

GEOTERMALNI POTENCIJALI JUGOSLAVIJE: SIGURNA ENERGETSKA ALTERNATIVA

*Mihailo Milivojević, Mića Martinović**

Ključne reči: geotermalni resursi, geotermalna energija, energetski potencijal.

SAŽETAK:

Rezultati ocene energetske potencijalnosti geotermalnih resursa i saznanja u vezi sa statusom i iskustvima na korišćenju geotermalne energije u svetu pokazuju da geotermalna energija može značajno da učestvuje u energetskom bilansu Jugoslavije. Zbog toga osnovni element nove nacionalne energetske strategije treba da bude podržavanje obnovljivih izvora (medju kojima je i geotermalna energija), i integralno planiranje korišćenja energetskih resursa koje obuhvata racionalizaciju potrošnje energije i intenzivno korišćenje alternativnih izvora energije. Geotermalna energija u Jugoslaviji ima sjajnu budućnost. Postojeći rezultati pokazuju da bi se sa intenzivnim programom geotermalnih istraživanja moglo do 2010-te godine da postigne nivo zamene od najmanje 500.000 tona uvoznih tečnih goriva godišnje, a sa direktnim korišćenjem geotermalnih toplotnih pumpi mogla bi se smanjiti potrošnja električne energije za najmanje 1.200 MW_e. Ovo su glavni ciljevi kojima treba težiti. Zbog toga korišćenje geotermalne energije u Jugoslaviji treba da postane imperativ.

1. UVOD

Novi projekti i najnoviji rezultati razvoja geotermalnih tehnologija čine jasnim da geotermalna energija, kao stanje usvojene realnosti, predstavlja energiju budućnosti. Ova ocena je doneta na osnovu rezultata postignutih na globalnom planu. Ona se odnosi i na Jugoslaviju. Naime, rezultati regionalnih ocena energetske potencijalnosti geotermalnih resursa pojedinih delova teritorije Jugoslavije, počev od 1975. godine, rezultati detaljnih istraživanja u pojedinim područjima, kao i saznanja u vezi sa statusom i iskustvima na korišćenju geotermalne energije u svetu, pokazuju da geotermalna

* Dr Mihailo Milivojević, vanredni profesor, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd.
Dipl. inž. Mića Martinović, stručni saradnik, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd.

energija može značajno da učestvuje u njenom energetskom bilansu [1,2,3,5,6]. Zbog toga, jedan od osnovnih elemenata nove energetske strategije Jugoslavije treba da bude podržavanje obnovljivih izvora (među kojima je i geotermalna) i integralno korišćenje energetskih resursa.

Geotermalna energija je, u većini zemalja gde se razvija, do sada bila netradicionalan "izvor" energije. Od pre dvadeset godina u velikom broju zemalja uvršćena je u alternativne "izvore" energije. Postoje naučna mišljenja i prognoze da će geotermalna energija postati glavna u narednim vekovima, odnosno sledeći milenijum biće milenijum geotermalne energije. Geotermalni resursi se sve više eksploatišu zahvaljujući sve bržem razvoju efektivnih tehnologija proizvodnje i njihovog iskorišćavanja. Zahvaljujući tome geotermalna energija je danas praktično svakom dostupna.

Geotermalna energija u SR Jugoslaviji se simbolično koristi, samo sa 86 MW_t [5], iako po geotermalnom potencijalu spada u bogatije zemlje. Njeno korišćenje i eksploatacija moraju postati intenzivni, jer na to primoravaju sledeći faktori: tenzije naftno-energetske neravnoteže, neminovna tranzicija na tržišnu ekonomiju, promena prioriteta i njihova evolucija, stalni porast i deficit fosilnih organskih i nuklearnih goriva, porast transportnih troškova, regionalno odvajanje, pogoršanje ekološke situacije zbog globalnih, regionalnih i lokalnih uticaja i porast troškova za zaštitu okoline. Po našem mišljenju, najveći značaj za Jugoslaviju imaće korišćenje zemljine toplote za potrebe grejanja i toplifikacije ruralnih i urbanih populacija i za razvoj agri i akvakulture, tj. proizvodnja hrane po najstrožijim ekološkim standardima.

2. GEOTERMALNI RESURSI

Rasprostranjenje ili prisustvo geotermalne energije u Zemlji, odnosno u dostupnom delu njene kore je univerzalno. To znači da se ona nalazi svugde, praktično odmah ispod površi Zemlje. U vezi sa sredinama gde se nalazi, geotermalna energija se "deli" na: hidrogeotermalnu (=geotermalna energija akumulirana u podzemnim termalnim vodama čija je temperatura veća od 10 °C); petrogeotermalnu (=geotermalna energija akumulirana u suvim stenama ispod dubine na kojoj je njihova temperatura prosečno oko 10 °C), i magmogeotermalnu energiju (=geotermalna energija akumulirana u magmi).

Koncentracije ili sadržaji geotermalne energije u dostupnom delu zemljine kore nisu ravnomerni u odnosu na geografski položaj pojedinih područja. Pojedina područja sa visokim sadržajem toplote postepeno prelaze u područja sa niskim sadržajem i obrnuto. Ako su koncentracije ili akumulacije geotermalne toplote takve da se ona iz njih može racionalno (=ekonomično) eksploatisati i koristiti kao energetski izvor, komparativan sa drugim konvencionalnim izvorima energije u sadašnjem i nekom budućem vremenu, onda takve akumulacije predstavljaju nalazišta geotermalne energije. Prema tome, u zemljinoj kori postoje nalazišta termalnih voda i vodene pare, nalazišta toplih i vrelih suvih stena, i nalazišta magme.

Pod biproduktima geotermalne energije, koji je uvek prate, tj. kao geotermalni resursi podrazumevaju se: 1) zemljina unutrašnja toplota akumulirana u "suvim" stenama; 2) zemljina unutrašnja toplota akumulirana u slobodnim podzemnim vodama i vodenoj pari; 3) energija pritiska geotermalnih fluida; 4) mineralne materije i gasovi rastvoreni u geotermalnim fluidima; 5) mineralne, termalne i termomineralne vode sa pratećim gasovima koje pokazuju lekovito delovanje na ljudski organizam; 6) masa-voda koja se posle toplotno-energetskog i balneološkog korišćenja može koristiti za različite svrhe.

3. ENERGETSKI POTENCIJALI GEOTERMALNIH RESURSA JUGOSLAVIJE

Geotermalne karakteristike teritorije Jugoslavije su veoma interesantne. Vrednosti gustine terestričnog toplotnog toka na najvećem delu teritorije Jugoslavije su veće od njegove prosečne vrednosti za kontinentalni deo Evrope. Najveće vrednosti ($>100 \text{ mW/m}^2$) su u Panonskom basenu, Srpsko-makedonskom masivu i u graničnom delu Dinarida sa Srpsko-makedonskim masivom, odnosno u području neogene magmatske aktivacije. One ukazuju na prisustvo geotermalne anomalije koja predstavlja produžetak geotermalne anomalije Panonskog basena.

Najmanje vrednosti su u području Mezijske platforme i dinarskog karsta Crne Gore [4]. Područje Spoljašnjih Dinarida, odnosno terena dinarskog holokarsta odlikuje se u geotermalnom smislu prisustvom velike anomalije niskih vrednosti gustine terestričnog toplotnog toka, koje su 2-3 puta niže od prosečnih za kontinentalni deo Evrope. Ona ima regionalni karakter i pruža se od Istre, preko Like, Dalmacije, Hercegovine i južne Crne Gore do zapadne Albanije. Ona je najmarkatnija na području Crne Gore, za čiju teritoriju je konstatovana 1987. godine [4]. Na području Crne Gore minimalne vrednosti gustine terestričnog toplotnog toka su manje od 30 mW/m^2 , najvećim delom $30-40 \text{ mW/m}^2$, a maksimalno oko 55 mW/m^2 . Minimalne vrednosti su u centralnom delu, a maksimalne u severnom i južnom delu, tj. na području priobalnog dela i ispod mora. Ovakve vrednosti se smatraju anomalno niskim, jer je prosečna vrednost za kontinentalni deo Evrope oko 60 mW/m^2 .

Hidrogeotermalni resursi. Na teritoriji Srbije van Panonskog basena, tj. u terenima izgrađenim od tvrdih stena nalazi se 160 prirodnih izvora termalnih voda sa temperaturom većom od $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Najveću temperaturu od njih imaju termalne vode izvora u Vranjskoj Banji ($96 \text{ }^\circ\text{C}$), zatim u Jošaničkoj banji ($78 \text{ }^\circ\text{C}$), Sijarinskoj Banji (72°C), Kuršumlijskoj banji ($68 \text{ }^\circ\text{C}$), Novopazarskoj Banji ($54 \text{ }^\circ\text{C}$), itd. Ukupna izdašnost svih prirodnih izvora je oko 4000 kg/s . Najveću izdašnost imaju termalni izvori iz karstifikovanih krečnjaka mezozojske starosti, a zatim termalni izvori u granitoidnim i vulkanskim stenama tercijarne starosti. Najveći broj termalnih izvora nalazi se u Dinaridima, zatim u Karpato-balkanidima, pa u Srpsko-makedonskom masivu. Najmanji broj je u Panonskom basenu i u području Mezijske platforme, samo po jedan.

Zbog nepovoljnog geološkog i hidrogeološkog sastava terena Crne Gore u hidrogeotermalnom smislu, na njenoj teritoriji nema mnogo prirodnih pojava termalnih voda. Jedini termalni izvor u kontinentalnom delu nalazio se u kanjonu reke Komarnice, ali je izgradnjom brane "Mratinje" potopljen vodama Pivskog jezera. Njegova temperatura je bila 26,3 °C [1]. Druga grupa termalnih izvora se nalazi na obali mora u Ulcinju i njegovoj okolini, odnosno u uvali Valdanos. Izvori u Ulcinju imaju temperaturu od 20-29,3 °C. Druga grupa izvora se nalazi u Igalu, imaju temperaturu oko 20 °C i koriste se posle dogrevanja za balneološke svrhe, kao i izvori u Ulcinju.

Što se tiče temperature situacija je sledeća: izvori sa temperaturom vode na površi terena od 15-20 °C čine oko 18 % od ukupnog broja pojava, od 20-30 °C oko 42 %, od 30-40 °C oko 20 %, od 40-50 °C oko 6 %, od 50-60 °C oko 6 % itd. Iz ovakvog stanja može se zaključiti da struktura po temperaturnoj zastupljenosti nije najpovoljnija. Međutim, ovaj faktor nije odlučujući za ocenu hidrogeotermalnih nalazišta. Slično stanje je i sa izdašnošću. Pošto najveći broj pojava potiče iz hidrogeotermalnih nalazišta čiji su rezervoari od karstifikovanih karbonatnih stena, to one imaju i najveću izdašnost. Na drugom mestu su pojave iz nalazišta u granitoidnim masivima i njihovim metamorfnim zonama. Najmanju izdašnost imaju pojave u škriljavim stenama. Procentualna zastupljenost po kategorijama izdašnosti u odnosu na ukupan broj pojava je sledeća: pojave izdašnosti od 1-10 kg/s čine oko 43 %, od 10-20 kg/s oko 22 %, od 20-30 kg/s 15 %, od 30-50 kg/s 6 % itd.

Prema sadašnjem stepenu poznavanja geološkog sastava i hidrogeotermalnih karakteristika terena do dubine od 3000 m, na teritoriji Jugoslavije postoji 60 konvektivnih hidrogeotermalnih sistema. Od tog broja 30 se nalazi u Dinaridima, 20 u Karpato-balkanidima, 5 u Srpsko-makedonskom masivu, i 5 u području Panonskog basena, tj. u podlozi njegovih tercijarnih sedimenata. U sedimentnim basenima koji su ispunjeni sedimentnim stenama paleogene i neogene starosti prisutni su konduktivni hidrogeotermalni sistemi. Najveći broj od njih pripada Panonskom basenu na teritoriji Vojvodine, tj. severne Srbije. Ostali su manjeg značaja i uglavnom su međusobno slabo povezani, i ima ih 14.

U kontinentalnom delu Crne Gore prema geološkom sastavu i postojećim pojavama prisutan je samo jedan hidrogeotermalni sistem. On je formiran u području poznatog "Durmitorskog fliša", koji predstavlja povratni izolator, dok rezervoar čine kredni i jurski krečnjaci. Dokaz za postojanje ovog sistema je pomenuti izvor "Iliđa" u dolini reke Komarnice u blizini Šavnika. Pošto se rezervoar prostire ispod Šavnika i istočno od njega, to u njegovoj okolini postoje povoljne mogućnosti za iznalaženje i eksploataciju termalnih voda temperature do 40 °C. Slični uslovi su prisutni i na istočnom delu "Durmitorskog fliša", odnosno na području Kolašina. Aluvijalne ravni Zete i Morače u području Danilovgrada, odnosno na području i nizvodno od Titograda, su pogodne za eksploataciju geotermalne energije iz izdanskih voda pomoću toplotnih pumpi. Na isti način se može eksploatirati i geotermalna energija akumulirana u karstnim podzemnim vodama koje ističu iz njihovih izdani preko velikih karstnih vrela. Iako je Crnogorsko primorje u zoni geotermalne anomalije veoma niskih vrednosti gustine toplotnog toka, ono se ipak može smatrati kao perspektivno za iznalaženje i

eksploataciju niskotemperaturnih geotermalnih voda sa temperaturom do 30 °C na relativno malim dubinama. S obzirom na visoku poroznost i vodosprovodne karakteristike karstnih rezervoara, eksploatacija se može vršiti sa velikim količinama vode (reda više desetina, pa i stotina l/s). U tom pogledu najperspektivnije područje je od granice sa Albanjom (reka Bojana), preko Ulcinja i Bara do Sutomora, a zatim od Budve do Tivta i Herceg Novog, odnosno Igala.

Magnituda toplotne energije geotermalnog potencijala hidrogeotermalnih nalazišta Jugoslavije u hidrogeotermalnim sistemima do dubine 3 km skoro dva puta je veća od magnitude ekvivalentne toplotne energije svih ležišta za sve vrste ugljeva, odnosno ekvivalentne prognozne minimalne rezerve hidrogeotermalnih nalazišta iznose oko 550 miliona tona tečnog goriva u ekvivalentnom iznosu [3].

Energetski potencijal izdanskih voda u aluvijalnim naslagama pored većih reka u Jugoslaviji jednak je u ekvivalentnom iznosu energiji koja bi se dobila sagorevanjem oko jednog miliona tona tečnog goriva godišnje [3].

Ukupna količina geotermalne toplote koju iznesu podzemne vode preko prirodnih i veštačkih geotermalnih izvora u atmosferu za godinu dana jednaka je ekvivalentnoj količini toplote koja bi se dobila sagorevanjem oko 250.000 tona tečnog goriva [2].

Iz geotermalne energije pijaćih voda koje proteknu godišnje kroz vodovodnu mrežu gradskih vodovoda, pri sniženju temperature od samo dva stepena, mogla bi se dobiti korisna toplotna energija u ekvivalentnom iznosu od najmanje 100.000 tona tečnog goriva.

Izdašnost 62 veštačka geotermalna izvora, tj. geotermalne bušotine na području Vojvodine je oko 550 kg/s a toplotna snaga oko 50 MW [6], a na ostalom delu Srbije iz 48 bušotina 108 MW, odnosno ukupno 156 MW [5].

Petrogeotermalni resursi. Na teritoriji Srbije pored povoljnih mogućnosti za eksploataciju geotermalne energije iz rezervoara hidrogeotermalnih sistema, postoje i povoljne mogućnosti za eksploataciju geotermalne energije iz "suvih" stena, tj. stena koje ne sadrže slobodnu podzemnu vodu u količini da se ona iz njih može eksploatisati. Granitoidne intruzije su najpogodnija stenska masa i sredina za intenzivnu eksploataciju petrogeotermalne energije (=toplota suvih stena). Razvoj tehnologije ove "vrste" geotermalne energije je u završnoj fazi od strane američkih, engleskih, nemačkih i japanskih istraživača. Njega su započeli američki naučnici pre dvadesetpet godina i oni su najdalje otišli sa eksperimentima na izradi HDR (=Hot Dry Rock) sistema za intenzivno iznošenje geotermalne toplote iz suvih stena za proizvodnju električne energije. Engleski naučnici ista istraživanja vrše u cilju izvlačenja toplote na nižem temperaturnom nivou za potrebe toplifikacije gradova. Pomoću HDR tehnologije geotermalna energija će u narednom veku postati jedan od glavnih snabdevača toplotnom i električnom energijom.

Srbija raspolaze veoma povoljnim petrogeotermoenergetskim mogućnostima, odnosno potencijalima, jer se na njenoj teritoriji nalazi deset granitoidnih intruzija neogene starosti. Postoje indikacije da postoje i skrivene granitoidne intruzije. Područja gde se nalaze granitoidne intruzije pogodne za proizvodnju električne energije su:

Boranja, Cer, Mačva, Bukulja, Kosmaj, Avala, Rudnik, Golija, Željina, Kopaonik, Jastrebac i Besna Kobila. Prognozne eksploatacione rezerve geotermalne energije u navedenim intruzijama prema sadašnjem stepenu istraženosti za period eksploatacije od 30 godina i faktor zahvatanja iznose oko 16.000 MW za toplifikacione svrhe i oko 15.000 MW za proizvodnju električne energije [5].

Zahvaljujući napretku geotermalne tehnologije danas je moguće vršiti eksploataciju geotermalne energije i iz drugih vrsta "suvih" stena, ne samo iz granitoidnih, kao što su gline, laporci, peščari itd. Ove stene izgradjuju gornje delove terena na više od polovine teritorije Jugoslavije. Iz njih i drugih stena sa funkcijom hidrogeoloških izolatora eksploatacija geotermalne energije se vrši pomoću bušotina dubine do maksimalno 300 m sa vertikalnim izmenjivačima toplote koji su u njih ugradjuju.

Geotermalni potencijal teritorije Srbije do dubine do koje se ugradjuju sistemi za eksploataciju pomoću vertikalnih izmenjivača toplote iznosi, minimalno, oko 100.000 MW. Na takav način dobijena energija se može koristi prvenstveno za grejanje individualnih potrošača, praktično svugde, počev od gradova pa do ruralnih područja. Ovaj potencijal je naročito značajan zato što se sa njime može najviše uticati na smanjenje opterećenja elektroenergetskog sistema u zimskom periodu, a ujedno i na energetska strategiju, jer ako bi se on razvijao ne bi trebala izgradnja novih termo i hidroelektrana.

Eksploatacija geotermalne energije pomoću vertikalnih izmenjivača toplote u kontinentalnom delu Crne Gore može se vršiti na području Berana, Durmitorskog fliša, Kolašina, Mojkovca, odnosno u terenima izgradjenim od tercijarnih sedimenata i stena paleozojske starosti, a u primorju u zonama sa eocenskim i paleogenim flišom (Ulcinj, Bar, Sutomore, deo Budve, Tivat, Herceg Novi i Igalo).

4. KORIŠĆENJE HIDROGEOTERMALNE ENERGIJE

Korišćenje geotermalne, odnosno hidrogeotermalne energije ili termalnih voda u Jugoslaviji vrši se uglavnom na tradicionalan način, tj. najviše u balneološke i sportsko-rekreacione svrhe. Korišćenje geotermalne energije za grejanje i druge energetske svrhe je u početnoj fazi i veoma skromno u odnosu na potencijalnost i resurse. U hidrogeotermalnom sistemu Panonskog basena koriste se termalne vode iz 23 bušotine. Energetsko korišćenje je počelo 1981. godine. Vode iz dve bušotine se koriste za proizvodnju povrća u staklenicima. Tri bušotine se koriste u stočarstvu za zagrevanje farmi za uzgoj svinja, dve u fabrikama kože i tekstila u proizvodnom procesu, tri za zagrevanje poslovnih prostorija, a vode iz trinaest bušotina se koriste u banjanskim i sportsko-rekreacionim i turističkim centrima. Ukupna toplotna snaga svih ovih bušotina koje se aktivno koriste je 24 MW [6].

Van Panonskog basena termalne vode se koriste za grejanje na nekoliko lokaliteta. Prvo korišćenje za te svrhe je započelo pre četrdeset godina u Vranjskoj Banji. Tu se termalnom vodom zagreva staklenik za proizvodnju cveća, živinarska farma,

jedna industrijska tekstilna hala i prostorije banjskog rehabilitacionog centra. Veliki hotelski i rehabilitacioni centar sa plivačkim bazenom zagreva se u Kuršumlijskoj Banji. U Niškoj Banji izgrađen je sistem za grejanje hotelsko-turističkog i rehabilitacionog centra sa toplotnim pumpama snage 6 MW, koji koristi termalne vode temperature 25 °C. Na isti način koriste se termalne vode sa temperaturom od 30 °C u Prolom Banji. U Sijarinskoj Banji sa termalnim vodama direktnim korišćenjem se zagreva hotel i rehabilitacioni centar. Isto to se čini i u Ribarskoj Banji. U Lukovskoj Banji termalne vode se koriste za zagrevanje fabrike tepiha i nekoliko drugih manjih objekata. Ukupna instalisana toplotna snaga na svim lokalitetima gde se vrši korišćenje iznosi 74 MW_t, a sa toplotnim pumpama 86 MW_t (Tabela I).

Rezultati dosad izvedenih istraživanja pokazuju da korišćenje geotermalne energije u Jugoslaviji u energetske svrhe može biti značajno u njenom energetskom bilansu, jer, kao što je napred navedeno, prognozne rezerve geotermalne energije u rezervoarima hidrogeotermalnih sistema iznose oko 550·10⁶ tona termalno ekvivalentnog tečnog goriva.

Prema rezultatima geotermalnih istraživanja za intenzivno korišćenje termalnih voda u agro i akvakulturi i za toplifikaciju naselja najbolje su mogućnosti na području zapadno od Beograda, pa do reke Drine na zapadu, tj, na područjima Posavine, Srema i Mačve. Rezervoar su trijaski krečnjaci dolomiti debljine >500 m, koji leže ispod neogenih sedimenata. Naročito su povoljne mogućnosti u Mačvi, jer je dubina do rezervoara 400-600 m, a temperatura vode 80 °C. Preliminarne analize pokazuju da je na bazi eksploatacije termalnih voda u Mačvi moguća toplifikacija gradova: Bogatić, Šabac, Sremska Mitrovica i Loznica sa ukupno 150.000 stanovnika.

Tabela I. Stanje korišćenja hidrogeotermalne energije po vrsti primene

Vrsta korišćenja	Instalisana toplotna snaga MW _t	Proizvedena toplota TJ/god
Zagrevanje prostorija (direktno korišćenje)	18.5	575
Balneologija i rekreacija	36.0	1150
Sušenje žitarica	0.7	22
Staklenici	8.4	256
Ribarstvo i stočarstvo	6.4	211
Procesi u industriji	3.9	121
Zagrevanje sa toplotnim pumpama	12.0	80
UKUPNO	86.0	2415

5. ZAKLJUČAK

Ni najmanje ne sumnjamo da će korišćenje geotermalnih resursa u Jugoslaviji biti značajna osnova privrednog razvoja. Društvene, tehnološke i ekonomske prednosti ili koristi od njihovog korišćenja su i dalje značajne u poredjenju sa drugim izvorima energije i, u stvari, mogu i više da dobiju na vrednosti ukoliko zabrinutost za povećanje CO₂ u atmosferi dovede do ekonomskih mera koje će obeshrabruti korišćenje fosilnih goriva. Korišćenje geotermalnih resursa u Jugoslaviji ima sjajnu budućnost. Postojeći rezultati pokazuju da bi se sa intenzivnim programom hidrogeotermalnih istraživanja moglo do 2010-te godine da dostigne nivo zamene od oko 500.000 tona uvozne nafte godišnje, a sa direktnim korišćenjem toplote iz suvih stena mogla bi se smanjiti potrošnja električne energije za najmanje 1.200 MW_e. Ovo su glavni ciljevi kojima treba težiti. Zbog toga korišćenje geotermalne energije treba da postane imperativ.

LITERATURA

- [1] S. Alimpić: "Geothermal potential and utilization of geothermal resources in Vojvodina", *In: Proceedings of Symp. of geoth. energy*, Belgrade, 1975, pp. 35-41.
- [2] M. Milivojević, B. Milovanović, J. Perić: "Geothermal potential and utilization of geothermal resources in Central part of Serbia and Kosove", *In: Proc. of Symp. of geoth. energy*, Belgrade, 1975, pp. 20-34.
- [3] M. Milivojević: "Prva preliminarna karta terestričnog toplotnog toka područja Srbije, Crne Gore i Makedonije", *Problematika istraživanja resursa geotermalne energije sa posebnim osvrtom na mesto i ulogu geofizičkih metoda istraživanja*, Komitet za geofiziku SITRGMJ, Beograd, 1987, 221-230.
- [4] M. Milivojević, M. Burić: "Preliminarna ocena opštih geotermalnih karakteristika i hidrogeotermalne potencijalnosti Crne Gore", *Geološki glasnik, knj. XII, Zavod za geol. istr. SR Crne Gore*, Titograd, 1987, 105-116.
- [5] M. Milivojević: "Assessment of The Geothermal Resources of Serbia", *Geothermal Resources Council Transactions*, vol. 14, Part II, 1990, pp. 933-936.
- [6] M. Milivojević, D. Ravnik, S. Kolbah, K. Jelić, N. Miošić, S. Tonic: "Yugoslavia", *In: Geothermal Atlas of Europe. (Editors: E. Hurtig, V. Čermak, R. Haenel and V. Zui). GeoForschungs Zentrum Potsdam, Publication No. 1*, Potsdam, 1992, pp. 102-105.
- [7] M. Milivojević: "Energetska potencijalnost geotermalnih resursa Jugoslavije (naučno-stručna informacija za Guvernera NBJ). Materijal prezentiran na Radnoj grupi za infrast. objekte i energetiku akadem. D. Avramovića", *RGF*, Beograd, 1995, 1-35.
- [8] M. Milivojević: "Uticaj duboke cirkulacije hladnih karstnih voda u Spoljašnjim Dinaridima na gustinu terestričnog toplotnog toka", *Geol. anali Balk. pol., knj. 62*, Beograd, 1998 (u štampi).

- [9] S. Tonic, S. Milosavljevic, S. Vidovic, V. Agatonovic: "Results of exploration and utilization of geothermal water in Vojvodina", *Journ. of YU Committ. of The World Petrol. Congr., Nafta (40)*, no.10, Zagreb, 1989, pp. 593-600.

**GEOHERMAL ENERGY RESOURCES IN YUGOSLAVIA:
SAFE ENERGY ALTERNATIVE**

ABSTRACT:

Geothermal energy resources are widespread at the whole territory of Yugoslavia. Numerous geothermal systems cover approximately 65 % of the territory of Serbia. In Monte Negro geothermal systems are presented mainly among the Adriatic coast from Budva to Ulcinj. The potentiality assessments of geothermal energy in Yugoslavia show possible substitution of the import oil in amount of 500.000 tons per year, until year 2010, with direct utilisation of geothermal energy from thermal waters and hot dry rock to depth of 300 m. That means reduction of electricity consumption of 1200 MWe. According to the previous assessment, in the new energetic strategy of Yugoslavia, geothermal energy should have equal position as a fossil fuels and other sources of energy. Geothermal energy is a clean energy without hidden costs. In the same time geothermal energy is the most profitable and the cleanest energy in the sense of environmental protection for the companies that could utilise it. Geothermal energy is our future.