

# TEHNOEKONOMSKI ASPEKTI NEKIH GEOTERMALNIH PROJEKATA U JUGOSLAVIJI I REPUBLICI SRPSKOJ

*Ranko Cvijetić, Mihailo Milivojević, Mića Martinović\**

*Ključne reči: geotermalna energija, korišćenje, ekonomičnost, izvedeni projekti.*

## SAŽETAK:

U Jugoslaviji i Republici Srpskoj geotermalna tehnologija je počela da se razvija pre dvadeset pet godina sa vidnim rastom, koji je prekinut početkom ove decenije usled ekonomske i ratne krize. U tom periodu realizovano je više projekata korišćenja geotermalne energije. Sada u novim uslovima stvoreni su uslovi da se započne intenzivno i moderno integrisano korišćenje geotermalne energije, i u vezi s tim izradjeno je nekoliko takvih projekata. U ovom radu će se prikazati stečena iskustva na svim tim projektima, realizovanim i onim koji su pred realizacijom, odnosno njihove glavne tehničko-tehnološke karakteristike i ekonomske efekti, dobijeni i prognozirani u različitim uslovima funkcionisanja.

## 1. UVOD

Imajući u vidu ukupni energetska potencijal Jugoslavije i Republike Srpske, kao i vrlo nepovoljnu strukturu energetskih sirovina, može se zaključiti da treba posebnu pažnju posvetiti istraživačkom radu u oblasti otkrivanja i korišćenja novih, naročito obnovljivih izvora energije, gde posebno mesto zauzima geotermalna energija, koje na ovim prostorima ima u dovoljno da može predstavljati jedan od ozbiljnih izvora energije.

Ideje o mogućnostima korišćenja geotermalne energije u SRJ i RS stare su nekoliko decenija, ali za njih nije bilo velikog interesa zbog jeftine nafte i gasa. Tek krajem sedamdesetih godina pojedine radne organizacije - vlasnici objekata u banjskim mestima, prve su počele razmišljati o supstituciji energenata u svojim sistemima za

---

\* Dipl. inž. Ranko Cvijetić, "Geoterm", Laktaši;  
dr Mihailo Milivojević, vanredni profesor, Rudarsko-geološki fakultet, Džušina 7, Beograd;  
dipl. inž. Mića Martinović, stručni saradnik, Rudarsko-geološki fakultet, Džušina 7, Beograd.

grejanje sa toplotnom energijom iz geotermalnih voda koje su im bile na raspolaganju u većim ili manjim količinama. Tako je došlo do realizacije nekoliko projekata koji su kao rezultat donele znatne uštede njihovim korisnicima. Pored finansijskih efekata, korišćenje ove energije doprinelo je potpunom smanjenju emisije štetnih gasova i čestica iz kotlarnica i time popravilo ekološku situaciju u mestima korišćenja. Termalne vode na pojedinim lokalitetima imaju različite temperature pa se kod predloga rešenja pošlo od ovog parametra. Tamo gde su temperature voda bile niže od 50 °C korišćenje toplotne energije je bilo moguće jedino pomoću toplotnih pumpi. U mestima gde su temperature termalnih voda bile veće od 50 °C, toplotna energija se koristila preko izmenjivača toplote bez utroška dodatne energije.

U ovom tekstu navedeni su neki primeri izvedenih projekata korišćenja hidrogeotermalne energije za grejanje objekata i neki primeri ideja koje su obradjene kroz studije i izvodjačke projekte.

## 2. IZVEDENI PROJEKTI

### 2.1. PRIMERI IZVEDENIH PROJEKATA SA GEOTERMALNIM VODAMA TEMPERATURE DO 50 °C

*Banja Laktaši i Višegradska Banja.* Objekti hotela "San" u Laktašima i hotela "Vilina vlas" u Višegradskoj Banji su skoro sasvim jednaki, jer su gradjeni po istom projektu. Izgradjeni su i pušteni u pogon 1981. godine. U Laktašima je temperatura termalne vode 30 °C, a u Višegradskoj Banji 36 °C. Već prilikom projektovanja investitori su se odlučili da se koristi geotermalna energija termalne vode za grejanje objekata. Ispjektovane su i ugradjene toplotne pumpe koje su u pogonu od 1981. godine do danas. U objektima su izvedene instalacije grejanja sa toplom vodom temperature 70/50 °C. Toplotni kapacitet grejanja je oko 1.600 kW. Toplotne pumpe su sa klipnim kompresorima sa koeficijentom grejanja 3. Apsorbovana snaga za maksimalni pogon je 540 kW.

Ukoliko bi se objekti grejali sa tečim gorivom bilo bi potrebno godišnje utrošiti 260 tona goriva, što iznosi 92.000 DM. Za pogon toplotnih pumpi godišnje se potroši 880.000 kWh električne energije, što po sadašnjim cenama košta 44.000 DM. Razlika u troškovima u toku godine je 48.000 DM. Za proteklih 17 godina uštedjeno je 816.000 DM, što znatno prelazi investiciona ulaganja u postrojenje koja su iznosila 480.000 DM.

*Banja Slatina kod Banja Luke.* U naselju Slatina kod Banja Luke postoji izvor termalne vode temperature 42 °C. U ovom naselju nalazi se preduzeće "Slateks" koje se odlučilo da koristi geotermalnu energiju za zagrevanje svojih pogona i svih društvenih objekata u naselju. Radi toga je izgradjeno postrojenje toplotnih pumpi kapaciteta 1.800 kW. Toplotne pumpe su sa vijčanim kompresorima što predstavlja savremena dostignuća u oblasti izrade kompresora i toplotnih pumpi. Od 1988. do 1992. godine postrojenje se koristilo za grejanje pogona "Slateks"-a sa toplotnim kapacitetom od 700 kW. U toku rata na prostoru Republike Srpske preduzeće nije radilo, pa ni postrojenje

toplotnih pumpi. Sada pogon radi sa znatno smanjenim kapacitetom. U budućnosti stoji na raspolaganju jedan moderan i ekonomičan izvor toplote za sve objekte u naselju, što će doprineti ekonomičnijem poslovanju privrednih subjekata i ekološki čistijoj sredini. Kada je pogon radio izvršena je supstitucija tečnog goriva u količini od 120 tona godišnje, što finansijski iznosi 42.000 DM. Za četiri godine korišćenja ukupno je uštedjeno 480 tona goriva, što iznosi 168.000 DM. Kada se bude koristio puni kapacitet od 1800 kW biće moguće godišnje zameniti 300 tona goriva.

## **2.2. PRIMERI IZVEDENIH PROJEKATA SA GEOTERMALNIM VODAMA TEMPERATURE VEĆE OD 50 °C**

*Kuršumlijska Banja.* U Kuršumlijskoj Banji temperatura geotermalne vode je 68 °C i ona se koristi za grejanje hotela "Žubor" od 1986. godine. Toplotni kapacitet grejanja je 1700 kW. Izvedena je instalacija grejanja za temperaturni režim 65/45 °C. Toplotna energija za grejanje se dobija preko izmenjivača toplote koji je ugrađen u kotlarnici u serijskoj vezi sa kotlovima. Ovim rešenjem se godišnje štedi oko 300 tona tečnog goriva koje se koristilo sve do 1986. godine. Godišnja ušteta iznosi 105.000 DM kao direktni trošak za gorivo. Stvarna ušteta je veća kada se uzme u obzir da su izbegnuti troškovi za kotlove koje bi do sada već trebalo zameniti, jer bi im tehnički vek bio pri kraju da su radili sve ovo vreme. Investicije u izgradnji postrojenja za korišćenje hidrogeotermalne energije su se isplatile u polovini prve sezone grejanja.

*Sijarinska Banja.* U Sijarinskoj Banji se od 1991. godine koristi toplotna energija termalne vode za grejanje hotela "Gejzir". Termalna voda je temperature 75 °C. Toplotni kapacitet za grejanje hotela je 1.200 kW. Termalna voda se od eksploatacione hidrogeotermalne bušotine do hotela dovodi toplovodom dužine oko 1.000 m. Izmenjivač toplote je smešten u kotlarnici i povezan je sa kotlovima u serijskoj vezi. Postrojenje je pušteno u pogon 1991. godine. Do tada su koristili tečno gorivo 300 tona godišnje. Za sedam godina izvršena je supstitucija oko 2.100 tona tečnog goriva, što iznosi 735.000 DM.

*Banja Dvorovi kod Bijeljine.* Banja Dvorovi kod Bijeljine je formirana na bazi geotermalne vode temperature 75 °C koja u količini od 13 l/s ističe iz hidrogeotermalne bušotine dubine 1350 m. Prilikom projektovanja sadašnjeg hotela "Sveti Stefan" odmah je odlučeno da se koristi geotermalna energija za grejanje. U toku 1993. godine završena je I faza objekta čiji je toplotni kapacitet grejanja 530 kW. Ekvivalentna količina tečnog goriva koja odgovara ovom toplotnom kapacitetu iznosi 90 tona. Za ovu količinu goriva godišnje smanjenje troškova za grejanje je 31.500 DM. Za period korišćenja od pet godina uštedjeno je 157.500 DM. Otpadna termalna voda, iza izmenjivača toplote, temperature 55 °C, koristi se za zagrevanje plastenika površine 1.000 m<sup>2</sup> u kojima se proizvodi povrće u zimskom periodu za potrebe ugostiteljskih objekata u Banji.

*Debrč.* U krugu pogona "Žitomlin"-a PIK "7 Juli" u Debrču u toku 1990. godine izbušena je hidrogeotermalna bušotina dubine 1.006 m. Otkrivena je geotermalna voda temperature 52 °C. Izgradjeno je postrojenje za korišćenje geotermalne energije iz

termalne vode preko izmenjivača toplote kao osnovni izvor toplotne energije a postojeći kotao služi kao vršni izvor. Sa ovim postrojenjem se vrši zagrevanje remonte radionice i upravne zgrade. Toplotni kapacitet je 200 kW. Grejanje se vrši od 1992. godine. U proteklom periodu su bile blage zime tako da nije trebalo uključivati vršni izvor toplote, tj. kotlarnicu na tečno gorivo. Godišnje se štedi oko 30 tona tečnog goriva, što iznosi 210 tona za sedam godina rada postrojenja. Vrednost uštede je 73.500 DM.

### 3. PLANIRANI PROJEKTI

*Toplifikacija gradova Bijeljine i Banja Luke.* Na području Bijeljine i Banja Luke postoje veoma povoljni uslovi za intenzivnu eksploataciju hidrogeotermalne energije iz geotermalnih voda temperature veće od 80 °C na dubinama od 1.500 do 2.500 m, što zavisi od lokacija na kojima bi se vršilo bušenje. Godine 1992. izradjena je detaljna studija u kojoj su obradjene mogućnosti korišćenja geotermalne energije u sistemu toplifikacije Banja Luke (1), a 1996. godine za potrebe izgradnje takvog sistema u Bijeljini (4). Kod proračuna i analiza usvojena je temperatura termalne vode od 80 °C.

Dobijeni rezultati pokazuju da je cena proizvodnje toplotne energije dobijene iz geotermalnih voda u odnosu na sve moguće cene fosilnih goriva na tržištu veoma konkurentna, pa se može reći da ova dva grada imaju uslove da obezbede jeftinu energiju za grejanje, kako za komunalne potrošače, tako i za privredu. Pored niže cene koštanja korisne toplote dobijene iz geotermalne energije, ona predstavlja siguran izvor energije bez obzira na političke prilike u zemlji i svetu. Sa ekološkog stanovišta korišćenje ovog vida energije smanjuje zagađivanje srazmerno smanjenju potrošnje fosilnih goriva u toplifikacionim sistemima.

*Uzgoj ribe u toplovodnim ribnjacima.* U Elaboratu "Projekti i ideje za intenzivno korišćenje geotermalne energije u Mačvi" koji je izradjen za potrebe poslovnog razvoja preduzeća GIB "GRANDSON & BELGRADE" iz Beograda (3), energetski je obradjena ideja o izgradnji toplovodnog ribnjaka za uzgoj slatkovodnih ribljih vrsta tokom cele godine u vodi temperature 25 °C. Površina ribnjaka je 3.200 m<sup>2</sup> a zapremina 6.000 m<sup>3</sup>. U toku dana treba izvršiti zamenu vode četiri puta. Lokacija ribnjaka je u Bogatiću (Mačva) gde su raspoložive veće količine hemijski veoma povoljne geotermalne vode temperature 80 °C. Da bi se u ribnjaku dobila voda temperature 25 °C potrebno je vršiti mešanje tople i hladne vode. Na ovoj lokaciji ima na raspolaganju i hladne pijaće vode u dovoljnim količinama, temperature 14 °C. Ukoliko bi se zagrevanje vode vršilo tečnim gorivom bilo bi potrebno utrošiti 14.660 tona godišnje goriva, što bi predstavljalo tako veliki trošak da se ne bi isplatila proizvodnja.

*Sušenje poljoprivrednih kultura.* U sklopu izrade demonstracionog projekta kompleksnog i integralnog korišćenja geotermalne energije u Banji Dvorovi kod Bijeljine (5), pored toplifikacije naselja i njegovog prerastanja u "Water resources center" svetskog nivoa, uradjena je analiza koliko bi se moglo osušiti pojedinih vrsta poljoprivrednih kultura i komparacija troškova kod upotrebe tečnog goriva i geotermalne vode u te svrhe. Pretpostavljena je jedna bušotina izdašnosti 50 l/s termalne vode temperature 80

°C uz sniženje temperature za 40 °C. Dobijeni rezultati pokazuju da su troškovi mnogostruko manji kada se koristi energija geotermalne vode u odnosu na upotrebu tečnog goriva (Tabela 1). Ovim bi se znatno smanjila cena koštanja osušenih proizvoda.

#### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dobijenih u toku rada izvedenih postrojenja koja već dugi niz godina koriste geotermalnu energiju i analiza za planirana postrojenja, koja bi koristila geotermalnu energiju iz termalnih voda u energetske svrhe, može se zaključiti da je geotermalna energija veoma konkurentna po cenama svim do sada korišćenim energentima iz domaćih resursa i onim koji se obezbeđuju uvozom. Pokazalo se da ovaj vid energije nije podložan nikakvim poremećajima u odnosu na svetsko tržište energenata, pa zato predstavlja siguran izvor za onoga koji ga koristi.

Tabela I. Potrebne količine i troškovi tečnog goriva i termalne vode za sušenje pojedinih poljoprivrednih kultura

Vrsta poljopriv. kulture	Potrebna kol. tečnih goriva	Potrebna količina termalne vode	Količina osušenih proizvoda mesečno	Troškovi energenata po 1 toni osušenih proizvoda	
				tečno gor.	term. voda
	t/t	l/s/t	t	DM/t	DM/t
1	2	3	4	5	6
<b>A. ŽITARICE</b>					
Kukuruz	0,030	1,7	21180	15	0,66
Pšenica	0,010	0,6	60000	5	0,23
Uljarice	0,016	0,9	40000	8	0,35
<b>B. POVREĆE I KRMNO BILJE</b>					
Prosečno	0,900	50,0	720	450	19,42
<b>C. VOĆE</b>					
Prosečno	0,600	34,0	1060	300	13,19
<b>D. DUVAN</b>					
Prosečno	0,500	28,0	1290	250	10,84

Geotermalna energija na datim lokalitetima je znatno doprinela poboljšanju ekoloških uslova, jer se njenim korišćenjem ne vrši nikakvo zagađenje okoline, što joj daje veliku prednost nad fosilnim gorivima koja su se ranije koristila.

Sva ova praktična iskustva direktno dokazuju da bi geotermalnoj energiji u budućnosti trebalo posvetiti znatno veću pažnju kod bilansiranja energetske potrošnje kroz dugoročne energetske planove SRJ i RS.

## 5. LITERATURA

- [1] V. Djuričković, R. Cvijetić: "Studija o mogućnostima korišćenja geotermalne energije u sistemu toplifikacije Banja Luke", *Geoterma-Laktaši*, 1992., 1-156.
- [2] A. Djadkin: "Razabotka geotermaljnih mestoroždenija", *Nedra, Moskva*, 1989., str.1-26.
- [3] M. Milivojević, R. Cvijetić: "Projekti i ideje za intenzivno korišćenje geotermalne energije u Mačvi", *Rudarsko-geološki fakultet*, Beograd, 1995., 1-68.
- [4] M. Milivojević, M. Martinović, R. Cvijetić: "Resursi podzemnih pijućih voda i geotermalni resursi Opštine Bijeljina: potencijali i mogućnosti korišćenja", *Rudarsko-geološki fakultet*, Beograd, 1996., 1-198.
- [5] M. Milivojević, R. Cvijetić, M. Martinović, S. Vukelić: 1997. *Program kompleksnog integralnog korišćenja geotermalne energije u Banji Dvorovi*, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 1997, 1-47.

### TECHNOLOGICAL ASPECTS OF GEOTHERMAL PROJECTS IN YUGOSLAVIA AND REPUBLIC OF SERBS

#### ABSTRACT:

In Yugoslavia and Republic of Serbs development of geothermal technology began before 25 years with obvious grow, this was stopped at the beginning of the last decade due to economic and war crises. In that period of development, several projects for utilizing of geothermal energy were realized. Now, in new circumstances mature certain wishes to begin with intensive modern integrated utilization of geothermal energy, connected with this several projects are finished. In this paper some experiences on those projects which are realized and those that are in realization will be present, especially main technical-technological characteristics, economical effects, obtained and prognoses in various conditions of functioning of geothermal projects.

