

# MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA GEOTERMALNE BUŠOTINE VS-2/H U VELIKOM SELU ZA BALNEOLOŠKO-REKREATIVNE POTREBE

**Prof. dr Nenad Đajić**  
Rudarsko-geološki fakultet Beograd

**Doc. dr Dejan Ivezić**  
Rudarsko-geološki fakultet Beograd

**Prof. dr Toma Tanasković**  
Rudarsko-geološki fakultet Beograd

*U radu je prikazana mogućnost korišćenja geotermalne energije za balneološko-rekreativne potrebe. Za geotermalnu bušotinu VS-2/H u Velikom Selu je projektovan sistem nisko temperaturnog grejanja i pripreme tople vode za potrebe banjskog kompleksa. Izvršena je tehno-ekonomska analiza predloženog rešenja.*

*Ključne reči: geotermalna energija, nisko temperaturno korišćenje, tehno-ekonomska analiza*

## UVOD

Za našu zemlju obnovljivi izvori energije (OIE) imaju poseban značaj, jer raspolažemo povoljnim lokalnim uslovima za njihovo korišćenje. I ako je njihovo istraživanje i korišćenje praktično započeto pre tridesetak godina, nastankom "energetske krize", dosadašnji rezultati jasno pokazuju da, sa razvojem tehnologija, ti izvori počinju da se ekonomično koriste za različite niskotemperaturne potrebe /1/.

Prošle godine Skupština Srbije je usvojila "Strategiju razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine". Tim dokumentom definišu se elementi za utvrđivanje strategije razvoja energetskih sektora Srbije, za period do 2015. godine, shodno čemu su predloženi ekonomski mogući i energetske opravdani prioriteta za usklađivanje rada i razvoja energetskih sektora Srbije, među kojima se nalazi i prioritet korišćenja obnovljivih izvora energije i energetske efikasnijih tehnologija i uređaja. Usvajanjem Zakona o energetici jula 2004. godine u Srbiji se stvorila sigurna osnova za afirmaciju povlašćenih proizvođača električne energije (član 84 istog Zakona), kao i za uvođenje principa tržišnog poslovanja i konkurencije.

Agencija za energetske efikasnost Srbije je već pokrenula realizaciju niza Programa, među kojima je Program podsticanja korišćenja OIE i tehnologija za spregnutu proizvodnju toplote i električne energije, a takođe je zainteresovana i za unapređenje tehničke regulative izradom novih standarda u potrošnji energije uz zakonsku podršku. Agencija je do sada već otpočela realizaciju pojedinih projekata (studija opravdanosti i demonstracionih projekata) vezanih za OIE, korišćenjem posebnog Fonda, koji je u vidu donacije obezbedila EU preko EAR-a.

Za Republiku Srbiju geotermalna energija ima poseban značaj jer raspolažemo sa veoma povoljnim uslovima za njeno korišćenje s obzirom na raspoložive potencijale. Poznato je da se Srbija nalazi u zoni povoljnih geotermalnih potencijala i resursa, koja počinje od Mađarske na severu i pruža se preko Makedonije, Grčke i Turske ka jugu i istoku. Međutim sa stanovišta istraživanja, dobijanja i korišćenja geotermalne energije teritorija Srbije se može uslovno podeliti na dve karakteristične oblasti u kojima se poreklo i vrsta geotermalne energije razlikuju /2/.

Prva oblast predstavlja područje koje predstavlja deo Panonskog basena, koje obuhvata Vojvodinu, Mačvu, Podunavlje i severno Pomoravlje, koja se karakteriše malom debljinom zemljine kore i radi toga visokim vrednostima podzemnog toplotnog toka (80-110 mW/m<sup>2</sup>), a na pojedinim lokalitetima i znatno

više. Druga oblast koja obuhvata područje centralne Srbije, južno od panonskog basena, karakteriše se većim debljinama zemljine kore (i do 40 km), ali i prisustvom terena pretercijarne i tercijarne magmatske aktivnosti, koji se odlikuju sa veoma visokim vrednostima toplotnog toka, od 100 do 200 mW/m<sup>2</sup>.

Mada se u Srbiji ne vrše još uvek sistematska merenja terestričnog toplotnog toka može se sa sigurnošću proceniti da na najvećem delu teritorije Srbije je moguće očekivati vrednosti znatno više od prosečnih vrednosti za Evropu (60 mW/m<sup>2</sup>), što jasno ukazuje na znatnu geotermalnu potencijalnost Srbije. Geotermalnu potencijalnost naše zemlje jasno pokazuje i postojanje velikog broja banja i prirodnih izvora sa temperaturama voda većim od 20°C koje po svojim karakteristikama temperature, hemijskog sastava, izdašnosti, mestu i načinu isticanja, kao i na osnovu geološkog sastava, hidrogeoloških i opštih geotermalnih uslova terena njihove okoline ukazuju da na području naše zemlje postoje značajna ležišta i izvorišta geotermalne energije, odnosno da ova teritorija raspolaže značajnim potencijalima geotermalne energije. Ukupne rezerve energije geotermalnog potencijala Srbije su procenjene na oko 600 Mten. Danas se geotermalna energija koristi u poljoprivredi, balneologiji i komunalnoj energetici, u prvom redu za grejanje, sušenje, pripremu tople vode i ostale niskotemperaturne potrebe /2/.

Istraživanje geotermalne energije u Vojvodini, a danas i na širem području, organizuje i realizuje NIS-Naftagas, tako da su mnogi podaci, prikupljeni u toku istraživanja i proizvodnje nafte i gasa, korišćeni i za potrebe istraživanja geotermalne energije. Na osnovu dosadašnjih istraživanja geoloških i hidrogeoloških karakteristika stena i fizičko-hemijskih svojstava geotermalnih voda na prostoru Vojvodine izdvojena su četiri hidrogeološka sistema, od kojih je najvažniji prvi hidrogeološki sistem. Prvi hidrogeološki sistem obuhvata sedimente od površine do podine gornjeg pontaa. Razvijen je na čitavoj teritoriji Vojvodine izuzev Fruške Gore i Vršačkog brega. Debljina mu se kreće od oko 2.000 m u severnom Banatu do nekoliko stotina i desetina metara u obodnim delovima Panonskog basena. Kolektori su peskovi i šljunkovi razne granulacije i inter-granularne poroznosti a izolatori gline. U ovom sistemu se ne očekuju slojne temperature veće od 120 °C, a temperature na ustima bušotine se kreću u proseku oko 60°C. Dosadašnji rezultati pokazuju maksimalnu izdašnost 28,3 l/s, a

najčešće između 6,7 - 13,3 l/s. Mineralizacija voda je 1-9 g/l, najčešće 3-5 g/l. Sadržaj gasa u vodi se kreće od 0,04 do 1,9 m<sup>3</sup>g/m<sup>3</sup>v. Ovaj sistem zbog svoje rasprostranjenosti i niske mineralizacije vode ima najveći značaj.

Sistematska istraživanja u Vojvodini su započela 1969 godine kada je izbušena prva hidrogeotermalna bušotina Subotica S-I, a do danas je izbušeno 73 bušotine, ukupne dubine 62,678.6 m, a najčešće dubine od 800 do 1200 m. Najveći broj bušotina je izbušen u Bačkoj (42), Banatu (18) i Sremu (12). Najdublja hidrogeotermalna bušotina u Vojvodini od 2,520 m se nalazi u Banatu, kod mesta Vrbice (Vbc-1/H) koja se ne koristi mada ima najtopliju vodu 82°C. Najplića bušotina je 305.5 m i nalazi se u Novom Sadu (NSb-1/H). Pored toga ispitano je 42 negativnih naftno-gasnih bušotina radi utvrđivanja mogućnosti njihovog korišćenja kao geotermalnih bušotina. Bušenjem 73 bušotine, odnosno ispitivanjem 65 pozitivnih hidrogeotermalnih bušotina geotermalna voda je dobivena iz 73 akvifera (ležišta) od toga 43 pripadaju prvom, 10 drugom, 15 trećem i 5 četvrtom hidrogeotermalnom sistemu. Dobijene vrednosti geotermalnih gradijenata su se kretale od (4.5-7.5) °C/100 m, pri čemu je najveći geotermalni gradijent zabeležen u Sremu u okolini Stare Pazove i iznosi (oko 7.5) °C/100 m.

Od tih 115 ispitanih hidrogeotermalnih, naftnih i gasnih bušotina svega se 24 bušotine koristilo, pri čemu se samo 11 bušotina koristilo kao izvori toplote za zagrevanje objekata. Ukupno instalisani toplotni kapacitet svih izgrađenih geotermalnih sistema je iznosio oko 23 MW, čijim se korišćenjem u 1995 godini uštedelo preko 4000 t mazuta. Međutim od 1990. godine proizvodnja termalnih voda je stalno opadala, zbog stalnog smanjenja korisnika, tako da se danas koriste samo 15 hidrogeotermalnih sistema. Na do sada izgrađenim hidrogeotermalnim sistemima prosečne vrednosti energetskih parametara su iznosile: protok termalne vode 9,77 l/s, temperature 46,1°C i gasni faktor 0,77 m<sup>3</sup>g/m<sup>3</sup>v, odnosno raspoloživi energetski potencijal, uključujući i gas, iznosio je u proseku 1,5 MW.

Uzevši u obzir broj izbušenih i ispitanih bušotina na području opštine Kikinda može se reći da je područje Kikinde jedno od najizlučenijih područja u Vojvodini u geotermalnom pogledu /3/. Na području opštine Kikinda i u samom gradu izbušeno je preko 200 naftno - gasnih bušotina, te je tako dobijen veoma dobar uvid u geološku građu područja (stratigrafska

pripadnost, litološki sastav, prisustvo kolektor stena, itd). Ovome su prethodno obimna gravimetrijska i seizmička ispitivanja radi definisanja strukturnih maksimuma, i to u prvom redu radi definisanja strukturnih maksimuma za potrebe naftno – geoloških istraživanja Vojvodine. Samim tim prilikom istraživanja bušenja ispitani su neki interesantni kolektori termomineralnih voda koji su potvrdili potencijalnost područja Kikinde i na geotermalnu energiju, pored nafte i prirodnog gasa.

### **MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA POTENCIJALA GEOTERMALNE BUŠOTINE VS-2/H**

Razmatranje raspoloživih geotermalnih bušotina na području opštine Kikinda /3/ je ukazalo na mogućnost korišćenja nekih od njih za grejanje i rekreativno balneološke potrebe. Balneologija ili korišćenje geotermalnih voda u tretmanu i lečenju bolesti ima dugu tradiciju u našoj zemlji. U mnogim banjama i lečilištima danas se geotermalna energija intenzivno koristi za rekreativne i balneološke potrebe. Mada to nije čisto energetska potreba, primena geotermalne energije za te svrhe se vrši već hiljadama godina i ima poseban značaj. Međutim zadnjih godina, u banjama su shvatili mogućnosti koje pružaju termalne vode i za energetske korišćenje, te se ona sve više kompleksno koristi, pored medicinskih i rehabilitacionih potreba, za grejanje objekata, zagrevanje otvorenih i zatvorenih basena, pripremu potrošne tople vode ili klimatizaciju u zavisnosti od temperature termalne vode.

U našoj zemlji ovaj vid upotrebe je doživeo najširu primenu jer od izvedenih sistema u Vojvodini za rekreativne i balneološke potrebe se koristi 12 sistema, dok su u centralnoj Srbiji skoro svi izvedeni sistemi vezani za te potrebe. Osnovna namena tih sistema je da obezbede vodu za terapiju pomoću toplote i minerala, medicinske pogodnosti i rekreativne aktivnosti (vežbe, masaža i fitnes).

Imajući u vidu balneološka svojstva geotermalne vode iz bušotine VS-2/H u Velikom Selu, njenu pogodnu lokaciju u centru sela i zadovoljavajuće stanje nadzemne instalacije, a uzimajući u obzir i slične projekte u Mađarskoj, ova bušotina predstavlja pogodan slučaj za razradu idejnog rešenja korišćenja geotermalne energije za grejanje i rekreativno-balneološke potrebe.

Na osnovu ispitivanja koje je izvršio Institut za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Srbije 1987

godine zaključeno je da mineralna voda iz bušotine VS-2/H u Banatskom Velikom Selu pripada kategoriji natrijum - hidrokarbonatnih i sulfidnih homeoterma. Zbog svojih specifičnih fizičkih i hemijskih osobina ova mineralna voda mogla bi da se koristi u balneoterapijske svrhe, kao dopunsko sredstvo lečenja, u sklopu medicinske rehabilitacije, a kod sledećih oboljenja:

#### **A. BOLESTI LOKOMOTORNOG APARATA**

##### **1. Zapaljenski reumatizam:**

- Reumatoidni artritis (faza smirenog zglobnog zapaljenja)
- Behterevljeva bolest (početni stadijum)

##### **2. Degenerativni reumatizam:**

- Artroze
- Spondiloze

##### **3. Ekstraartikularni reumatizam:**

- Fibroziti,
- Mioziti,
- Panikuliti
- Tendiniti.

##### **4. Posledice reume i ratnih ranjavanja**

5. Stanja posle preloma kostiju i hirurške intervencije koštano-zglobnom sistemu

#### **B. KOŽNE BOLESTI**

1. Psorijaza (uz istovremeno korišćenje helijoterapije)

2. Hronični ekcem (deskvamativni stadijum uz korišćenje sunca)

Mineralna voda iz bušotine VS-2/H može se koristiti dozirano, kao lekovito sredstvo, isključivo kupanjem, jedino pod nadzorom zdravstvene organizacije - Prirodnog lečilišta ili Centra za lečenje i rehabilitaciju. Iz ovoga proizilazi da je neophodno, ako se želi korišćenje ove mineralne vode, da se obezbede i drugi uslovi koji su predviđeni odgovarajućim zakonskim propisima za korišćenje prirodnih faktora u lekovite svrhe (kadrovi, oprema, građevinski objekti). S obzirom na hemijski sastav analizirane vode ova voda mogla bi da se koristi i za kupanje zdravih ljudi, tj. u rekreativne svrhe, uz prethodnu pripremu, tj. odstranjenje H<sub>2</sub>S, metana, kao i dovođenje na potrebnu temperaturu određenu propisima za ovu namenu.

Karakteristike bušotine VS-2/H u Velikom Selu su temperatura 45°C i protok 11.63 l/s, odnosno snaga 1,01 MW /3/. Dobijena termička snaga je dobijena po metodologiji NIS Naftagas-a koja pretpostavlja temperaturu izlazne vode od 25 °C. Nepostojanje konkretnih projektnih rešenja budućeg banjsko-rekreativnog kompleksa u banatskom Velikom Selu dozvoljava razradu različitih idejnih rešenja korišćenja termičkog potencijala razmatrane bušotine za grejanje i rekreativno-balneološke potrebe. Pri tome treba imati na umu da su i neki drugi lokaliteti na području opštine Kikinda interesantni sa stanovišta korišćenja geotermalne energije u ove svrhe, bez obzira da li na njima već postoje geotermalne bušotine (Kikinda „Šumice“) ili ih je neophodno izbušiti (SRC „Jezero“) i da je i na tim lokacijama razumno očekivati geotermalnu vodu sličnih karakteristika.

Specifično toplotno opterećenje do sada izvedenih banjskih kompleksa zavisi od niza faktora, ali pre svega od sadržaja (hotel, balneoterpija, rekreativni sadržaji i sl.) i grejnog sistema koji je predviđen. Za izgrađene banjske komplekse (Prigrevica, Kanjiža, Melenci) specifično toplotno opterećenje iznosi  $q_s = 200 \text{ W/m}^2$ , uz korišćenje sistema sa niskotemperaturnim režimom rada, tj. u grejnom sistemu se koriste ventilatorski konvektori, podno grejanje, vazdušni grejači ventilacionih sistema sa rekuperatorima toplote koji su prilagođeni korišćenju niskotemperaturnih geotermalnih voda. Ovo toplotno opterećenje se odnosi za uslove spoljne projektne temperature ( $t_s = -18^\circ\text{C}$ ) i u tom smislu se može smatrati najvećim potrebnim instalisanim kapacitetom. Za stvarno sagledavanje toplotnih potreba banjskog kompleksa neophodno bi bilo formirati krive toplotnog opterećenja, koje na pogodan način uspostavljaju vezu između spoljašnje temperature, dužine njenog trajanja u toku godine i potrebne toplotne snage.

### **IDEJNO REŠENJE KORIŠĆENJA GEOTERMALNE BUŠOTINE VS-2/H**

Za zadovoljenja banjskih potreba u toplotnoj energiji uz korišćenje geotermalnog potencijala ove bušotine predloženo je rešenje niskotemperaturnog sistema grejanja/3/.

Sama bušotina VS-2/H sa temperaturom od 45°C ne bi mogla da obezbedi temperaturu višu od 42°C, a i u tom graničnom slučaju veličina toplotnog razmenjivača bi bila skoro

nepodesna za praktičnu primenu. Zato je predviđen niskotemperaturni sistem grejanja 40/26°C za koji je potrebno koristiti primarni izmenjivač toplote:

$$Q_{iz} = G_v \times c_p \times \Delta t = 11,63 \times 4,187 \times (45-28) = 826 \text{ kW}$$

Ovo rešenje predviđa korišćenje pločastog izmenjivača toplote, sa temperaturnim režimom geotermalne vode na primarnoj strani 45/28°C. Istovremeno na sekundarnoj strani izmenjivača se realizuje 40/26°C. Ovaj temperaturni režim zadovoljava niskotemperaturne potrošače banjskog kompleksa, kao što su ventilacioni sistemi, priprema tople vode, podno grejanje, grejanje bazenske vode i grejanje ventilatorskim konvektorima. Sa potrebnom instalacijom u toplotnoj snazi od  $200 \text{ W/m}^2$  ovim sistemom bi se mogle zadovoljiti potrebe oko  $4.000 \text{ m}^2$  prostora koji bi se koristio za banjsko-rekreativne potrebe.

Odgovarajuća šema toplotno energetskog sistema prikazana je na slici 1. Geotermalnu vodu iz degazatora 1 je moguće i direktno koristiti za terapijske potrebe ali bi se najčešće koristila u kombinaciji sa podhlađenom vodom iz pločastog razmenjivača toplote 2 tako da je u terapeutskim bazenima moguće dobiti geotermalnu lekovitu vodu u temperaturnom opsegu 30-35°C, što se obezbeđuje automatski vođenim ventilima. Niskotemperaturni režim grejanja se ostvaruje preko razmenjivača 2 i smatra se da niskotemperaturni režim rada može da zadovolji celokupne toplotne potrebe objekta u sistemu podnog ili vazdušnog grejanja.

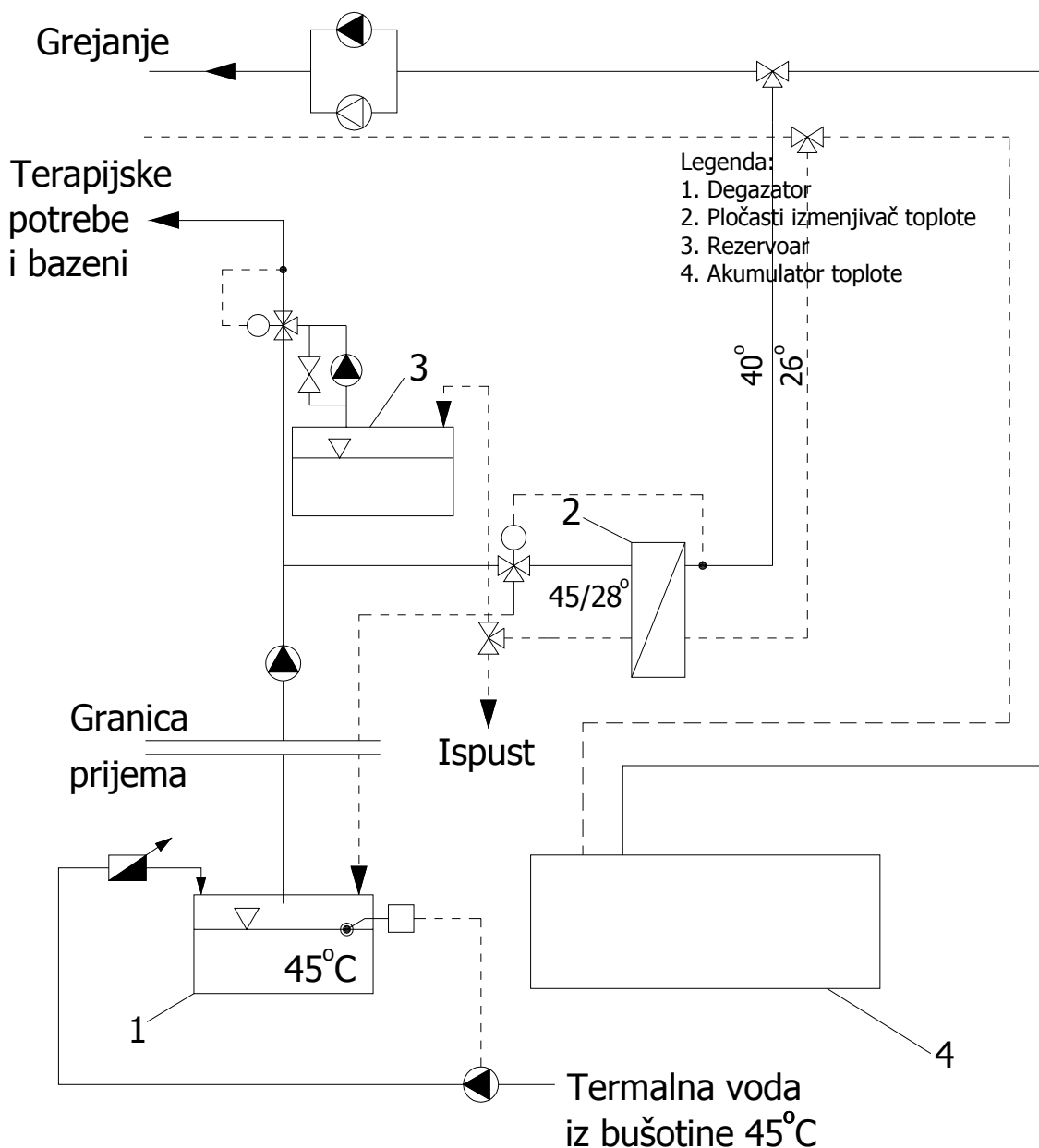
U ovoj varijanti koristi se pun kapacitet geotermalne bušotine ali sa temperaturom otpadne termalne vode od 28°C, pa se iz tog razloga ovo rešenje može smatrati energetski nepovoljnim, odnosno dodatnom ugradnjom toplotne pumpe (Varijanta II u /3/) povećala bi se energetska efikasnost, ali uz povećane investicione troškove.

Potrebna količina geotermalne vode za zadovoljenje grejnih potreba banjskog kompleksa u ovoj varijanti iznosi  $G_{tv} = 93.784 \text{ m}^3/\text{god}$ , a supstitucija prirodnog gasa iznosi  $V_g = 230.480 \text{ Nm}^3/\text{god}$ .

U odnosu na sistem grejanja stambeno poslovnog prostora, banjski kompleks pruža mogućnost dužeg korišćenja geotermalnih voda u toku godine, tako da su gornji podaci dobijeni za 200 dana korišćenja za potrebe grejanja (16

sati korišćenja u toku dana sa faktorom iskorišćenja 0,7). Pored korišćenja u toku zimske sezone, predloženi termoenergetski sistem banjskog kompleksa bi pružao mogućnost korišćenja geotermalne vode i ostalom delu godine (banjsko terapijske

potrebe, priprema tople vode, hotelske potrebe i sl.) sa nešto manjim iskorišćenjem samog geotermalnog izvora. Koliko bi to prigušenje bilo zavisilo bi od konkretnih potreba i sadržaja banjskog kompleksa.



Slika 1: Termoenergetski sistem za banjski kompleks

### EKONOMSKA ANALIZA

Ekonomska analiza izvedena je preko poređenja troškova dve opcije /3/ :

- korišćenja termalne vode ( $TV_t$ ), i
- korišćenja konvencionalnog goriva ( $T_g$ ).

Troškovi sistema sa konvencionalnim gorivom su „izbegnuti troškovi” u slučaju korišćenja termalne vode. Ove izbegnute troškove možemo posmatrati kao svojevrzne prihode, te tada raspoložemo klasičnom strukturom tokova: prihodi, troškovi i neto novčani tokovi. U projektu korišćenja termalne vode, troškovi

alternativnog sistema, sa konvencionalnim gorivom, predstavljaju prihode ( $P_t$ ). Konstruisan je tok razlike troškova:  $T_g(=P_t) - TV_t$ , tokom pretpostavljenog veka projekta. Kod ovakvog pristupa nije neophodan potpun obuhvat troškova, jer se neki troškovi potiru. Npr, za unutrašnju instalaciju, što je trošak potrošača, ne treba očekivati razlike u zavisnosti od korišćenog oblika energije, te ove investicije nisu ni razmatrane.

U analizi po konkretnim bušotinama, odnosno vrstama korišćenja, sledeći ulazni parametri su usvojeni:

- vek projekta je 1+20 godina (investiranje i eksploatacija);
- alternativni sistem, sa konvencionalnim gorivom, koristi prirodni gas;
- analiza je vršena sa stanovišta projekta, odnosno bez ulaženja u specifičnu konstrukciju izvora finansiranja; u ovakvom pristupu kapital ima jednaku cenu, nezavisno od vrste (sopstveni ili pozajmljeni);
- diskontna stopa, ili cena kapitala, je u intervalu 6-8,0% godišnje;
- novčane vrednosti su iskazane u evrima (€); aktuelne domaće cene prevedene su u evro korišćenjem kursa 1 € = 88,0 dinara;
- godišnji troškovi održavanja sistema tokom perioda eksploatacije projektovani su sa stopom od 4,0% na vrednost investicija.

Potrebne investicije u sistem pripreme termalne vode posmatrane su dvojako: kao investicioni trošak projekta i, alternativno, kao trošak koji je već ugrađen u aktuelnu cenu termalne vode

koju korisnik plaća isporučiocu. Bez uključivanja investicija u pripremu termalne vode imamo slučaj evaluacije sa stanovišta korisnika, koji ostale investicije finansira sopstvenim sredstvima.

Eventualne investicije u povratnu bušotinu nije uključena u naredne proračune. Pri tome je bitno naglasiti da su investicije u bušotinu i opremu najveće u strukturi cene termalne vode. Orijentaciono se može predvideti da bi bušotina oko 1.000 m dubine koštala od 300.000 do 400.000 EUR, a cena nadzemne instalacije za pripremu i transport termalne vode od 100.000 do 120.000 EUR. Cene koje su korišćene za termalnu vodu zasnivaju se na metodologiji koju koristi isporučilac (NIS-Naftagas). Alternativno je razmatrana i varijanta sa uvećanom cenom vode za 50% (22,08 din/m<sup>3</sup>).

Predloženi sistem korišćenja geotermalne energije podrazumeva podno i zidno panelno grejanje, te grejanje bazenske vode i upotrebu ventilatorskih konvektora. S obzirom da je u ovoj varijanti ovo jedini sistem grejanja, koji bi trebalo da zadovolji potrebe oko 4.000 m<sup>2</sup> prostora namenjenog balneološkim i rekreativnim potrebama, neophodno je konstatovati povećan trošak investicije u izgradnju same grejne instalacije, dodatnu toplotnu izolaciju objekta i specifičnih arhitektonskih rešenja kojima se omogućuje takav sistem grejanja. Ovi podaci nisu uzeti u obzir pri ekonomskoj analizi, ali bi se o njima moralo voditi računa u detaljnijoj analizi. Projektovani prirodni i finansijski tokovi razmatrane varijante sinteti-zovano su prikazani u Tabeli 1.

	jm	Iznos	
Cene			
Termalna voda	din/m <sup>3</sup>	14,34	
Prirodni gas	din/m <sup>3</sup>	20,00	
Električna energija	din/kWh	3,52	
Kurs evra (€)	din	88,00	
<i>Cene u evrima</i>			
Termalna voda	€/m <sup>3</sup>	0,16	
Prirodni gas	€/m <sup>3</sup>	0,23	
Električna energija	€/kWh	0,04	
<b>A: Sistem sa termalnom vodom</b>			
Investicije	€	78.403	
Investicije u pripremu termalne vode	€	0	
Investicije u sistem sa termalnom vodom	€	78.403	
Investicije u vršni kotao	€	0	
Druge investicije	€	0	
<b>Utrošci</b>			
Potrošnja termalne vode	m <sup>3</sup> / god	93.784	
Potrošnja goriva za vršno opterećenje - gas	m <sup>3</sup> / god	0	
Potrošnja električne energije	kWh / god	0	
Operativni troškovi	€/god	18.419	
<b>B: Alternativni sistem - prirodni gas</b>			
Investicije	€	25.000	
Potrošnja prirodnog gasa	m <sup>3</sup> / god	230.930	
Troškovi prirodnog gasa	€ / god	52.484	
Troškovi održavanja	€	1.000	
<b>Pokazatelji evaluacije projekta, razlika: B ("prihod") - A</b>			
		Koeficijent iskorišćenja	
		0,7	0,5
Investicije	€	-53.403	-53.403
Operativni troškovi	€/god	35.065	24.436
Sadašnja vrednost projekta			
- za diskontnu stopu 6,0%	€	329.051	214.038
- za diskontnu stopu 8,0%	€	269.328	172.701
Interna stopa prinosa (IRR)	%	65,66%	45,73%
Period povraćaja investicije	god	1.4	2.5
<b>Cena geotermalne vode 22,08 din/m<sup>3</sup></b>			
Operativni troškovi	€/god	26,859	18,575
Sadašnja vrednost projekta			
- za diskontnu stopu 6,0%	€	240,256	150,613
- za diskontnu stopu 8,0%	€	194,727	119,415
Interna stopa prinosa (IRR)	%	50,28%	34,69%
Period povraćaja investicije	god	2	3

Tabela 1: Korišćenje termalne vode za balneološko-rekreativne potrebe

S obzirom da se radi o banjsko-rekreativnom kompleksu korišćenje u toku godine je duže nego kod sistema grejanja i pripreme sanitarne tople vode u klasičnom stambeno - poslovnom prostoru. Analiza je sprovedena sa pretpostavljenih 200 dana korišćenja kapaciteta (16 sati/dan) i različitim faktorima iskorišćenja (0,5 i 0,7). Pri tome nije uzeta u obzir potrošnja termalne vode tokom leta, jer ona zavisi od broja bazena i kada u centru, čime bi se povećao stepen iskorišćenosti bušotine tokom godine. Potrebna količina geotermalne vode za zadovoljenje pretpostavljenih potreba iznosi 66,8 – 93,8 hiljada m<sup>3</sup> godišnje i supstituiše potrošnju od 165 - 231 hiljada m<sup>3</sup> prirodnog gasa.

### ZAKLJUČAK

Rezultati ukazuju da je predložena varijanta korišćenje termalne vode za rekreativno-balneološke, uz sadašnje uslove, rentabilan projekat. Šta više ni porast cene geotermalne vode od preko 50% ne utiče bitno na promenu rentabilnosti. Međutim, pored već navedenih činjenica vezanih za specifično skuplju investiciju u sam objekat zbog niskotemperaturnog grejanja, neophodno je naglasiti da prethodna analiza nije uključila troškove ekološki potpuno zadovoljavajućeg rešenja tretmana iskorišćenih geotermalnih voda (reinjektiranje), što bi moglo ozbiljno da utiče na isplativost celog projekta.

### LITERATURA

- /1/ Đajić N., Energija za održivi svet, monografija, RGF, Beograd, 2003.
- /2/ Soleša M., Đajić N., Parađanin Lj., Proizvodnja i korišćenje geotermalne energije, RGF, Beograd, 1995.
- /3/ Studija sa idejnim rešenjem mogućnosti korišćenja geotermalne energije na području opštine Kikinda, Centar za energetiku, RGF, Beograd, 2006.

### **POSSIBILITY FOR UTILIZATION OF GEOTHERMAL BOREHOLE VS-2/H FOR BALNEOLOGY AND RECREATION PURPOSES IN VELIKO SELO**

*Possibility of geothermal energy utilization for balneology and recreation purposes is presented in this paper. For single geothermal borehole VS-2/H in Veliko Selo, low temperature heating and sanitary hot water preparation system for spa center is designed. Techno-economic analysis of proposed solution was done.*

*Key words: geothermal energy, low temperature utilization, techno-economic analysis*