

Stručni rad

Professional paper

UDC: 620.91:550.36(497 Bijeljina)

DOI: 10.5825/afts.2012.0406.001D

ENERGETSKA POTENCIJALNOST GEOTERMALNIH RESURSA I MOGUĆNOST NJIHOVOG KORIŠTENJA ZA TOPLIFIKACIJU GRADA BIJELJINE

Đurić N.¹, Radovanović S.¹

¹*Tehnički institut Bijeljina, E.mail: tehnicki@tehnicki-institut.com*

REZIME

Energetska kriza često prisutna u različitim oblicima, stvara prostora za korištenje „manje značajnih“ vidova energije. Jedan od tih vidova energije je geotermalna energija, koja se može koristiti u mjestu njenog postojanja, za različite energetske svrhe. Veoma je prihvatljiva i najčešće povoljnije cijene u odnosu na komercijalne vidove energije koja je danas u širokoj primjeni.

Područje Semberije karakteriše prisustvo geotermalne energije, koja je veoma perspektivna a malo iskorištena. Povremene energetske krize osvježe razmišljanja o mogućnosti njenog korištenja, prvenstveno za potrebe toplifikacije grada Bijeljine. Tako se danas pedesetak godina od prvih istražnih bušotina koje su konstatovale prisustvo ove energije, krenulo u realizaciju projekta toplifikacije grada Bijeljine sa geotermalnom energijom.

Geotermalna potencijalnost je dovoljna za toplifikaciju grada, ali i korištenja toplotne energije za druge svrhe, prvenstveno privredne i sportsko-rekreacione. Pored ekonomskih efekata značajni su i ekološki efekti, zbog smanjenja emitovanja štetnih gasova, prvenstveno CO₂ u atmosferu.

Ključne riječi: *geotermalna energija, toplifikacija, ekonomski efekti, ekološki efekti*

GEOHERMAL ENERGY RESOURCES AND POTENTIALITY POSSIBILITY OF ITS USE FOR HEATING CITY OF BIJELJINA

ABSTRACT

The energy crisis is often present in different forms, creating space for the use of "less important" forms of energy. One of these forms of energy is geothermal energy, which can be used in place of its existence, for different energy purposes. It is acceptable and most favorable price compared to commercial forms of energy that is now widely used.

Area of Semberija characterized by the presence of geothermal energy, which is very promising but little used. Periodic refresh the energy crisis of thinking about the possibility of its use, primarily for toplifikacije of Bijeljina. Thus the fifty years since the first exploratory wells that have found the presence of this energy went into heating project of Bijeljina with geothermal energy.

Potential of geothermal heating is sufficient for the City and the use of heat for other uses, primarily commercial, and recreational sports. In addition to the economic effects are also significant environmental effects, to reduce transmission of harmful gases, primarily CO₂ into the atmosphere.

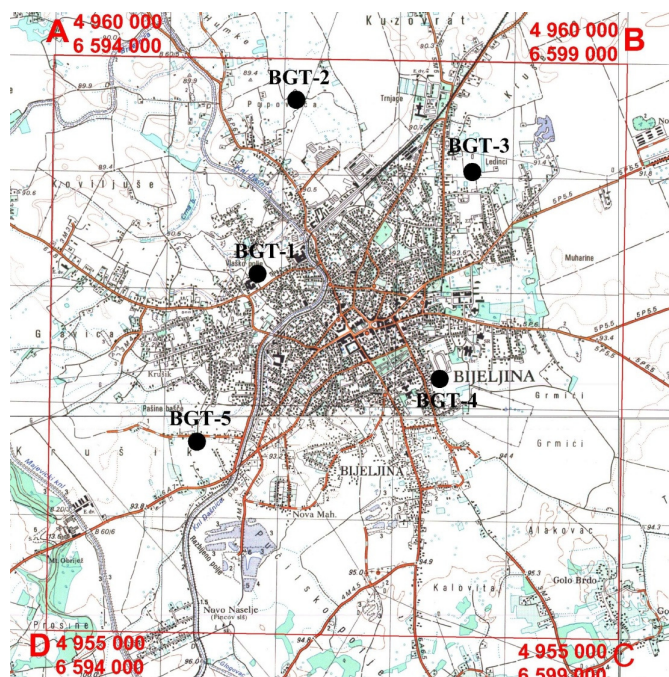
Key words: *geothermal energy, heating, economic effects, environmental effects*

UVOD

Geotermalna energija u sjeveroistočnom dijelu Republike Srpske konstaovana je istražnim bušotinama pedesetih godina u sklopu istraživanja za naftu. Nezainteresovanost za ovaj resurs trajala je desetak godina, dok se nije jedna od tih bušotina S – 1 u Dvorovima privela namjeni. U početku voda je korištena za manji otvoreni bazen, da bi se vremenom izgradila Banja Dvorovi sa kompleksom otvorenih bazena.

Pored navedene bušotine u području Semberije postoji još nekoliko ranije urađenih bušotina koje nisu u funkciji. Pretpostavlja se da bi mogle biti osposobljene ukoliko bi postojao određeni interes na području gdje se nalaze. Osamdesetih godina urađena je jedna bušotina DV – 1, namjenski za korištenje geotermalne energije, za potrebe Banje Dvorovi. Dugo vremena bila je napuštena, da bi krajem 2011. godine ponovo bila osposobljena i očekuje se njeno privođenju planiranoj namjeni. Početkom ovog vijeka izražena je zainteresovanost za istraživanje i eksploataciju geotermalnih voda u cilju iskorištavanja energije za toplifikaciju grada, kao i mogućnost da se toplotna energija koristi i u druge svrhe, posebno u vremenskom periodu kada nije sezona grijanja [2] [3].

Istraživanje i eksploatacija geotermalnih voda vršiće se u gradu Bijeljina. Urađiće se pet (5) istražno-eksploatacionih bušotina koje će biti raspoređene po obodnom dijelu gradskog područja slika 1. Topla voda će se skupljati u jednom rezervoaru, odakle će se dalje preko izmjenjivača toplotne distribuirati toplotna energija ka potrošačima.



Slika 1. Istražni prostor sa rasporedom istražno-eksploatacionih bušotina BGT
Figure 1 The exploration area with the schedule of exploratory drilling and exploitation BGT

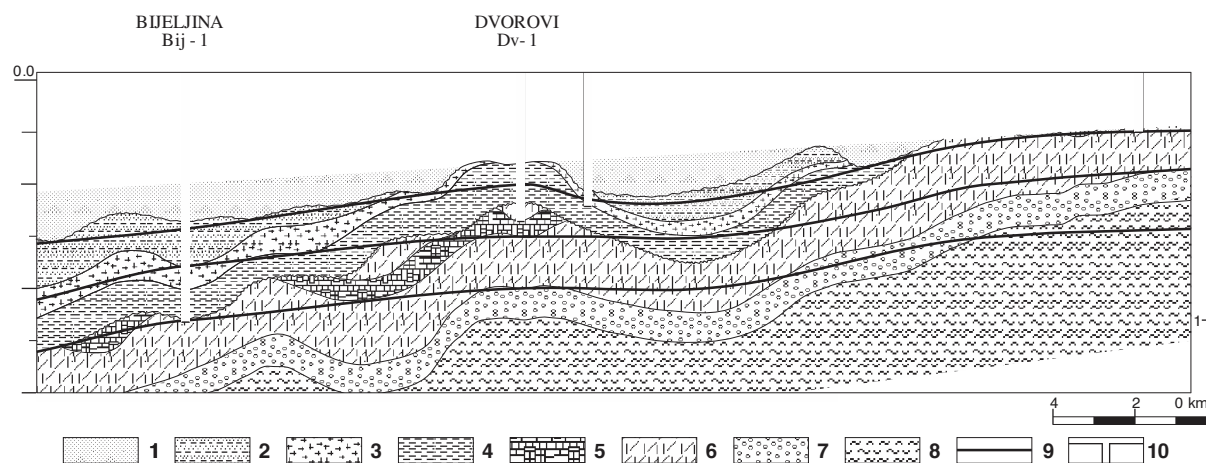
Pored istražno-eksploatacionih bušotina, urađiće se nekoliko i reinjeksionih bušotina za povratak eksploatacionih voda u matični kolektor, nakon iskorištenja određene količine energije. Broj bušotina i njihov izgled, da li će biti vertikalne ili kose, definisat će tokom realizacije cjelokupnog projekta.

Prednosti geotermalne energije su višestruke. Prvo radi se o domaćem resursu, zatim resursu koji je obnovljiv i predstavlja čistu energiju koja ne zagađuje okolinu prilikom njenog korištenja. Investiciona ulaganja su jednokratna, što poslije otplate investicije, ostaje jevtina energija koja će pored korištenja za toplifikaciju grada, naći svoj interes i u drugim privrednim granama.

GEOLOŠKE, HIDROGEOLOŠKE I GEOTERMALNE KARAKTERISTIKE TERENA

Područje Semberije predstavlja mladu neotektonsku depresiju koja je zapunjena neogenim i na kraju debelim aluvijalnim sedimentima. Teren nije u dovoljnoj mjeri istražen, ali zbog jednostavnije geološke građe dosta pouzdano se mogu definisati njegove karakteristike. Prva konkretna istraživanja na ovom području na osnovu kojih su sagledane karakteristike terena po dubini, vezana su za naftna istraživanja pedesetih godina dvadesetog vijeka. Zahvaljujući njima za područje Semberije se može reći da je veoma dobro istraženo u centralnom dijelu oko Bijeljine, jer je na površini od oko 200 km² izbušeno 5 istražnih bušotina dubljih od 1.500 m.

Osnovna geološka istraživanja vršena su u sklopu izrade geološke i hidrogeološke karte. Cjelokupno područje Semberije nalazi se u aluvijalnoj ravni rijeke Drine, sa nadmorskim visinama terena od 85-90 m, sa dosta jednostavnim geološkim sastavom. Sačinjavaju ga sedimentne stene kvartarne starosti, a do dubine oko 2,5 km, u građi terena učestvuju tercijarni i mezozojski sedimenti, slika 2.



Slika 2. Geotermalni procesi terena Semberije - krovinški izolator u hidrogeotermalnom sistemu
 1. neogene gline i pijeskovci, 2. paleogeni pješčari - rezervoar hidrogeotermalnih fluida, 3. gornjokredni krečnjaci, 4. gornjokredni laporci i pješčari, 5. srednjotrijaski dolomiti, 6. srednjotrijaski krečnjaci - podinski izolator hidrotermalnom sistemu, 7. donjotrijaski pješčari i krečnjaci.
 8. paleozojski škriljci, 9. izoterma, 10. bušotina

Figure 2 Geothermal processes Semberije ground - hanging insulator in the hydro-geothermal system
 1st Neogene clay and sand, 2 Paleogene sandstones - hydro-geothermal fluid reservoir, 3 Upper Cretaceous limestones, 4 Upper Cretaceous marls and sandstones, 5 Middle Triassic dolomite, 6 Middle Triassic limestone - foot wall insulator hydrothermal system, 7 Lower Triassic sandstones and limestones.
 8 Paleozoic sediments, 9 isotherm, 10 wells

Kvartarni sedimenti (Q) imaju veliko prostranstvo i moćnosti su od 30,0 – 60,0 m, a u njima dominira šljunkovita komponenta sa valuticama prečnika 2,0 – 20,0 cm. Valutice su porijeklom od krečnjaka, rožnjaca, pješčara, kvarcita i magmatskih stijena.

Pliopleistocenski sedimenti (Pl, Q) učestvuju u sastavu velikog dijela površi terena. Predstavljani su sivosmeđim glinama sa malo karbonatnih konkrecija, a prisutna su sočiva šljunka i pijeska. Miocenski sedimenti (M) predstavljani su peščarima i laporcima, do masivnim i bankovitim lajtovačkim i litotamijskim krečnjacima debljine 20,0 – 140,0 m. Najbliži izdanci podloge tercijarnih sedimenata,

odnosno rezervoara, nalaze se po obodu uže istraživanog terena, odnosno u slivu rijeke Tavnice, u Pocerini, u okolini Banje Koviljače i na južnim padinama Fruške Gore.

Kredni sedimenti (K) čini podlogu tercijarnih sedimenata. Za geotermalnu potencijalnost najbitniji je paket krečnjaka koji ima veliko rasprostranjenje na ovom području. Oni su masivni, bankoviti, a rjeđe slojeviti. Karstifikacija je mestimično veoma dobro izražena. Preko njih leži kredni fliš, koji prelazi u paleogen. Najveća debljina ovih krednih sedimenata je baš na području grada Bijeljine. Tu iznosi oko 950 m. Prostirući se prema obodnim dijelovima Semberije i Posavine ona se postepeno smanjuje, da bi na južnom i zapadnom delu izbila na površinu kod Tavnice i Teočaka, a na istoku, prema Mačvi iščezava.

Trijaski sedimenti (T) nalaze se na većim dubinama ispod 1.300,0 m, a predstavljeni su krečnjacima i dolomitima. Obzirom na nagib slojeva od istoka ka zapadu, to se dubina do pojedinih sedimenata povećava.

Osnovni indikatori geotermalnih karakteristika terena zavise od debljina i sastav zemljine kore, debljina litosfere, starost tektonske aktivnosti, starost i vrsta magmatskih procesa, sadržaj radiogenih elemenata u stenama, neotektonska kretanja, seizmičnost, hidrogeološke karakteristike terena i nekih drugih manje značajnih faktora. Svi ovi faktori su prisutni na području Semberije, tako da imaju veći ili manji uticaj na pojedine geotermalne karakteristike, odnosno parametre.

Podaci o geotermalnim karakteristikama ovog područja dobijeni na osnovu analize i reinterpretacije rezultata djelimičnih geoloških istraživanja, sastava, debljine i razvoja Zemljine kore ovog i susednih dijelova bivše Jugoslavije. Debljina Zemljine kore na području Semberije je relativno dobro poznata zahvaljujući rezultatima dubokih seizmičkih ispitivanja vršenih za ovu namenu, a kreće se od 25,0 – 27,0 km.

U toku neogena i kvartara teren je bio zahvaćen intenzivnom tektonskom aktivnošću, gdje neotektonska etapa traje od srednjeg miocena pa do danas. Tokom vremena, pojedini tektonski blokovi i geotektonske jedinice različito su se tektonski ponašali. Posmatrano lokalno, područje Semberije predstavlja depresiju tercijarnog i kvartarnog basena koji je ranije spušten, a od nedavno je počeo da se lagano izdiže brzinom od 0,0 – 0,2 mm/god, obzirom da se nalazi u obimu velikog bloka.

Prognozne vrijednosti temperature stijenskih masa i geotermalnih fluida određene su na nekim istražnim bušotinama na području Semberije i Posavine u uslovima nestacionarnog temperaturnog polja. U plitkim delovima zemljine kore, temperaturno polje je pored drugih uticaja i pod velikim uticajem temperaturnog polja iz dubljih delova zemljine kore, pa i gornjeg omotača. Temperaturno polje na velikim dubinama određeno je na osnovu modelskih proračuna temperature [4]. Prema tim podacima temperatura na dubini od 5 km treba da bude oko 230 °C, na dubini od 7 km oko 300 °C, i na dubini od 10 km oko 420 °C. Na Mohorovičićevom diskontinuitetu vrednost temperature treba da bude oko 800 °C.

Porijeklo termalnih voda u krednim i trijaskim krečnjacima na području Semberije, pokazuje da se sistem prihranjuje, obzirom da je dosadašnjim istraživanjima utvrđeno miješanje mladih voda (mladih od 50 godina) sa starim vodama, čija je starost prema sadržaju izotopa ¹⁴C od 16.000 – 24.000 godina. Detaljnije posmatrano, može se zaključiti da se radi o ogromnoj jedinstvenoj karsnoj izdani, gdje se nalaze vode male mineralizacije sa povećanim sadržajem pojedinih komponenti kao posledicom dubine.

Hidrogeotermalni sistem na području Semberije karakteriše rezervoar koji se nalazi u mezozojskim sedimentima i čine ga gornjokredni krečnjaci i trijaski krečnjaci i dolomiti. Predstavlja ogromnu jedinstvenu karstnu izdan, gdje se nalaze vode male mineralizacije sa povećanim sadržajem pojedinih komponenti kao posledicom dubine. Pri tome se tople vode mogu racionalno eksploatirati u cilju korištenja toplotne energije.

Nalazište termalnih voda u godnjokrednim krečnjacima koji se prostiru na cijeloj teritoriji Semberije veoma je značajno. Njihov ukupni geotermalni energetski potencijal iznosi oko 230±10⁶ tona termalno ekvivalentne nafte. Prognozne rezerve geotermalne energije u stijenskoj masi i termalnoj vodi ovog rezervoara procenjuju se na 57±10⁶ tona termalno ekvivalentne nafte, a rezerve samo u termalnoj vodi oko

$2 \approx 10^6$ tona termalno ekvivalentne nafte. Geotermalna energija iz rezervoara od gornjokrednih krečnjaka i njegovih termalnih voda može se eksploatirati pomoću vertikalnih ili kosih bušotina. Najracionalniji način eksploatacije za ovaj rezervoar bi bili reinjekcioni ili "dubl" sistemi. Izlazne temperature termalnih voda iz gornjokrednih krečnjaka treba na celom području da budu > 75 °C.

Geotermalna energija u trijaskim krečnjacima i dolomitima predstavlja glavni hidrogeotermalni rezervoar iz koga gdje će se vršiti eksploatacija toplih voda. Iako direktnih istraživanja na ovom prostoru nije bilo, pretpostavka se zasniva na rezultatima geotermalnih istraživanja u Mačvi i na osnovu ranije uzvedenih dubokih bušotina[5]. Ukupan geotermalni energetski potencijal rezervoara od trijaskih krečnjaka i dolomita iznosi oko $1170 \approx 10^6$ tona termalno ekvivalentne nafte. Prognozne ukupne rezerve geotermalne energije u njemu uključujući stijenu i vodu iznose oko $315 \approx 10^6$ tona termalno ekvivalentne nafte, a samo u termalnoj vodi oko $20 \approx 10^6$ tona termalno ekvivalentne nafte. Način eksploatacije geotermalne energije iz trijaskih krečnjaka i dolomita je isti kao i za kredne krečnjake, pomoću vertikalnih i kosih bušotina i "dubl" sistema. Izlazne temperature termalnih voda iz ovog rezervoara se očekuju od 80-100 °C.

Posmatrano u cjelosti geotermalna energija akumulirana je u arteskim termalnim vodama u gornjokrednim krečnjacima i trijaskim krečnjacima i dolomitima, kao i u samim stijenskim masama. Dosad konstatovana ukupna debljina ovih stijena iznosi oko 1.000 m, odnosno procenjuje se na oko 1.500 m maksimalno [3]. Temperatura u kolektoru voda je od 90 – 130°C.

EKSPLOATACIONE KARAKTERISTIKE

Toplotna energija koja će se dobiti eksploatacijom toplih voda sa bušotina lociranih po obodnom dijelu grada, koristiće se prvenstveno za toplifikaciju grada. Potreban temperaturni konzum je od 80 – 60°C. Nakon toga voda se može koristiti dalje za iskorištavanje toplotne energije do 16°C, poslije čega će se preko reinjekcionih bunara vraćati u kolektor. Ukoliko se u početnoj fazi ne bude iskorištavala energija u cjelosti, ona će se već poslije prve faze iskorištenja, sa 60°C vraćati u kolektor.

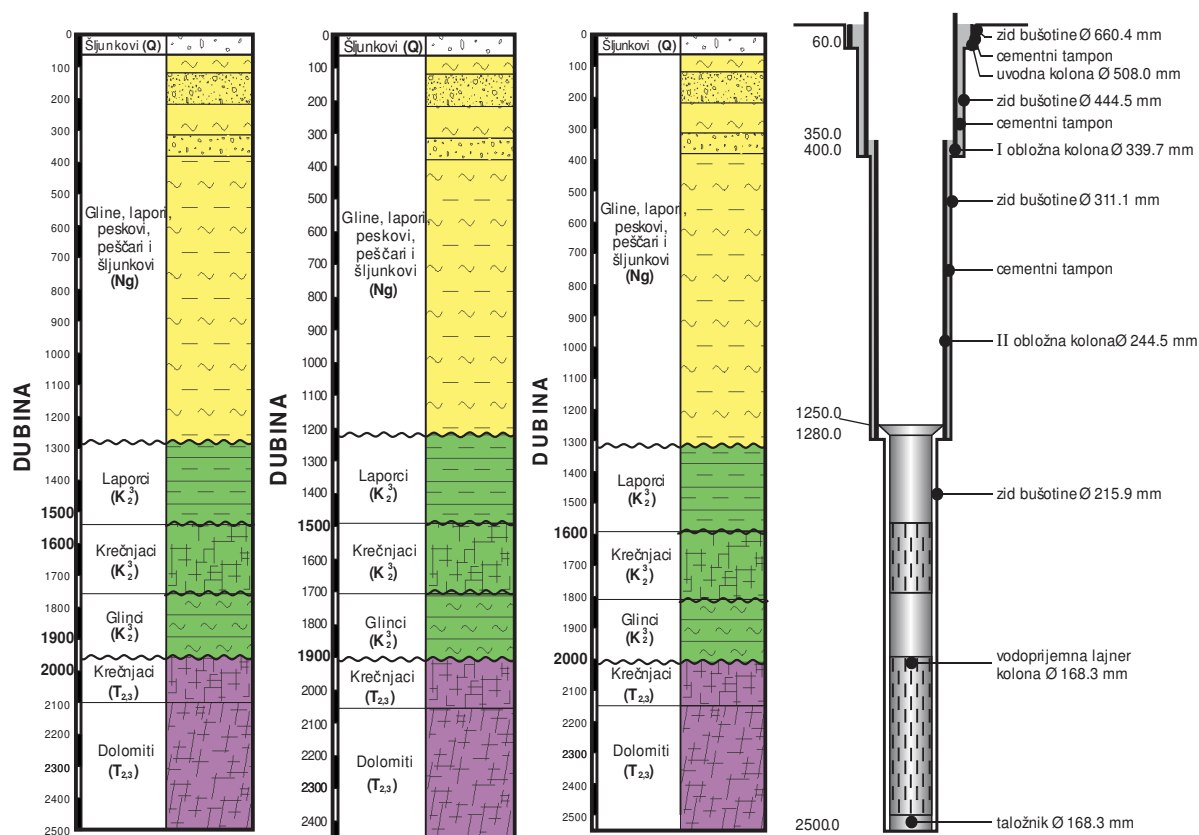
Obzirom da je geotermalna energija domaći resurs, ekološki čist i ekonomski povoljan, to to će se toplotna energija koristiti i u nižim temperaturnim intervalima. Predviđeni su različiti privredni programi, za koje je toplotna energija osnovni energent, kao i programi vezani za rekreacione svrhe. Iskustva iz zemalja koje koriste geotermalnu energiju, kao i zainteresovanost privrednih subjekata, dovoljna su garancija da će projekat eksploatacije geotermalnih voda u cilju iskorištavanja toplotne energije biti uspješno realizovan.

Eksploatacija geotermalne energije samo iz termalnih voda u gornjokrednim i trijaskim krečnjacima i dolomitima, može se racionalno vršiti pomoću pojedinačnih vertikalnih dubokih bušotina oko 2.500 m. Glavnim rudarskim – tehničkim projektom definiše se način eksploatacije i korištenja energije. Obzirom da se kolektor toplih voda nalazi na velikoj dubini, neophodno je provesti istražno bušenje do dubine oko 2.500,0 m, slika 2. Nakon završetka bušenja i sagledavanja svih podataka sa bušotine, ista će služiti kao eksploataciona.

Eksploatacija geotermalne energije samo iz termalnih voda u gornjokrednim i trijaskim krečnjacima i dolomitima, može se racionalno vršiti pomoću pojedinačnih vertikalnih dubokih bušotina dubine od 1.300 – 3.000 m. Obzirom da se kolektor toplih voda nalazi na velikoj dubini, neophodno je provesti istražno bušenje dubine od 2.500,0 – 3.000,0 m. Nakon završetka prve bušotine i obrade svih podataka, ista će služiti kao eksploataciona. U zavisnosti od karakteristika prve bušotine, definiše se loakcija druge bušotine, odnosno ukupan broj bušotina. Ranije planiranih pet (5) bušotina možda će biti zadovoljavajući ili će se broj promijeniti, zavisno od mogućnosti iskorištenja i potreba za toplotnom energijom.

Intenzivna eksploatacija geotermalne energije iz ovih rezervoara, odnosno iz termalnih voda i stenske mase može se vršiti jedino pomoću reinjekcionih "dubl" sistema. Oni se sastoji od jedne eksploatacione bušotine i jedne injeksione bušotine. Injekciona bušotina, odnosno bunar služi da se kroz nju potpuno ili

djelimično energetski iskorišćena termalna voda vraća nazad u njen primarni rezervoar na dogrijavanje od strane geotermalne energije akumulirane u stijenskoj masi. Pri tome često jedna injeksiona bušotina može da primi više vode nego što je izdašnost eksploatacionog bunara, tako da služi za dvije do tri eksploatacione bušotine.



Slika 3. Geološki profili i konstrukcija geotermalnih istražno-eksploatacionih bušotina
 Figure 3 Geological profiles and construction of geothermal investigation and exploitation wells

Izbor lokacije injeksione bušotine treba da zadovolji uslove, da neće doći do uticaja hladne vode na eksploatacionu bušotinu u periodu njenog planiranog vijeka eksploatacije. Pad temperature dijela rezervoara između eksploatacione i injeksione bušotine ne smije da bude veći od 5°C poslije 30 godina eksploatacije.

Uticaji međusobnog delovanja eksploatacionog i injeksionog bunara prognozirati će se na simulacionom hidrogeotermalnom modelu na mikro planu, a ujedno će se odrediti vijek eksploatacije rezervoara i njegovog nalazišta. Nakon toga će se uraditi optimizacija izrade odgovarajućih objekata za korišćenje geotermalne energije.

Eksploatacioni parametri za uslove samoizliva i crpljenja vode iz bušotina dati su u tabeli br. 1.

Tabela 1. Eksploatacioni parametri za određene uslove eksploatacije termalnih voda
 Table 1 Exploiting parameters for specific operating conditions of thermal waters

Način ekspl.	Kapac. l/sec	Tem. (°C)	Tem. iskoriš. ΔT (°C)		Tem. snaga MW		Termal. ekv. kWh/god. x 10 ⁶		Termal. ekv. mazuta (t)	
			65	20	65	20	65	20	65	20
samoizliv	20-25	80-90	85-20	85-65	25	7	210	60	15.000	6.000
crpljenje	50	80-90	85-20	85-65	95	29	840	225	56.000	17.000

Realno se očekuje kod svake bušotine samoizliv 20 – 25 l/sec termalne vode sa pritiskom na glavi zatvorene bušotine oko 3 bara. Crpljenjem vode iz bušotina odgovarajućim pumpama može se eksploatirati iz svake bušotine oko 50 l/s geotermalne

EKONOMSKA OCJENA RENTABILNOSTI EKSPLOATACIJE

Za ekonomsku analizu obuhvaćena su finansijaka ulaganja u eksploataciju geotermalnih voda za potrebe grijanja grada Bijeljine. Obuhvaćeni su svi potencijalni korisnici usluga geotermalnog grijanja u narednih deset (10) godina. U okviru ekonomske–finansijske analize dat je predračun potrebnih ulaganja u osnovna i obrtna sredstva kao i izvori finansiranja i obaveze prema izvorima, rezultati poslovanja i bilans uspjeha te finansiski, ekonomski i društveni tok projekta [1].

Finansijsko-komericalna ocjena projekta polazi interesa lokalne zajednice za korištenje čistih energenata, kao za toplifikaciju grada, tako i za ostale privredne programe gdje može da nađe primjenu. Obnovljivi izvori energije, koji predstavljaju ekološki čiste programe, daju prostora za razvoj privrednih programa zdrave hrane. Imajući u vidu da je Semberija jedna od najvećih poloprivrednih regija, kao i druga strateška privredna grana Republike Srpske, onda je razumljiv interes lokalne zajednice za korištenjem ovog energenta. Takođe, doći će do promjene sociološkog aspekta zbog višestruke koristi koja se ogleda u zdravoj životnoj sredini u vidu čistog vazduha u gradu, kvalitetnije i jeftinije grijanje, trajno rješenje grijanja grada u punom kapacitetu obnovljivim izvorima energije, snabdijevanje ostalih privrednih programa čistom i jeftinom energijom [7]. Ekonomska ocjena projekta pored navedenih faktora uključuje i potrebu racionalnog korištenja prirodnog bogastva. Ta ocjena data je preko statičke i dinamičke analizu projekta.

Statička ocjena projekta, polazi od izvodjenje dokaza statičke analize, gdje se uzmu najbolje reprezentivne godine i elementi investicije. Za reprezentativne godine uzete su peta i deseta godina. Poslije pete godine predviđeno je da se realizuje 85.5% ulaganja u postrojenja i da se praktično stepen eksploatacije geotermalne vode dovode do 100% projektovane tehničkih i geoloških kapaciteta. Deseta godina prema projektavanim finansiskim pokazateljima investicija je zaokružena u potpunosti, gdje su svi krediti oplaćeni, te se nastavak eksploatacije nastavlja u narednih dvadeset godina vlastitim kapitalom sa potpuno instaliranim tržištem u gradu i neposrednoj okolini.

Rentabilnost ukupnih poslovnih sredstava, čije su vrijednosti iskazane su u KM x 10³, date su u proračunu, primjenom sljedećih jednačina:

$$R_{\text{ups}(5)} = \frac{\text{Neto-dobit}}{\text{Osn. sred + Obrt.sred.}} = \frac{13.776}{106.334} = 0,129554$$

$$R_{\text{ups}(10)} = \frac{\text{Neto-dobit}}{\text{Osn. sred. + Obrt.sred.}} = \frac{22.298}{106.334} = 0,2096977$$

Poslije pet (5) godina instalirano postrojenje treba da donese dobit od 12.95% na uložena sredstva u investiciju, a poslije deset (10) godina, procenat se penje na 20.96% što se smatra rentabilno ulozenim sredstvima.

Rentabilnost prometa data je sljedećim proračunom:

$$R_{\text{p}(5)} = \frac{\text{Neto-dobit}}{\text{Ukupan prihod}} = \frac{13.776}{29.701} = 0,4638227 \%$$

$$R_{p(10)} = \frac{\text{Neto-dobit}}{\text{Ukupan prihod}} = \frac{22.298}{38.774} = 0,575076 \%$$

Investicija koja ima poslije pet (5) godina 46.38% ukupnog prihoda kao dobit, opravdava efikasnost ovakvog ulaganja. Rastom koeficijenta u narednih pet (5) godina na 57,5076% veže se za bolje uhodavanje postrojenja, pri čemu je porasla i efikasnost eksploatacije.

Dinamička analiza projekta, razrađuje finansijske rezultate investiranja i poslovanja organizacije za eksploataciju geotermalnih voda. U periodu od deset (10) godina realizacije investicije otplaćuje se kredit u potpunosti, odnosno vraćaju se sva uložena sredstva u investiciju do kraja desete godine poslovanja. Dalje korištenja koncesionog dobra u narednih dvadeset (20) godina nema više finansijskih opterećenja, nesigurnosti tržišta ili drugih nepredvidivih faktora, što investiciju čini povoljnom.

Metod razdoblja povrata investicionih ulaganja, dat je u sljedećem proračunu, sa iskazanim vrijednostima u KM x 10³:

$$\sum_{n=0}^{t=5} TI_n^t / \sum_{n=0}^{t=5} NP_n^{ep} = \frac{\text{Net. prim.} \quad 31.647}{\text{Ukupn. inv.} \quad 114.650} = 0,2760313$$

$$\sum_{n=0}^{t=10} TI_n^t / \sum_{n=0}^{t=10} NP_n^{ep} = \frac{\text{Neto prim.} \quad 102.085}{\text{Ukup. inv.} \quad 114.650} = 0,89040558$$

$$\Sigma = TIn^e = \sum_{n=0}^{t=10} NP_n^{ep} = \frac{\text{Neto primici} \quad 124.383}{\text{Ukupno invest.} \quad 114.650} = 1.0848931$$

gdje je:

- TI^e – ukupne investicije u ekonomskom toku
- NP^{ep} – neto-primici u ekonomskom toku
- t_p – razdoblja povrata investicionih projekata
- n – godina u vijeku projekta

Dinamika vraćanja uloženi sredstava za pet (5) godina je tek 27.63% i vezana je za ostvarena sredstava kroz neto primanja. Za deset (10) godina investicija otplaćuje cjelokupno uložena osnovna sredstva, dok se u narednih 20 godina koncesionog perioda ostvaruje sigurna i značajna dobit.

Metod neto sadašnje vrijednosti iskazan je na sljedeći način:

$$S_0 = \sum_{n=0}^t \frac{NP_n^e}{(1 + p/100)^n}$$

gdje je:

- S₀ - neto sadašnja vrijednosti
- NP^e - neto primci
- P – individualna diskontna stopa = 4.5%
- n – godina u vijeku projekta
- NP₍₅₎ = 31.647
- NP₍₁₀₎ = 124.383
- n = 5
- n = 10

$$S_{(5)} = \Sigma \frac{31.647}{(1+4.5/100)^5} = \frac{31.647}{(1+0.045)^5} = \frac{31.647}{1.045^5} = \frac{31.647}{1.192518} = 26.573$$

$$S_{(10)} = \Sigma \frac{124.383}{(1+4.5/100)^9} = \frac{124.383}{(1+4.5/100)^9} = \frac{124.383}{1.045^9} = \frac{124.383}{1.486095} = 83.617$$

Investicija stabilno i dugoročno odbacuje veću vrijednost nego je kamatna stopa od 4.5% po kojoj cijeni se uzima kredit za realizaciju kompletne investicije. Pošto se za realizaciju investicije koristi samo jedan kredit uključenoje drugih parametara nije bilo potrebno.

ZAKLJUČAK

Istraživanja za nafti pedesetih godina dvadesetog vijaka, otkrila su postojanje toplih voda, koje se mogu koristiti kao geotermalna energija za različite privredne programe. Kolektori termalnih voda su kredni i trijaski krečnjake na području Semberije, rasprostranjeni u velikoj jedinstvenoj karsnoj izdani. Vode su male mineralizacije sa povećanim sadržajem pojedinih komponenti kao posledicom dubine.

Za eksploataciju toplih voda u cilju korištenja geotermalne energije za toplifikaciju grada Bijeljine planirano je uraditi pet (5) nistražno-eksploatacionih bušotina, koje su raspoređene po obodnim dijelovima grada. Eksploatacija toplih voda vršit će se iz gornjokrednih i trijaskih krečnjaka i dolomita, pomoću vertikalnih dubokih bušotina oko 2.500 m. Nakon uzimanja iz vode toplotne energije, voda će se ponovo preko injekcionih bunara vraćati u matični kolektor.

Ekonomski efekti investicije su veoma povoljni. Dinamika vraćanja uložених sredstava za pet (5) godina je 27.63% i vezana je za ostvarena sredstava kroz neto primanja. Za deset (10) godina investicija otplaćuje u cjelosti uložena osnovna sredstva. U narednih 20 godina koncesionog perioda ostvaruje se sigurna i značajna dobit.

Pored ekonomskih zadovoljeni su i sociološki i ekološki efekti. Sociološki efekti vezani su za sigurnu i jeftiniju toplotnu energiju, povećanu zaposlenost, te mogućnost razvoja novih privrednih programa u kojima će koristiti toplotnu energiju koja je jeftinija i čistija. Ekološki efekti su značajni zbog smanjenja štetnih materija koje su vezane za čvrsta goriva. Pri tome će grad imati zdraviju i čistiju životnu sredinu.

LITERATURA

- [1] Acin, Đ., Bodiroža, M.M. (2002). Međunarodna ekonomija. Srpsko sarajevo. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- [2] Đurić, N., Jovanović, L. (1997). Perspektive geotermalne energije u Republici Srpskoj. Beograd. Međunarodni naučni skup "100 godina hidrogeologije u Jugoslaviji".
- [3] Djuric, N. (2008). Geothermal Energy New Energetic Reality in the Area of Semberija, Republic of Srpska – Bosnia and Heryegovina. Karlovy Vary, Czech Republic. 10 th International Mine Water Association Congress. Poster session 1.
- [4] Milivojević, M., Perić, J. (1986). Geotermalna potencijalnost Mačve, Semberije i Srema. Beograd. XI Kongres geologa Jugoslavije, knj. 5, SGD-SITGMSJ.
- [5] Milivojević, M., Perić, J. (1986): Preliminarna ocena energetske potencijalnosti hidrogeotermalnih resursa u mezozojskoj podlozi tercijarnih sedimenata na području Semberije radi njenog korišćenja za toplifikaciju Bijeljine. Beograd. Rudarsko-geološki fakultet Beograd.
- [6] Predstudija ekonomske opravdanosti istraživnja i eksploatacije geotermalnih voda na teritoriji grada Bijeljine (2009). Bijeljina. Tehnički institut.

