

TEHNOEKONOMSKI ASPEKTI KORŠĆENJA GEOTERMALNE ENERGIJE PRIMENOM INTEGRALNOG MODELA GEOTERMALNOG SISTEMA

*Mišo Soleša, Nenad Đajić, Slobodan Vidović, Milica Svilar**

Ključne reči: *Integralni model, Iskoristiva enrgija, Bilans, Ekonomska analiza*

SAŽETAK:

Napori koji su učinjeni u Centru za energetiku RGF fakulteta i NIS NAFTGAS u poslednjih nekoliko godina, bili su usmereni prema postavljanju i razvoju integralnog modela geotermalnog energetskeg sistema. Elementi i struktura takvog sistema nastali su kao rezultat sinteze fizičkih procesa i ekonomskih aspekata racionalne transformacije geotermalne energije u neki drugi iskoristivi oblik. Faktori koji utiču na ekonomičnu primenu geotermalne energije su brojni i složeni, prvenstveno zbog specifične prirode izvora i načina korišćenja geotermalne enrgije. Buduće ponašanje geotermalnog ležišta često je glavni uzrok velikog rizika pri donošenju odluke o izboru optimalne strategije njenog korišćenja. Za donošenje pravilne ekonomske odluke od prioritetnog značaja je poznavanje iskoristivog energetskeg potencijala, te se njegovo egzaktno i precizno definisanje, pre nego što startuje realizacija projekta, nameće kao neophodnost. Svaka odluka koja nije bazirana na takvim principima predstavlja veliki rizik da će biti pogrešna. Nepoznavanja karakteristika geotermalnog ležišta i projekcije njegovog budućeg ponašanja je najvažniji faktor neodređenosti pri razmatranju geotermalnog energetskeg sistema. Drugi, ne manje bitan, je posledica nedovoljno definisanih troškova, kako u početnom trenutku, tako i kroz period eksploatacije. Dinamika potrebnih troškova za održavanje projektovane proizvodnje u mnogim slučajevima je nepoznat parametar. Dosadašnja praksa bila je bazirana na odvojenom i necelovitom razmatranju prirodnih i ekonomskih ograničenja. U pristupu koji se opisuje, iskoristivi energetskeg potencijal predstavlja osnovu za sve ekonomske procene i izbor optimalne strategije korišćenja.

* Dr Mišo Soleša, dipl. ing rud., NIS Naftagas, 21000 Novi Sad, Sutjeska 1.
Dr Nenad Đajić, red. prof. RGF, 11000 Beograd, Đušina 7.
Slobodan Vidović, dipl. ing, maš., NIS-Naftagas, 21000 Novi Sad, Sutjeska 1.
Milica Svilar, dipl. ecc, NIS Naftagas, 21000 Novi Sad, Sutjeska 1.

Poznavajući prirodna i tržišna (ekonomska) ograničenja, odabrana strategija treba da omogući ostvarenje osnovnog cilja - maksimalan profit sa minimalnim troškovima. U radu su prikazani rezultati kompleksne tehnoekonomske ocene korišćenja geotermalne energije za izabrane lokalitete u Vojvodini.

1. UVOD

Za dalji razvoj energetike neophodno je veće korišćenje novih i obnovljivih izvora energije. uključujući i geotermalnu energiju. pri čemu se mora imati u vidu da su troškovi proizvodnje i neophodna ulaganja u njihov razvoj veoma različiti. Dosadašnje iskustvo. u poslednjih desetak godina. pokazalo je da postoji određeni broj problema vezanih za brži razvoj NOIE. Zbog toga. odluka o njihovom razvoju i korišćenju zavisi i od uticaja različitih društvenih pretpostavki. pre svega. nacionalne energetske politike. sigurnost snabdevanja. mogućnosti uvoza konvencionalnih goriva. stanja istraživanja i razvoja. ekološkog aspekta. nivoa standarda. obrazovanja i tehničke kulture. itd.

Međutim. raspoloživost konvencionalnih goriva. nedostatak pravog tržišta tehnologija NOIE i smanjenje cene nafte na svetskom tržištu energije. doprineli su da se interes za veće korišćenje NOIE polako smanjuje. Taj trend koji je započeo pre desetak godina bio je veoma nepovoljan. imajući u vidu da se rezerve konvencionalnih goriva stalno smanjuju. da je nuklearna energija u zastoju i da NOIE ostaju. zbog svoje potencijalnosti. obnovljivosti i ekološke čistoće. jedina prava alternativa. uz fuziju. za 21. vek. Danas je situacija znatno povoljnija. jer se sa razvojem novih tehnoloških rešenja smanjuje razlika u specifičnim troškovima korisne energije između konvencionalnih i novih i obnovljivih izvora. a ekološki zahtevi postaju sve dominantniji. Međutim. i dalje je problem što većina obnovljivih izvora još uvek ne raspolaže ekonomski prihvatljivim tehnologijama. tako da njihovo veće korišćenje zahteva detaljnu analizu mogućnosti raspoloživih tehnologija i njihove ekonomike.

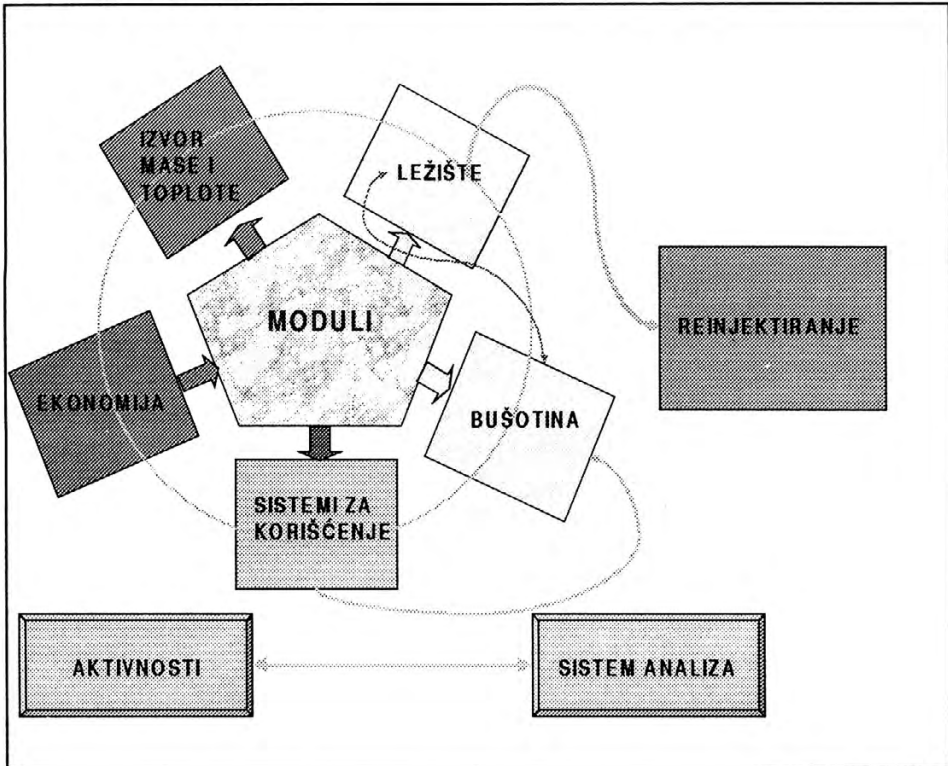
Geotermalna energija se danas koristi u nizu zemalja. postizući u povoljnim lokalnim uslovima nižu jediničnu cenu energije u odnosu na konvencionalna postrojenja. Međutim. imajući u vidu potrebu da se njen značaj poveća a korišćenje ostvari i na lokalitetima sa normalnim geotermalnim uslovima. potrebno je posebnu pažnju posvetiti razvoju novih tehnoloških rešenja i ekonomici njenog dobijanja i korišćenja. Osnovni problemi vezani za ekonomično korišćenje geotermalne energije su veoma kompleksni. jer je geotermalna energija lokalna energija i osnovne karakteristike određenog geotermalnog ležišta se moraju upoređivati sa odgovarajućim lokalnim konvencionalnim alternativama. Najveća neizvesnost u određivanju ekonomske opravdanosti je vezana za troškove bušenja. specifičnosti geotermalnog ležišta i dugotrajnost rada površinske instalacije za transport i energetske korišćenje.

2. INTEGRALNI MODEL GEOTERMALNOG SISTEMA

Istraživanje. proizvodnja i korišćenje GTE realizuje se u okviru jedinstvenog sistema. koji se u literaturi često naziva GEOTERMALNI ENERGETSKI SISTEM (GTES). Strukturni

elementi takvog sistema. u najopštijem smislu. nastali su kao rezultat sinteze fizičkih procesa i ekonomskih aspekata racionalne transformacije geotermalne energije u neki drugi iskoristivi oblik.

Na slici broj 1 prikazan je blok dijagram međusobne zavisnosti osnovnih delova geotermalnog energetskeg sistema



Slika 1 - Struktura integralnog modela GTES

Kao što se može videti, osnovni delovi geotermalnog energetskeg sistema su:

- 1 - stacionaran izvor mase i toplote;
- 2 - geotermalno ležište;
- 3 - geotermalna bušotina;
- 4 - površinski sistem (transport, priprema, korišćenje);
- 5 - ekonomski model.

Prva četiri dela formiraju fizički podsistem u kome se neprekidno dešavaju različiti fizički procesi:

- (a) protok fluida i toplote;
- (b) konduktivni i konvektivni prenos toplote;
- (c) fazne promene (kondenzacija i isparavanje);
- (d) rastavaranje i staložavanje mineralnih čestica.

Svaki deo može se pojedinačno analizirati, a krajnji cilj je da se primenom odgovarajućih modela kvantitativno proceni uticaj pojedinih parametara na ponašanje celog sistema.

- 1- koji broj i raspored bušotina je najpovoljniji za utvrđivanje geološkog modela i energetskeg potencijala ležišta;
- 2- ponašanje ležišta tokom eksploatacije (promena produktivnosti bušotina, izlazne temperature i entalpije fluida);
- 3- izbora ekonomičnog i optimalnog vida korišćenja GTE.

Dobijanje odgovora na postavljena pitanja je cilj koji se može ostvariti kroz razvoj integralnog modela geotermalnog energetskeg sistema

Integralni matematički model, koji objedinjuje međusobnu zavisnost osnovnih delova geotermalnog sistema, predstavlja osnovni alat za definisanje koncepcije razrade i eksploatacije geotermalnog ležišta. Primena modela omogućava proračun iskoristivog energetskeg potencijala sa strategijom mogućeg korišćenja.

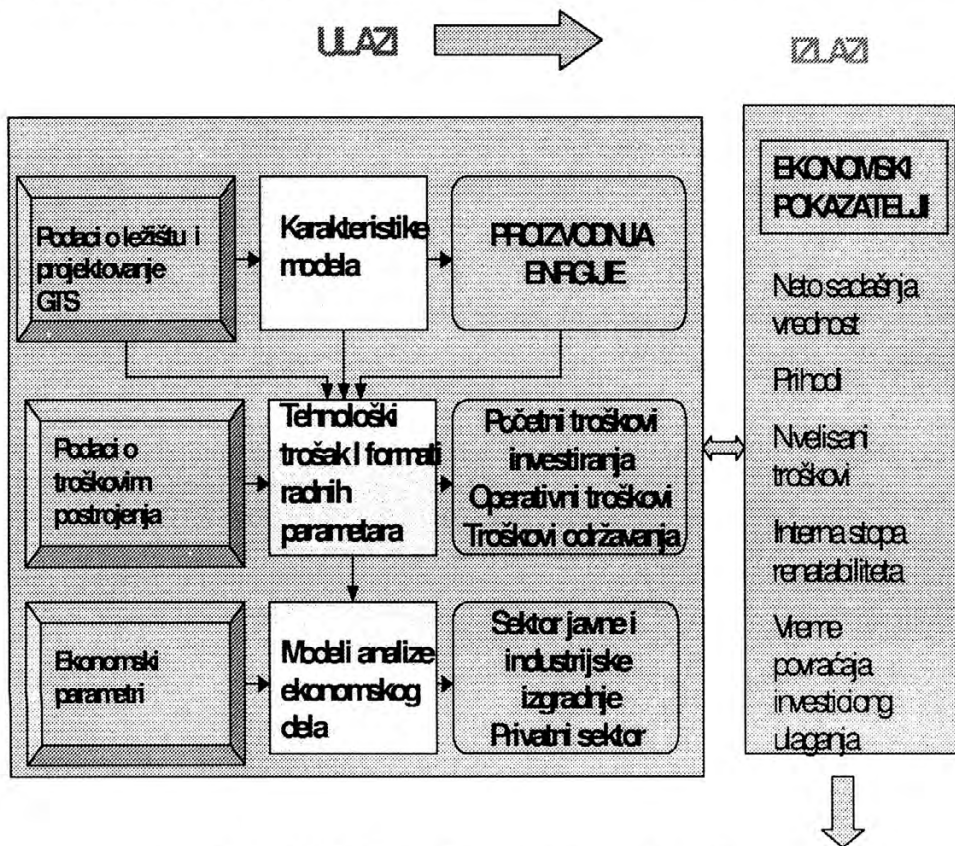
3. OSNOVA TEHNO-EKONOMSKE ANALIZE GEOTERMALNE ENERGIJE

Nekoliko lokalnih specifičnih karaktersitika su važne za definisanje ekonomskog kvaliteta geotermalnih izvora. Za bušotine termalnih fluida su bitni temperatura, pritisak, fizičko-hemijski sastav i protok fluida, profil i dubina bušotine, karaktersitike i ponašanje ležišta. Osnovni problem predstavlja neizvesnost koja prati istraživanje i dobijanje geotermalne energije iz unutrašnjosti zemlje. Čak i u uslovima postojanja geotermalnih bušotina, a samim tim i poznavanja geoloških i hidrogeoloških karakteristika lokacije, ima još uvek mnogo nepoznatih faktora koji mogu da dovedu do visoke i neekonomske cene dobijene geotermalne energije. Takođe, za ekonomsku opravdanost korišćenja geotermalne energije neophodna je usaglašenost fizičkih i uslova protoka i temperature termalnih fluida sa energetskeg potrebama bliskih potrošača. Sve to zahteva veoma brižljivu tehnno-ekonomsku analizu koja mora obuhvatiti ne samo troškove istraživanja i bušenja, već i izgradnje površinske instalacije, transporta i korišćenja geotermalne energije kod potrošača. Na ekonomsku opravdanost korišćenja geotermalne energije utiču uslovi kreditiranja i finansiranja, kao i očekivane promene cene konvencionalnih goriva.

Već iz navedenih tehnno-ekonomskih karaktersitika jasno se vidi da određivanje ekonomičnosti geotermalne energije predstavlja složen problem. Zbog toga je potrebno izvršiti analizu osetljivosti na odgovarajuće parametre koji određuju cenu GTE, a oni su mogu podeliti u tri osnovne grupe. Prva se odnosi na izvor geotermalne energije, uključujući promenljive kao što su geološki profil bušotine, tip i karakteristike kolektor stena, dubina ležišta, temperatura fluida i njegove fizičko-hemijske karakteristike, i dr. Druga grupa se odnosi na ponašanje geotermalnog ležišta. Ona uključuje proizvodni kapacitet, vek trajanja, fizičke karakteristike ležišnog sistema, injektiranje i dr. Treća grupa je vezana za projektovanje u skladu sa energetskeg potrebama bliskih potrošača i izvodjenje površinske instalacije. Obuhvata opremu za pripremu geotermalnog fluida, cevovodni sistem, pumpe, izmenjivače toplote, turbine, kondenzatore, instalacije za grejanje i pripremu potrošne tople vode, i dr. Tome treba dodati

širok spektar finansijskih, zakonskih i organizacionih problema koji uključuju troškove istraživanja i bušenja, investiranje u površinsku instalaciju, cenu koštanja geotermalne energije, faktor rizika, predviđenu stopu povraćaja, pogonske troškove i troškove održavanja, tip vlasništva i zakonske standarde i propise.

Opšti model baziran na "analizi diskontovanih novčanih tokova" obuhvata proceduru kojom se proračunavaju prihod i troškovi za jedan pretpostavljeni investicioni period ili vek projekta. Prihod i troškovi moraju biti proračunati bilo u tekućim ili stalnim cenama. Taj novčani tok može biti diskontovan i sumiran za određenu godinu korišćenjem odgovarajućih diskontovanih stopa. Ovaj model se može tako prilagoditi da omogući proračun ekonomskih pokazatelja ili kriterijuma za donošenje odluka. Ovi indikatori omogućuju analitičaru da razmotri atraktivnost investicije sa različitih aspekata. Mnogi od tih pokazatelja su slični i izbor često zavisi od svrhe analize i cilja investitora. Metodologija koja se predlaže predstavlja konzistentan strukturni i opšti pristup koji je veoma pogodan za studije izvodljivosti, kako za privatne tako i za državne(javne) investitore. Na slici 2 prikazan je blok dijagram predložene metodologije, koji pokazuje odnose između ulaznih podataka, troškova, karakteristika postrojenja i modela za ekonomsku analizu.



Slika 2 - Blok dijagram modela za ekonomsku analizu

Ovaj model je iskorišćen za analizu ekonomske opravdanosti geotermalnog sistema u Bečeju koji je pokazao opravdanost takvog tehnoekonomskog pristupa geotermalnoj energiji.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Geotermalna energije predstavlja značajan energetska potencijal. međutim, za njeno veće korišćenje neophodno je razrešiti mnoge tehn-ekonomske probleme čijim bi se zapostavljanjem mogla naneti značajna šteta geotermalnoj energiji, odnosno, dovesti do njenog minimiziranja i zapostavljanja u energetici naše zemlje. Primenom predloženog integralnog i ekonomskog modela izvršena je tehnoeekonomska analiza geotermalnog sistema Bečeja koja može da posluži kao primer za mnoge geotermalne sisteme u našoj zemlji.

LITERATURA:

- [1] M. Soleša, N. Đajić, Lj. Parađanin: "Proizvodnja i korišćenje geotermalne energije", *RGF*, Beograd, 1995.
- [2] M. Soleša i dr.: "Novi koncept racionalne proizvodnje i korišćenja geotermalne energije primenom integralnog modela geotermalnog sistema", *NIS Naftagas*, Novi Sad, 1992.
- [3] *Guidlines for the economic analysis of renewable energy technology applications*, International energy agency, Quebec, Canada, 1991.
- [4] *Fundamentalna i primenjena istraživanja značajna za razvoj novih i obnovljivih izvora energije, potprojekat Geotermalna energija, strateški projekat MNTS*, kordinator projekta N. Đajić, 1992-1995.

THERMOECONOMICAL ASPECTS THE UTILIZATION OF GEOTHERMAL ENERGY USING INTEGRAL MODEL OF GEOTHERMAL SYSTEM

ABSTRACT:

It is given complex technoeconomic evaluation for utilization of geothermal energy at the selected localities in Vojvodina. The model for evolution takes in account many aspects regarding geothermal energy.