

EKONOMIJA GEOTERMALNIH PROJEKATA I RAZVOJ GEOTERMALNE TEHNOLOGIJE: DOSADAŠNJA SVETSKA ISKUSTVA I PERSPEKTIVE U JUGOSLAVIJI

*Mihailo Milivojević, Kiril Popovski**

Ključne reči: geotermalna energija, geotermalna tehnologija, ekonomija, razvoj, problemi

SAŽETAK:

Bogata iskustva u velikom broju zemalja sveta, naročito u poslednjih 20 godina, nesumnjivo potvrđuju direktnu zavisnost ekonomičnosti (a time i konkurentnost) direktne primene geotermalne energije od kvaliteta primenjenog tehničkog rešenja i vrste korisnika. Sadašnji stepen razvoja geotermalne tehnologije omogućuje na većem delu zemljine površi korišćenje geotermalne energije po ceni koja je niža od cena energije dobijene iz fosilnih energenata. U prvoj deceniji narednog veka očekuje se završetak razvoja geotermalnih tehnologija za intenzivnu eksploataciju i korišćenje petrogeotermalnih i magmogeotermalnih resursa. Na taj način će geotermalna energija postati glavna u narednom milenijumu, jer su njene količine u dostupnom delu zemljine kore neiscrpne. U celom tom kontekstu geotermalni resursi SR Jugoslavije su značajni i mogu mnogo da pomognu u supstituciji uvoznih fosilnih goriva. Medjutim, opšta neracionalnost, kao nacionalna odlika, utiče nepovoljno na razvoj geotermalne tehnologije i ekonomije u Jugoslaviji.

* Dr Mihailo Milivojević, vanr. prof., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Institut za hidrogeologiju, Laboratorija za geotermalnu energiju, 11000 Beograd, Džušina 7.

Prof. dr Kiril Popovski, Faculty of Technical Sciences of the "St. Clement Ohridski" University, Bitola, Macedonia and Chairman of the International Summer School on Direct Application of Geothermal Energy of the International Geothermal Association and its Working Group on Training and Education.

1. UVOD

Energetska kriza pre četvrt veka bila je zlatno doba za "otkrivanje" i razvoj takozvanih "alternativnih" energija. U tom, ipak, kratkom periodu stvorene su tehnički sigurne tehnologije proizvodnje i korišćenja solarne energije, biomase, energije vetra, geotermalne energije, energije okeana i drugih energetskih izvora. Međutim, brz pad cena fosilnih goriva u toku prošle i u ovoj deceniji "zatvorio" je mogućnosti razvoja za većinu od njih.

Danas energija okeana nije mnogo interesantna i većina započetih projekata je napuštena. Energija vetra je ograničeno interesantna samo za veoma karakteristične (izolovane i vetrovite) oblasti sa niskim energetskim potrebama. Solarna energija se razvija u pravcu veoma specifičnog korišćenja i za demonstraciju mogućnosti proizvodnje i snabdevanja veoma "čistom" energijom u razvijenim zemljama sveta.

S druge strane, biomasa i geotermalna energija su se potvrdile kao veoma uspešni i ekonomski izvodljivi energetski izvori u mnogim regionima sveta, uvek pod jakom konkurencijom današnjih cena fosilnih goriva.

Biomasa je sada i biće i dalje glavni energetski resurs u većini nerazvijenih zemalja Afrike, Azije, Južne Amerike i Okeanije. Samo nova civilizacija proba da uvede nove (više produktivne) tehnologije primene sa ciljem da minimizira korišćenje drveta i široko korišćenje različitih bioloških otpadaka (životinjski i biljni otpaci i otpadne materije, gradski otpaci, industrijski, itd.). Zbog ograničenja u vezi sa zaštitom okoline razvoj ovog energetskog izvora vrši se samo u veoma industrijski razvijenim zemljama (gradski otpad), kao što su SAD, Francuska, Italija, Nemačka i druge.

Geotermalna energija se do nedavno normalno smatrala kao energetski izvor "regionalnog" značaja zato što je distribucija nalazišta njenih resursa karakteristična za geološki aktivna područja. Međutim, razvoj toplotnih pumpi kompletno je promenio takvo shvatanje jer, zbog brzog i uspešnog razvoja te nove tehnologije, geotermalna energija je postala glavni snabdevač toplote. To je danas najrazvijenija "mala" energetska tehnologija u visoko razvijenim zemljama: SAD, Nemačka, Švajcarska, Austrija, itd. Proizvodnja električne iz geotermalne energije uzela je mesto u planovima razvoja svih zemalja, razvijenim ili u onim u razvoju, koje imaju visokotemperaturna hidrogeotermalna nalazišta. Direktno korišćenje takodje polako uzima svoje mesto i samo od sebe se uvodi kao jedna od najozbiljnijih energetskih izvora budućnosti za mnoge zemlje u svetu.

Geotermalni resursi predstavljaju ogroman geološki potencijal sa velikom paletom mogućnosti korišćenja, koji je alternativno povezan sa sunčevom energijom, jer su troškovi dobijanja energije iz nje u odnosu na solarnu toplotu uporedljivi ili povoljniji. Geotermalna energija zauzima posebno mesto na bazi svog potencijala i mnogih prednosti u ekološki i ekonomski ograničenoj mešavini energija budućnosti. 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 energija može značajno da učestvuje u njenom energetsom bilansu. 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.

2. STANJE I BUDUĆNOST RAZVOJA GEOTERMALNIH RESURSA I GEOTERMALNE TEHNOLOGIJE U SVETU

Moguće oblasti direktne primene geotermalne energije su praktično neograničene. Svugde gde je potrebna toplota, može se primeniti geotermalna energija. Takav zaključak je tehnički, tehnološki i ekonomski dokazan u mnogim zemljama u svetu u toku poslednjih 20 godina. Praktično, bez izuzetka, sve zemlje u kojima je na raspolaganju geotermalna energija polako su upoznavale njen značaj i stvarale pozitivne šanse za ekonomski izvodljiv razvoj. On je počeo tamo gde je početni period različitih razvoja i opravdane tehničke i ekonomske izvodljivosti mogao polako ići do svog kraja i gde će negde oko 2010. godine početi period stabilnog i kontinualnog razvoja. Kada su u pitanju različite vrste korisnika, oni se mogu podeliti u dve velike grupe: proizvodnja električne energije iz geotermalne i direktna primena geotermalnih resursa.

Za proizvodnju električne energije iz geotermalne u drugoj polovini XX veka razvijena su tri tipa tehnologija: tehnologija "flash" turbina, tehnologija "Rankin cykle" i kombinovane tehnologije. Svaka od njih je razvijena u toku potonjih 20 godina i našla je svoje polje primene. Najvažniji rezultat razvoja je da je nizak limit ekonomske izvodljivosti proizvodnje električne energije značajno smanjen (do 120-130 °C).

Direktna primena geotermalnih resursa je u početku ignorisana kao neperspektivna, tako da je stekla punu afirmaciju u toku, poslednjih, 10-15 godina. Sve podatke o direktnom korišćenju geotermalnih resursa je gotovo nemoguće pouzdano prikupiti, ali se postojeći mogu koristiti kao ilustracija za širinu ovog tipa primene. Oni su duplirani do 1998. godine. Proces razvoja je veoma dobro ilustrovan sa razvojem geotermalno grejanog zaštićenog kultivisanog prostora u svetu. Naročito je impresivan proces razvoja toplotnih pumpi sa plitkim izmenjivačima toplote u tlu tokom poslednjih 10 godina. Ima ih već nekoliko miliona jedinica u SAD, i više od jednog miliona u Evropi.

Zlatne godine razvoja geotermalne tehnologije su počele sa "energetskom krizom" pre četvrt veka, tako da je za veoma kratko vreme učinjen gotovo neverovatan napredak. U Italiji se proizvodnja električne iz geotermalne energije dokazala kao konkurentna proizvodnji iz ostalih energetskih izvora; u Francuskoj su razvijeni futuristički sistemi za grejanje naselja; na Islandu geotermalna toplota je postala

normalan energetska resurs za snabdevanje korisnom toplotom gradskih toplifikacionih sistema, staklenika, plivačkih basena, industrije itd; u Madjarskoj, Makedoniji, Rumuniji, Bugarskoj i drugim istočno-evropskim zemljama počeo je prilično uspešan razvoj korišćenja geotermalne toplote u agrikulturi. Medjutim, u protekloj deceniji došlo je do pada interesovanja za širi razvoj geotermalnih resursa zbog pada cena fosilnih goriva i zbog opadanja stope ekonomskog razvoja u većini evropskih država i ekonomske tranzicije u centralnoj i istočnoj Evropi i Rusiji.

U vezi sa razvojem geotermalne tehnologije u prvoj deceniji narednog milenijuma, može se postaviti pitanje o postojanju realne orijentacije. I pored toga što se za većinu zemalja Evropske zajednice ne može ništa određeno reći, baš najrazvijenije od njih Francuska, Italija, Nemačka i Švajcarska su postale pokretači i promoteri novog, naglog razvoja geotermalne tehnologije. Razlog za to je nepovoljna globalna ekološka situacija i problemi koje ona donosi usled velike upotrebe fosilnih goriva, koja je njen glavni uzročnik, kao i racionalno korišćenje energije u tom kontekstu. Geotermalna orijentacija Nemačke i Švajcarske, kojima se pridružila i Austrija, jasna je. One će razvijati geotermalnu tehnologiju za masovno korišćenje geotermalne toplote iz podzemnih voda niske temperature i iz suvih stena sa male dubine. Na Islandu se ne očekuju dramatične promene, ali će razvoj biti kontinualan. U ostalim zemljama EU još nema posebnih pozitivnih signala, ali se na nivou Zajednice dekretima značajno pomažu geotermalna istraživanja, demonstracioni i razvojni programi njenog korišćenja.

U ostalim zemljama Evrope na kraju XX veka najviše u razvoju geotermalne tehnologije za direktno korišćenje se čini u Turskoj, u zemljama centralne i istočne Evrope i nekim zemljama oko njih, kao što su Rusija i Gruzija, ili Tunis i Maroko. Najimpresivniji geotermalni razvoj u prošloj deceniji je bio u Turskoj. Tranzicioni procesi u većini država centralne i istočne Evrope polako se završavaju, i na osnovu različitih mišljenja, geotermalni resursi biće veoma interesantni za većinu od njih.

Tehnologija istraživanja, eksploatacije i korišćenja hidrogeotermalnih resursa, može se reći, da je osvojena i visoko usavršena za sve njihove varijetete po temperaturi, vrsti fluida i njihovom hemijskom sastavu. Razvoj tehnologije eksploatacije geotermalnih resursa iz "geopresuared" nalazišta je skoro sasvim završen, tako da treba očekivati ogromne količine različite energije koje će se iz njih dobijati. Najveće količine geotermalne toplote se nalaze u suvim stenama na dubinama od 3-7 km, tako da "Hot Dry Rock" tehnologija, čiji je razvoj pri kraju, mnogo obećava u pogledu intenzivne eksploatacije geotermalne energije. U toku je razvoj tehnologije i za eksploataciju geotermalne energije iz magmatskih intruzija. Prema tome, u prvoj deceniji narednog veka treba očekivati završetak razvoja navedenih naprednih tehnologija. To će stvoriti preduslove da geotermalna energija postane glavna energija narednog milenijuma.

Geotermalna tehnologija je razvijena i ispitana, ali postoje i izvesni nerešeni problemi. Potonjih godina industrijska iskustva i od država pomognuta istraživanja su kreirala tehnologije potrebne za eksploataciju velikog dela poznatih rezervoara i otkrila nove resurse. Danas: 1) Intenzivno korišćenje geotermalnih resursa se brzo razvija za proizvodnju električne energije i direktno korišćenje toplote; 2) Većina srednjetermperaturnih rezervoara sa dominacijom tečne vode može se ekonomično

eksploatisati za proizvodnju električne energije. Primenjuje se tehnologija "flash-steam", koja koristi paru separisanu iz pregrejane vode. Tehnologija "binarnih" sistema, koja koristi niskotemperaturne hidrogeotermalne resurse za proizvodnju električne energije pomoću organskih fluida počinje da se primenjuje sa uspehom; 3) Rešen je problem korišćenja visokotemperaturnih visokomineralizovanih geotermalnih voda i eventualna njihova zagadjenja okoline. Korozija, inkrustacija, injektiranje energetski iskorišćenih hidrogeotermalnih fluida i kontrola okoline nisu više fundamentalne barijere za ekonomski razvoj geotermoenergetskih sistema, 4) Projekti direktnog korišćenja geotermalne toplote imaju veliki porast atraktivnosti i njihova ekonomika se bolje razume. Razvijaju se veliki projekti u područjima gde se u blizini naselja nalaze veliki hidrogeotermalni rezervoari.

3. STANJE EKONOMSKE IZVODLJIVOSTI GEOTERMALNIH PROJEKATA U SVETU

Kao i za druge "alternativne" izvore energije, budući razvoj geotermalne energije je tesno povezan sa njenom ekonomskom izvodljivošću u različitim sektorima života. To je nesumnjivo najkritičniji segment nekih geotermalnih opasnih poduhvata i zaslužuje specijalan komentar. To se danas iznosi sa analizom troškova i uzima u obzir potrebu investicija kapitala, troškove rada i održavanja, novčane troškove, inflaciju i trendove cena goriva. Veoma specifičan položaj i zavisnost kvaliteta projekta i primenjene tehnologije(a), uspeh sastava različitih korisnika toplote u integrisanim geotermalnim projektima, itd., su neki opšti iskazi koji se mogu izdvojiti na bazi komercijalnih iskustava tokom poslednjih 20 godina.

Proizvodnja električne energije. Za ovu vrstu korišćenja geotermalne energije su potrebne veoma visoke investicije za istraživanja, razvoj projekta i njegovu realizaciju. Čak, kasnije, jeftin, prilično jednostavan i siguran u eksploataciji, takav faktor utiče negativno na finalne prodajne cene korisnicima. Zavisno od lokalnih faktora uticaja, cena kWh varira između 5 i 15 US\$ centi, i visoko je nekompetitivna na prvi pogled. Medjutim, zbog minimalnog uticaja na okolinu, u poredjenju sa drugim (fosilnim gorivima ili alternativnim) energetskim izvorima, ove cene su veoma kompetitivne u razvijenim zemljama, kao što su SAD, Japan, Italija, Novi Zeland i dr., tako da je stabilan razvoj već sada planiran za sledeći srednjeročni period. U isto vreme, ovaj domaći energetski izvor nudi mnogo jeftiniju energiju za nacionalne ekonomije u neizvozno orijentisanim državnim ekonomijama gde uvoz fosilnih goriva ima potpuno različite cene u odnosu na one koje su izražene sa vrednostima dolara. To su razlozi za važan razvoj tog tipa proizvodnje struje u nekim zemljama u razvoju, kao što su Filipini, Indonezija, Meksiko, Kostarika, itd.

Direktno korišćenje toplote. Ova oblast korišćenja geotermalne energije u početku je bila sigurna u agrikulturi (grejanje staklenika), ali sada ovaj tip njenog korišćenja je siguran u mnogim različitim sektorima, kao što su:

Grejanje naselja: To je veoma perspektivno korišćenje u momentu sa ekstremno visokim razvojem u razvijenim zemljama (SAD, Italija, Island, Francuska, Nemačka, itd.), ali takodje i u zemljama u razvoju, pre svega u Turskoj, zahvaljujući konkurentnoj ceni toplote (1-6 UC\$ cent/kWh, zavisno od lokalnih faktora uticaja i primenjene tehnologije) i minimalnog uticaja na okolinu, koji je naročito važan u urbanim oblastima.

Korišćenje u centrima sa različitim vodnim resursima (turizam, sport, rekreacija itd.): Ova oblast korišćenja geotermalnih resursa obuhvata različite turističke centre u kojima se nalaze plivački bazeni koji rade cele godine, banje, grejanje centara, hladjenje u letnjem periodu, grejanje reprezentativnih staklenih bašti, proizvodnju mineralne vode, itd. To je naročito, veoma popularno u razvijenim zemljama (Nemačka, Austrija, itd.), što predstavlja moguć "industrijski" doprinos turističkim organizacijama. Različiti sastav korisnika toplote omogućuje veoma jeftinu cenu energije kojom se snabdevaju (2-5 US\$ cent/kWh).

Korišćenje u agrikulturi: Kao što je ranije rečeno, grejanje staklenika je već sigurno kao ekonomski izvodljivo u mnogim zemljama sveta, nezavisno od njihove razvijenosti. Cena toplote može veoma mnogo zavisti od karakteristika energetskog izvora, primenjene tehnologije (a) i postignutih kombinacija sa korisnicima toplote sa različitim karakteristikama faktora godišnjeg korišćenja toplote. Ima mnogo primera sa cenama manjim od 1 US\$ cent/kWh. Sadašnje namere prema inkorporaciji geotermalnih sušara agrikulturnih proizvoda, projekti grejanja farmi za uzgoj domaćih životinja, uvođenje geotermalne energije u industriju za preradu hrane, itd., značajno poboljšavaju ekonomsku izvodljivost postojećih i novih geotermalnih projekata.

Korišćenje u industriji. Ovo sada nije dovoljno razvijen sektor primene geotermalne energije, iako nudi veoma široko polje mogućnosti. Glavni razlog nije u ekonomskoj izvodljivosti energetskog izvora (cene ispod 2-3 US\$ cent/kWh) ili nedostatak tehnologije. Problem je, uglavnom, u tome što da su lokacije većine industrijskih projekata uglavnom zavisne od drugih a ne od faktora koji utiču na cenu energije.

Prema nedavnim analizama [3,5,4,2], glavni faktori ekonomske izvodljivosti geotermalnih projekata su kvalitet dostignutog sastava različitih korisnika toplote i tehnologija u integrisanim geotermalnim projektima i dostignuti nivo organizacije funkcionisanja i održavanja projekta. Pod sadašnjim uslovima koji utiču, *ne dolazi u pitanje ekonomska izvodljivost integrisanih geotermalnih projekata* koji su na pravi način kompletirani i imaju dobru organizaciju eksploatacije. Za jednostavne projekte iz agrikulture i grejanja naselja to nije uvek potrebno.

4. SMETNJE KOJE OMETAJU I SPREČAVAJU RAZVOJ GEOTERMALNE TEHNOLOGIJE U JUGOSLAVIJI

Korišćenje geotermalne energije i njenih resursa u Jugoslaviji je malo u odnosu na geotermalni potencijal gornjeg dela zemljine kore njene teritorije [7]. Na prvi pogled

razlozi za takvo stanje su nerazumljivi, pogotovo kada se uzme u obzir da su pojedini geotermalni lokaliteti medju najboljim u Evropi i da je razvoj geotermalne tehnologije u Jugoslaviji, odnosno u Srbiji, počeo u isto vreme kao i u zemljama u kojima je danas geotermalna tehnologija na najvišem stepenu razvoja. Uzroci ovakve, nerealne, situacije su različiti i ima ih mnogo. Njihova identifikacija nije jednostavna. Oni se mogu podeliti u više grupa: politički, tehnološki, administrativni, institucionalni, informacioni, itd.

Političke smetnje: 1) odsustvo orijentacije za realno vrednovanje energetske resursa, 2) nepostojanje prave energetske strategije, 3) nepostojanje organizovanog pristupa, i 4) favorizovanje i privilegovan položaj uvoznih energenata.

Tehnološke smetnje: 1) nepostojanje kontinuiteta u istraživanju resursa, 2) nepostojanje demonstracionih projekata, 3) nedostatak adekvatne opreme, 4) nedostatak dovoljnog znanja za pojedine oblasti geotermalne problematike.

Smetnje usled nepostojanja standarda: 1) nepostojanje nikakvih standarda u vezi sa geotermalnom energijom, 2) nepostojanje standarda o racionalnom korišćenju energije.

Finansijske smetnje: 1) nepostojanje namenskih fondova za finansiranje geotermalnih projekata, 2) odsustvo adekvatnog tretmana prema geotermalnim energetskim objektima (što nije slučaj sa hidro i termo elektroenergetskim i naftnoenergetskim objektima), tj. uslovljavanje sa nerealno kratkotrajnim odplatama investicija, 3) zastareo mentalitet finansijskih institucija.

Administrativne smetnje: 1) nedostatak i neadekvatnost postojećeg zakonodavstva, 2) negativna regulacija i kolizija zakona (zakon o vodama, zakon o banjama, zakon o rudarstvu, itd.).

Institucionalne smetnje: 1) teškoće za dobijanje prava na eksploataciju i koncesije, 2) neadekvatna primena postojećih zakonskih propisa.

Informacione smetnje: 1) nepostojanje sistema za namensko informisanje, 2) nepostojanje sistema za regularno tehničko obrazovanje.

Smetnje u vezi sa donošenjem odluka: 1) nepostojanje sistema za odlučivanje na nivou države, 2) sukob sistema za donošenje odluka na nivou savezne države i republika, 3) nedostatak kadrova za donošenje odluka koji su prethodno kompleksno obrazovani.

Smetnje u vezi sa zaštitom okoline: 1) nepostojanje adekvatnog zakonodavstva sa "praktičnim" prilazom problemima, 2) odsustvo finansijske podrške za razvoj ekološki naprednih tehnologija.

Smetnje u toku istraživanja: 1) nedostatak efikasne tehnologije za bušenje i istraživačke opreme za identifikaciju rezervoara hidrogeotermalnih sistema, 2) velike teškoće za dobijanje sredstava, odnosno "nepostojanje" sredstava za geotermalna istraživanja, 3) nepostojanje adekvatnih podsticaja za stručnjake sa entuzijastičkim pristupom, 4) negativna selekcija stručnjaka koji se "bave" geotermalnom energijom, 5) nepostojanje kontrole i ocene kvaliteta istraživanja, 6) nepostojanje posebnih zakonskih propisa u vezi sa geotermalnom energijom, 7) nepostojanje posebnog specijalizovanog preduzeća za izradu geotermalnih bušotina za geotermalne vode, 8) nihilistički pristup oblasti istraživanja, tj. sistem "svako zna sve i može sve da radi", pogotovo iz drugih

struka, 9) neizvesnost u postupku dobijanja koncesije za istraživanje i eksploataciju geotermalnih resursa.

Smetnje u toku eksploatacije i korišćenja: 1) visoka početna ulaganja za otvaranje geotermalnih izvorišta, inženjering rezervoara i izgradnju sistema za korišćenje, 2) velika nekorektna konkurencija od strane "velike energetike" sa fosilnim, ekološki nepodobnim uvoznim i domaćim energentima, naročito gasom i električnom energijom, 3) problemi na tržištu za plasman energije; 4) nedostatak specijalizovanih stručnjaka za eksploataciju i razvoj projekata korišćenja geotermalnih resursa, 5) niske tarifne cene električne energije i nepostojanje politike kompenzacije novih "neprivilegovanih" energetske resursa u razvoju, 6) privilegovan položaj stručnjaka koji se bave eksploatacijom čvrstih mineralnih sirovina i ugljovodonika u pogledu "bavljenja" eksploatacijom geotermalne energije, iako u procesu obrazovanja ne stižu ni elementarne predstave o njenim resursima.

Kao što se vidi, kompleks smetnji je veoma veliki ali, ipak, nije nesavladiv. One su takvog karaktera da se mogu prevazići samo pomoću nove, jasno definisane, operativne a ne deklarativne državne strategije, sa obezbeđenim instrumentima za njenu efikasnost.

5. BUDUĆNOST RAZVOJA GEOTERMALNE TEHNOLOGIJE U JUGOSLAVIJI

Potreba za razvojem lokalnih energetske resursa u Jugoslaviji je, po našem mišljenju, nediskutabilna jer je uvozna energetska zavisnost velika. Nesumnjivo je da bi nuklearna energija mogla da dugoročno reši glavne energetske probleme Jugoslavije, ali njeno uvođenje u sadašnjim uslovima je dug i neizvestan proces. Takođe, neizvestan je proces izlaska iz sadašnje ekonomske krize, čime bi troškovi uvoza energenata bili manje opterećenje. Isto tako, neizvesno je kada će se ozbiljno pristupiti povećanju efikasnosti korišćenja energije i racionalizaciji njene potrošnje na svim poljima. Zbog takvog ukupnog stanja, sigurno je da geotermalna energija ne može da obezbedi oslobađanje od tih problema, ali je isto tako nediskutabilno da geotermalna energija može da pokrije značajan deo potreba za toplotnom energijom u državi koja se nalazi u ekonomskoj krizi i sa neizvorno orijentisanom privredom.

Sa relativno malim investicionim ulaganjima, u odnosu na ulaganja u klasične ekološki nepovoljne uvozne energente, čije korišćenje stvara ogromne skrivene troškove, geotermalna energija može za desetak godina, tj. do 2010-te godine da pokrije 10 % toplotne potrošnje. To su realni odnosi prema iskustvima zemalja koje su imale ili imaju pravilan geotermalni razvoj i prema sadašnjoj realnoj situaciji u odnosu na ekonomsku opravdanost razvoja pojedinih domaćih "alternativnih" energetske resursa. Naime, sunčeva energija teško može da predstavlja alternativu u zemlji sadašnjeg stepena razvoja (energija za 21. vek), energija biomase ne nudi realne ekonomski opravdane rezultate, a energija vetra u jugoslovenskim uslovima je daleka alternativa. Jedini mogući konkurent su male hidrocentrale, ali one zahtevaju velika investiciona ulaganja.

Nijedna od tih ostalih "alternativnih" energija ne nudi mogućnosti koje pružaju geotermalni energetske resursi.

Na osnovu iskustava zemalja koje su napravile značajne korake u razvoju geotermalne energije i geotermalne tehnologije u poslednjih petnaest godina, isti takvi rezultati mogu se postići i u Jugoslaviji u narednih deset godina (do 2010-te godine), ako bi se sprovele mere koje bi pozitivno uticale na proces njihovog razvoja. To su:

1) državni sistem mera za podsticanje razvoja: direktne subvencije za geotermalne projekte; niske kamatne stope za kredite preuzete za razvoj geotermalnih projekata; oslobađanje od taksi; povećanje taksi potrošačima koji sada koriste druge energente a za iste svrhe na istoj lokaciji mogu koristiti geotermalne resurse; uspostavljanje ekoloških taksi onima koji koriste fosilne energente i emituju CO₂ radi podsticaja geotermalne i drugih čistih energija; promocije specifičnih lokalnih mera za razvoj; uspostavljanje sistema za informisanje javnosti za koristi od korišćenja geotermalne energije i ostalih geotermalnih resursa;

2) neprestana podrška na istraživačkim, razvojnim i demonstracionim projektima radi razbijanja otpora i prepreka razvoju "novih" energetskih resursa;

3) maksimalna podrška države onima koji mogu da izrade geotermalne projekte po programima i zahtevima EU, SAD, OUN i geotermalno razvijenih zemalja radi pomoći Jugoslaviji u razvoju geotermalne tehnologije (primer Makedonije);

4) stimulisanje izrade programa i projekata za saradnju sa državama u kojima je visoko razvijena primena geotermalnih resursa, odnosno geotermalne tehnologije;

5) stimulacije od strane banaka i drugih finansijskih institucija za izradu geotermalnih programa i projekata razvoja geotermalne tehnologije;

6) rešavanje problema u vezi sa pravima i odgovornostima na upravljanju projektima istraživanja i eksploatacije geotermalnih resursa;

7) oduzimanje prava korišćenja korisnicima geotermalnih resursa koji ometaju ili sprečavaju njihov razvoj, umesto da ga razvijaju, ili nemaju organizacionih mogućnosti za te svrhe;

Istorijska energetska iskustva nam kazuju da razvoj novog energetskog resursa ne može da se obezbedi bez sistema zakonskih i finansijskih mera za dugoročan privilegovan tretman. Troškovi razvoja sopstvenih energetskih resursa, pogotovo "novih" ili tzv. "alternativnih", ekološki čistih, medju kojima je i geotermalna energija, mora da idu na teret uvoznih energetskih sirovina. Ova istina mora da zaživi, jer je u interesu države, iako je suprotna interesima onih koji se bave trgovinom energetskih sirovina. Ako bi došlo do realizacije većine od navedenih mera, tada bi geotermalna i druge "nove" energije mogle značajno da pomognu izlasku iz sadašnje krize.

6. POZITIVAN EKONOMSKI UTICAJ KORIŠĆENJA GEOTERMALNE ENERGIJE U JUGOSLAVIJI

Kada se želi da utvrdi mogući pozitivni uticaj uvođenja širokog procesa razvoja geotermalne energije, tada se moraju uzeti u obzir sledeći faktori uticaja:

- Jugoslavija je u pogledu energije uvozno orijentisana zemlja. Čak ni sa veoma dobro razvijenom strukturom proizvodnje energije, ne može se računati sa ispunjenjem svih potreba u sledećem srednjoročnom planskom periodu, naročito za niskostepene toplotne potrebe;

- Iako je veliki proizvođač hrane, Jugoslavija je stalni uvoznik svežeg vansezonskog povrća i voća i ne može da organizuje njegovu konkurentnu proizvodnju baziranu na korišćenju fosilnih goriva u odnosu na susedne zemlje;

- Jugoslavija je bogata geotermalnim resursima, naročito Panonski basen i njegov obod, centralni i jugoistočni deo;

- Lokacije sigurnih nalazišta geotermalnih resursa odlično se korelišu sa koncentracijom mogućih i ekonomski izvodljivih korisnika (agrikultura i prerada hrane u Vojvodini i Mačvi, veliki turistički centri u centralnom i jugoistočnom delu Srbije, itd.);

- Mogući korisnici korelišu se sa razvojno proritnim područjima prostornog plana (intenzivna agrikultura i naročito vansezonska proizvodnja sveže hrane, turizam, čiste male industrije, razvoj i zaštita okoline uvode se kroz velike sheme grejanja gradova);

- Jugoslavija ima iskustvo, znanje i industrijsku podršku za primenu geotermalne energije. Pre 10-15 godina ona je bila jedna od vodećih država u svetu ali je izgubila tu poziciju kroz netehničko/tehnološke i ekonomske faktore (embargo i druge negativne političke implikacije situacije na Balkanskom poluostrvu).

Kada su u pitanju uvođenje u razvoj tako širokog procesa, kao što je korišćenje geotermalne energije, verovatno, danas u državi najuticajni faktor koji će to rešiti, je odsustvo realnih informacija o konkurentnosti ovog energetskog izvora u odnosu na fosilna goriva (koja je daleko veća u odnosu na druge raspoložive alternativne energije i mnogo više realističnija nego neke od njih) i sadašnje postupanje prema njoj kao nevažnoj "futurističkoj" ideji naučnika, koje se ne korelišu sa ozbiljnom ekonomskom situacijom u zemlji.

Na osnovu ekonomske analize napravljene za poslednjih 10 godina, najbolje mogućnosti se mogu indentifikovati kao:

- Razvoj sektora vrlo zaštićenih kultura na bazi energije dobijene iz geotermalnih resursa omogućava konkurentnost proizvodnji okolnih država. Projekat desetogodišnjeg kompletnog razvoja 100-150 ha staklenika može učiniti da uvoznička država preraste u izvozničku, direktno otvaranje novih dobro plaćenih 1.000-1.500 radnih mesta i indirektno drugih 1.000 u pratećoj industriji (ponovno otvaranje stakleničke proizvodnje i sektor montaže i proizvođača industrijske opreme), plus oko 1.000 u trgovini i trećem sektoru aktivnosti. Koncentrisanje međunarodnog kapitala za takav razvoj neće biti problem posle prestanka sadašnjih političkih ograničenja.

- Rekonstrukcija i novi "završetak" nekih banja u velikim "water centers", sa uvodjenjem organizovanih turističkih organizacija za rad preko cele godine za sve moguće domaće i strane goste. Ako uzmemo u obzir samo 2 centra u jugoistočnom delu Srbije, 2 u centralnom delu i 2 u Vojvodini, koji su veoma realistični i ne traže velike investicije za istraživanje (uglavnom na bazi postojećih sigurnih resursa), to je već oko

1.000 direktnih radnih mesta i verovatno tri puta više indirektnih. Takodje, za takav razvoj koncentracija internacionalnog kapitala nije problem.

- Razvoj sistema za sušenje agrikulturnih proizvoda u kombinaciji sa korišćenjem geotermalne energije za grejanje staklenika. Sušenje voća (šljive, jabuke, kruške, itd.) sa različitim godišnjim faktorom korišćenja može poboljšati ekonomiju na bazi sistema bez dodatnih investicija u kompletiranju energetskeg izvora. Isto je i za sušenje hrane za životinje, zrnastih plodova (kukuruz, raž, korov, itd.). Praktično, skoro bez državne intervencije, moguće je otvoriti više od 1.000 novih radnih mesta i uspostaviti uspešnu novu granu ekonomije u državi.

- Otvaranje procesa razvoja toplifikacije naselja, naročito u turistički orijentisanim delovima zemlje. Dobar primer je Vranje, koje ima vrlo dobre turističke mogućnosti, iako je danas vrlo razvijen industrijski region. Toplifikacija gradova zasnovana na kombinaciji proizvodnje električne energije i snabdevanja grada, lokalna industrija i agrikulturna proizvodnja sa niskostepenom toplotom je nekonkurentno ekonomski izvodljiva i često odlična zaštita okoline u turističkim područjima.

7. ZAKLJUČAK

Aktivnosti na uvođenju korišćenja geotermalne energije u Jugoslaviji u potonjih 30 godina bile su veoma ograničenog uspeha. Iako je veoma teško, današnje ekonomsko stanje nudi najbolje šanse da se promeni situacija. Jugoslavija ima veliku potrebu i sve preduslove, uprkos brojnim smetnjama, da ubrzano razvija geotermalnu tehnologiju. Razvoj geotermalnih resursa i geotermalne tehnologije treba da postane primarni interes zemlje. Da bi se to ostvarilo mora se prvo definisati strategija geotermalnog razvoja a zatim ona realizovati. Sa ekonomske tačke gledišta i sa aspekta zaštite okoline, domaći i čisti energetskegi resursi su u stanju da predstavljaju i da se inkorporiraju u državnu ekonomiju zato što nude prednosti koje ne mogu nuditi drugi energetskegi resursi. To se može postići, odnosno obezbediti značajno učešće geotermalne energije u energetskeom bilansu i značajna promena energetske situacije u pojedinim regionima za relativno kratko vreme od desetak godina.

Da bi podvukli gore izneto uzećemo iskaz dr Florence Jaudin [4]: *Sigurno je da je geotermalna energija konkurentan energetskegi izvor u odnosu na neke druge moguće, svuda gde je na raspolaganju i gde je njena implementacija i eksploatacija podesno organizovana.*

LITERATURA

- [1] R. Cvijetić, M. Milivojević, M. Martinović: "Tehnoekonomski aspekti nekih geotermalnih projekata u Jugoslaviji i Republici Srpskoj", *Alternativni izvori energije i budućnost njihove primjene u Jugoslaviji*. Budva, 7-10.10.1998., 1998.

- [2] R.G. Bloomquist, J. Lesser: "Estimating the Economic Impact of Geothermal Resource Development", *In: Economy of Integrated Geothermal Projects* (K. Popovski & L. Aires, Barros - Editors), Ponta Delgada, 1998.
- [3] R. Harrison: "The Economics of Geothermal Heating Installations", *In: Geothermal District Heating Schemes* (K. Dimitrov, I. Cohut, K. Popovski - Editors), Oradea, 1993.
- [4] F. Jaudin: "Geothermal District Heating Schemes in France", *In: Economy of Integrated Geothermal Projects* (K. Popovski & L. Aires. Barros Editors), Ponta Delgada, 1998.
- [5] P. Ungemach: "Engineering and Economics of Selected geothermal District Heating Schemes", *In: Geothermal District Heating Schemes* (K. Dimitrov, I. Cohut, K. Popovski - Editors), Oradea, 1993.
- [6] R.G. Bloomquist: "Financing Geothermal Projects", *In: Small Geothermal Resources* (M.H. Dickson, M. Fanelli - Editors), Rome, 1990.
- [7] M. Milivojević, M. Martinović: "Geothermal Energy: Possibilities, Exploration and Future Prospects in Serbia", *Prepared and accepted for the World Geothermal Congress 1995 in Florence, but unpublished because of the embargo*, 1995.
- [8] K. Popovski, B. Andrejevski, K. Dimitrov, S. Popovska-Vasilevska: "Korištenje na geotermalnata energija vo zemjodelieto - opravdanost, prečki, možnosti i merki za ponatamošen razvoj", *Geotermija vo Makedonija: Da ili Ne?*, ZEMAK, 1997.

**ECONOMIC FEASIBILITY AND COMPETITIVENESS OF GEOTHERMAL
PROJECTS AND TECHNOLOGIES: TRENDS IN THE WORLD AND
PERSPECTIVE IN YUGOSLAVIA**

ABSTRACT:

Geothermal energy resources are widespread at the whole territory of Yugoslavia. According to the previous assessment, in the new energetic strategy of Yugoslavia, geothermal energy should have equals position as a fossil fuels and other sources of energy. Geothermal energy is a clean energy without hidden costs. Economic feasibility and competitiveness to other energy resources is discussed in the paper and possible positive impact to the economy of Yugoslavia during the planned recovery period of the early years of XXst century. Geothermal energy is our future.