

Geotermalna energija i mogućnosti njene primene u Srbiji

NENAD M. ANDRIĆ, Institut „Mol”, Stara Pazova

Stručni rad

UDC: 620.91:550.36(497.11)

DOI: 10.5937/tehnika1505804A

Geotermalna energija predstavlja prirodnu toplotu Zemlje akumuliranu u fluidima i stenskim masama u Zemljinoj kori. Prirodno raspadanje radioaktivnih elemenata (urana, torijuma i kalijuma) koji se nalaze u svim stenama, proizvodi ogromnu termičku energiju.

Najjednostavnija upotreba geotermalne energije za grejanje je pomoću, tzv, otvorenog sistema. U takvom sistemu geotermalna voda se koristi direktno za grejanje, posredno pomoću toplotne pumpe.

Geotermalna energija može se iskoristiti i za proizvodnju električne energije. Tu se koristi vrela voda i para iz Zemlje za pokretanje generatora turbine.

Srbija ima značajne mogućnosti za korišćenje geotermalne energije, s obzirom da po potencijalu spada u bogatije zemlje. Razvojem geotermalnih resursa do moglo bi da se zameni najmanje 500.000 tona uvoznih tečnih goriva godišnje. [3]

Ukupna količina akumulirane toplote u geotermalnim izvorima do dubine od 3 km oko 2 puta je veća od ekvivalentne toplote koja bi se mogla dobiti sagorevanjem svih vrsta uglja iz svih njihovih nalazišta u Srbiji! Ukupna izdašnost svih geotermalnih izvora u Srbiji je 4000 l/s. Najčešća vodoizdašnost bušotina u Vojvodini je 10-20 l/s, a izlazna temperatura je od 40 do 60 °C. Potencijal geotermalnih izvora u Mačvi mogli bi da koriste gradovi: Bogatić, Šabac, Sremska Mitrovica i Loznica, sa ukupno 150.000 stanovnika. Najbogatiji hidrogeotermalni resursi su Mačva, Vranjska i Jošanička Banja. Pomoću toplotnih pumpi moguće je eksploatisati geotermalne vode na skoro celoj teritoriji Srbije! Iako je veliki proizvođač, Srbija uvozi hranu, tj, sezonsko i vansezonsko voće i povrće. Izgradnjom staklenika koji bi se grejali geotermalno, Srbija bi mogla da postane zemlja izvoznik.

Ključne reči: geotermalna energija, toplota, Republika Srbija

1. UVOD

Geotermalna energija predstavlja prirodnu energiju akumuliranu u fluidima i stenskim masama u Zemljinoj kori. Zemljina kora sastoji se od stena, vode i magme, a geotermalna energija akumulirana je u njoj. [3]

Prirodno raspadanje radioaktivnih elemenata (urana, torijuma i kalijuma) koji se nalaze u svim stenama, proizvodi ogromnu termičku energiju. Geotermalna energija može se smatrati fosilnom nuklearnom energijom, ona je, tzv, unutrašnja toplotna energija.

U zemljinoj kori postoje nalazišta termalnih voda i vodene pare, toplih i vrelih stena i nalazišta magme. Spuštanjem kroz Zemljinu koru temperatura raste, otprilike, 17 do 30 °C po kilometru dubine. Geotermalni potencijali Zemlje su ogromni i zato se ona tretira kao

obnovljivi izvor, iako je u suštini neobnovljiv. Tople i suve stene, odnosno magma, nalaze se u nepropusnim slojevima na velikim dubinama i imaju visoku temperaturu, između 700 i 1200 °C. Izvori suve vodene pare na svetu su retki, ali se smatraju najjednostavnijima i najisplativijima za korišćenje, jer se prirodna suva vodena para može koristiti za pogon parne turbine. Ležišta vode i gasova pod visokim pritiskom nalaze se na velikim dubinama (od 3000 do 6000 m). Voda je pri tome umerene temperature (između 90 i 200 °C) i sadrži otopljeni metan. Zahvaljujući vrlo visokim pritiscima bilo bi moguće koristiti mehaničku, toplotnu pa i hemijsku energiju. Izvori tople ili vrela vode (gejziri) najčešći su i najprepoznatljiviji način dolaska zagrejanje vode iz dubine na površinu Zemlje. Potiču od vrela vode ili pare koja se nalazi zarobljena u razlomljenom i poroznom stenju, na manjim ili srednjim dubinama (od 100 do 4500 m). [4]

Područja koja imaju najveći broj geotermalnih izvora su istovremeno i ona koja su geološki vrlo aktivna, tj, koja imaju aktivne vulkane ili u kojima često

Adresa autora: Nenad Andrić, Institut „Mol”, Stara Pazova, Nikole Tesle 15

Rad primljen: 22.01.2015.

Rad prihvaćen: 28.07.2015.

dolazi do potresa. To su područja oko Tihog okeana (tzv. Pacifički vatreni krug: zapadni delovi SAD i Kanade, Srednja Amerika, zapadne obale Južne Amerike, Novi Zeland, Indonezija, Filipini, Japan i istočni Sibir), srednje atlanski greben (Island), planinski lanci kao što su Alpi i Himalaji, istočna Afrika, srednja Azija i neka ostrva u Tihom okeanu.

Proizvodnja električne energije putem geotermalne energije započela je još 1913. godine.

Geotermalni izvori postoje u preko 90 država, koriste se u preko 70 država, a električna energija se proizvodi u 25 država. Ukupno korišćenje geotermalne energije 2004. godine bilo je oko 55 TWh električne energije. Na Islandu se 89% domaćinstava greje pomoću geotermalne energije. [1]

2. GREJANJE POMOĆU GEOTERMALNE ENERGIJE I PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Razlikujemo 4 grupe geotermalnih energetske izvora:

- hidrogeotermalna energija izvora vrele vode,
- hidrogeotermalna energija izvora vodene pare,
- hidrogeotermalna energija vrele vode u velikim dubinama,
- petrotermička energija, tj, energija vrelih i suvih stena.

Prema temperaturi geotermalnog medija, geotermalni izvori mogu biti: niskotemperaturni (sa gornjom granicom temperature između 90 i 150 °C), srednetemperaturni (temperatura od najmanje 90 do najviše 150 °C), visokotemperaturni (s donjom granicom temperature između 150 i 225 °C).

Najjednostavnija upotreba geotermalne energije za grejanje je pomoću, tzv, otvorenog sistema. U takvom sistemu geotermalna voda se koristi direktno za grejanje, ili posredno pomoću toplotne pumpe. Voda mora biti zadovoljavajućeg kvaliteta i mora postojati mogućnost vraćanja vode u bušotinu.

Da bi se podzemne vode smatrale toplotnim izvorom potrebno je da njihove temperature budu više od 10 °C.

Ako se koristi geotermalna pumpa, korišćenje geotermalne energije pruža sledeće prednosti:

- ako se voda koristi direktno (tj, kada je temperatura dovoljno visoka, npr, preko 50° C) troškovi za grejanje su zanemarljivi. U slučaju da se koristi toplotna pumpa, sezonski koeficijent grejanja može da bude 3-4, pa se preko 70% potrebne toplote za grejanje može uštedeti. Tada treba imati u vidu da toplotna pumpa troši električnu energiju za pogon.
- skoro potpuno ekološki način korišćenja energije,

- toplotna pumpa može da se koristi i za grejanje i za hlađenje. Tokom zimske sezone, toplotna pumpa se koristi za grejanje, a leti za hlađenje.
- zahvaljujući sistemu grejanja pomoću toplotne pumpe, osećaj ugodnosti u bilo kom delu grejanog prostora omogućava da se temperatura prostora održava na dva do tri stepena nižoj temperaturi u odnosu na druge klasične sisteme grejanja,
- snižavanje temperature životnog ili radnog ambijenta u proseku za 1°C donosi energetska uštedu od 5 do 6%,
- jednokratnom investicijom može da se reši i grejanje i hlađenje prostora. [4]

Geotermalna energija može se iskoristiti i za proizvodnju električne energije. Tu se koristi vrela voda i para iz Zemlje za pokretanje turbine generatora. Nema spaljivanja fosilnih goriva niti emisije štetnih gasova u atmosferu, ispušta se samo vodena para. Dodatna prednost je u tome što se takve elektrane mogu izgraditi u najrazličitijim okruženjima, od farmi i pustinja pa sve do šumskih područja.

Uglavnom se koriste tri osnovna tipa geotermalnih elektrana:

- Princip suve pare (Dry steam) – koristi se vrela para iznad 235 °C. Para se koristi za direktno pokretanje turbine generatora. Ovo je najjednostavniji i najstariji način i još uvek se koristi jer predstavlja daleko najjeftiniji princip generisanja električne energije iz geotermalnih izvora. Trenutno najveća elektrana koja koristi "Dry steam" princip nalazi se u severnoj Kaliforniji i zove se The Geysers, a proizvodi električnu energiju još od 1960. godine. Količina proizvedene električne energije iz tog postrojenja još uvek je dovoljna za snabdevanje grada veličine San Francisco-a.
- Flash princip (Flash steam) – koristi se vrela voda iz geotermalnih izvora koja je pod velikim pritiskom i na temperaturama iznad 182 °C.
- Binarni princip (Binary cycle) – kao radna materija koriste se fluidi uobičajeni u rashladnoj tehnici (supstance koje isparavaju na nižim temperaturama i na pritiscima iznad 1 bar).

Princip koji će se koristiti kod izgradnje nove elektrane zavisi od vrste geotermalnog izvora, temperature, dubine i kvaliteta vode i pare. U svim slučajevima kondenzovana para i ostaci geotermalne tečnosti vraćaju se nazad u bušotinu i time se povećava izdašnost geotermalnog izvora, štiti okolina od zagađenja solima i sprečava sleganje tla. [2]

3. GEOTERMALNA ENERGIJA U SRBIJI

Srbija ima značajne mogućnosti za korišćenje geotermalne energije, s obzirom da po potencijalu spada u

bogatije zemlje. Nažalost, koristimo samo 86 MW geotermalne energije. Srbija bi mogla da 55% ukupno proizvedene energije dobija iz obnovljivih izvora. [3] Od celokupne energije, 4% bi se moglo dobiti iz geotermalnih izvora. Razvojem geotermalnih resursa moglo bi da se zameni najmanje 500.000 tona uvoznih tečnih goriva godišnje. Stalni deficit fosilnih goriva, loša ekološka situacija i porast troškova zaštite životne sredine mogli bi uticati na intenzivnije korišćenje ovog resursa. Korišćenje geotermalne energije imalo bi najveći značaj za grejanje u gradu i selu. [4]

Gustina geotermalnog toka je glavni parametar na osnovu koga se procenjuje geotermalni potencijal nekog područja. Ona predstavlja količinu geotermalne toplote koja svakog sekunda kroz površinu od 1 m² dolazi iz unutrašnjosti Zemlje do njene površine. Na najvećem delu teritorije Srbije gustina je veća od njene prosečne vrednosti za kontinentalni deo Evrope, koji iznosi 60 mW/m².

Panonski basen, južna i centralne Srbija imaju vrednost gustine preko 100 mW/m². Van Panonskog basena nalazi se 160 geotermalnih izvora sa temperaturom većom od 15°C i 60 nalazišta sa temperaturom većom od 15°C do dubine od 3 km. Neki od tih geotermalnih izvora su: Vranjska Banja (96-110°C), Jošanička Banja (78°C), Sijarinska Banja (72 °C). Vranjska Banja je najtoplija banja u Evropi. [1]

Ukupna količina akumulirane toplote u geotermalnim izvorima do dubine od 3 km oko 2 puta je veća od ekvivalentne toplotne energije koja bi se mogla dobiti sagorevanjem svih vrsta uglja iz svih njihovih nalazišta u Srbiji! [1]

Ukupna izdašnost svih geotermalnih izvora u Srbiji je 4000 l/s. Izdašnost 62 geotermalne bušotine u Vojvodini je oko 550 l/s, a toplotna snaga oko 50 MW. Ostatak Srbije poseduje 48 bušotina snage oko 108 MW. Najčešća vodoizdašnost bušotina u Vojvodini je 10-20 l/s, a izlazna temperatura je od 40 do 60 °C. Najdublja bušotina (2520 m) je u Banatu, u mestu Vrbica, temperatura vode je 82 °C na dubini od oko 1800 m. Najplića se nalazi u Novom Sadu, na 305 m, temperatura vode je 25 °C. Vojvodina koristi geotermalnu energiju još od 1981. godine. U Srbiji se eksploatiše oko 25% postojećih bušotina, ukupne snage oko 19 MW. Snaga 75% nekorisćenih bušotina procenjuje se na oko 54 MW. [2]

Geotermalna energija u Srbiji uglavnom se koristi za zagrevanje prostorija i u banjskim lečilištima (balneologija). Pored toga, koristi se i za grejanje staklenika u proizvodnji ranog povrća, grejanje farmi za uzgoj svinja, proizvodne procese u fabrikama kože i tekstila itd. (tablica 1). Poznata banjska lečilišta su Soko Banja, Lukovska Banja, Niška Banja, Prolom Banja i dr. (tablica 2). U Niškoj Banji toplotne pumpe

snage 5 MW koriste otpadne termalne vode temperature 25°C (sistem je najveći u Evropi) za grejanje hotela i rehabilitacionog centra. Isti princip primenjen je i u Prolom Banji, samo što je temperatura vode oko 30°C. [1]

Tabela 1. Korišćenje hidrogeotermalne energije u Srbiji po vrsti primene [1]

Vrsta primene	Instalisana toplotna snaga (MW)	Proizvedena toplota (TJ/godina)
Zagrevanje prostorija	18.5	575
Balneologija i rekreacija	36.0	1150
Sušenje žitarica	0.7	22
Staklenici	8.4	256
Ribarstvo i stočarstvo	6.4	211
Industrijski procesi	3.9	121
Zagrevanje sa toplotnim pumpama	12.0	80
Ukupno	86.0	2415

Tabela 2. Temperature podzemnih voda u nekim mestima

Mesto	Temperature podzemnih voda (°C)
Bogatić	80
Debrč	58
Lukovska banja	80
Indija	62
Kupinovo	54
Mladenovac, Banja Selters	54

Rezerve termalne vode su na različitim dubinama: od 207 m u Bogatiću do 600-700 m u Sremu. Potencijal geotermalnih izvora u Mačvi mogli bi da koriste gradovi: Bogatić, Šabac, Sremska Mitrovica i Loznica, sa ukupno 150.000 stanovnika (tablica 2). Najbogatiji hidrogeotermalni resursi su Mačva, Vranjska i Jošanička Banja. Pomoću toplotnih pumpi moguće je eksploatišati geotermalne vode na skoro celoj teritoriji Srbije! [1]

4. ISPLATIVOST KORIŠĆENJA GEOTERMALNIH RESURSA

Korišćenje geotermalnih resursa u našoj zemlji je veoma malo u odnosu na raspoloživi potencijal, iako Srbija ima pojedine lokalitete među najboljima u Evropi! Razvoj geotermalne tehnologije u Srbiji počeo je u isto vreme kada i u zemljama Evrope u kojima je ova tehnologija danas na najvišem stepenu razvoja.

Razvoj bilo kog novog energetskeg resursa nemoćuće je početi bez odgovarajućih zakonskih i finansijskih mera. Potrebno je obezbediti povoljne kredite, subvencije i fondove. Nedovoljna informisanost o

konkurentnosti ovog energetskog izvora u odnosu na fosilna goriva i nuklearnu energiju predstavlja prepreku za razvoj geotermalne tehnologije. Struja iz obnovljivih izvora energije može se prodavati samo uz saglasnost Vlade Srbije. U svetu je dokazano da je geotermalna energija konkurentski energetski izvor.

Iako je veliki proizvođač, Srbija uvozi hranu, tj. sezonsko i vansezonsko voće i povrće. Izgradnjom staklenika koji bi se grejali geotermalnom energijom, Srbija bi mogla da postane zemlja izvoznik.

Za jednu pijezometarsku bušotinu, čiji je cilj istraživanje geotermalnih rezervi, potrebno je izdvojiti oko 300 hiljada evra. Oko 200 hiljada evra je potrebno za projektnu dokumentaciju, opremanje i zasnivanje proizvodnje.

Takvo ulaganje, na najmanje 5 ha, može da donese dobit već posle 2 do 3 godine, u zavisnosti od proizvodnje i plasmana. Bušotine sa temperaturama iznad 40 °C i izlivom oko 60 m³/h isplative su pod uslovom da se koristi ceo potencijal bušotine na preko 6000 ha.

“Ceo potencijal” podrazumeva hlađenje vode do oko 15 °C, za šta je potrebna toplotna pumpa. Takvo korišćenje geotermalne energije može ostvariti samo potrošač koji će (pored grejne sezone) energiju koristiti i u proleće i jesen, kao i noću tokom grejne sezone. Ovakva analiza znatno smanjuje broj realnih potrošača. [3]

Cena bušotine zavisi od njene dubine i kreće se od 220.000 do 500.000 eura za dubine bušotina od 600 do 1100 m. Za postrojenje snage 1 do 100 MW cena energije, dobijene iz geotermalnih izvora, kreće se od 3.0 do 5.5 ceur/kWh. Cene konkurentnih energija su:

- prirodni gas 7.0 ceur/kWh,
- električna energija oko 6.0 ceur/kWh,
- toplotna energija iz toplana 7.0 ceur/kWh. [2]

5. PREDNOSTI I MANE GEOTERMALNE ENERGIJE

Od svih obnovljivih izvora energije geotermalna energija je možda najbolje rešenje, jer vetar nije uvek pouzdan, Sunce ne može da osvetljava solarne ploče noću, a i hidroenergija može da podbaci ako nema dovoljno padavina. Dakle, nezavisna je od godišnjih doba i doba dana. Ovo je ujedno i najveća prednost ovog obnovljivog izvora energije. [1]

Glavni nedostaci ovog obnovljivog resursa su sledeći:

- Ne koriste se na mestu gde se nalaze termalni fluidi.
- Vrlo visoki inicijalni troškovi (opitne bušotine). Prema podacima američkog ministarstva energije povrat inicijalnih troškova instalacije može biti od 2 do čak 20 godina! [3]

Geotermalno grejanje nije u potpunosti 100% čisti oblik grejanja zbog toplotnih pumpi koje za pogon koriste električnu energiju, a ta električna energija se proizvodi iz ekološki neprihvatljivog uglja, pa se ipak u atmosferu oslobađa određena količina gasova staklene bašte. [1]

6. ZAKLJUČAK

Ukoliko neko može priuštiti ovakav vid grejanja (zbog velikih inicijalnih troškova), dugoročno će se investicija svakako isplatiti. Ovo se posebno odnosi na nisku cenu grejanja i izvrsnu efikasnost sistema grejanja koji iskorištava geotermalnu energiju.

Srbija se po pitanju obnovljivih izvora energije konačno pokrenula sa mrtve tačke, ali to je još uvek nedovoljno za bilo kakav iole ozbiljniji poduhvat. Pre svega, treba maksimalno skratiti i ubrzati birokratiju i edukovati stanovništvo o novim izvorima energije. Nesvatljivo je da cela Mačva leži na geotermalnim izvorima, a da to još uvek nije iskorišćeno na pravi način. Takođe, oblast oko Vranja i Vranjske Banje mogla bi se bez problema snabdevati toplotnom energijom iz geotermalnih izvora. Država bi morala ozbiljnije da eksploatiše geotermalne resurse, umesto da ulaže u fosilna goriva koja imaju ograničene resurse. Takođe, dok je niska cena struje, neće biti isplativo koristiti geotermalne izvore za generisanje električne energije. Priča o obnovljivim izvorima energije u Srbiji se pokrenula i ide polako, nadajmo se da će se u skorije vreme ubrzati.

LITERATURA

- [1] Liber Perpetuum, OSCE Mission to Serbia and Montenegro, Economic and Environmental department, Belgrade, 2004.
- [2] Mogućnosti korišćenja energetskog potencijala geotermalnih voda u Vojvodini, Fakultet tehničkih nauka, Institut za energetiku, procesnu tehniku i zaštitu okoline, Novi Sad, 2005.
- [3] www.well.org.rs
- [4] www.izvorienergije.co

SUMMARY

GEOTHERMAL ENERGY AND ITS APPLICATION OPPORTUNITIES IN SERBIA

Geothermal energy is accumulated heat in the fluid and rock masses in the Earth 's crust. The natural decay of radioactive elements (uranium, thorium and potassium) in rocks produces heat energy.

The simplest use of geothermal energy for heating is by heat pump. Geothermal energy can be used for production of electricity. It uses hot water and steam from the earth to run the generator.

Serbia has significant potential for geothermal energy. The total amount of accumulated heat in geothermal resources in a depth of 3 km is two times higher than the equivalent thermal energy that could be obtained by burning all types of coal from all their sites in Serbia! The total abundance of geothermal resources in Serbia is 4000 l/s. Abundance of wells in Vojvodina is 10-20 l/s, and the temperature is from 40 to 60 °C. Exploitation of thermal waters in Mačva could cause heating of following cities: Bogatić, Šabac, Sremska Mitrovica and Loznica, with a total population of 150.000 people. The richest hydrogeothermal resources are in Mačva, Vranje and Jošanička Banja. Using heat pumps, geothermal water can be exploited on the entire territory of Serbia!

Although large producer , Serbia is importing food, ie., fruits and vegetables. With the construction of greenhouses, which will be heated with geothermal energy, Serbia can become an exporting country.

Key words: *geothermal energy, heat, Republic of Serbia*