

**ZNANSTVENO VIJEĆE ZA
NAFTNO-PLINSKO GOSPODARSTVO I ENERGETIKU**

organizira i poziva Vas na okrugli stol

Geotermalna energija u Hrvatskoj – sadašnjost i budućnost

koji će se održati

u četvrtak, 7. studenoga 2024. od 11:00 do 14:00 sati,

u dvorani Knjižnice HAZU, Zagreb, Strossmayerov trg 14

Ovaj je okrugli stol treći u nizu okruglih stolova koje Znanstveno vijeće za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku HAZU održava u okviru teme: Kako promišljati energetiku u uvjetima nestabilnosti?

Program rada okrugloga stola

| | |
|-------------|---|
| 11:00-11:10 | Pozdravna riječ / akademik <i>Velimir Neidhardt</i> , predsjednik Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti i akademik <i>Ignac Lovrek</i> , tajnik Razreda za tehničke znanosti |
| 11:10-11:15 | Otvaranje okruglog stola / akademik <i>Ivan Petrović</i> , predsjednik Znanstvenog vijeća za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku |
| 11:15-11:35 | Geologija geotermalnih ležišta sjeverne Hrvatske / mr. sc. <i>Željka Sladović</i> , GeoDa Consulting d.o.o. |
| 11:35-11:55 | Iskorištavanje geotermalnog potencijala u Republici Hrvatskoj – prilike i izazovi / izv. prof. dr. sc. <i>Vladislav Brkić</i> , Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu (RGNF) i Hrvatska udruga za geotermalnu energiju (HUGE) |
| 11:55-12:15 | Iskorištavanje geotermalne energije u poljoprivredne i druge svrhe / <i>Tena Bilić</i> , mag. ing. geol., Geotermalna energija d.o.o. |
| 12:15-12:35 | Model za procjenu energetske projekata naprednih geotermalnih sustava temeljen na višekriterijskom odlučivanju / dr. sc. <i>Sara Raos</i> , Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu |
| 12:35-13:00 | Pauza za osvježenje |
| 13:00-14:00 | Panel rasprava: Geotermalni potencijali Republike Hrvatske – kako ih iskoristiti / moderator dr. sc. <i>Zoran Čogelja</i> , zamjenik predsjednika Znanstvenog vijeća za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku Panelisti: izv. prof. dr. sc. <i>Vladislav Brkić</i> , RGNF Zagreb, dekan i HUGE, predsjednik <i>Josip Bubnić</i> , INA - Istraživanje i proizvodnja nafte i plina, operativni direktor <i>Boris Vidoš</i> , ENNA Geo d.o.o., voditelj projekata <i>Dražen Lovrić</i> , HEP d.d., Sektor za strategiju i razvoj, direktor <i>Ljiljana Zornjak</i> , Agencija za ugljikovodike, voditeljica Službe za razvoj geotermalnog potencijala |
| 14:00 | Zatvaranje okrugloga stola / akademik <i>Ivan Petrović</i> , predsjednik Znanstvenog vijeća za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku |

Organizacijski odbor:

akademik Ivan Petrović, dr. sc. Zoran Čogelja, prof. dr. sc. Igor Dekanić, izv. prof. dr. sc. Vladislav Brkić, izv. prof. dr. sc. Jasna Orešković

Predsjednik Znanstvenog vijeća za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku HAZU
Akademik Ivan Petrović, v. r.

O predavačima i temama okrugloga stola

Mr. sc. Željka Sladović stručnjakinja je u području geologije i geofizike, s višegodišnjim iskustvom u naftnoj industriji. Iskustvo uključuje pozicije stručnjaka geologa u razradi ležišta nafte i plina, stručnjaka za analizu geofizičkih podataka u istraživanju te stručnjaka za modeliranje ležišta kao i stručnjaka u projektnom menadžmentu. S kolegom informatičkim stručnjakom, stručnjakom za snimanje seizmičkih podataka osnovala je tvrtku Geoda Consulting d.o.o. koja pruža usluge snimanja, interpretacije i analize geofizičkih podataka, izrade studija i dokumentacije za potrebe istraživanja i proizvodnje nafte i plina, geotermalne energije, plinskih skladišta. Tijekom osam godina samostalnoga rada izradila je niz studija, elaborata, idejnih projekata, sudjelovala u izradi naftno rudarskih projekata u Hrvatskoj i inozemstvu. Značajniji projekti su regionalne geotermalne analize i geotermalne analize i modeliranje ležišta u Hrvatskoj, Turskoj, Mađarskoj, izluživanje solnih doma u Albaniji, analiza ležišta nafte i pline u Turskoj. Željka Sladović magistrirala je s temom Analiza združenog atributa na polju Molve, plinskim poljem u Siriji i Maroku. Združeni atribut kao inovacija osvojio srebrnu medalju na sajmu inovacija INOVA.

Tema: Geologija geotermalnih ležišta sjeverne Hrvatske

Sažetak: Korištenje geotermalne energije ima više tisućljetnu tradiciju u Republici Hrvatskoj. Visoki geotermalni potencijal posljedica je regionalnih geološki postavki Panonskoga bazena, ponajprije povoljnoga geotermalnog gradijenta uslijed istanjene zemljine kore, strukturno tektonskih odnosa u podzemlju kao posljedica brojnih naprezanja te povoljnog litološkog razvoja predkenozojskih i kenozojskih naslaga. Geotermalne značajke prostora vezane su uz opis mehanizama geotermalnih *playeva*, ležišne stijene razvijene u geotermalnim playevima, temperature geotermalnih ležišta te kemizam geotermalne vode. Osnovni geotermalni playevi odnose se na naslage podloge kenozoika gdje frakturirani karbonati mezozojske starosti predstavljaju optimalno geotermalno ležište. Geotermalna ležišta razvijena su i u naslagama donjeg do srednjeg miocena i panona. Uz dokazana ležišta visok je geotermalni potencijal cijelog prostora sjeverozapadne Hrvatske. Stupanj poznavanja ležišta ovisan je o stupnju istraživanja nafte i plina u prostoru gdje je smanjen geološki rizik. No i područja koja nisu bila u fokusu istraživanja nafte i plina, kao na primjer područje Baranje, vjerojatno su visokog geotermalnog potencijala.

Dr. sc. Vladislav Brkić izvanredni je profesor na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu gdje trenutno obnaša funkciju dekana fakulteta u svom drugom mandatu. Diplomirao je naftno rudarstvo na matičnom fakultetu gdje je stekao i doktorat tehničkih znanosti 2011. godine. Bavi se proizvodnim inženjerstvom nafte, plina i geotermalne vode te stimulacijama ležišta. Nositelj je više kolegija na prijediplomskom, diplomskom i poslijediplomskom studiju. Preko 20 godina radio je u Ina-Industrija nafte d.d. Zagreb (Naftaplin) na raznim pozicijama u Segmentu djelatnosti Istraživanje i proizvodnja nafte i plina, od inženjera proizvodnje na proizvodnom polju, eksperta proizvodnog inženjeringa do direktora Sektora proizvodnje nafte i plina. Bio je član Upravnih odbora Hayan Petroleum Company Sirija (HPC), Marina Co. Egipat i INAgip Sjeverni Jadran. Autor je i koautor više tehnoloških inovacija iz područja naftnog rudarstva za vrijeme rada u INA d.d. Pročelnik je Sekcije za naftno rudarstvo i geoenergiju Znanstvenoga vijeće za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku pri HAZU-u. Predsjednik je hrvatskog ogranka međunarodne udruge naftnih inženjera SPE (Society of Petroleum Engineers) i predsjednik je Hrvatske udruge za geotermalnu energiju (HUGE).

Tema: Iskorištavanje geotermalnog potencijala u Republici Hrvatskoj - prilike i izazovi

Sažetak: Geotermalna energija u Republici Hrvatskoj ima značajan potencijal zahvaljujući iznadprosječnom temperaturnom gradijentu, osobito u Panonskom bazenu. Ovaj obnovljivi

izvor energije može se koristiti za proizvodnju električne i toplinske energije, čime bi se smanjila ovisnost o fosilnim gorivima te emisije stakleničkih plinova. Iako geotermalna energija nudi prednosti poput stalne dostupnosti, neovisno o vremenskim uvjetima, suočava se s brojnim izazovima, uključujući visoke početne investicije, tehno-ekonomske rizike i složene regulative. Investicije u istraživanje i eksploataciju geotermalnih resursa, koje provode domaće i strane tvrtke te lokalne zajednice, pokazuju atraktivnost korištenja geotermalnih izvora u energetske, poljoprivredne, zdravstvene i sportske svrhe. Međutim, nužna je veća potpora u obliku financijskih poticaja (većih kvota), regulatornih reformi te obrazovanja stručnjaka. Geotermalna energija nudi priliku za regionalni razvoj i veću energetska neovisnost, ali za njezinu uspješnu implementaciju potrebno je prevladati trenutačne prepreke, o kojima će biti riječi u prezentaciji, kako bi se stvorili povoljniji uvjeti za ulaganje i iskorištavanje ovoga vrijednog prirodnog resursa.

Tena Bilić završila je Rudarsko-geološko-naftni fakultet 2016. godine, magistrirajući na smjeru Hidrogeologija i inženjerska geologija. Tijekom studija i odmah nakon završetka fakulteta, Tena je provela Erasmus+ praksu u Nizozemskoj, gdje je radila u Fugro Geoservices N.V. Fokusirala se na plitku inženjersku geologiju, posebno u kontekstu građevinskih projekata u Nizozemskoj i šire. Nakon povratka iz Nizozemske, Tena se zaposlila na Fakultetu elektrotehnike i računarstva (FER) kao članica međunarodnog tima u okviru MEET projekta, koji je financiran iz EU programa HORIZON2020. U sklopu toga projekta, FER je imao zadatak dizajnirati algoritme za aplikaciju koja omogućuje optimalno korištenje geotermalne energije, provoditi ekonomske i ekološke analize te razvijati optimizacijske modele za određivanje izravnog troška električne energije (LCOE) za buduće geotermalne projekte ili daljnji razvoj već postojećih projekata. Tenina ključna uloga u tome projektu bila je prikupljanje svih potrebnih podataka kako bi se obuhvatili svi geološki aspekti potrebni za uspješan razvoj geotermalnih projekata. Od 2020. godine, Tena je zaposlena kao stručna suradnica u tvrtki Geotermalna energija d.o.o., gdje aktivno sudjeluje u razvoju brojnih projekata diljem Hrvatske. Njezina uloga obuhvaća sve aktivnosti vezane za uspješan razvoj projekata te je uključena u izradu sve potrebne dokumentacije i pripremu za fazu eksploatacije, čime doprinosi uspješnom vođenju i završavanju geotermalnih projekata.

Tema: Iskorištavanje geotermalne energije u poljoprivredne i druge svrhe

Sažetak: Prezentacija predstavlja dva primjera korištenja geotermalne energije u Republici Hrvatskoj, ističući njihov doprinos održivom razvoju. Prvi se primjer odnosi na staklenike u Županji, gdje se već više od 10 godina koristi geotermalna energija za njihovo zagrijavanje, čime je osiguran stalan i povoljan obnovljivi izvor energije. Radi se prvoj privatnoj investiciji u geotermalnu bušotinu u Republici Hrvatskoj. Povoljni vodonosnici, koji se uspješno iskorištavaju više od deset godina, otkriveni su i potvrđeni pomoću detaljne analize okolnih bušotina. Korištenjem ovoga resursa ostvarene su značajne uštede u troškovima energije, što je omogućilo proširenje stakleničkih površina. Drugi se primjer odnosi na terme u Bjelovaru, gdje je, uz pomoć značajnog međunarodnog sufinanciranja za infrastrukturne radove, nakon detaljne analize, izbušena duboka istražna bušotina za geotermalnu vodu s visokom temperaturom čime su stvoreni uvjeti za daljnju razradu potencijala geotermalne energije, istraživanje i bušenje novih bušotina na okolnom području. Potvrđene rezerve geotermalne energije naglašavaju povoljan potencijal za razvoj industrijske zone što može pridonijeti dodatnom razvoju infrastrukture i održivom razvoju regije. Navedeni i slični projekti predstavljaju značajan korak prema održivim izvorima energije u Republici Hrvatskoj, jačajući lokalne zajednice i potičući ekološki prihvatljive inovacije. Korištenje geotermalne energije, ne samo da se smanjuju troškovi, već se doprinosi i energetska neovisnosti i sigurnosti.

Dr. sc. Sara Raos diplomirala je 2017. godine na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, smjer elektroenergetika, s izvrsnim uspjehom (magna cum laude).

Odmah po završetku studija započela je rad u Hrvatskoj elektroprivredi (HEP), a 2018. godine prelazi na Fakultet elektrotehnike i računarstva gdje započinje rad kao znanstveni suradnik na Zavodu za visoki napon i energetiku. Paralelno upisuje doktorski studij na kojem 2023. godine brani disertaciju pod naslovom „Model za procjenu energetskih projekata naprednih geotermalnih sustava temeljen na višekriterijskom odlučivanju“ za koju je također nagrađena srebrnom plaketom „Josip Lončar“ za ak. god. 2023./2024. za naročito uspješnu doktorsku disertaciju i znanstvenoistraživački rad. Njezini istraživački interesi fokusirani su na obnovljive izvore energije, posebno na geotermalnu energiju, dugoročno modeliranje i ekonomiku energetskih sustava, kao i na primjenu modela višekriterijskog odlučivanja. U akademskom okruženju aktivno sudjeluje kao asistentica na kolegijima vezanim uz energetsku učinkovitost, ekonomiku energetike i društveno-gospodarski razvoj u energetskom kontekstu. Objavila je 7 znanstvenih članaka u časopisima A kategorije te prezentirala radove na domaćim i međunarodnim konferencijama. Sudjelovala je u nizu međunarodnih projekata, među kojima su H2020 projekt MEET (Multidisciplinarna i višekontekstna demonstracija tehnika istraživanja i iskorištavanja naprednih geotermalnih sustava i potencijala), Interreg Dunavski transnacionalni projekt STRIDE te Erasmus+ projekt Geo3En (Geothermal Energy European Education Network). Također, bila je dio tima EUCALC projekta koji se bavi procjenom puteva prema klimatskoj neutralnosti do 2050. godine. Dr. Raos tečno govori engleski, njemački i španjolski jezik, a aktivna je članica IEEE i IEEE PES udruga, te trenutno djeluje kao predstavnica hrvatskog ogranka IEEE PES-a.

Tema: Model za procjenu energetskih projekata naprednih geotermalnih sustava temeljen na višekriterijskom odlučivanju

Sažetak: Duboka geotermalna energija predstavlja značajan neiskorišteni potencijal obnovljivih izvora energije i može u bliskoj budućnosti značajno doprinijeti globalnim energetskim potrebama. Međutim, razvoj geotermalnih projekata suočen je s izazovima poput nesigurnosti u vezi s učinkovitom ekstrakcijom geotermalne vode i visokim troškovima. Zbog toga je ključna potreba za sveobuhvatnim modelom evaluacije koji bi pomogao donositeljima odluka, osobito u ranim fazama razvoja geotermalnih projekata, jer se postojeći modeli uglavnom fokusiraju na podzemne fenomene, zanemarujući širi kontekst. Stoga ovaj model, razvijen u MATLAB-u, omogućuje sveobuhvatnu analizu geotermalnih projekata s naglaskom na napredne geotermalne sustave (*engl.* Enhanced Geothermal Systems, EGS), uzimajući u obzir geološke karakteristike, tehnološke aspekte, ekonomske aspekte, društveni utjecaj te utjecaj na okoliš. Model procjenjuje ključne energetske pokazatelje, uključujući proizvedenu energiju, učinkovitost i izbjegnute emisije CO₂, kao i ekonomske pokazatelje poput niveliranog troška energije, neto sadašnje vrijednosti projekta i godišnjih novčanih tokova. Model je dizajniran tako da ga mogu koristiti stručnjaci, ali i korisnici s osnovnim stručnim znanjem o takvim projektima. Također, model uključuje integriranu metodologiju višekriterijskog odlučivanja (*eng.* Multi-criteria decision-making, MCDM), što omogućuje usporedbu različitih opcija i scenarija za transformaciju geotermalne energije u korisnu energiju kao i usporedbu različitih geotermalnih proizvodnih lokacija. Nadalje, model također uključuje i dvostupanjsku metodologiju klasteriranja geotermalnih bušotina, razvijenu za konverziju zrelih naftnih polja u geotermalne sustave. Ova metodologija evaluira postojeći geotermalni potencijal svakog naftnog polja na temelju temperature vode i protoka, kao i prostorne raspodjele postojećih naftnih bušotina.