

Милан Бараћ<sup>1</sup>, Весна Николић<sup>2</sup>  
Свејлана Николић<sup>3</sup>, Марица Ракић<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Факултет техничких наука, Косовска Митровица,  
Универзитет у Приштини, Србија

<sup>2</sup> Институт за хемију, технологију и металургију, Београд, Србија

<sup>3</sup> Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду, Србија

## Значај и примена геотермалних вода Јошаничке Бање

Претходно саопштење

UDC: 662.997

VIBLID: 0350-218X, 33 (2007), 1-4, 55-62

*Значајно место у коришћењу алтернативних извора енергије заузима геотермална енергија. Енергија термалних вода је једна од перспективних енергетских сировина, с еколошког становишта веома значајна с обзиром да спада у обновљиве изворе енергије.*

*У раду је описан потенцијал геотермалних извора у Јошаничкој Бањи, као и могућности њихове примене за загревање њасеника.*

*Јошаничка Бања се налази у подножју Копаоника, близу Рашке, а њене геотермалне воде биле су познате још у римско доба. Коришћење геотермалних вода је битан део будућег развоја Рашког региона, а нарочито Јошаничке Бање.*

*Кључне речи: геотермална вода, бања, њасеник, загревање*

### Увод

Све веће потребе енергије захтевају мере за њено рационалнине и економичнине коришћење, од производње до крајње потрошње. Ове мере се односе не само на истраживање и развој нових технологија које ће омогућити да се боље користе постојећи (конвенционални) извори енергије, већ имају за циљ и коришћење алтернативних извора енергије међу које спада и геотермална енергија. У складу са светским трендом, а уједно и обавезом, да се услед исцрпљености примарних извора енергије и заштите животне средине, све више користе алтернативни извори енергије, у нашој земљи је потребно интензивно користити расположиве обновљиве изворе енергије. Србија је у резервама примарне енергије око шест пута сиромашнија у односу на светски просек, што је довољан разлог да се посвети одговарајућа пажња коришћењу (и то крајње рационално) неконвенционалним изворима енергија.

Геотермална енергија је са еколошког становишта много прихватљивија од енергије која се добија из фосилних сировина. Ова енергија није се довољно користила у досадашњој домаћој индустријској пракси, а постоје веома широке могућности њене примене. Србија има више изворишта термалних вода. Јошаничка Бања спада у старије бање. Њена изворишта спадају међу значајније, са дужом применом у балнеолошке сврхе, али недовољном у осталим могућим областима. У Јошаничкој Бањи геотермалне воде постоје на два локалитета, а могућности коришћења ових вода су вишеструке.

На основу извршених физичко-хемијских анализа геотермалних вода пројектовано је и реализовано демонстрационо постројење пластеника за узгајање повртарских култура.

## Теоријски део

### *Развој Јошаничке Бање*

Србија је позната као регион који је богат термалним, минералним и термоминералним водама. Изворишта вода Јошаничке Бање коришћена су још у римско доба. Њихово коришћење забележено је и у средњем веку, а и у турско време. Ипак, Јошаничка Бања се интензивније развија тек после 1920. године.

Стицањем државности у XIX веку, Србија је настојала да истражи, евидентира и користи своја природна богатства, у које спадају и воде. Из ових разлога је кнез Милош 1834. године послао бечког лекара Шлезингера у Јошаничку Бању да утврди квалитете и лековитост њених термалних вода, а што је уједно био и почетак развоја ове бање у новој Србији [1].

Чланови Државне лабораторије, београдски хемичари др Марко Николић и др Александар Зега, путовали су по Србији 1899–1900. године и испитивали квалитете разних изворишних вода, а затим их класификовали у шест категорија [2]. У шесту категорију „термална и индиферентна вода” класификовано је извориште Јошаничке Бање са измереном температуром од 76 °C [2].

Према анализама др Лека (Београд, 1922. године) термалне воде Јошаничке Бање садржале су доста карбоната алкалних метала, табл. 1 [1].

**Таблица 1. Састав термалних вода Јошаничке Бање према анализи из 1922. године [1]**

Састојак	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	SiO <sub>2</sub>
[mg/l]	120	37.5	0.84	52.4	26.4	70.0

Садржај сувог остатка у овој води износио је 316 mg/l [1].

Због лековитости ових вода у XX веку долази до извесног развоја Јошаничке Бање. Тако се, на пример, одлуком бана Зетске Бановине 1939. године, на захтев Удружења, одобрава „редовним члановима Удружења резервних официра и ратника за ову бањску сезону повластице од 50% у купалиштима и кур-таксама, при лечењу у бановинским бањама Илићи код Пећи и Јошаници код Рашке” [3].

Јошаничка Бања се налази на надморској висини од 550 m, на северозападној страни Копаника између Рашке и Ушћа, удаљена 10 km од Ибарске магистрале. У овој бањи постоје два локалитета геотермалних вода, и то:

- главни извори, у бањском парку, са температурама воде 66–80 °C, и
- слабији извори, Сланиште, око 2 km низводно, са температуром воде 25–38 °C [1, 4–6].

Јошаничка Бања је позната као лечилиште од више врста болести: реуматизма, запаљења зглобова, последица прелома костију, неурологије, женских болести, извесних кожних обољења итд. Јошаничка Бања је једна од познатих лековитих Бања Србије, припада шумадијско-копаоничкој зони, сливу Западне Мораве, али њена недовољна развијеност последица је удаљености од већих урбаних центара.

### Карактеристике геотермалних вода Јошаничке Бање

Последњих деценија развијано је балнеолошко и спортско-рекреативно коришћење термалних вода Јошаничке Бање, а зависно од могућности обављено је више истраживања. У периоду 1978–1991. године, Геоинститут из Београда обавио је геолошка, хидрогеолошка и геотермичка испитивања овог подручја. Институт за рехабилитацију, из Београда, анализирао је, 1995. године, геотермалну воду главног извора код бањског купатила и притом су добијени резултати приказани у табл. 2. [1].

На основу ових испитивања, вода овог извора сврстана је у олиго-минералну, хипертермалну и сматра се да има велику балнеолошку вредност [1].

Највећи, главни извор у бањском парку, од њих четири, има издашност 8 l/s, температуру 77 °C, а једино се геотермална вода из овог извора каптира и користи за топлификацију и балнеолошке сврхе. На другом локалитету, Сланиште, постоји пет извора, температуре воде 25–38 °C, а ове воде се не каптирају и не користе [1].

Према извесним мерењима, на основу бушотина дубине 121–394 m, издашност сва четири извора у бањском парку износи 38 l/s, температуре 76–80 °C [1, 4].

Таблица 2. Својства воде Јошаничке Бање [1]

Својство	Величина и јединица
Температура воде	77 °C
Боја (по Pt-Co скали)	1
Мутноћа	2,0 NTU
pH	8.9
Садржај натријума	77,8 mg/l
Садржај бикарбоната	52,8 mg/l
Укупна минерализација	260 mg/l
Суви остатак, на 180 °C	220 mg/l

### Коришћење геотермалних вода

Геотермалне воде имају веома широк спектар коришћења, мада то зависи од више локалних специфичности. Раније је њихово основно коришћење било за балнеологију, рекреацију, туризам и евентуално за грејање стамбених објеката.

Међутим, последњих деценија дошло је до знатног проширења финалних корисника геотермалних вода, а самим тим и до повећања потрошње ових вода.

Прва коришћења геотермалних вода у пољопривреди била су у Јапану. Касније су се брзо проширила по свету, углавном за загревање стаклених башти, рибњака, сточних фарми, сушење пољопривредних производа итд. Стаклене баште и пластеници се користе за производњу парадајза, краставаца, салата, паприке, разних цвећарских врста, а такође и за сушење лековитог биља, семена за житарице и сличних производа. За сваку врсту употребе потребан је одређени режим: температура, вентилација (број измена ваздуха), наводњавање, квалитет земљишта итд. Такође су битне и карактеристике стаклених башти и пластеника: пропуштање светлости, коефицијент пролаза топлоте, тип кровне конструкције, дифузија и фокусирање светлости, спољни хидрометеоролошки услови итд.

Начини коришћења геотермалних вода зависе не само од њене температуре и физичко-хемијског састава, него и од специфичности локалних потреба као и од могућности регионалне привреде. У табл. 3. приказане су могућности коришћења геотермалних вода у зависности од њихове температуре [7]. Висина температуре геотермалне воде много утиче на врсту њеног коришћења, а као што се у табlici види ова вода има веома широк асортиман коришћења за интензивирање производње разних прехранбених производа.

**Таблица 3. Подручја примене геотермалних вода Јошаничке бање у зависности од температуре**

Подручје примене	Температура [°C]									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
<b>Пољопривреда</b> – Сушење пољопривредних производа – Грејање стакленика и пластеника: – грејање тла – грејање ваздуха – Гајење гљива – Гајење риба – Гајење алги										
<b>Грејање зграда</b> – Радијаторски систем – Панелни систем – Топла санитарна вода – Употреба топлотних пумпи – Климатизација										

Неопходно је да се развој употребе ових вода усклади са укупним привредно-друштвеним развојем Србије. Савремена решења коришћења геотермалних вода,

нарочито оних са вишим температурама као што су воде Јошаничке Бање, подразумевају њихово вишеструко коришћење у различите сврхе у складу са потребним температурним режимом корисника, а и специфичним карактеристикама конкретне геотермалне воде [6-8].

## Експериментални део

### Материјали и методе

Са главног извора узет је узорак термалне воде, јуна 2004. године. Вода је испитивана у лабораторијама Института за хемију, технологију и металургију – Технолошки развој (ИХТМ, Београд), а добијени резултати приказани су у табл. 4, 5. и 6. Температура воде износила је 78 °С. Вода је благо алкална са значајним садржајем натријума, бикарбоната, карбоната, сулфата и силицијумдиоксида, али и са извесним садржајем калијума, литијума, стронцијума и рубидијума, што су њене основне специфичне карактеристике.

Испитивања су урађена следећим методама:

- турбидиметрије (мутноћа),
- колориметрије (боја),
- кондуктометрије (електропроводљивост),
- гравиметрије (суви остатак)
- волуметрије (утрошак  $\text{KMnO}_4$ ),
- УВ-ВИС-спектрофотометрије – спектрофотометар „Ловибонд” модел „ПЦ Спектро” (ањони и амонијак) и

Таблица 4. Физичко-хемијске карактеристике геотермалне воде Јошаничке Бање

Својство и јединица	Показатељи
Температура [°С]	78
рН	9,6
Мутноћа [NTU]	<1,0
Боја (степени Pt-Co скале)	<0,5
Електропроводљивост	340
Минерализација [mg/l]	300
Суви остатак, 180 °С [mg/l]	265
Укупна тврдоћа [dH]	0,34
Утрошак $\text{KMnO}_4$ [mg/l]	2,5

Таблица 5. Макрокомпоненте геотермалне воде Јошаничке Бање

Катјони	[mg/l]	Ањони	[mg/l]
Калцијум ( $\text{Ca}^{++}$ )	1,7	Хидроксида ( $\text{OH}^-$ )	<0,1
Магнезијум ( $\text{Mg}^{++}$ )	0,5	Карбонати ( $\text{CO}_3^{--}$ )	22,5
Натријум ( $\text{Na}^+$ )	65,0	Хидрокарбонати ( $\text{HCO}_3^-$ )	73,2
Калијум ( $\text{K}^+$ )	1,5	Хлориди ( $\text{Cl}^-$ )	16,0
		Сулфати ( $\text{SO}_4^{--}$ )	29,0
		Нитрати ( $\text{NO}_3^-$ )	<0,2

**Таблица 6. Микрокомпоненте геотермалне воде Јошаничке бање**

Метали	[mg/l]	Неметали	[mg/l]
Гвожђе (Fe)	0,030	Амонијак	<0,05
Манган (Mn)	0,002	Нитрити (NO <sub>2</sub> )	<0,005
Хром-укупни (Cr)	0,001	Фосфор (P)	0,01
Алуминијум (Al)	<0,05	Силицијум (SiO <sub>2</sub> )	79,0
Стронцијум (Sr)	0,05	Бор (B)	–
Литијум (Li)	0,15	Флуориди (F)	<0,2
Рубидијум (Rb)	0,02	Бромиди (Br)	<0,5
Цинк (Zn)	0,002		
Бакар (Cu)	0,001		
Олово (Pb)	<0,001		
Кадмијум (Cd)	<0,001		
Никл (Ni)	<0,005		

- ААС-спектрофотометрије – атомски апсорпциони спектрофотометар „Перкин Елмер ААС 200” (тешки метали и неметали).

Код пластеника и стакленика је растојање између леја 50–60 cm, користи се грејање подно (земље), ваздушно и комбиновано, а температура ваздуха у пластенику је најчешће за 8–10 °C већа од температуре ваздуха на висини 0,5 m изнад земље на отвореном пољу, односно, изнад коте на отвореном пољу. Земља се греје преко цеви или бетонских подова на дубини 5–50 cm (зависно од техно-економских услова), док се ваздух греје цевима на бочним зидовима стакленика.

У Јошаничкој Бањи топлија вода (60–78 °C) користи се за бањску терапију, у купатилима, у урбанизованом насељу. Вода која је већ коришћена у бањским купатилима може да се користи за стаклене баште, али у складу са урбанистичким планом насеља, па је самим тим и просторно ограничена изградња објеката. На Сланишту, око 2 km јужно од бање, много су веће могућности изградње већих капацитета, али су воде нижих температура (до 38 °C). На Сланишту треба извршити хидрогеолошка истраживања, и треба урадити каптажу. Како је издашност извора изнад 20 l/s (већа од главних бањских извора), воде Сланишта се сматрају веома перспективним.

Геотермална вода која се искористила за грејање Основне школе у Јошаничкој Бањи излази из грејног система са температуром од 60 °C. Ова већ коришћена вода употребљена је за грејање пластеника, пројектованог као пилот постројење.

Након испитивања квалитета вода и анализе локације, приступило се пројектовању и изградњи пластеника.

Пластеник је изграђен у облику елипсе, спољних димензија  $15 \times 5 \times 2 = 150 \text{ m}^3$ , од полиетиленске фолије дебљине 0,04 mm и 0,15 mm (унутрашњи и спољашњи део). Пластеник је коришћен за узгајање повртарских култура (паприка, парадајз, салата и краставац), у периоду од марта до новембра 2005. године. Грејање пластеника урађено је пластичним цевима (поливинилхлорид) подземно на дубини 40 cm, и надземно на

висини 25 и 80 cm. На основу топлотног прорачуна, подешен је масени проток геотермалне воде од 0,15 kg/s при чему вода предаје топлоту пластенику и хлади се са улазних 60 на 51 °C, на излазу цеви.

### **Резултати**

Изграђени пластеник коришћен је за гајење паприке, парадајза, краставца и зелене салате, и то у периоду март–новембар 2005. године. На основу измерене масе произведених приноса, добијени су веома задовољавајући резултати, а прерачунато за годишњу производњу по једном хектару пластеника, добило би се, респективно: 20.000 kg паприке, 30.000 kg парадајза, 72.000 kg краставца и 256.000 комада зелене салате. Поред топлотних утицаја (грејање пластеника), на висину приноса ових култура утиче и њихово природно време сазревања.

Температуре ваздуха у пластенику и околини редовно су мерене и одржаване тако да је температура ваздуха у пластенику била 5–6 °C виша од температуре спољног ваздуха, а температура земље у пластенику износила је потребних 17–18 °C.

Јошаничка Бања је изразито планинско место, па је за коришћење пластеника у зимским условима пожељна његова ојачана конструкција.

На основу добијених, а задовољавајућих, резултата у полуиндустријским условима потврђује се могућност економичног узгајања поврћа различитог асортимана. Даље коришћење геотермалних вода Јошаничке Бање у индустријским условима за узгајање поврћа реално је остварљиво и представља једну од значајних развојних делатности овог подручја.

### **Закључак**

Коришћење геотермалних вода је једна од перспективних делатности у Србији. У Јошаничкој Бањи постоји више изворишта ових вода, на два локалитета (у бањском парку и на Сланишту, 2 km јужно од парка), али су оне недовољно искоришћене. Коришћење ових вода за грејање стакленика, пластеника и урбаних објеката, најефикаснији је начин њихове употребе.

Дугорочно перспективно коришћење топлотне енергије ових вода за грејање стакленика и пластеника реално је остварљиво. То је доказано изградњом пилот постројења пластеника где су остварени респективни приноси гајених култура, што указује на реалну могућност узгајања ових култура и у индустријским условима.

### **Захвалница**

Овај рад је резултат рада на пројекту „Пројектовање и изградња демонстрационог система за коришћење геотермалне енергије Јошаничке Бање у пољопривреди”, реализованог 2004/2005. године и финансираног од стране Министарства науке и заштите животне средине, у оквиру Националног програма енергетске ефикасности – коришћење алтернативних извора енергије.

## Литература

- [1] Програм развоја Јошаничке Бање, Општина Рашка, 1998, 5–30
- [2] Antula, J. D., L'industrie minerale en Serbie, Imprimerie d'Etat du Royaume de Serbie, 1911, 35–38
- [3] Гласник резервних официра и ратника Краљевине Југославије, Београд, 1939
- [4] Коматина, М., Минералне, термалне и геотермалне воде Краљевачког региона, *Еколоџика*, (1996), 3, 50-56
- [5] Милановић, Р., Материјали и опрема за коришћене геотермалне енергије, ИХТМ, Београд, 2002, 181
- [6] Јовановић, Љ., Могућности коришћења минералних и термалних вода у Србији, *Еколоџика*, (2004), 41, 22-24
- [7] Миливојевић, М., Мартиновић, М., Коришћење геотермалних ресурса у свету, *Еколоџика*, (1996), 3, 147-169
- [8] Церовина, А., Алтернативни топлотни извори геотермалне енергије и савремена технолошка решења рационализације топлоте у функцији екологије, *Еколоџика*, (1996), 3, 247-254

## Abstract

# Significance and Application of Geothermal Waters of Jošanica Spa

by

*Milan BARAC*<sup>1</sup>, *Vesna NIKOLIĆ*<sup>2</sup>,  
*Svetlana NIKOLIĆ*<sup>3</sup>, and *Marica RAKIN*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Technical Sciences, University of Priština,  
Kosovska Mitrovica, Serbia

<sup>2</sup> ИХТМ-ИТР, Belgrade, Serbia

<sup>3</sup> Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Serbia

Geothermal energy takes important place in application of alternative energy sources. Geothermal energy is promising energy source, ecological safe because it belongs to renewable energy resources.

Potential of geothermal waters springs in Jošanica spa and possibility of their use for heating greenhouses were studied in this work.

Jošanica spa is at the foothills of Kopaonik, near town Raška, and its geothermal waters were known even in Roman ages. Use of these geothermal waters has a great influence on global development of Raška region, especially Jošanica Spa.

Key words: *geothermal, water, spa, heating, greenhouses*

*Одговорни аутор* / Corresponding author (S. Nikolić)  
e-mail: tehnikol@yahoo.com