

# ANALIZA OPRAVDANOSTI KORIŠĆENJA GEOTERMALNE ENERGIJE U BUJANOVAČKOJ BANJI

*Nenad Đajić, Dejan Ivezić, Toma Tanasković<sup>1</sup>*

## SAŽETAK:

Bujanovačka Banja i njen Zdravstveni centar nalaze se na krajnjem jugu Srbije, na 2.5 km od Bujanovca i 360 km od Beograda, na 400 m nadmorske visine. U Bujanovačkoj Banji se nalaze tri izvorišta geotermalne vode: Bušotina A2 je izbušena 1975. godine, kao izvor vode za flaširanje u obližnoj fabrici („Heba”). Temperatura vode iz ove bušotine je 44° C, a protok oko 6.5 lit/s. Bušotina BH7 se nalazi na 3 km od Zdravstvenog centra i obezbeđuje vodu temperature 44° C i protoka 2.5 ÷ 3 lit/s, koja se transportuje do centra i koristi za flaširanje temperature 22° C. Bušotina B1 je smeštena neposredno uz objekat Zdravstvenog centra i koristi se kao javna česma. U radu se razmatra opravdanost korišćenja geotermalnih bušotina A2 i BH7 za zadovoljenje toplotnih potreba Zdravstvenog centra za grejanje i pripremu potrošne tople vode.

Ključne reči: *geotermalna energija, grejanje, priprema potrošne tople vode, toplotna pumpa*

## 1. UVOD

Bujanovačka Banja i njen Zdravstveni centar nalaze se na krajnjem jugu Srbije, na 2.5 km od Bujanovca i 360 km od Beograda, na 400 m nadmorske visine. U Bujanovačkoj Banji se nalaze tri izvorišta geotermalne vode: Bušotina A2 je izbušena 1975. godine, kao izvor vode za flaširanje u obližnoj fabrici („Heba”). Temperatura vode iz ove bušotine je 44°C, a protok oko 6.5 lit/s. Bušotina BH7 se

---

<sup>1</sup> Prof dr. Nenad Đajić, doc. dr Dejan Ivezić, prof. dr Toma Tanasković, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 11000 Beograd, Đušina 7.

nalazi na 3 km od Zdravstvenog centra i obezbeđuje vodu temperature 44°C i protoka  $2.5 \div 3$  lit/s, koja se transportuje neizolovanim cevovodom do centra i koristi za flaširanje temperature 22°C. Bušotina B1 je smeštena neposredno uz objekat Zdravstvenog centra i koristi se kao javna česma. Ukupna grejna površina Zdravstvenog centra je oko 6.500 m<sup>2</sup> i obuhvata terapijski blok, smeštajni deo, restoran, kuhinju i kancelarijski prostor. Kao toplotni izvor sistema grejanja su instalirana dva kotla snage  $2 \times 1,510$  kW, mada se tokom grejnog perioda koristi samo jedan agregat, dok je drugi u rezervi. Sistem za pripremu sanitarne vode sastoji se od dva električna bojlera kapaciteta  $2 \times 42$  kW. Zapremina kazana ovih bojlera je  $2 \times 3$  m<sup>3</sup>, a željena vrednost temperature u njima je  $50 \div 60$ °C. Ovaj sistem pokriva sve potrebe za toplom vodom u hotelsko-smeštajnom delu Zdravstvenog centra (sobe, kuhinje, kupatila i toaleti), kao i u terapijskom bloku za tuševe, toalete, pripremu blata itd.

## **2. GEOTERMALNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA**

Bušotina BH7 je 3 km udaljena od Zdravstvenog centra i za njeno korišćenje u energetske svrhe je neophodna termička izolacija transportnog cevovoda. Komparativna prednost korišćenja ove bušotine je mogućnost Zdravstvenog centra da u potpunosti raspolaze njenim toplotnim potencijalom od 2,75 lit/s i temperaturom od 42°C/1,2/.

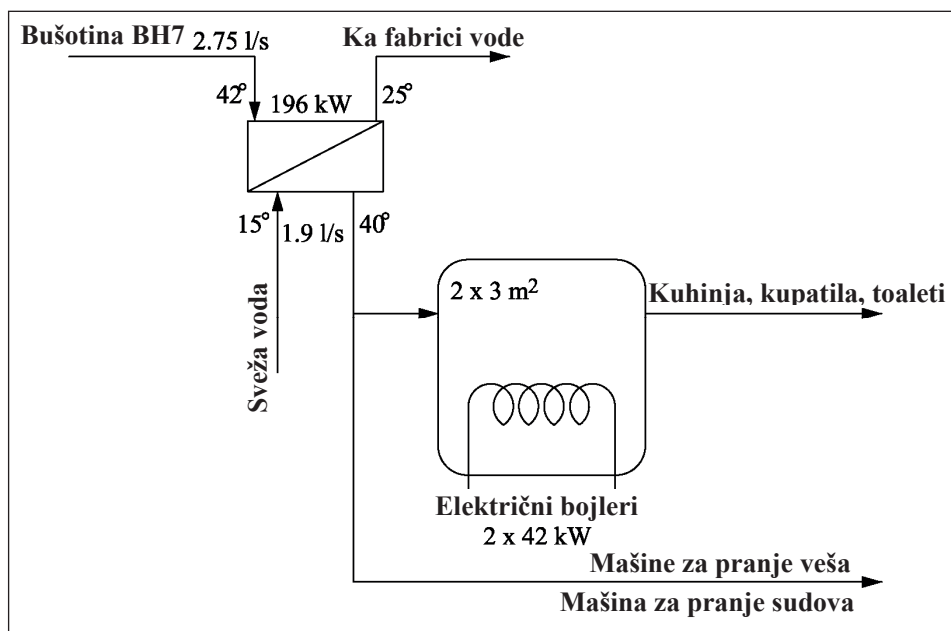
Bušotina A2 je sa prilično nedefinisanim vlasničkom situacijom i njeno korišćenje je uslovljeno dogovorom između Zdravstvenog centra i fabrike vode „Heba“. Raspoloživost vode iz ove bušotine zavisi od režima njenog korišćenja u fabrici vode, ali čak i kada je raspoloživa za korišćenje, primarna svrha njenog korišćenja u Zdravstvenom centru je za medicinski tretman. U skladu sa rasporedom dnevnog korišćenja vode iz bušotine A2 u Zdravstvenom centru, njeni ulazni parametri u geotermalni sistem se mogu definisati: protok 3.25 lit/s, temperatura 39°C. Geotermalna voda se energetski koristi nakon njenog korišćenja u terapijskom bloku. Ovaj potencijal je na raspolaganju od 8.00 do 17.00 sati. Protok 23.3 lit/s, temperatura 39°C. Ovaj potencijal je na raspolaganju od 19.00 do 20.00 sati, u periodu pražnjenja bazena.

Voda iz obe bušotine se delimično ili u celini koristi za flaširanje kao pijaća voda, te njihovo međusobno mešanje u sistemu za korišćenje geotermalne energije nije dozvoljeno. Iz tog razloga tehnička rešenja za korišćenje geotermalne energije u Bujanovačkoj Banji razmatraju odvojeno korišćenje bušotina. Predložena tehnička rešenja uključuju sisteme za pripremu sanitarne tople vode direktnim korišćenjem i sisteme za grejanje i pripremu sanitarne tople vode korišćenjem toplotnih pumpi.

## 2. 1. Korišćenje geotermalne energije za pripremu sanitarne tople vode

Neophodni toplotni kapacitet za pripremu tople vode je relativno skroman i svaka od razmatranih bušotina ga samostalno može zadovoljiti, ali nivo temperature iz bušotina ne dozvoljava grejanje sanitarne vode mnogo preko 40°C (slika 1). Iz tog razloga, ukoliko se želi zagrevanje tople vode na višoj temperaturi (50 do 60°C), neophodno je korišćenje postojećih električnih bojlera.

Mada korišćenjem predloženog sistema temperatura vode iz bušotine BH7 ne može da obezbedi adekvatnu temperaturu sanitarne vode, te i dalje postoji potreba za korišćenjem električne energije, značajna ušteda se postiže uvođenjem vode temperature od 40°C, umesto od 15°C, u električne bojlere. Za procenjenu potrošnju sanitarne tople vode, dnevne uštede po ovom osnovu se mogu odrediti kao 966 kWh. U zavisnosti od željene temperature sanitarne tople vode, ova količina predstavlja uštedu od 55 do 75% od totalne količine energije neophodne za pripremu sanitarne tople vode.

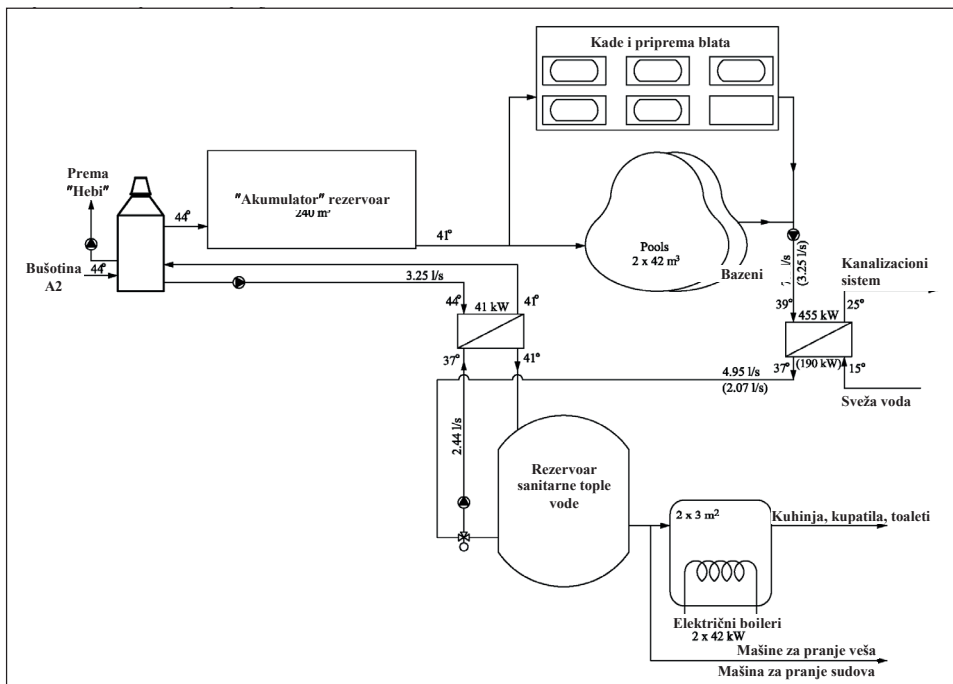


Slika 1. Korišćenje bušotine BH7 za pripremu sanitarne tople vode

Diskontinualna dostupnost geotermalne vode iz bušotine A2 zahteva nešto komplikovaniji sistem za njeno korišćenje (sl. 2). Značajan energetska potencijal je u ovom slučaju smešten u terapijski iskorišćenju vodi u bazenima i neop-

hodno ga je prevesti u potencijal sanitarne vode u odgovarajućem rezervoaru, tako da bude dostupan za kasnije korišćenje. To je razlog da proces pražnjenja bazena se poveća na 3 sata. Tačan procenat uštede zavisi od željene temperature potrošne tople vode, mada predloženi sistem omogućava dnevnu uštedu veću od 1 MWh, tj. godišnje, sa usvojenim stepenom iskorišćenja od 0,75, 275130 kWh/god.

Indikatori ekonomske isplativosti pokazuju da je korišćenje geotermalne vode iz bušotine BH7 za pripremu sanitarne tople vode relativno isplativ projekat (tabela 1). Neto sadašnja vrednost (NPV) predloženog projektnog rešenja je oko 28,730 € za diskontnu stopu od 6%, tj. oko 12,750 € za diskontnu stopu od 8%. Interna stopa povraćaja (IRR) relativno je skromnih 10,1%, a diskontovani period povraćaja (DPB) investicije iznosi 12 godina. Očigledno je da su parametri sa najviše uticaja na indikatore ekonomske profitabilnosti visina investicija u sistem za transport geotermalne vode, cena električne energije, kao i stepen korišćenja kapaciteta u toku godine. Veći investicioni troškovi u sistem za dopremanje vode čine ovo projektno rešenje samo teoretski profitabilnim. Kako je glavna korist od uvođenja predloženog rešenja ušteda električne energije, povećanje cene iste imaće pozitivan uticaj na profitabilnost projekta. Analiza osetljivosti pokazuje da niži procenat iskorišćenja kapaciteta drastično obara profitabilnost sistema. Pokazate-



Slika 2. Korišćenje bušotine A2 za pripremu sanitarne tople vode

lji ekonomske profitabilnosti ukazuju da je korišćenje geotermalne vode iz bušotine A2 isplativiji projekat od korišćenja vode iz bušotine BH7 za istu namenu (tabela 1). Neto sadašnja vrednost predloženog projektnog rešenja je oko 47,000 € za diskontnu stopu od 6%, tj. oko 32,600 € za diskontnu stopu od 8%. Interna stopa povraćaja je bolja, 16,28%, i investirani novac se vraća 4 godine ranije, tj. u osmoj godini eksploatacije sistema. Povećanje cene električne energije ima pozitivan uticaj na profitabilnost predloženog rešenja, međutim, pad godišnjeg korišćenja kapaciteta bi mogao da bude potencijalno vrlo opasan za isplativost projekta.

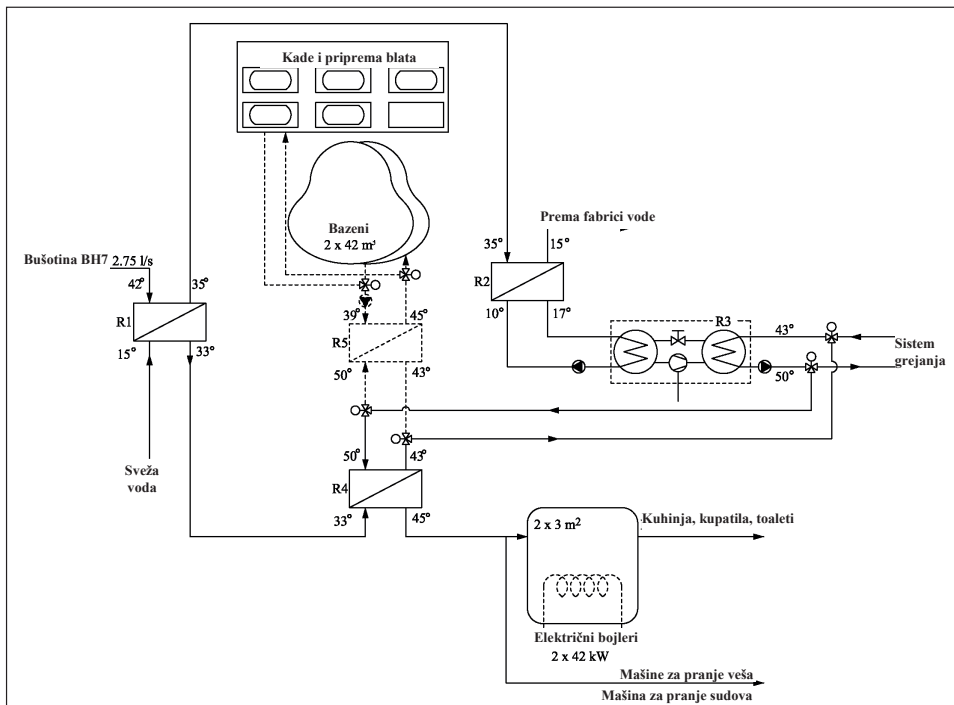
Tabela 1: Korišćenje bušotine BH7 za pripremu sanitarne tople vode  
– Ekonomska analiza

<b>EKONOMSKA ANALIZA</b>	<b>Jedinica</b>	<b>Količina</b>
<b>Cene</b>		
Električna energija	€/kWh	0.038
<b>A: Geotermalni sistem</b>		
<b>Ukupne investicije</b>	<b>€</b>	<b>85,400</b>
Investicije u transport geotermalne vode	€	75,000
Investicije u sistem korišćenja geotermalne energije	€	10,400
<b>Operativni troškovi</b>	<b>€/god</b>	<b>416</b>
Troškovi održavanja	€/god	416
<b>B: Postojeći sistem</b>		
Potrošnja električne energije	kWh/ god	264,550
<b>Ukupne investicije</b>	<b>€</b>	<b>0</b>
<b>Operativni troškovi</b>	<b>€/god</b>	<b>10,517</b>
Troškovi električne energije	€ / god	10,053
Troškovi održavanja	€/god	464
<b>Pokazatelji evaluacije projekta, razlika: B („prihod”) – A</b>		
<b>Ukupne investicije</b>	<b>€</b>	<b>-85,400</b>
<b>Operativni troškovi</b>	<b>€/god</b>	<b>10,101</b>
<b>Neto sadašnja vrednost</b>		
- diskontna stopa 6,0%	€	28,733
- diskontna stopa 8,0%	€	12,752
<b>Interna stopa povraćaja</b>	<b>%</b>	<b>10.10%</b>
<b>Diskontovani period povraćaja</b>	<b>god</b>	<b>12</b>

## 2. 2. Korišćenje geotermalne energije za grejanje

Toplotne pumpe pružaju mogućnost energetski efikasnog načina grejanja i pripreme sanitarne tople vode. Toplotne pumpe imaju velike mogućnosti za korišćenje u sistemima za korišćenje geotermalne energije, posebno pri korišćenju nisko temperaturnih geotermalnih izvora ili za korišćenje geotermalne vode nakon direktnog korišćenja/3/. U ovim slučajevima, geotermalna voda se koristi kao toplotni izvor, tj. cirkuliše sa strane isparivača toplotne pumpe. Šema korišćenja geotermalne vode iz bušotine BH7 za grejanje i pripremu sanitarne vode upotrebom toplotne pumpe (sl.3) se pokazala ekonomski neisplativom.

Pokazatelji ekonomske isplativosti potvrđuju ovaj zaključak. NPV su negativne za obe diskontne stope, IRR je nešto malo veća od nule. Ekonomska analiza osetljivosti pokazuje da moguće varijacije u visini investicije u geotermalni sistem, kao i moguća uvećanja cene električne energije nemaju bitnog uticaja na profitabilnost predloženog projektnog rešenja. Čak ni najniža moguća visina investicionih troškova u sistem transporta vode (što je donekle nesigurno određena komponenta ukupnih investicionih troškova) ne doprinosi bitnije profitabilno-



Slika 3. Korišćenje bušotine BH7 za grejanje

sti projekta, dok se uticaj cene električne energije poništava neznatnom razlikom između količine električne energije koju predloženi sistem štedi i koju istovremeno troši. Dakle, jedini parametar ekonomske analize sa uticajem na profitabilnost sistema je cena mazuta. Ekonomska računica pokazuje da bi za profitabilni rad predloženog sistema ta cena morala da bude najmanje 0.59 €/kg.

Sistem za korišćenje geotermalne vode iz bušotine A2 za grejanje i potrošnu toplu vodu takođe nije profitabilan projekt. Međutim, struktura operativnih troškova je izmenjena i povećanje cene električne energije ima pozitivan efekat na profitabilnost sistema. Analiza osetljivosti pokazuje da bi pri ceni električne energije od 0.08 €/kWh granična cena mazuta postala oko 0.57 €/kg. Kako su se oba predložena tehnička rešenja za zadovoljenje potreba u grejanju i pripremi sanitarne tople vode korišćenjem toplotne pumpe pokazala ekonomski neisplativa, to je ekonomska analiza njihovog paralelnog rada bila nepotrebna.

### **3. ZAKLJUČAK**

Prethodna razmatranja ukazuju na to da je korišćenje geotermalne vode iz Bujanovačke Banje, za potrebe pripreme sanitarne tople vode, ekonomski jedino isplativo. Za obe bušotine su predložena tehnička rešenja za pripremu sanitarne tople vode. Svako od ovih rešenja je dovoljno da u potpunosti zadovolji potrebe Zdravstvenog centra za sanitarnom toplom vodom.

Rešenja za korišćenje geotermalne vode za potrebe grejanja i pripremu sanitarne vode, primenom toplotnih pumpi, pokazala su se kao neisplativa za obe bušotine u Bujanovačkoj Banji. Za postizanje graničnih pozitivnih vrednosti pokazatelja profitabilnosti ovih rešenja neophodan je vrlo značajan rast cene električne energije i mazuta.

### **NAPOMENA**

Prezentovani rezultati su nastali tokom rada na Studiji izvodljivosti sa idejnim rešenjem korišćenja geotermalne energije u Bujanovačkoj Banji, čiji je naručilac Agencija za energetska efikasnost Republike Srbije (projekat broj 404-02-9/2006-01).

#### 4. LITERATURA

- [1] *Studija izvodljivosti sa idejnim rešenjem korišćenja geotermalne energije u Bujanovačkoj Banji*, Centar za energetiku, Rudarsko-geološki fakultet, 2006.
- [2] N. Đajić, D. Ivezić, T. Tanasković, *Mogućnosti korišćenja geotermalne energije u Bujanovačkoj Banji*, KGH, 3/2007 (u štampi)
- [3] M. Soleša, N. Đajić, Lj. Parađanin, *Proizvodnja i korišćenje geotermalne energije*, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 1995.

### THE ANALYSIS OF JUSTIFICATION UTILIZATION GEOTHERMAL ENERGY IN SPA BUJANOVAC

#### ABSTRACT:

The Spa Bujanovac and its Health Center are located at the southernmost part of Serbia, 2.5 km away from Bujanovac and 360 km away from Belgrade, at 400 m above sea level. There are three geothermal water wells in the Bujanovac Spa: Well A2 was drilled in 1975, as the source of mineral drinking water for bottling in nearby company ("Heba"). Water temperature of this well is 44°C and flow is about 6.5 lit/s. Well BH7 has the temperature of 44°C and flow 2.5 - 3 lit/s is situated about 3 km far from Health Center. The temperature of water from this well in the Health Center is about 22°C and complete flow from this well is used for bottling as drinking water. Well B1 is located in the Health Center and used as public spring. In this paper justification of geothermal boreholes A2 and BH7 utilization for heat demands in Health center and sanitary hot water preparation is considered.

Key words: *geothermal energy, heating, hot water preparation, heat pump*