³	rezerve	33.925	35.030	33.595	29.204	36.436	34.500	31.163	23.959	24.315	21.368
	pridobiveno	1.868	2.137	1.665	1.888	2.847	2.819	2.833	2.571	2.086	1.963
ugljen u 1.000 m ³	rezerve	39.779	2.917	2.917	0	5.062	4.601	5.062	5.062	5.062	0
	otkopano	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Izvor: Ministarstvo gospodarstva, uprava za rudarstvo, 2014. <https://www.mingo.hr/page/kategorija/rudarstvo>



Slika 1. Prikaz prostiranja strukturno-tektonskih jedinica s nosiocima geotermalne vode u Varaždinskoj županiji
Figure 1. An overview of the spread of structural-tectonic units with geothermal water holders in Varaždin County
Izvor: Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije (2016.)

temperatura vode iznosi 57,6°C. Tu je i izvor u Topličici koji je nedovoljno iskorišten. (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016.)

Prostorni plan Varaždinske županije (»Službeni vjesnik Varaždinske županije« br. 8/00., 29/06. i 16/09.) navodi da drugi specifični vodni resurs predstavljaju geotermalne vode iz dubljih dijelova podzemlja. Na njihovo postojanje ukazala su duboka istražna bušenja za naftu i plin (primjer bušotine Lunjkovec kraj Ludbrega).

POTENCIJALNOST GEOTERMALNE VODE VARAŽDINSKE ŽUPANIJE

Potencijalnost geotermalne vode u Varaždinskoj županiji je vezana za strukturno tektonске jedinice koje su nosioci geotermalne vode. Geološki potencijal geotermalnih voda možemo proglasiti za prostor cijele županije, ali on nije svakako istog potencijala. (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016.)

Na slici 1. su prikazane strukturno-tektonске jedinice Sjeverno hrvatski gorski masiv (kao zona višeg reda potencijalnost geotermalne vode) za razliku od podkalničkog grebena i izdanka prepanonskih stijena grebena Kalničke gore (koji su nosioci nižeg potencijala geotermalne vode). U smislu korištenja voda razlikujemo dva osnovna tipa ležišta s visokom i niskom entalpijom vode. Ležišta s visokom entalpijom primjenom suvremenih tehnologija na ekonomičan način mogu se koristiti za proizvodnju električne struje. Karakteriziraju ga dotoci 100 l/s i temperature preko 120°C. U Hrvatskoj su danas u korištenju, ležišta niske entalpije s dotocima između 10-20 l/s i s temperaturama preko 60°C. Tako da u Varaždinskoj županiji imamo utvrđeno visoko entalpijsko hidro-geotermalno polje u dodatnom istraživanju »Lunjkovec – Kutnjak« u masivnom karbonatnom ležištu strukture Legradski prag. (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije »Službeni vjesnik Varaždinske županije« br. 29/16).

Uvidom i analizom navedene Studije možemo zaključiti da je ukupni geološki potencijal energetske mineralne sirovine hidro-geotermalnih ležišta, visoke i niske entalpije utvrđen na gotovo cijelom prostoru i kao takav u cijelosti interesantan za istraživanje i korištenje.

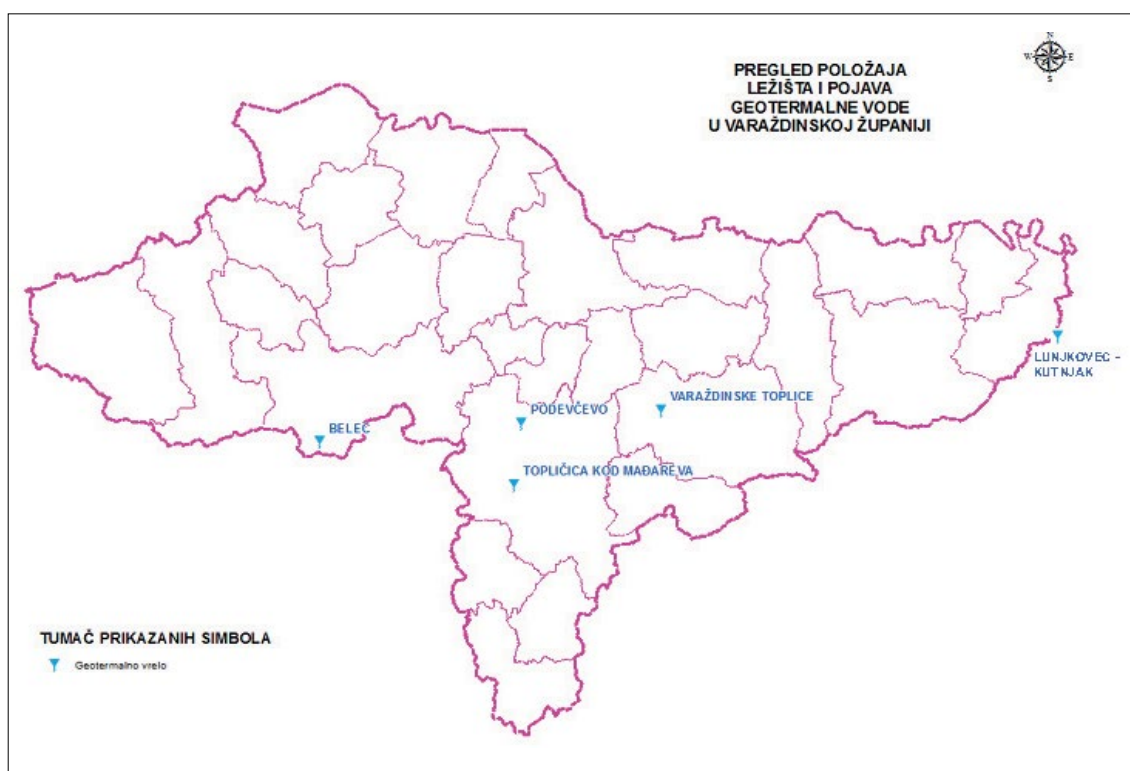
IZVORI GEOTERMALNE VODE VARAŽDINSKE ŽUPANIJE

Geotermalne vode prikazuju se u dva osnovna oblika kao mineralne i geotermalne vode te kao geotermalna energija »suhe« stijene. Mineralnom sirovinom, prema Zakonu o rudarstvu, smatraju se samo mineralne i geotermalne vode, pogodne za pridobivanje energije ili nekih minerala, a energija suhe stijene ne. Značajka energije geotermalnih voda je obnovljivost, odnosno to su »obnovljivi« izvori energije. Geotermalna energija je, prema današnjim shvaćanjima, ekološki vrlo prihvatljiv izvor energije. Ne može se reći da je to alternativni izvor jer ti potencijali ne predstavljaju alternativu, ali su dobrodošli kao dopunski izvori na temelju kojih se mogu razviti različiti gospodarski sadržaji (Prostorni plan Varaždinske županije br. 8/00., 29/06. i 16/09.).

Na području Varaždinske županije postoji nekoliko izvora geotermalnih voda. Izvor u Varaždinskim Toplicama koristi se u terapijske svrhe i osnova je razvoja grada (lječilišno rekreativni turizam), što treba i dalje njegovati. Izvor u Topličici prirodni je resurs koji se već koristi u rekreacijske svrhe (napušteni bazeni i ugostiteljske građevine), ali može postati okosnicom razvoja lokalne sredine uz iznalaženje odgovarajućeg programa i sredstava.

Povoljni rezultati istraživanja geotermalne vode na lokaciji Lunjkovec (a i širem području Ludbrega) ukazuju na mogućnost da se dio razvoja tog kraja može zasnivati na tom resursu: proizvodnja električne i toplinske energije, razvoj lječilišno-rekreativnog turizma, širenje tercijarnog sektora, a samim time i razvoj drugih gospodarskih grana.

Na slici 2. prikazan je prostorni razmještaj geotermalne vode Varaždinske županije s vrstom mineralne sirovine, tipom pojavljivanja te općinom ili gradom (JLS) kojoj pripada ležište ili pojava.



Slika 2. Pregledna karta ležišta i pojave geotermalne vode na području Varaždinske županije
Figure 2. An overview map of reservoirs and geothermal waters in the Varaždin County area
Izvor: Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije (2016.)

Varaždinske Toplice

Varaždinske Toplice nalaze se oko 12 km jugoistočno od Varaždina. Termo mineralni izvor u Varaždinskim Toplicama nalazi se u naslagama donjeg miocena koje leže transgresivno na starijim sedimentima. Izvor termalne vode nalazi se u tjemenu antiklinale čiju jezgru čine trijaski dolomiti. Sabirno područje ovih voda predstavlja područje Ivanščice, otkud podzemnim putovima dolaze do Varaždinskih Toplica, gdje se zbog tlaka uzdižu prema površini. Termalna voda se ovdje koristila još u doba Rimljana, o čemu svjedoče otkriveni arheološki spomenici iz 1. st. n. e. Uz lječilišne, izgrađuju se i rekreacijski kapaciteti (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016).

Temperatura vode je oko 56°C, a prema hidrokemijskim značajkama voda je Ca-MgHCO₃SO₄ tipa. Ukupna mineralizacija je 1017 mg/l, te je voda određena kao hipertermalna i termomineralna. Kapacitet izvora (kaptaža) iznosi oko 35 l/sek, a u bušotini je bila izdašnost 100 l/sek. (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016).

Na temelju velikih količina istaložene sedre (30-40 m) te fosilnih ostataka nađenih u sedrenoj spilji pretpostavio se da izvori u Varaždinskim Toplicama spadaju među najstarija termalna vrela u panonskom dijelu Republike Hrvatske. (Šimunić, 1988).

Kasnije, na temelju izotopa ¹⁴C utvrđivana je starost termalne vode u Varaždinskim Toplicama. Usprkos brojnim analizama, u sedri i u termalnoj vodi nije pronađeni izotop ¹⁴C. To bi se moglo tumačiti na različite načine, ali najvjerojatnije je da je termalna voda koja danas izvire u Varaždinskim Toplicama starija od 40 000 godina (Horvatinić et al 1990).

Za rješavanje podrijetla termalne vode važna je i spoznaja navedenih autora da u staroj sedri ima puno više soli nego u današnjoj termalnoj vodi. Prema tome je i »starija« termalna voda morala imati više soli nego današnja. Znači da je prvo vrijeme na termalnim izvorima u Varaždinskim Toplicama prevladavala »fosilna voda« koja je »ušla« u podzemlje prilikom marinske transgresije u gornjem bade-nu ili je zaostala u sedimentima Panonskog mora. Prema tome, starost jednog dijela termalne vode može biti oko 14,5 milijuna godina. Nakon što su početkom pleistocena erozijom otvoreni dolomiti na padinama Kalnika i Ivanščice, stvoreni su uvjeti za akumulaciju oborinskih voda. Ona je mogla ući u cirkulaciju po »ukliještenom vodonosniku« tek kada je iz njega istekla starija voda (Šimunić, 1988).

Zbog toga je u Varaždinskim Toplicama prvo izvivala jako slana (»naftna voda«), a sada izvire miješana voda. Taj proces još uvijek nije potpuno završen jer termalni izvor u Varaždinskim Toplicama ima dvostruko veću mineralizaciju od svih toplica u Hrvatskom zagorju.

Prvi korisnici termalne vode u Varaždinskim Toplicama su shvatili važnost zaštite termalnih vrela od »kopaanja i vrtanja« u okolici izvora, te su angažirali T. Kocha da odredi zaštitne zone. Na temelju proučavanja šire okolice termalnih izvora određene sljedeće zaštitne zone. Prva vanjska zona obuhvaćala je cijeli grad i bliža naselja, površine oko 5 km², dok je uža zona štitila krug promjera 300 m oko svakog termalnog izvora. U unutarnjim zonama bili su dozvoljeni iskopi do 3 m, a u vanjskoj do 12,5 m dubine. Prilikom usvajanja zaštitnih zona bilo je problema jer su vlasnici zemljišta teško prihvatili sve nametnute zabrane. U prvo vrijeme zone su striktno poštovane, što je vidljivo iz prepiske tadašnjih korisnika i Ministarstva rudarstva, u kojem se tražilo odobrenje za izgradnju zdenca za pitku vodu (Koch, 1891). Tom prilikom je Ministarstvo, za nadgledanje radova odredilo Gorjanović-Krambergera, tada sveučilišnog profesora u Zagrebu.

Tijekom 1962. godine, ponovno su određene zaštitne zone za sve toplice sjeverne Hrvatske. U granicama šire zone bilo je dopušteno: otvaranje kamenoloma i upotreba »uobičajenih eksploziva i slabijeg punjenja mina«; iskop i produljivanje zdenaca; sve vrste zemljanih radova manjih dubina u građevinske svrhe i dr. U užoj zoni, dužine 1500-2000 m i širine 200-350 m, zabranjeni su: svi iskopi dublji od statičkog nivoa termalnog izvora; otvaranje kamenoloma ili pozajmišta materijala; upotreba eksploziva, usporavanje protoka površinske i podzemne vode; isušivanje terena oko izvora drenažom; znatnija snižavanja razine termalne vode, a zabranjuju se i svi radovi koji bi mogli dovesti do neposrednih i posrednih zagađenja termalne vode (Bać i Herak, 1962).

Voda je bogata sumporom koji se u obliku sitnih blijedožutih družica luči na stjenkama dovodnih kanala iz terena bogate sumporovodikom. Sumpor nema neku praktičnu vrijednost, već je interesantan kao mineralna pojava. Termalnom sumporovitom vodom Varaždinskih Toplica liječe se brojne bolesti:

reuma, dermatoze, bolesti krvotoka, astmatične tegobe, vrši se postoperativna rehabilitacija i dr. Varaždinske Toplice predstavljaju vrhunsko lječilište sa neophodnim kapacitetima, od bolničkih pa do hotelско-ugostiteljskih i rekreacijskih sadržaja (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016).

U Izmjenama i dopunama Prostornog plana uređenja Grada Varaždinske Toplice («Službeni vjesnik Varaždinske županije», broj 5/10) eksploatacija mineralnih sirovina opisana je člankom 130, u kojem stoji: »U naselju Varaždinske Toplice eksploatira se termomineralna voda. Eksploatacija vode se vrši na prostoru rimskog foruma. Predlaže se istražiti i predložiti potencijalne nove lokacije za zdenac kako bi se postojeći zdenac premjestio izvan rimskog foruma. Za sanaciju bušotine unutar rimskog foruma, te potencijalne nove lokacije za zdenac potrebno je ishoditi prethodno odobrenje Konzervatorskog odjela u Varaždinu. Postojeći toplovod vodi od zdenca do sadašnjih korisnika termomineralne vode. Za nove korisnike novi toplovod će se planirati kroz prostorno-plansku dokumentaciju užih područja«.

Podevčevo

Izvor subtermalne vode nalazi se južno od Podečeva, na istočnoj strani ceste Remetinec Podevčevo. Termalni izvori u Podečevu prvi puta su spomenuti u Tumaču Osnovne geološke karte, lista Varaždin, gdje se navodi temperatura vode od 16,2°C (Šimunić et al., 1988).

Prva kemijska analiza termalne vode napravljena je 1996. godine, a ujedno je izmjerena temperatura koja je tada iznosila 19,0°C (Jurišić-Mitrović, 2001).

Bližu okolicu Podečeva izgrađuju: donjotrijaski klastiti, srednjotrijaski dolomiti s ulošcima klastita i vulkanita, gornjotrijaski dolomiti i vapnenci, donjomiocenski klastiti, gornjo badenske breče, vapnenci i lapori, sarmatski lapori i pijesci, obronačni nanos (deluvij) te nanos rijeke Bednje i njezinih pritoka. Na desnoj obali potoka u Podečevu postoji više izvora, među kojima su samo dva subtermalna. Jedan izvor je prekriven sedrom i kaptiran, a drugi izvire iz napuštenog kamenoloma. Temperature mjerene u različito godišnje doba pokazale su kolebanje od 16,3-18,3°C (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016).

Između Varaždinskih Toplica i Toplice kod Dobrne u Sloveniji proteže se »termalna linija« prozvana »Zona andezita i pršinaca«, odnosno »Niz Hum-Brda-Željeznica«. Uz tu termalnu vodu u navedenim toplicama zagrijevaju se vulkanski plinovi i pare. Da se znalo za termalne izvore u Podečevu, sigurno bi se dokazalo i njihovo postvulkansko podrijetlo, a vjerojatno bi to bio i dokaz o površinskom pružanju termalne linije (Gorjanović-Kramberger 1904. a i 1904. b).

Isto tako za izvore u Podečevu nije znao niti Miholić (1940 i 1959), kada je termalne izvore u Varaždinskim Toplicama i kod Dobrne u Sloveniji svrstavao u svoju prvu termalnu liniju i kemijskim analizama dokazivao vadozno podrijetlo njihovih voda.

Za rješavanje pojave subtermalnih vrela u Podečevu važno je naglasiti da voda izvire na sjecištu antiklinalnog prodora i poprečnog rasjeda, kao što je to slučaj u skoro svim toplicama Hrvatskog zagorja (Šimunić i Hećimović, 1999.). S obzirom na geološku građu šireg područja, antiklinalni prodor u Peškovcu predstavlja jedino mjesto gdje su se mogla pojaviti termalna vrela.

Prema geološkoj i strukturalnoj građi terena može se uočiti velika sličnost Podečeva i obližnjih Varaždinskih Toplica, samo što su u Podečevu trijaski dolomiti izbili na površinu, dok su u Varaždinskim Toplicama prekriveni s egerskim klastitima (Šimunić, 1988).

Nakupljanje oborinske vode najvjerojatnije se odvija u navlaci Lubenjaka koju izgrađuju zdrobljeni gornjotrijaski dolomiti. Po njima se voda spušta u dubinu i na navlačnoj plohi prelazi u srednjotrijaski dolomite koji čine dno južne sinklinale. U sinklinali je voda uklještena između donjotrijaskih i miocenskih klastita, te može izvirati samo u tjemenu antiklinalnog prodora gdje je nepropusna krovina erodirana. Zbog uklještenog vodonosnika kretanje vode u podzemlju odvija se po principu spojenih posuda, odnosno iz područja s višim u područje s nižim tlakom (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016).

Za usmjeravanje i zagrijavanje termalne vode značajna je južna sinklinala koja je dublja i ispunjena egerskim, gornjo badenskim i sarmatskim naslagama. Zbog toga ukupna debljina ovih nepropusnih naslaga, ispod kojih se mora probijati termalna voda, iznosi 500-800 m. Da bi se voda zagrijala na dvadesetak stupnjeva, ona se, uz geotermički stupanj 24,7-27,4 m, mora spustiti najmanje do 500 m

dubine. Ako se uzme u obzir da u uzlaznom kraku (putem prema izvorima) voda gubi dio temperature i da trijaski dolomiti u natiklinalnom prodoru (Peškovcu) također upijaju hladnu oborinsku vodu, onda je početna temperatura vode morala biti znatno viša, a s time i dubina spuštanja veća (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016).

Lunjkovec – Kutnjak

Geotermalno polje »Lunjkovec – Kutnjak« smješteno je na području Varaždinske i Koprivničko – Križevačke županije. Povoljni geotermalni parametri ovog područja omogućavaju pridobivanje geotermalne vode od oko 50 l/sek (4 500 m³/dan) s temperaturom višom od 140°C. S obzirom na kapacitet i kemijski sastav geotermalne vode, Geotermalno polje »Lunjkovec – Kutnjak« zanimljivo je za proizvodnju električne energije i za iskorištavanje vruće vode za proizvodnju električne energije, ali i za iskorištavanje vode za baleonološke i druge svrhe. Na polju »Lunjkovec – Kutnjak« geotermalno ležište je ispitano s dvije istražne (naftne) bušotine. Geotermalna voda sadrži 5 g/l otopljenih minerala i 3 m³/m³plina (85% CO₂, oko 15% ugljikovodika i tragove H₂S). Kamenac se počinje taložiti pri uvjetima tlaka nižeg od 10 bara (Miholić, 1952).

Kolektor je karbonatna breča s prosječnom poroznošću od 7,5%. Procijenjeni volumen pora je oko 109 m³, a površina ležišta je oko 100 km². Temperatura ležišta varira u ovisnosti o dubini vrha ležišta. U nepropusnim stijenama, između ležišta i površine, temperaturni gradijent je viši od 0.06°C/m. Preliminarni proračuni pokazali su da se s protokom od 80 kg/s i temperaturom od 125°C može proizvesti snaga od 1,5 MWe (Studija potencijala i osnove gospodarenja mineralnim sirovinama na području Varaždinske županije, 2008.).

U tablici 2. prikazana su postojeća ležišta sa geotermalnom vodom toplijom od 100°C u Republici Hrvatskoj i Varaždinskoj županiji.

Na temelju podataka geofizičkih mjerenja, s kojima je otkrivena struktura Kutnjak-Đelekovec, locirana je i izrađena 1968. godine prva duboka istražna bušotina Kutnjak-1 koja je bila negativna, jer ugljikovodici nisu otkriveni. S ciljem utvrđivanja Koprivničkih pješčenjaka (nositelja ugljikovodika) tijekom 1974. godine izrađeno je još sedam istražnih bušotina. Prilikom tih radova indiciran je geotermalni potencijal na tom prostoru. Na geotermalnu vodu ispitane su dvije bušotine Kutnjak-1 konačne dubine 2430 m te Lunjkovec-1 konačne dubine 2201 m (slika 3). Tijekom 2004. godine u bušotini

Tablica 2. Ležišta s geotermalnom vodom toplijom od 100°C u RH i Varaždinskoj županiji.

Table 2. Geothermal water beds warmer than 100° C in Croatia and Varaždin County.

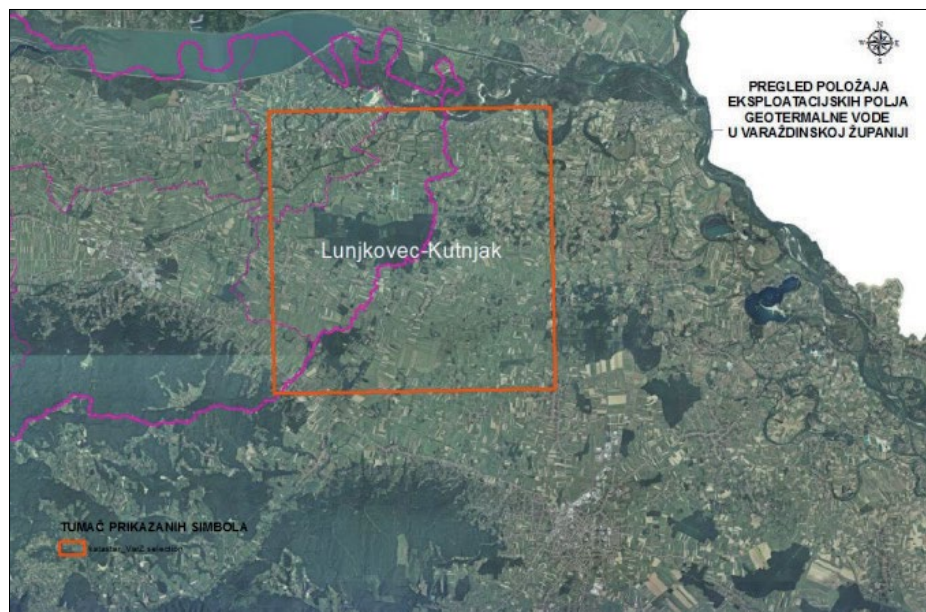
Područje	Bjelovar	Bjelovar	Ludbreg	Đurđevac	Karlovac	Županja
Lokacija (ležište)	Velika Ciglana	Velika Ciglana	Lunjkovec	Ferdinandovac	Rečica	Babina Greda
Kategorija rezervi	Dokazane	Vjerovatno Dokazane	Vjerojatne	Vjerojatne	Vjerojatne	Vjerojatne
Dubina bušotina / m	2800	2800	2500	2500	2500	2500
Način pridobivanje vode	samoizljev	samoizljev	samoizljev	samoizljev	crpka	samoizljev
Izdašnost elementa razrade m ³ /s	0.11566	0.347	0.156	0.1	0.1	0.2
Temperatura vode	170	170	125	125	120	125
Broj bušotina na elementu (proizvodne i utisne)	2 (1+1)	5 (3+2)	3 (2+1)	3 (2+1)	3 (2+1)	2 (1+1)
Mogući broj elementa razrade	1	1	10	1	1	1
Broj izrađenih aktivnih bušotina	2/0	2/0	3/0	1/0	1/0	1/0

Izvor: Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije (2016.)

Slika 3. Satelitska snimka radnih etaža u EP »Lunjkovec-Kutnjak«, površine 9997,33 ha

Figure 3 Satellite footage of the EP »Lunjkovec-Kutnjak« working platforms, covering 9997.33 ha

Izvor: Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije (2016.)



Kutnjak-1 su obavljani dodatni radovi i ispitivanja. Pri tome je maksimalno davanje bušotine samo izljevom bilo 53 l/s. uz temperaturu na ušću od 130°C. Na temelju izrađenog Elaborata o rezervama 2005. godine, povjerenstvo za utvrđivanje rezervi izdalo je Rješenje o kakvoći i količini rezervi geotermalne vode u iznosu od 53,24 l/s (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016.).

Geotermalno ležište proteže se na 83 km² na području Kutnjak – Lunjkovec nalazi se na dubini 2000 – 2400 m s prosječnom debljinom sloja 117m. Ležište sadrži oko 700 milijuna m³geotermalne vode, a iskorištena geotermalna voda vraća se u ležište. Novijim istraživanjima temperatura geotermalne vode je 140°C. Izdašnost postojeće bušotine je 53 l/s eruptivno i 70 l/s s uronjenom pumpom, a projektirana izdašnost nove bušotine Kt1a 70 l/s eruptivno, a 100 l/s s uronjenom pumpom (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016.).

Temeljem izraženog interesa za gospodarskom uporabom geotermalne energije, INA-Industrija nafte d.d. (Naftaplín) je tokom 2004. izradila potrebnu dokumentaciju za utvrđivanje rezervi geotermalne vode u geotermalnom ležištu »Lunjkovec-Kutnjak« i ishodila 24. ožujka 2005. Rješenje o tim rezervama od strane Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva. Nadalje, INA-Industrija nafte d.d. (Naftaplín) također od Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva dobiva 6. travnja 2006. Rješenje o odobrenju eksploatacijskog polja geotermalne vode »Lunjkovec-Kutnjak«. Time je INA d.d. završila prvu fazu zakonskih obveza i praktički stekla koncesijska prava eksploatacije geotermalne vode na lokaciji »Lunjkovec-Kutnjak« (Strategija gospodarenja mineralnih sirovina Republike Hrvatske, 2009.).

Vlada Republike Hrvatske je prepoznala ulogu obnovljivih izvora energije u vrlo neizvjesnoj energetskej budućnosti, kako u svijetu tako i kod nas, te je svojim Zaključkom od 20. lipnja 2006. poduprla Program gospodarske uporabe geotermalne energije na lokaciji »Lunjkovec-Kutnjak«. Tom prilikom je zadužila Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva i Hrvatsku elektroprivredu da izrade studiju izvodljivosti tog projekta i redovito izvješćuju Vladu o napretku projekta. Po narudžbi HEP-a, Ekonomski fakultet Zagreb izradio je u toku 2006. materijal »Konceptija i izvodljivost programa gospodarske uporabe geotermalne energije na lokaciji Lunjkovec-Kutnjak« (Studija potencijala i osnove gospodarenja mineralnim sirovinama na području Varaždinske županije, 2008.).

Inicijativom Vlade Republike Hrvatske od 1. ožujka 2007. prišlo se osnivanju Koordinacijskog društva za pripremu realizacije programa gospodarske uporabe geotermalne energije na lokaciji »Lunjkovec-Kutnjak«. Imenovani su u Društvo predstavnici: Hrvatskog fonda za privatizaciju (ispred Vlade RH), Koprivničko-križevačke županije, INA-e, HEP-a, Podravke i općine Legrad.

Nažalost, dalje od izrađene studije i osnivanja koordinacijskog društva projekt nije napredovao.

Ministarstvo gospodarstva je po službenoj dužnosti dopisom od listopada 2013. godine (zbog neizvršavanja obaveza iz Rješenja o odobrenju Eksploatacijskog polja) obavilo brisanje trgovačkog društva Ina-industrija nafte d.d. Zagreb kao ovlaštenika eksploatacijskog polja geotermalne vode »Lunjkovec-Kutnjak« iz registra eksploatacijskih polja Ministarstva gospodarstva i kao ovlaštenika upisalo Republiku Hrvatsku. U studenom 2014. godine se raspisalo javno nadmetanje za odabir najpovoljnijeg ponuditelja za dodatno istraživanje geotermalne vode radi davanja koncesije za eksploataciju geotermalne vode ocjenjujući da postoji potreba utvrđivanja gospodarske iskoristivosti geotermalne vode u već odobrenom eksploatacijskom polju »Lunjkovec-Kutnjak« (Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije, 2016.).

Isto, Ministarstvo je 21. siječnja 2015. godine donijelo odluku o odabiru najpovoljnijeg ponuditelja za dodatno istraživanje geotermalne vode radi davanja koncesije za eksploataciju geotermalne vode na eksploatacijskom polju »Lunjkovec-Kutnjak«. Nakon provedeno javnog nadmetanja Ministarstvo gospodarstva je odabralo ponudu trgovačkog društva Mb Geothermal d.o.o. Zagreb, kao najpovoljnijeg ponuditelja.

U odluci o odabiru najpovoljnijeg ponuditelja definirane su obveze i rokovi izvršenja prema programu istražnih radova definiranih u natječajnoj dokumentaciji.

Topličica kod Mađareva

Izvor se nalazi oko 2 km jugozapadno od Mađareva, neposredno sjeverno od asfaltne ceste. Prvi pisani podatak o izvoru datira iz 1972. godine. Temperatura vode je 22°C. Po kemijskom sastavu voda je CaMg-HCO₃ tipa, ukupna mineralizacija je 507 mg/l, a koristi se u turističko-rekreacijske svrhe« (Studija potencijala i osnove gospodarenja mineralnim sirovinama na području Varaždinske županije, 2008.).

Isto tako treba skrenuti pozornost da Rudarsko geološka studija iz 2016. godine, spominje da je na istočnom dijelu prostora Županije (ludbreško područje) evidentirano postojanje geotermalnih resursa, o čemu je bilo posebno govora u »Studiji o istraživanju, eksploataciji, gospodarenju i zaštiti georesursa na području Općine Ludbreg« u kojoj se navodi da prema potencijalnim mogućnostima iskorištenja geotermalne energije, ludbreško područje prednjači pred ostalim područjima Republike Hrvatske

Stoga bi bilo potrebno u nastupajućem vremenu detaljnije istražiti i razraditi mogućnosti korištenja geotermalnih voda u ludbreškom području jer postojeća istraživanja ukazuju na interesantan potencijal termalnih izvora za koji se pretpostavlja mogućnost korištenja i u zdravstveno-rekreativne, ali i u gospodarske (elektrana i zagrijavanje) svrhe. U tu svrhu neophodno je nastaviti istraživanja za detaljnije definiranje vodonosnika geotermalne vode dodatnim geofizičkim mjerenjima, detaljnijom namjenskom interpolacijom satelitskih i aviosnimaka, te geokemijskim istraživanjima vode bušotina, koje nisu kompletirane (Horvatinčić, N et al.).

ZAKLJUČAK

Energetske mineralne sirovine na području Varaždinske županije o čijem potencijalu treba raspravljati su geotermalna voda i ugljikovodici. Treba naglasiti da je geološki potencijal geotermalnih voda odnosno područja potencijalnosti geotermalne energije s različitim stupnjevima entalpijskih karakteristika utvrđen na cijelom prostoru Županije.

Na prostoru županije, gradova, općina i njihovih mikrolokacija, treba nastaviti istražne radove i projekte, te na svaki mogući način pospješiti angažman investitora na istraživanju i proizvodnji električne struje i toplinarstva u kogeneraciji, na već izdvojenom eksploatacijskom polju »Lunjkovec-Kutnjak« a i na ostalim prostorima.

Isto tako, poznate su nam vrijednosti termo-mineralnih izvora Varaždinskih Toplica koje je potrebno osmisliti, prezentirati i iskoristiti u daleko većoj mjeri nego do sada, na što je ukazano i »Strateškim marketinškim planom turizma Varaždinske županije«. Nadalje tu je i lokalitet Topličice, koji je danas zapušten, također zaslužuje revitalizaciju.

Na kraju možemo zaključiti, da su Varaždinskoj županiji i Republici Hrvatskoj potrebni kvalitetni projekti i investitori koji su voljni uložiti u potencijal geotermalnih voda, a taj dragocjeni energent je spreman, danas-sutra, progurati naprijed čitavo hrvatsko gospodarstvo. Geotermalna energija vrlo vrijedan obnovljiv izvor jer je njezin potencijal doista vrlo velik, a o tome se danas jako malo govori. Geotermalna energija nije isplativa samo kao energent za proizvodnju električne energije, ona je puno više od toga. Geotermalna energija može dati vrlo snažan poticaj za razvoj domaće industrije, a uz to je i energent, odnosno, resurs koji ne moramo uvoziti i koji zbog toga može dati veliki prilog energetske samodostatnosti i neovisnosti Hrvatske (proizvodnja električne energije, centralizirani toplinski sustavi, zagrijavanje plastenika, staklenika, elektrane).

LITERATURA I IZVORI

1. Gorjanović–Kramberger, D.(1904a): Geologijska prijedlogna karta Hrvatske i Slavonije, Zlatar-Krapina. 1:75 000, Zona 21, Col. XIV., Naknada Kralj.zemalj.vlade, Odjel za unutarnje poslove, Zagreb
2. Gorjanović–Kramberger, D.(1904b): Geologijska prijedlogna karta Hrvatske i Slavonije, 1:75 000, Tumač geologijske karte Zlatar_Krapina., Zona 21, Col. XIV., Naknada Kralj.zemalj.vlade, Odjel za unutarnje poslove, Zagreb
3. Horvatinčić, N et al., (1990): Određivanje podrijetla geotermalnih voda na području Varaždinskih toplica. XII. Kongres geol.Jugosl.,4, 540-547, Ohrid.
4. Jurišić- Mitrović, V. (2001): Izvještaj o rezultatima kemijskih analiza uzoraka vode za zadatak »Monografija termalnih i mineralnih vrela RH«. Fond struč.dok., HGI, Zagreb.
5. Koch. T (1891): (rukopis) K ustanovljenju stitnog okoliša za mineralnu kupelj Krapinske toplice u Hrvatskoj. Fond struč.dok., HGI, Zagreb
6. Miholić,S. (1952):Kemijski sastav i svojstva mineralnih voda. Godišnjak Balneol.- klimat.institut NR Hrvatske 1, 7-18, Zagreb.
7. Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 50/99. i 84/13.)
8. Prostorni plan Varaždinske županije (»Službeni vjesnik Varaždinske županije« br. 8/00., 29/06. i 16/09.)
9. Rudarsko - geološka studija Varaždinske županije (»Službeni vjesnik Varaždinske županije« br. 29/16)
10. Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (NN 76/13.)
11. Strategija gospodarenja mineralnih sirovina Republike Hrvatske (iz 2009. godine)
12. Studija potencijala i osnove gospodarenja mineralnim sirovinama na području Varaždinske županije (»Službeni vjesnik Varaždinske županije« br. 9/08)
13. Zakon o rudarstvu (NN 66/13. i 14/14.)
14. Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13 i 14/14)
15. Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva (NN 153/09, 56/13 i 154/14)
16. Šimunić, Al. (1988):Sedimentno-petrografske analize uzoraka istražne bušotine St-3 u Stubičkim toplicama i s Nikolinog brda u Topuskom. Fond struč. dok., HGI, Zagreb.
17. Šimunić, A. & Hećimović, I. (1979): Tektonski odnosi sjeverozapadne Hrvatske (Ivanščica, Kalnik i Ravna gora). Zbornik radova Znan. savjeta za naftu Jugosl.akad.znan.umjet., Sekcija za primjenu geologije, geofizike i geokemije, IV god.znan.skup, 188-198, Zagreb

SUMMARY

Mineral and geothermal water of Croatia represents an extremely important natural resource of the Republic of Croatia, which needs to devote much more attention and research and especially to finding optimal forms of use primarily in the economy, energy, health and tourism.

The use of this renewable resource needs to be continuously monitored in view of the expected economic development and the effects that can be achieved by taking into account that the geothermal gradients of Croatian space are considerably higher than the European average.

Given the raw potentials and demands for higher amounts of mineral raw materials, Varaždin County has a prospect of development on its own resources. However, existing mineral resources, though not numerous, have been partially explored, their quantity, quality and complete application are unknown. The aim of this paper is to draw attention to the spectrum of mineral resource utilization of geothermal water, which could be considerably wider than it has been, so it is necessary to carry out regional exploration of mineral raw materials with the aim of extracting the best quality raw materials and examining the possibilities of their application.