Strategija primjene geotermalne energije u vidu niskougljičnog razvoja

Salamun, Laura

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:551432

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij naftnog rudarstva

STRATEGIJA PRIMJENE GEOTERMALNE ENERGIJE U VIDU NISKOUGLJIČNOG RAZVOJA

Diplomski rad

Laura Salamun

N201

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

STRATEGIJA PRIMJENE GEOTERMALNE ENERGIJE U VIDU NISKOUGLJIČNOG RAZVOJA

LAURA SALAMUN

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10002 Zagreb

Sažetak

Geotermalna energija je obnovljivi izvor energije, koji se naprednim tehnologijama i pravilnim korištenjem može koristiti kao zamjena fosilnim gorivima. Geotermalna energija ima glavnu karakteristiku fosilnih goriva, koja je najveći nedostatak ostalim obnovljivim oblicima energije, a to je da je stalno dostupna. Ona ne ovisi o dobu dana, godine ili vremenskim prilikama. Stoga geotermalna energija s razlogom zauzima mjesto među najpoželjinijim budućim energetskim resursima. Niskougljična proizvodnja energije Europske Unije kreće se prema svom vrhuncu, maksimalnog smanjenje emisija stakleničkih plinova. Ovakvim razvojem obnovljivi izvori energije doživljavaju svoj maksimum korištenja, a s obzirom da je cilj europskih strategija još daleko, s razlogom se smatra da će obnovljivi izvori energije u budućnosti doživjeti još veći tehnološki razvoj. Da bi se potakla ova promjena izvora energije Europska Unija sugerira i podupire različite mjere potpore za proizvodnju električne ili toplinske energije iz obnovljivih izvora.

Ključne riječi: energetske strategije, geotermalna energija, energetske potpore, obnovljivi izvori

Diplomski rad sadrži: 52 stranice, 2 tablice, 6 slika i 35 referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Dr. sc. Tomislav Kurevija, izvanredni profesor RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Tomislav Kurevija, izvanredni profesor RGNF
Dr. sc. Borivoje Pašić, docent RGNF
Dr. sc. Darija Karasalihović Sedlar, izvanredni profesor RGNF

Datum obrane: 17. svibnja 2019.

University of Zagreb

Faculty of Mining, Geology
and Petroleum Engineering

Master's Thesis

GEOTHERMAL APPLICATION STRATEGY IN DECARBONIZE DEVELOPMENT

LAURA SALAMUN

Thesis completed in: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum engineering
Institute of Petrology
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

Geothermal energy is a renewable source of energy, which can be used by advanced technologies and proper use as a substitute for fossil fuels. Geothermal energy has the main characteristic of fossil fuels, which is the biggest drawback of other renewable forms of energy, and it's that geothermal energy is constantly available. It does not depend on the part of the day, year or weather forcast. That is why geothermal energy takes the place among the most desirable future energy resources. Low carbon production of the European Union is moving towards it's peak, maximum reduction of greenhouse gas emissions. With this development, renewable energy sources experience their maximum use, and given that the goal of European strategies is still far behind, it is considered that renewable energy sources will in the future have an even greater technological development. To encourage this change of energy sources, the European Union has suggested and supported various support measures for the production of electricity or heat from renewable sources.

Key words: energy strategies, geothermal energy, energy support, renewable energy

Thesis contains: 52 pages, 2 tables, 6 figures and 35 references

Original in: Croatian

Thesis deposited at: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: Associate Profesor Tomislav Kurevija, PhD

Reviewers: Associate Profesor Tomislav Kurevija, PhD
Assistant Profesor Borivoje Pašić, PhD
Associate Profesor Darija Karasalihović Sedlar, PhD

Date of defense: May 17, 2019

SADRŽAJ

I POPIS SLIKA I

II POPIS TABLICA II

1. UVOD 1

1.1. Obnovljivi izvori energije u Europskoj Uniji 1

2. POLITIČKE STRATEGIJE UZROKOVANE KLIMATSKIM PROMJENAMA 4

2.1. Strategija Europske Unije u vidu niskougljične proizvodnje 4

2.2. Pogled na 2050. godinu 6

2.3. Zakonodavstvo Europske Unije o obnovljivim izvorima energije 8

2.4. Potpore za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije 10

2.5. Podrška primjene obnovljivih izvora energije 11

2.6. Primjeri zemalja članica Europske Unije u potporama korištenja obnovljivih izvora energije 13

2.6.1. Francuska 13

2.6.2. Njemačka 15

2.7. Nedostaci u korištenju obnovljivih izvora energije 18

2.7.1. Utjecaj niskougljičnog razvoja na tržište električne energije 19

3. STRATEGIJA REPUBLIKE HRVATSKE U VIDU NISKOUGLJIČNE PROIZVODNJE 20

3.1. Energetska politika obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj 20

3.2. Utjecaj europskih strategija na Republiku Hrvatsku 21

3.3. Pravni okvir za elektrane obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj 22

4. GEOTERMALNA ENERGIJA 25

4.1. Istraživanje geotermalnih izvora u Europskoj Uniji 25

4.2. Poticaj Europske Unije za korištenje geotermalne energije 28

4.3. Geoelektrane u Europi 35

5. GEOTERMALNI POTENCIJAL U REPUBLICI HRVATSKOJ 37

5.1. Prva geoelektrana u Republici Hrvatskoj 39

5.2 Korištenja geotermalne energije za proizvodnju električne i toplinske energije u Hrvatskoj 39

5.2.1. Procijena proizvodnje električne i toplinske energije prema potencijalu geotermalne energije u Republici Hrvatskoj 40

6. MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA GEOTERMALNE ENERGIJE 42

6.1. Korištenje geotermalnih dizalica topline 42

6.2. Prirodni plin iz geotermalnih izvora 45

6.3. Korištenje geotermalne energije revitaliziranjem naftnih polja 45

6.4. Razvoj novih tehnologija 46

6.5. Razlozi sporog porasta korištenja geotermalne energije 47

6.6. Poteškoće u porastu korištenja vezane za ostale energetske subjekte 47

7. ZAKLJUČAK 48

8. POPIS LITERATURE 50

I POPIS SLIKA

Slika 2-1. Udio obnovljive energije u konačnoj potrošnji, po sektorima, EU-28, 2004. – 2016. 5
Slika 2-2. Udio obnovljivih izvora energije u konačnoj potrošnji po zemljama, EU-28, 2004.-2016. 6
Slika 2-3. Emisije stakleničkih plinova i projekcije za period od 1990. do 2050. 8
Slika 4-1. Prikaz pozitivnih predviđanja geotermalnog potencijala u 2050. i 2030. godini 31
Slika 4-2. Udio obnovljivih izvora energije u proizvodnji električne energije 36
Slika 5-1. Prikaz geotermalnih izvora u RH izraženim vrijednostima temperatura nalazišta izraženim u °C 37

II POPIS TABLICA

Tablica 2-1. Procijene smanjenja emisija kroz sektore 7

Tablica 5-1. Procijena moguće proizvodnje električne i toplinske energije po županijama 41

1. UVOD

Energetski sektor predstavlja glavnu prijetnju onečišćenjima zraka i globalnim klimatskim promjenama. Primjene niskougljičnog razvoja potiču se od Pariškog sporazuma, koji je temelj na kojima se gradi energetska strategija niskougljične proizvodnje. Europska Unija u nastojanjima da zadrži vodeću svjetsku ulogu u klimatskim promijenama zadala je niz zahtjeva zemljama članicama, a koje oni moraju ispuniti u narednim periodima. Sve države članice za prijelaz u novo desetljeće moraju predstaviti Europskoj Uniji novu strategiju koja će obuhvaćati period do 2030. godine, s pogledom na 2050.

Klimatske promjene uzrokovane energetskim djelovanjima prijete da će ugroziti temelje na kojima je moderno društvo izgrađeno, promjenom vremenskih obrazaca, obalnih linija i promjenama unutar prirodnih ekosustava. Kako bi se izbjegla opasna razina globalnog zatopljenja, međunarodne zajednice, uključujući Europsku Uniju, obvezale su se na ograničavanje porasta globalne temperature.

Europska Unija ima različite političke instrumente za rješavanje klimatskih promjena: trgovinski sustav emisijama, potpore za obnovljive izvore energije i energetsku učinkovitost. Interakcije između tih instrumenata djeluju na njihovu efikasnost. Podrškom i poticanjem obnovljivih izvora energije smanjuje se potražnja i padaju cijene emisija. Smatra se da je to dobar način djelovanja jer samo tržište ugljika i njegovo skladištenje u konačnici ne bi bilo dovoljno da dovede Europsku Uniju do željenih ciljeva.

1.1. Obnovljivi izvori energije u Europskoj Uniji

Razvoj obnovljivih izvora energije jedan je od glavnih prioriteta Europske Unije. Europska Unija želi postati vodeći svjetski lider u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora. Obnovljivi izvori energije mogu biti mnogobrojni, solarna energija, energija vjetra, biomase, hidroenergija, geotermalna energija. Zbog niskih emisija stakleničkih plinova tijekom proizvodnje iz obnovljivih izvora energije u usporedbi s fosilnim gorivima, obnovljivi izvori energije ključni su za ispunjavanje klimatskih ciljeva. Razvojem i proizvodnjom energije iz obnovljivih izvora, koje Europska Unija potiče, nastoji se smanjiti uvoz energije iz zemalja izvan granica Europske Unije.

Industrija obnovljivih izvora energije već zapošljava preko milijun ljudi u Europskoj Uniji. Ulaganja u obnovljive izvore energije uvelike ovise o političkim promjenama, troškovima tehnologije ili tromom gospodarstvu. Razvoj obnovljivih izvora energije, nakon ere proizvodnje iz fosilnih goriva, predstavlja niz znanstvenih i tehničkih izazova. Integracija povećanih količina promijenjivih obnovljivih izvora energije, kao što su sunce ili vjetar, u elektroenergetske mreže zahtjevaju bolju uravnoteženost ponude i potražnje, zahtjevaju više mrežnih interkonekcija i skladištenje energije.

Poticanje korištenja obnovljivih izvora energije ima dva cilja. Prvi cilj je umanjiti djelovanje na klimu proizvodnjom energije. Obnovljivi izvori energije nastoje izbjeći emisiju stakleničkih plinova u energetskom sektoru i smanjiti emisije za 40% do 2030. godine u odnosu na 1990. godinu. Drugi cilj je povećati energetsku sigurnost. Obnovljivi izvori energije nastoje umanjiti europsku ovisnost o uvozu ugljena, plina, nafte i nuklearnog goriva. Ostale koristi koje proizlaze iz razvoja obnovljivih izvora energije su industrijske inovacije, smanjenje zagađenja zraka i stvaranje novih radnih mjesta. Europska industrija obnovljivih izvora energije ima godišnji promet više od 129 milijardi eura (Erbach, 2016.).

Prema tipu obnovljivih izvora energije u Europskoj Uniji 2013. godine najzastupljenije je bilo korištenje biomasa, potom korištenje vode i vjetra, pa sunčave energije. U najmanjem postotku korištena je, te je najmanje razvijena, geotermalana energija. Obnovljivi izvori energije zastupljeni su 2016. godine s 12% u ukupnoj primarnoj proizvodnji energije, a od toga je geotermalna energija zastupljena samo s 0,4%.

Glavna prednost geotermalne energije u usporedbi s drugim obnovljivim izvorima je njena stalna dostupnost, bez obzira na doba dana, godišnje doba, količinu oborina ili intenzitet vjetra. Geotermalna energija je dostupna u svim zemljama i posvuda. Međutim, uporaba geotermalne energije je ograničena zbog visokih troškova potrebnih za njeno iskorištavanje koji uključuju i troškove za istražno bušenje, na koje se mogu dodati i nejasno zakonodavstvo u svezi dodjele licenci za iskorištavanje geotermalnih resursa koji postoje u mnogim europskim zemljama. Unatoč svom velikom potencijalu, geotermalna energija je premalo iskorištena uglavnom zbog tehnoloških, zakonodavnih i financijskih teškoća.

Procjenjuje se da će u sljedećih 30 godina tehnički problemi biti riješeni i zemlje koje nemaju tradiciju u tom području će biti u mogućnosti koristiti svoju geotermalnu energiju s konkurentnim troškovima (Arar, 2017.).

Unatoč malom postotku korištenja geotermalne energije za proizvodnju energije, Europa je svjetski predvodnik u izravnom korištenju geotermalne energije. Zauzima prvo mjesto ispred Azije, Amerike, Oceanije i Afrike. Prema podacima prezentiranim na svjetskom geotermalnom Kongresu 2005. godine, geotermalna energija koristila se već tada u 32 europske zemalje.

U Europi, klima, tržišna potražnja, uvjeti spremnika i ekološki razlozi favoriziraju primjenu geotermalne energije uglavnom za grijanje prostora, grijanje staklenika, industrijsku uporabu i termalnu uporabu. U brojnim zemljama, razvoj se temelji na hidrotermalnim resursima koji se iskorištavaju iz bušotina do otprilike 3 km dubine. Neki od njih su vrlo brzo razvili proizvodnju iz geotermalnih izvora na temelju toplinske pumpe.

U 2018. godini u Njemačkoj, koja je najveće europsko gospodarstvo, napokon je ostvareno da najveći dio energije za proizvodnju električne energije dolazi iz obnovljivih izvora energije. Proizvodnja iz obnovljivih izvora, na primjeru Njemačke, unutar Europske Unije pokazuje da je moguće da obskrba cijele zemlje bude u većinskom dijelu proizvedena iz obnovljivih izvora energije.

Da bi ovakva opskrba električnom energijom bila moguća razvoj mora biti popraćen i energijom uravnoteženja, boljim sustavom distribucije, mogučnošću prihvata različitih količina energije i skladištenje viškova, boljim zakonima i cijelim sustavom od istraživanja do opskrbe krajnjih korisnika. Važno je znati da razvoj obnovljivih izvora energije prate razvoji tehnologije, ekonomije i politike. Usklađivanjem svih subjekata koji sudjeluju u procesu opskrbe energijom može se doći do konačnog nacionalnog i globalnog cilja.

2. POLITIČKE STRATEGIJE UZROKOVANE KLIMATSKIM PROMJENAMA

Prve smjernice zbog klimatskih promjena javljaju se još 1992. godine kada je usvojena Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime, u New Yorku, a potpisana je i potvrđena na samitu u Rio de Janeiru u lipnju iste godine. Glavni ciljevi već tada su bili održavanje koncentracije stakleničkih plinova na određenoj, prihvatljivoj razini i to na način da se ne ugrozi nijedan povezani sektor, od ekosustava, proizvodnje hrane do ekonomskog razvoja, koji nije smio opadati.

Sljedeći važni samit bio je onaj u Kyotu, kojim su se države obvezale na smanjenje stakleničkih plinova iz antropogenih izvora, primjerice Republika Hrvatska za 5% u periodu od 2008. do 2012. godine.

Još jedan važan, vjerovatno i najvažniji, klimatski sporazum bio je krajem 2015. godine u Parizu, kada je postignut globalni sporazum o klimi (Pariški sporazum). Razlika između Protokola iz Kyota i Pariškog sporazuma je ta da su sporazumom sve zemlje se obvezale za poduzimanje mjera u cilju ograničavanja i smanjenje emisija stakleničkih plinova. Europska Unija je ratificirala Pariški sporazum i obvezala se smanjiti emisije stakleničkih plinova za najmanje 40 posto do 2030. godine, u usporedbi s emisijama iz 1990. godine, Europa je tako donijela, unutar svoje unije za sve zemlje članice i one koje su željele ili još uvijek žele pristupiti uniji, obvezu za smanjenjem emisija stakleničkih plinova do 2020. godine u odnosu na razinu emisija iz 1990. godine, a sve s pogledom na 2030.godinu. Nova potrebita strategija odnosi se ponovo na sve zemlje članice i obuhvaća period do 2030. godine s pogledom na 2050.

2.1. Strategija Europske Unije u vidu niskougljične proizvodnje

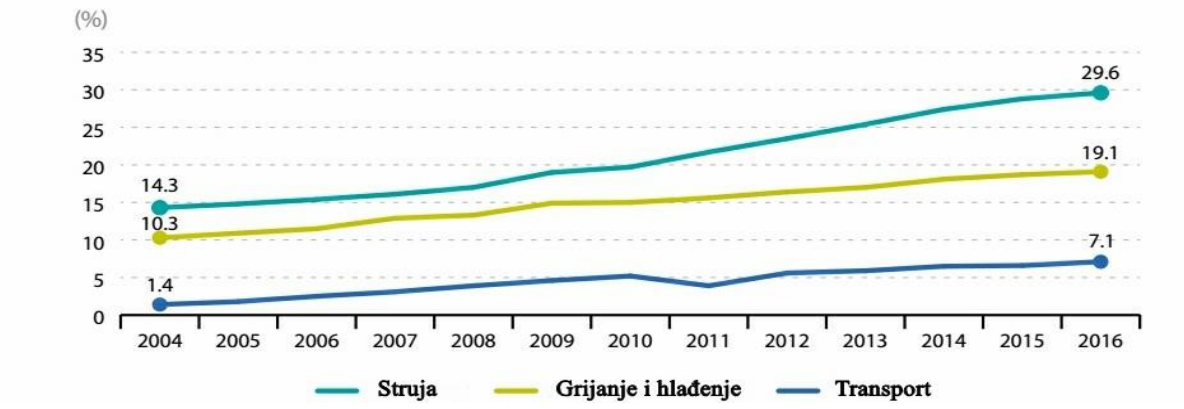
Europska Uniji ima aktivnu ulogu u pronalaženju rješenja za klimatski problem i preuzela je obvezu smanjenja emisije stakleničkih plinova od najmanje 20% do 2020. godine u odnosu na emisije iz 1990. godine.

Energetske strategije Europske Unije nastoje smanjiti emisije stakleničkih plinova u konačnici za 80-95% do 2050. godine u usporedbi s 1990. godinom. Prva energetska strategija Europske Unije obuhvaća period do 2020. godine i bližimo se ispunjenju njezinih

ciljeva. Glavni ciljevi ove Europske strategije su smanjenje emisija stakleničkih plinova za 20% te povećanje udjela obnovljivih izvora u korištenju do 20%. Svaka zemlja članica Europske Unije ima prilagođene ciljeve ove strategije ovisno o svojim kapacitetim i početnim točkama. Europska Unija kroz svoje strategije nastoji ujecati na nepovoljne klimatske promjene koje se događaju proizvodnjom iz fosilnih goriva, ali ujedno nastoji i ojačati svoj energetski položaj. Europska Unija kao glavni cilj svojih strategija postavlja da želi postati vodeća u proizvodnji obnovljivih izvora energije te vodeća u niskougljičnoj proizvodnji te time energetski maksimalno neovisna.

Prema podacima Eurostata iz 2016. godine udio energije dobivene iz obnovljivih izvora, zahvaljujući europskim strategijama, dosegao je 17%, time se udio obnovljivih izvora energije znatno povećao, uzevši u obzir da je 2004. godine iznosio 8,5%. Udio obnovljive energije najviše se povećao u sektoru električne struje, potom u sektoru grijanja, odnosno hlađenja i najmanje u sektoru prometa.

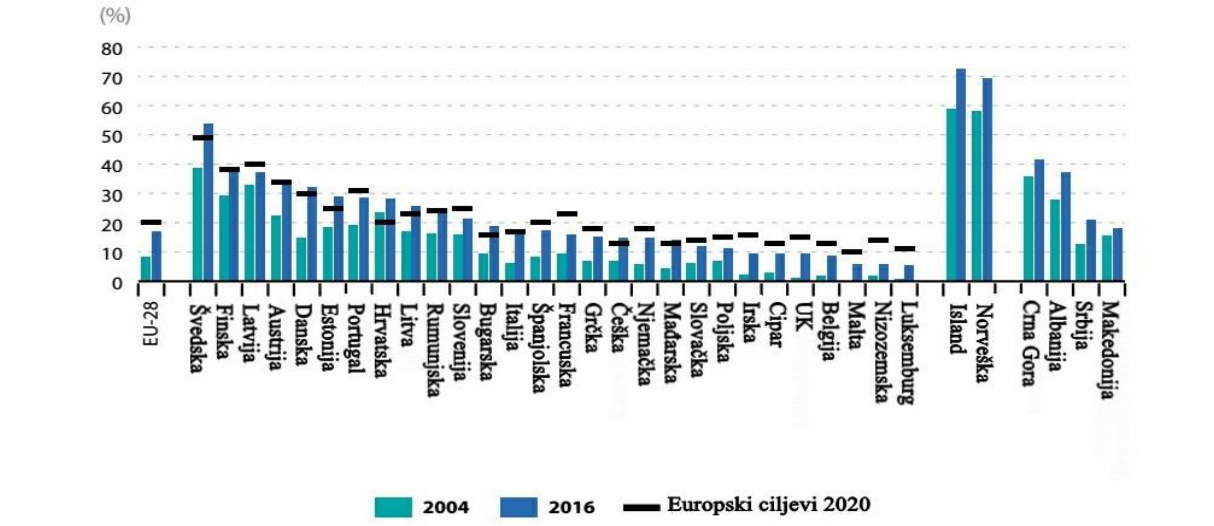
Kao što je prikazano na slici 2-1., obnovljivi izvori energije doprinosili su gotovo trećinu ukupne bruto potrošnje električne energije u 2016., što je dvostruko više od udjela iz 2004. godine. Nadalje, obnovljiva energija osigurala je gotovo jednu petinu konačne europske potrošnje energije za grijanje i hlađenje u 2016. godini, u odnosu na 10,3% u 2004. godini.



Slika 2-1. Udio obnovljive energije u konačnoj potrošnji, po sektorima, EU-28, 2004. – 2016. (Eurostat, 2018.)

Razlike među državama članicama u njihovim udjelima obnovljivih izvora energije, kako je prikazano na slici 2-2., proizlaze iz varijacija dostupnih prirodnih resursa, kao što je

potencijal za izgradnju hidroelektrana ili dostupnost biomase, ali i uspjeha nacionalne klimatske i energetske politike. Ipak, sve zemlje Europske Unije povećale su udio obnovljivih izvora energije u konačnoj potrošnji energije između 2004. i 2016. godine. Petnaest država je više nego udvostručilo njihov udio, premda u mnogim slučajevima su postojale niske početne točke. U 2016. već je 11 zemalja zadovoljilo ciljeve za 2020. godinu. Ciljevi unutar Europske Unije na slici 2-2. prikazani su crnim crticama. Također, možemo vidjeti da zemlje Europe koje nisu članice Europske Unije, podupiru niskougljičnu politiku, te je i kod njih zabilježen porast proizvodnje iz obnovljivih izvora u 2016. godini u odnosu na 2004.



Slika 2-2. Udio obnovljivih izvora energije u konačnoj potrošnji po zemljama, EU-28, 2004.-2016. (Eurostat, 2018.)

2.2. Pogled na 2050. godinu

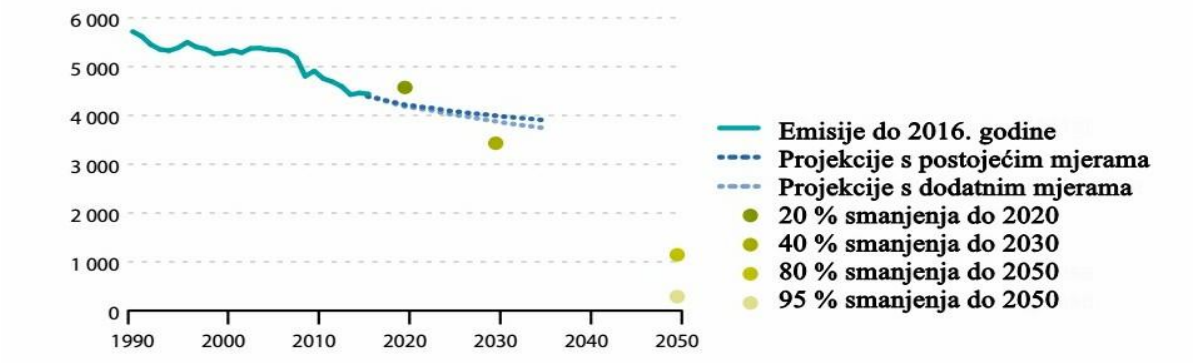
Jasno je da današnjim, postojećim modelom razvoja neće biti moguće ostvariti potrebno smanjenje emisija stakleničkih plinova do 2050. godine. Prilikom promišljanja EU ciljeva za 2050. godinu rađene su sektorske analize te su određeni okvirni ciljevi za 2030. i 2050. godinu, kako bi se ostvario prijelaz prema konkurentnom niskougljičnom gospodarstvu. Europska komisija je modelirala nekoliko scenarija razvoja koji dovode do željenog smanjenja emisije od najmanje 80% u 2050. u odnosu na 1990. godinu. Sektorski promatrano, najveći doprinos smanjenju emisija stakleničkih plinova imala bi

elektroenergetika od oko 95% smanjenja u 2050. u odnosu na 1990. godinu, zatim zgradarstvo (kućanstva i usluge) oko 90% pa slijedi industrija (oko 85%) i promet (oko 60%) (Energetski institut Hrvoje Požar, 2018.).

Tablica 2-1. Procijene smanjenja emisija kroz sektore (Energetski institut Hrvoje Požar, 2018.)

Smanjenje u odnosu na 1990. godinu	**2005.**	**2030.**	**2050.**
Elektroenergetika	-7%	-54 do –68%	-93 do –99%
Industrija	-20%	-34 do –40%	-83 do -87%
Promet	+30%	+20 do –9%	-54 do –67%
Kućanstva i usluge	-12%	-37 do –53%	-88 do –91%
Poljoprivreda (bez CO2)	-20%	-36 do –37%	-42 do -49%
Ostali sektori (bez CO2)	-30%	-72 do –73%	-70 do –78%
Ukupno	**-7 %**	**-40 do –44%**	**-79 do –82%**

Projekcije kretanja emisija stakleničkih plinova prikazane su na slici 2-3., gledajući prema 2020., emisije stakleničkih plinova na temelju mjera postojećih država članica ukazuju na to da je Europska Unija na pravom putu ostvarivanja cilja za 2020. godinu, iako već sada možemo vidjeti da su sve strategije i zakoni učinile da cilj ipak bude jedva dohvatljiv. Iz tog razloga Europska agencija za okoliš (*engl. European Environment Agency*), smatra da postojeće i planirane mjere nisu dovoljne da Europska Unija ispuni svoj cilj za sljedeće desetljeće i smanjivanje emisija stakleničkih plinova za 40% do 2030. godine, zato Europska komisija donosi dodatne zakone i uredbe kako bi maksimalno regulirala i omogućila ostvarivanje tih ciljeva. Raznovrsnost i korištenje, još uvijek manje zastupnjenih izvora energije, kao što je i geotermalna energija, zahvaljujući državnim i financijskim poticajima, mogu doživjeti porast korištenja.



Slika 2-3. Emisije stakleničkih plinova i projekcije za period od 1990. do 2050. (Eurostat, 2018.)

2.3. Zakonodavstvo Europske Unije o obnovljivim izvorima energije

Prema članku 194. Ugovora o funkcioniranju Europske Unije, energetska politika Europske Unije ima za cilj promicanje razvoja novih i obnovljivih oblika energije. Države članice zadržavaju pravo birati između različitih izvora obnovljive energije, a njihovo povećano zastupanje predodređeno je člankom 191. Ugovora o funkcioniranju Europske Unije gdje se klimatsko djelovanje navodi kao jedan od ciljeva politike zaštite okoliša.

Zahtjev Europske Unije iz veljače 2015. godine uključuje političku obvezu za Europsku Uniju da postane vodeći svjetski proizvođač energije iz obnovljivih izvora. Primjerice u siječnju 2014. godine Europska Komisija objavila je plan za takozvanu plavu energiju u Europskoj Uniji, energiju oceana, koja obuhvaća vjetrove, valove, plimne valove. Kasnije 2016. godine Komisija je predstavila i strategiju za grijanje i hlađenje, koja se temelji na promicanju energetske učunkovitosti. Neke se to od mjera i strategija kojima Europska Unija nastoji ostvariti svoje energetske ciljeve.

Energetska politika Europske Unije kroz povećanje udjela obnovljivih izvora energije utječe na smanjenje emisija plinova u proizvodnji električne i toplinske energije. Razvoj obnovljivih izvora energije u Europskoj Uniji popraćen je brojnim direktivama, prva takva direktiva je iz 2001. dodine Direktiva 2001/77/EZ o promicanju uporabe električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije na unutrašnjem tržištu električne energije.

Konkretni ciljevi stupaju na snagu u travnju 2009. donošenjem Direktive 2009/28/EZ o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora energije i dopuni te naknadnom ukidanju Direktive 2001/77/EZ.

Ključne definicije navedene u direktivi su sljedeće: obavezni nacionalni ciljevi za tada aktualnu 2020. godinu izraženi kao udio energije iz obnovljivih izvora u konačnoj bruto potrošnji energije (električne i toplinske) i za udio energije iz obnovljivih izvora u prometu, načelni okvir sustava poticanja korištenja obnovljivih izvora energije, pristup elektroenergetskoj mreži za energiju iz obnovljivih izvora te prioritet za pripremu infrastrukture i za preuzimanje proizvedene električne energije iz obnovljivih izvora energije u sustav distribucijskog operatora ili operatora prijenosa, obaveza i način izrade Nacionalnih Akcijskih Planova (*engl. National Action Plan*) za obnovljive izvore energije kojima se ukupni nacionalni cilj raspodjeljuje na udjele vezane za električne energiju, toplinsku/rashladnu energiju i transport. Europska unija trenutno ima prijedlog u obliku revizije trenutno važeće Direktive 2009/28/EZ u kojoj bi se postavio cilj za Europsku Uniju od minimalno 32% udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj bruto potrošnji energije do 2030, te raspodijelio na države članice.

Direktiva prepoznaje očekivane trendove obnove postojećih postrojenja (*engl. repowering)*, tj. postavljanja nove učinkovitije tehnologije na mjesta prethodnih OIE elektrana, te trend potrošnje na mjestu proizvodnje (*engl. renewable self-consumtion*).

Dosadašnja direktiva zahtjeva 20% ukupne potrošnje energije iz obnovljivih izvora do 2020. godine. Ovaj cilj je raščlanjen na nacionalnu razinu te je tako stvorio nacionalne ciljeve za svaku državu članicu, koji su ranije prikazani na slici 2-2. Primjerice 10% za Maltu, a do 49% za Švedsku, uzimajući u obzir njihove različite polazne točke. Direktiva dopušta državama članicama različite programe potpore za obnovljive izvore, kao što su investicijske potpore, oslobođenja ili smanjenja poreza, povrat poreza, premije, kredite, zelene certifikate itd. Direktiva obvezuje države članice da otvore svoje električne mreže za energiju iz obnovljivih izvora, pa čak i da ima dade prioritet.

Direktiva zahtjeva i da sve članice dobiju najmanje 10% energije prijevoza iz obnovljivih izvora do 2020. godine. Izmjenama i dopunama Direktive o kvaliteti goriva uveden je i obvezni cilj smanjenja intenziteta stakleničkih plinova u gorivima koja se koriste u cestovnom prometu i izvan cestovnog prometa do 6%. Ovo zahtjeva i podupire korištenje biogoriva, koje može biti i pomiješano s naftnim proizvodima. U rujnu 2015. godine

ograničena je upotreba biogoriva iz usjeva uzgojojenih na poljoprivrednom zemljištu, a potaknuto je korištenje naprednih biogoriva, koja su općenito bazirana na otpadu i ostatcima, te na taj način ne konkuriraju proizvodnji hrane.

Svima nadopunama i promjenama u direktivama i zakonima Europska Unija nastoji usmjeriti put razvoja energije koja bi imala minimalno negativnosti na okoliš. Europska Unija ujedno i kontrolira razvoj, kako bi očuvala svoja gospodarstva. Sve promjene koje se događaju su postupne, a strategije već sežu do 2070. godine.

Potpora za obnovljive izvore energije uglavnom se odvija na nacionalnim razinama država članica, a podrška na razini Europske Unije uključuje financiranje istraživanja i inovacije, poboljšanje elektroenergetske mreže kako bi se podržala integracija obnovljivih izvora energije. Primjerice, program za inovacije Horizon 2020 podržava istraživanja i razvoj fotonaponskih sustava, solarne energije, energije vjetra, energije oceana, geotermalne energije, skladištenje energije. Služi za financiranje istraživanja i inovacija te u periodu od 2014. do 2020. godine nudi 80 milijardi eura za financiranje.

Države članice mogu slobodno birati instrumente politike za dosezanje svojih nacionalnih ciljeva obnovljive energije. Hrvatska je ulaskom u Europsku Uniju, u listopadu 2013. godine priložila svoj Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije do 2020. godine, u njemu se određuje ukupni nacionalni cilj za obnovljive izvore energije prema propisanoj metodologiji te sektorski ciljevi i trajektorije u proizvodnji električne energije, energije za grijanje i hlađenje te energije u prijevozu iz obnovljivih izvora energije.

2.4. Potpore za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije

Zemlje članice Europske Unije slobodne su odlučiti kako podržavaju korištenje obnovljive energije, sve dok su u skladu s pravilima energetskog tržišta Europske Unije. Najčešći mehanizam podrške za električnu energiju iz obnovljivih izvora je povoljna tarifa za opskrbu električnom energijom i povlaštene premije. Ulaganja u obnovljive izvore energije olakšava regulatorni okvir Europske Unije koji smanjuje rizik za investitore. Podjednako je važno da poticaji moraju biti smanjeni i u skladu s padom troškova tehnologije, kako mi se izbjegla prekomjerna kompenzacija i rastuće cijene energije. Integraciju obnovljivih izvora energije svakako podupiru promjene unutar tržišta elektične energije.

Među potporama za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije najviše se koriste zajamčene otkupne tarife (*engl. feed-in-tarifs*), koje daju fiksnu cijenu po jedinici proizvedene električne struje za fiksno razdoblje. One minimaliziraju rizik za ulagače, te su uvelike potakli razvoj obnovljivih izvora energije.

Premije za ulaganje (*engl. feed-in-premiums*) pružaju ulagačima uplatu na cijenu električne energije na tržištu i zbog toga ovise o tržištu električne energije, a to dovodi do smanjenja isplate u razdobljima niskih cijena električne energije u usporedbi s fiksnim cijenama zajamčenih otkupnih tarifa.

Za obveze kvota (*engl. quota obligations*) vlade zahtjevaju od distributera električne enrgije da dobije fiksni proporcionalni udio električne energije iz obnovljivih izvora. Vlada određuje količinu, a tržište određuje cijenu. Ove obveze za kvote koriste se u šest država članica i općenito su jeftinije od zajamčenih otkupnih cijena (Erbach, 2016.).

Zemlje Europske Unije se sve više okreću feed-in tarifama kao mehanizmu za razvoj geotermalne energije. Feed- in tarife obuhvaćale su od početka obnovljive izvore kao što su solarna energija ili energija vjetra, a tek posljednjih godina zagovornici obnovljivih izvora energije zagovaraju uključivanje i sve više geotermalnih izvora.

2.5. Podrška primjene obnovljivih izvora energije

Općenito u Europskoj Uniji postoje vrlo raznolike mjere podrške primjene obnovljivih izvora energije ovisno od zemlje članice, i to: porezne olakšice primjerice u Mađarskoj i Francuskoj, krediti u Njemačkoj, Litvi (teoretski) i Sloveniji, izravne subvencije u Belgiji, Njemačkoj (ograničeno), Litvi i Sloveniji, razni oblici indirektne podrške u većini zemalja, zajamčene poticajne cijene (još uvijek samo za struju), zeleni certifikati u Mađarskoj i Rumunjskoj, ugljikovi krediti u Rumunjskoj, Njemačkoj, Poljskoj (postoje, ali primjerice još nemaju utjecaj na geotermalnu energiju) (Arar, 2017.).

Sheme programa potpore su predstavljene i za cjelokupni geotermalni sektor, kroz nekoliko europskih projekata, za toplane kao i za dizalice topline, a glavni ekonomski instrumenti su: direktne subvencije, porezne olakšice (izravni i neizravni porezi), krediti s povlaštenim kamatama, poticaji povezani sa stambenim subvencijama.

U većini europskih zemalja, financijska podrška geotermalnom grijanju je isključivo preko direktnih subvencija i one su do sada najčešći instrument koji se primjenjuje u podršci primjene geotermalne energije. Ova situacija je posebno prisutna u Mađarskoj, Litvi, Estoniji, Irskoj, Malti, Poljskoj, Portugalu, Španjolskoj, Cipru, Latviji i Slovačkoj.

Geotermalni energetski projekti mogu se financirati od strane raznih ministarstava u okviru svojih upravnih sektora, poput ministarstava energetike, poljoprivrede, zaštite okoliša, gospodarstva, industrije, turizma i sl. Stvoreni su i posebni fondovi koji promoviraju primjenu održivih izvora energije, posebice u novim članicama EU: EKO-fond u Sloveniji i Bugarskoj, Državni fond za zaštitu okoliša u Češkoj i Rumunjskoj, Nacionalni fond za zaštitu okoliša u Estoniji i Latviji, EKOFUNDUSZ u Poljskoj, KAC u Mađarskoj, a FACE i FIDEME u Francuskoj (Arar, 2017.).

U Hrvatskoj postoji Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost (FZOEU) koje je središnje mjesto prikupljanja i ulaganja izvanproračunskih sredstava u programe i projekte zaštite okoliša i prirode, energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije.

Za energetski sektor, tako i za geotermalnu energiju, iz regionalnih fondova (EFRD) (*engl. European Regional Development Fund*) subvencije se kreću od 15% do 85% ukupnih troškova projekta. Europska Unija intervenira po principu sufinanciranja, putem Europske investicijske banke (EIB) (*engl. European Investment Bank)* ili nacionalnih ili lokalnih subvencija. Sufinanciranje od strane Europske investicijske banke je ograničeno za obnovljive izvore energije u cjelini, jer su krediti namjenski za srednja ili velika postrojenja. No, u njihovim prioritetima može se vidjeti povećanje podrške obnovljivim izvorima energije uz korištenje Europskog investicijskog fonda rizičnog kapitala, financiranje razvoja geotermalne energije niske entalpije, financiranje proizvodnje industrijske opreme i „ugljikovim“ kreditima (uključujući i zelene certifikate).

Međutim, vrlo rijetko je praksa u Europskoj Uniji da se daju subvencije za razvoj toplana za potrebe grijanja određene regije (*engl. district heating*). Razlog tome je vjerojatno što je za ovo potrebna duboka geotermalna energija, a ona nije svugdje prisutna. Uglavnom područja koja je imaju, imaju i subvencije za njen razvoj.

2.6. Primjeri zemalja članica Europske Unije u potporama korištenja obnovljivih izvora energije

2.6.1. Francuska

U Francuskoj se električna energija iz obnovljivih izvora promiče putem feed-in tarife, premijske tarife te putem natječaja za definiranje razine tarifa. Osim toga, porezne olakšice su također dostupne. Proizvodnja topline putem obnovljivih izvora energije promiče se kroz nekoliko energetskih subvencija, mehanizama porezne regulacije, kao i kroz kredit od nula posto kamate. Glavni program potpore za obnovljive izvore energije koji se koriste u prometu je sustav kvota.

Korištenje mreže za prijenos električne energije iz obnovljivih izvora podliježe općem zakonodavstvu o energiji. Ne postoje posebne odredbe za električnu energiju iz obnovljivih izvora. Što se tiče grijanja i hlađenja, javna distribucija topline u Francuskoj je u nadležnosti lokalnih ili regionalnih vlasti. Postupak priključenja na mrežu istovremeno je i postupak razvoja mreže, budući da se izgradnja postrojenja mora odvijati istodobno s izgradnjom (razvojem) toplinarske mreže.

U Francuskoj se električna energija iz obnovljivih izvora promiče putem feed-in tarife, premijske tarife te, kako je spomenuto, putem natječaja za definiranje razine premijske tarife. Osim toga, porezne olakšice su također dostupne.

Kratak opis sredstva podrške za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije:

- Feed-in tarifa - u Francuskoj se proizvodnja električne energije iz određenih obnovljivih izvora energije promiče putem sheme otkupa. Operatori elektrana na obnovljivu energiju ugovorno imaju pravo na dobavljače (EDF) (*franc. Électricité de France*) i ostale privatne dobavljače. Operator distribucijske mreže obvezan je sklopiti ugovore o kupnji električne energije po cijeni utvrđenoj zakonom.
- Premium tarifa - neki proizvođači obnovljive energije mogu imati koristi od premijske tarife povrh prodajne cijene koju dobivaju na tržištu električne energije, kako bi pokrili troškove svojih postrojenja i osigurali njihovu profitabilnost (takozvani „mehanizam kompenzacije“).

- Natječaj - Francuska vlada raspisuje natječaje za izgradnju postrojenja za obnovljive izvore energije kako bi se postigao ciljani kapacitet postavljen višegodišnjim investicijskim planom (*franc. Programmation Pluriannuelle des Investissements PPI*).
- Mehanizmi porezne regulacije - Električna energija iz obnovljivih izvora potiče se kroz nekoliko poreznih poticaja. Primjerice, osobe koje ulažu u obnovljive izvore energije imaju pravo na povrat poreza na dobit (*franc. Crédit d'Impôt*). Nadalje, osobe koje instaliraju fotonaponske instalacije na zgradama imaju pravo na sniženu stopu PDV-a.

Proizvođači električne energije ugovorno imaju pravo na mrežnog operatora za priključenje obnovljivih izvora energije na mrežu. Operator mreže dužan je zaključiti sporazume o priključenju bez diskriminacije prema određenim operatorima postrojenja, što znači da u Francuskoj za razliku od velikog broja drugih zemalja Europske Unije postrojenja za obnovljivu energiju nemaju prioritet.

Operateri postrojenja mogu ugovorno imati pravo na proširenje mreže ako priključak postrojenja na mrežu zahtijeva proširenje mreže. Operator mreže općenito je dužan proširiti mrežu kako bi osigurao obvezu pružanja javnih usluga (PSO) (*franc. Public de l'Électricité*).

U Francuskoj se proizvodnja toplinske energije putem obnovljivih izvora energije promovira kroz dva sustava energetskih subvencija, dva mehanizma za poreznu regulaciju, kao i kroz odobravanje zajma nula posto kamate.

Kroz sustav subvencije francuska vlada uvela je nacionalni program za potporu kućanstvima s niskim primanjima u termičkoj obnovi svojih zgrada kako bi smanjila gubitke energije nazvane *"habiter mieux"*. Štoviše, postoji fond za toplinsku energiju (*franc. Fonds Chaleur*), koji podržava proizvodnju obnovljive topline putem objavljivanja godišnjih natječaja za velika postrojenja na biomasu.

Proizvodnja topline iz obnovljivih izvora potiče se kroz nekoliko poreznih poticaja. Osobe koje ulažu u obnovljive izvore energije imaju pravo na spomenuti porez na dobit. Nadalje, osobe koje instaliraju određene instalacije za proizvodnju topline u zgradama imaju pravo na sniženu stopu PDV-a.

2.6.2. Njemačka

U Njemačkoj se električna energija iz obnovljivih izvora uglavnom podupire kroz tržišnu premiju. Za većinu postrojenja, nagrada i razina tržišne premije određuju se putem natječaja. Međutim, male elektrane snage do 100 kW i dalje su potpomognute feed-in tarifom. Kriteriji prihvatljivosti i razine tarifa utvrđeni su Zakonom o obnovljivim izvorima energije (EEG) (*njem. Erneuerbare Energien Gesertz*). U 2017. godini EEG-u je dodan dodatak za električnu energiju najmoprimca, koji podržava električnu energiju proizvedenu i potrošenu u istoj stambenoj zgradi.

U Njemačkoj su smjernice za potporu grijanja obnovljivim izvorima energije odredile Program poticanja tržišta (MAP), kojim se utvrđuju programi potpore za promicanje topline proizvedene iz obnovljivih izvora energije. Vladina organizacija BAFA (*engl. Federal Office of Economics and Export Control*) pruža investicijsku potporu za pojedinačne toplinske instalacije kao i za sustave daljinskog grijanja, dok banka KfW nudi kredite s niskim kamatama.

Ne postoji shema potpore koja se posebno odnosi na korištenje obnovljivih izvora energije za sektor prometa. Postoje kvote za smanjenje stakleničkih plinova, koje se mogu ispuniti korištenjem biogoriva. KfW zajam osigurava, između ostalog, potporu komercijalnoj kupnji vodika, hibridnih i električnih vozila, a privatni pojedinci mogu imati koristi od premije pri kupnji takvih vozila.

Postrojenja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora su prioritetno priključena na mrežu. Nadalje, operatori mreže dužni su pri kupnji i prijenosu električne energije dati prednost električnoj energiji iz obnovljivih izvora. Štoviše, oni zainteresirani za proizvodnju električne energije mogu zahtijevati da operater mreže proširi svoju mrežu. Ove posebne odredbe navedene su u Zakonu o dodjeli prioriteta obnovljivim izvorima energije (EEG). Daljnje opće odredbe o energiji propisane su Zakonom o energetici (EnWG).

Njemačka osigurava politiku za promicanje obnovljivih izvora energije koji pokrivaju programe obuke, certificiranja i istraživanja, stvaranje stručnih javnih tijela, potporu mreža daljinskog grijanja i uvođenje obveza izgradnje u pogledu korištenja topline proizvedene iz obnovljivih izvora energije.

Sredstva podrške za proizvodnju električne energije obuhvaćaju feed-in tarifu, zajam (KfW-ov program za energiju vjetra na moru), zajam (KfW-ov program obnovljive energije-premium), zajam (skladište energije KfW-ov program), zajam (KfW program obnovljive energije - standard), zajam i subvenciju (BMU - inovacijski program), premium tarifu, subvenciju (premija fleksibilnosti), subvenciju (doprinos fleksibilnosti), nadoplatu za struju stanara, ponudu (klizna premija).

Sažetak sredstava podrške za obnovljivu energiju u Njemačkoj :

- KfW-ov program obnovljive energije – standard - pruža zajmove s niskim kamatama s fiksnim kamatnim razdobljem od 10 godina, uključujući početno razdoblje bez ulaganja u instalacije u postrojenjima za proizvodnju električne energije.
- KfW-ov program za „offshore" vjetroelektrane - daju se krediti i financiraju paketi potpore tvrtkama koje žele ulagati u „offshore" vjetroelektrane u njemačkoj ekskluzivnoj ekonomskoj zoni ili u zoni 12 nautičkih milja na sjeveru i Baltičkom moru.
- KfW-ov program za energetske zajmove i program zaštite okoliša - pruža zajam za vjetroelektrane na kopnu i fotonaponska postrojenja.
- KfW-ov program obnovljive energije- premium - među ostalim pruža zajmove s niskim kamatama i odobrava potporu za otplatu za postrojenja koja proizvode električnu energiju u dubokim geotermalnim instalacijama, na taj način zakonski obuhvaća korištenje geotermalne energije u područjima u kojima je potrebna skuplja tehnologija.
- KfW-ov program obnovljivih izvora energije „Skladištenje" - podržava korištenje stacionarnih sustava za pohranu baterija, koji se odnose na fotonaponsku instalaciju, koja je priključena na električnu mrežu.
- KfW-ov program obnovljive energije okoliša - pruža, između ostalog, kredite s niskim kamatama za komercijalnu kupnju električnih vozila, vozila s priključcima i vozila na vodik.
- Inovacijski program BMU-a (Federalno ministarstvo okoliša, zaštite prirode i nuklearne sigurnosti) - osigurava kredite s niskim kamatama i subvencije za inovativne pilot projekte za obnovljive izvore energije.
- Bonus za okoliš - kupčeva premija za kupnju vozila na električni pogon, priključak i vodik.

- Nadoplata za struju - fotonaponska postrojenja do 100 kW na stambenim zgradama podržavaju se uz nadoplatu od strane zakupca, ako se električna energija isporučuje i troši unutar same zgrade bez korištenja mreže. Električna energija koja se izvozi u mrežu podupire se poticajnom tarifom.
- Tržišna premija - operateri postrojenja obnovljivih izvora energije koji imaju instalirani kapacitet od 100 kW, a koji nisu obvezni sudjelovati u natječajnim postupcima, podržani su tržišnom premijom za električnu energiju koju izravno prodaju. Iznos tržišne premije izračunava se svaki mjesec.
- Feed-in tarifa - za elektrane snage do 100 kW sustav potpore temelji se na feed-in tarifi koju operator mreže plaća operatorima postrojenja. Visina tarife određena je zakonom i obično se plaća u razdoblju od 20 godina. Operateri postrojenja se također mogu odlučiti za tržišnu premiju. Postrojenja s kapacitetom većim od 100 kW mogu se poduprijeti putem feed-in tarifa u iznimnim slučajevima.
- Natječaji - projekti vjetra na kopnu i na moru, počevši od 750 kW, solarni projekti počevši od 750 kW, postrojenja na biomasu počevši od 150 kW i već postojeća postrojenja na biomasu moraju biti odabrani u postupku natječaja. Postupak natječaja također će odrediti razinu moguće potpore.
- Doplata fleksibilnosti - operateri novih bioplinskih postrojenja mogu zatražiti dodatnu potporu za pružanje kapaciteta za uporabu na zahtjev.
- Premija fleksibilnosti - operatori bioplinskih postrojenja koja su puštena u pogon prije 1.8.2014. godine mogu zatražiti dodatnu potporu za dodatno instalirane kapacitete za uporabu na zahtjev.

Općenito, EEG promiče sve tehnologije koje se koriste za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije. Međutim, kapacitet, mjesto ili upotrijebljeni materijali mogu biti razlog za isključivanje određenih vrsta postrojenja iz sustava potpore. Sredstva podrške za grijanje i hlađenje obuhvaćaju zajmove zahvaljujući KfW-om programu (*Kreditanstalt für Wiederaufbau*) za obnovljivu energiju– premium i standard, obuhvaćaju subvencije kroz investicijske podrške i obuhvaćaju toplinsku potporu za subvenciju, preko BAFA-e. Njemačka je primjer kako različitim sustavima potpora i obuhvaćanjem što većeg broja obnovljivih izvora energije može se stvoriti sustav proizvodnje energije na razini niskougljičnog razvoja.

Zemlje trebaju prepoznati svoje prirodne kapacitete, zakonima odrediti smjer kretanja iz pojedinih izvora, sustavom fondova, poreznih olakšica, subvencijama i premijama poticati

željene kapacitete na proizvodnju. Jasno zakonodavstvo i tipovi poticaja mogu pružiti svakom energetskom gospodarstvu siguran razvoj. Republika Hrvatska, još uvijek, ima nejasano zakonodavstvo vezano za obnovljive izvore, i pruža nedovoljno poticaja za razvoj. Usporedba s Njemačkom Hrvatsku stavlja u nezavidnu poziciju, no počevši ne uspoređujući se s ostalim zemljama članicama, razvijajući kvalitetan sustav i jasne zakone, zahvaljujući prirodnim bogatstvima, možemo razviti zavidan sustav opskrbe energijom unutar vlastitih granica.

2.7. Nedostaci u korištenju obnovljivih izvora energije

Ulaganja u obnovljive izvore energije karakteriziraju se visokim početnim troškovima i niskim operativnim troškovima. Nakon odluke o ulaganju investitori imaju jako malo prostora za prilagodbu mogućim promjenama u regulativi i na tržištu. Politička i regulatorna nesigurnost povećava rizik ulagača. Neke države članice su promijenile svoje sheme potpore za obnovljive izvore energije retroaktivnim promjenama, a to je narušilo povjerenje ulagača. Ulaganje u obnovljive izvore energije je nova industrijska revolucija, koja prati one koji mogu pratiti nju, i regulirana je iz svih smjerova i na svim područjima.

Prevelika bi podrška za obnovljive izvore energije utjecala na konvencionalne elektrane. Neke države članice prioritetni pristup mreži daju energiji iz obnovljivih izvora energije pa su konvencionalna postrojenja potrebna samo u razdobljima najveće potražnje ili niske proizvodnje obnovljivih izvora energije. Jako je teško regulirati količinu energije koja konstantno godišnje može biti na raspolaganju, stoga je bitno imati što veću raznovrsnost izvora. Neke države članice Europske Unije su stoga uvele ili razmatraju uvođenje plaćanja rezervnih proizvodnih kapaciteta koji bi osigurali dostatne količine na vrhuncima potražnje.

U većini država članica, podrška za obnovljive izvore energije u proizvodnji električne energije financira se dodatnim naknadama na račune potrošača električne energije, tako da naknade ne utječu na državni proračun. Poticanje obnovljivih izvora energije ostaje izazov u okruženju u kojem se troškovi proizvodnje mijenjaju drastično. Poticaji koji ne prate troškove proizvodnje, na tržištu električne energije mogu dovesti do nepravilno izračunatih cijena konačne cijene proizvedene električne struje iz obnovljivih izvora. Obnovljivi izvori energije su temelji relativno nove industrije koja još uvijek ide tek prema svom vrhuncu upotrebe, s mnoštvom prilagodbi.

2.7.1. Utjecaj niskougljičnog razvoja na tržište električne energije

Elektroenergetski sustav zahvaljujući klimatskim strategijama, širenju i povezivanju nacionalnih tržišta, uvođenjem sve većeg broja elektrana na obnovljive izvore energije, povećanjem električne energije u opticaju nailazi na poteškoće u reguliranju. Naime, na početku korištenja prvih elektrana obnovljivih izvora nije se znatno utjecalo na promjene unutar tržišta. Uvjeti na tržištu su bili regulirani, a pojedine elektrane na obnovljive izvore nisu izazivale poremećaje unutar tržišta, bile su niskorizične, potpomognute finacijski i bez veće odgovornosti. Danas su elektrane obnovljivih izvora preplavile tržište, i prema strategijama će se širiti i dalje, a time znatno utječu na tržište električne energije, kojemu je teško pratiti moguće promjene zbog varijabilnih izvora koji su uvjetovani vremenskim prilikama. Geotermalna energije je jedini vid energije koji na ovaj način ne bi utjecao na tržište, s obzirom da je njegova proizvodnja konstantna i neovisna o vremenskim uvijetima. Geotermalna energija iz ovog razloga ima ključnu poziciju u budućem energetskom sustavu. Uspješna dekarbonizacija energetskog sustava treba moći održati sigurnost opskrbe, ali i zadržati cijene električne energije pristupačnima.

Sustavi za pohranu energije odigrat će značajnu ulogu u dekarbonizaciji energetskog sektora budućnosti, i to na dva načina. Prije svega, pohrana energije nužna je u sustavima s visokim udjelom nestalnih obnovljivih izvora energije (sunce i vjetar) jer omogućava korištenje pohranjene energije u razdobljima niže raspoloživosti obnovljivog energenta. Osim toga, korištenjem sustava za pohranu energije odgađa se i smanjuje potreba za izgradnjom novih elektrana, jer se pohranjena energija koristi u razdobljima povećanog opterećenja sustava (Energetski institut Hrvoje Požar, 2018.).

3. STRATEGIJA REPUBLIKE HRVATSKE U VIDU NISKOUGLJIČNE PROIZVODNJE

Pristupanjem Europskoj Uniji, i Republika Hrvatska je preuzela zajednički EU cilj smanjenja emisija stakleničkih plinova za 20% do 2020. godine u odnosu na 1990. godinu.

U Republici Hrvatskoj je u tijeku plan izrade energetske strategije za 2030. godinu s pogledom na 2050. Odluka o konačnoj Energetskoj strategiji donijet će se kad se uzmu svi scenariji očekivanog razvoja u obzir, smatra se da će strategijom Republike Hrvatske biti određen okvir smanjenje emisija stakleničkih plinova od 37-44% do 2030. godine usporedno s 1990. godinom te smanjenje od 52 – 77% do 2050. godine. Kako bi se prilagodilo klimatskim promjenama u Hrvatskoj je priložen i Nacrt Strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu s Akcijskim planom, koja predočava i nekoliko problema koji bi se mogli javiti vezani za klimatske promjene.

Glavni očekivani utjecaji koji uzrokuju ranjivost u sektoru energetike su: smanjenje proizvodnje električne energije u hidroelektranama zbog promjene vremenske raspodjele godišnje količine oborina, povećanje potrošnje električne energije za potrebe hlađenja zbog povećanja srednje temperature zraka, smanjenje proizvodnje energije u termoelektranama zbog nedovoljno učinkovitog hlađenja postrojenja (smanjenja srednje godišnje količine oborina), oštećenje energetskih postrojenja i infrastrukture zbog ekstremnih vremenskih događaja poput ledoloma i poplava te smanjenje proizvodnje električne energije u hidroelektranama zbog suše. Energetski potencijal je ovisan o očekivanim klimatskim promjenama i projekcijama klimatskih parametara (temperatura zraka, količina oborine, brzina vjetra, naoblaka i kratkovalno zračenje) (Energetski institut Hrvoje Požar, 2018.).

3.1. Energetska politika obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj

Energetska politika Republike Hrvatske u nadležnosti je Ministarstva zaštite okoliša i energetike. Zakonodavni okvir kojim se uređuje energetski sektor obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj temelji se na slijedećim propisima: Zakon o energiji, Zakon o regulaciji energetskih djelatnosti, Zakon o tržištu električne energije, Zakon o tržištu toplinske energije, Zakonu o Fondu za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost, Zakonu o

obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji, Zakonu o zaštiti zraka, Zakonu o zaštiti okoliša, Zakon o biogorivima za prijevoz i podzakonskim aktima za provedbu tih zakona.

Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske za cilj ima povećanje udjela obnovljivih izvora energije u bruto neposrednoj potrošnji energije na 20% u 2020. godini, a sektorski ciljevi su 35% udjela obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije, 10% udjela obnovljivih izvora u prijevozu, a 20% udjela obnovljivih izvora za grijanje i hlađenje.

Republika Hrvatska ima pogodne prirodne mogućnosti, odnosno prirodne potencijale za iskorištavanje obnovljivih izvora energije. Obnovljivi izvori energije su domaći izvor energije i njihovo je korištenje sredstvo smanjivanja uvozne ovisnosti, poticaj razvoju domaće proizvodnje energetske opreme i usluga te način ostvarenja ciljeva zaštite okoliša (Ministarstvo gospodarstva, 2013.).

3.2. Utjecaj europskih strategija na Republiku Hrvatsku

Europska Unija energetske strategije priprema prema skladu sa svjetskim kretanjima energenata u kojima leži moć današnjih gospodarstava. Da bi pojedina država ili regija ostvarila utjecaj na političkoj sceni svijeta mora upravljati energetskim resursima. Za Hrvatsku, kao i za Europsku Uniju to znači da svoj put mora stvoriti kroz povećano korištenje obnovljivih izvora energije. Ovisnost Republike Hrvatske o uvozu energije se povećava. Danas Republika Hrvatska uvozi preko 50% svojih energijskih potreba. Potrošnja energije će u budućnosti rasti, dok će domaća proizvodnja nafte i prirodnog plina, zbog iscrpljenja ležišta, opadati. Stoga je cilj pravnih akata uspostava zakonskih okvira za povećanjem korištenja vlastitih prirodnih energetskih resursa kao i dugoročno smanjenje ovisnosti o uvoznim energentima. To će se postići raznolikošću korištenih energijskih oblika i tehnologija, raznolikošću dobavnih pravaca i izvora energije te uporabom obnovljivih izvora energije. Sudjelovanjem u Europskim strategijama utjeće se na politiku niskougljične proizvodnje, koja je prema klimatskim udrugama i organizacijama prijeko potrebna.

Republika Hrvatska je najavila da će maksimalno poticati obnovljive izvore energije, ali uz prihvatljive društvene troškove njihove uporabe. U skladu s mogućnostima povećavat će ulaganja u obrazovanje, znanstveno-istraživačke projekte i razvoj s ciljem razvoja i podizanja sposobnosti domaće industrije i usluga sukladno rješenjima visokih tehnologija.

Razvoj energetskog sektora zahtjeva i stručnjake različitih profila, koji će biti školovani i osposobljeni za rad s novim tehnologijama.

3.3. Pravni okvir za elektrane obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj

Republika Hrvatska zakonima i uredbama nastoji potaknuti korištenje obnovljivih izvora energije radi raznovrsnosti energetskog sustava, niskougljične proizvodnje i zadovoljavanja kriterija Europske Unije. U Hrvatskoj je na snazi Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovite kogeneracije.

Ovaj zakon uređuje:

- planiranje i poticanje proizvodnje i potrošnje električne energije proizvedene u proizvodnim postrojenjima koja koriste obnovljive izvore energije i visokoučinkovitu kogeneraciju;
- utvrđuje mjere poticanja za proizvodnju električne energije korištenjem obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije;
- uređuje provedbu sustava poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije;
- uređuju pitanja izgradnje postrojenja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije na državnom zemljištu
- uređuje vođenje registra obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije za projekte, nositelje projekata i povlaštene proizvođače električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije;
- uređuje pitanje međunarodne suradnje u području obnovljivih izvora energije te se uređuju druga pitanja od važnosti za korištenje obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije (NARODNE NOVINE, 2018.).

Obavljanje energetskih djelatnosti te pravni status i odgovornosti sudionika na tržištu električne energije određeni su Zakonom o tržištu električne energije i Zakonom o energiji te propisima donesenim radi njihove provedbe. Od 2016. godine područje obnovljivih izvora energije uređuje novi, spomenuti, Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji kojim je izvan snage stavljen Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije i postojeći sustav poticanja

(uz izuzetak već sklopljenih ugovora s HROTE-om). Novim zakonom je trebao biti uveden sustav poticanja tržišnom premijom i zajamčenom otkupnom cijenom (Energetski institut Hrvoje Požar, 2018.).

Za sudjelovanje u dobivanju poticaja zbog korištenja obnovljivih izvora energije u svrhu proizvodnje električne energije za bilo kojeg željnog sudionika bitno je potvrditi se statusom povlaštenog proizvođača električne energije. Da bi se proizvođač električne energije iz obnovljivih izvora kvalificirao za otkup po poticajnoj tarifi, treba dobiti status povlaštenog proizvođača. Rješenje o statusu povlaštenog proizvođača izdaje Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA). Ministarstvo gospodarstva definira administrativni postupak stjecanja statusa povlaštenog proizvođača električne energije, te je s tim ciljem donesen Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije kao i nekoliko njegovih dopuna. U skladu s tim Pravilnikom, Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA) je dužna, na temelju podnesenog urednog zahtjeva i ispunjavanja uvjeta iz pravilnika, izdati rješenje o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača.

Hrvatska je prvo uvela zajamčene tarife (*engl. feed-in tariffs*) kao poticajnu mjeru za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije, no promjenama zakona 2016. godine to se promijenilo i od tada su na snazi poticajne mjere i u obliku tržišnih premija. Zakonom se dakle u Hrvatskoj potiče korištenje električne energije iz obnovljivih izvora putem premijske tarife i zajamčene otkupne tarife i to za instalacije manje od 30 kW. Do početka 2019. godine nije organiziran ipak nijedan natječaj zbog kašnjenja u donošenju potrebnih podzakonskih akata. Predviđeni su i povlašteni zajmovi i subvencije za projekte obnovljive energije.

Kao nadopuna Zakonu o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovite kogeneracije, donesen je i prijedlog nacrta Uredbe o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija. Ova uredba bi definirala maksimalne zajamčene otkupne cijene i naknade koje plaćaju članovi EKO bilančane grupe, koja je stvorena promijenama Zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovite kogeneracije. EKO bilančane grupe čine svi proizvođači električne energije i druge osobe koje obavljaju djelatnost proizvodnje električne energije, a koje imaju pravo na poticajnu cijenu sukladno sklopljenim ugovorima o otkupu električne energije s HROTE-om. NA čelu svake EKO bilančane grupe nalazi se HROTE s obvezom vođenja EKO bilančane grupe, planiranja proizvodnje i prodaje. HROTE je obvezan snositi troškove energije uravnoteženja

prema operatoru prijenosnog sustava, a troškove snosi iz novčanih sredstava prikupljenih u sustavu poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i kogeneracije, osim jednog dijela troška, a taj se podmiruje iz mjesečne naknade koju će plaćati članovi EKO bilančane grupe (HROTE,2019.).

Donošenje ove uredbe o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija je bitno radi početka rada EKO bilančanih skupina te obračuna njihovih naknada za odstupanja od najavljenje proizvodnje. Ova odredba regulira pitanje premija, koje su nastavak poticajnih utjecaja na primjenu obnovljivih izvora energije, nakon korištenja zajamčenih otkupnih tarifa. Sustav dobivanja premija funkcionira na temelju natječaja, kao i natječaj za poticanje zajamčenom cijenom prema raspoloživim kvotama. Prvi natječaji otvoreni za premiju najavljeni su početkom 2019. godine.

U konačnici poticajne cijene za korištenje obnovljivih izvora za proizvodnju energije plaćaju krajnji korisnici električne energije, kroz posebnu naknadu na računu za električnu energiju, definiranu Odlukom o naknadi za obnovljive izvore energije i visokoučinkovite kogeneracije iz 2017. godine. Njome je definirana visina naknade za obnovljive izvore energije i visokoučinkovitu kogeneraciju, sukladno strateškim ciljevima Republike Hrvatske koji se odnose na udio obnovljivih izvora energije i kogeneracije u ukupnoj potrošnji električne energije, vodeći računa o stanju na energetskom tržištu Republike Hrvatske i troškovima proizvodnje električne energije iz proizvodnih postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i visokoučinkovitih kogeneracijskih postrojenja. Stoga su svi krajnji kupci dužni plaćati naknadu za poticanje, uz sve ostale naknade čije je plaćanje definirano Zakonom o energiji. Visina naknade trenutno iznosi 0,105 kn/kWh za sve krajnje kupce električne energije. Razvoj obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj stoga možemo svesti na prisilnu zakonsku mjeru poticaja krajnjih potrošaća.

4. GEOTERMALNA ENERGIJA

Geotermalna energija je obnovljivi izvor energije koji koristi toplinu koju Zemlja posjeduje u svojoj unutrašnjosti. Neke primjene geotermalne energije koriste Zemljine temperature blizu površine, dok druge zahtijevaju bušenje miljama u dubinu zemlje. Postoje tri glavne vrste sustava geotermalne energije: izravna uporaba i sustavi daljinskog grijanja, elektrane za proizvodnju električne energije, geotermalne toplinske pumpe. Geolozi imaju različite metode pronalaska geotermalnog potencijala. Bušenje i testiranje temperature na dosegnutim dubinama najpouzdanija je metoda određivanja geotermalnog potencijala. Europski kontinent karakterizira niska do umjerena vrijednosti protoka topline. Ovaj parametar varira od 30-40 mW/m^2 unutar najstarijeg dijela kontinenta do 60-80 mW/m^2 unutar alpskog sustava. Relativno visoke vrijednosti od 80-100 mW/m^2 javljaju se unutar seizmičkih i tektonskih aktivnih južnih područja Europe. Slične vrijednosti prijavljene su i iz nekih drugih regija, primjerice Pannonskog bazena (Kepinska, 2008.).

Geotermalne elektrane ne troše gorivo za proizvodnju električne energije, tako da su razine onečišćujućih tvari koje uzrokuju onečišćenje zraka jako niske. Geotermalne elektrane emitiraju 97% manje sumpornih spojeva koji uzrokuju kisele kiše i oko 99% manje ugljičnog dioksida od elektrana slične veličine. Geotermalne elektrane koriste uređaje za uklanjanje sumporovodika koji se prirodno nalazi u geotermalnim ležištima. Većina geotermalnih elektrana vraća geotermalnu paru i vodu koju koriste natrag u zemlju te to recikliranje pomaže obnoviti geotermalna ležišta.

Geotermalna energija je široko dostupna niskougljična, održiva energija koja ima potencijal za širu uporabu i potencijal za ispunjavanje ciljeva Europske Unije u niskougljičnom razvoju. Trenutačna upotreba geotermalnih resursa razlikuje se uvelike među zemljama, a utvrđeno je da za bolji razvoj su značajni bolji regulatorni, financijski i tehnički režimi u razvoju sektora geotermalne energije.

4.1. Istraživanje geotermalnih izvora u Europskoj Uniji

Istraživanje i tehnologija igraju važnu ulogu u porastu korištenja geotermalne energije, osobito u razvoju EGS sustava (*eng. Enhanced Geothermal Systems*) koji ciljaju na eksploataciju zemljine topline za proizvodnju električne energije bez prirodnih resursa vode.

Projekt DEEPEGS iz 2016. godine je demonstracijski projekt koji podupire Europska komisija. Cilj je projekta bio dokazati izvedivost poboljšanog geotermalnog sustava (EGS) za isporuku energije iz obnovljivih resursima u Europi. To je četverogodišnji projekt koji predvodi Island u suradnji s partnerima iz Francuske, Njemačke, Italije i Norveške.

Projekt testira tehnologije za EGS u dubokim bušotinama u različitim geološkim uvjetima, koje će dati nova inovativna rješenja i modele za šire korištenje EGS-a s dovoljnom propusnosti za ostvarivanje značajnih količina geotermalne energije diljem Europe. Projekt ima devet ključnih dokumenata, od kojih svaki pokriva po jedno značajno područje za razvoj EGS-a. Dokumet "Poslovne strategije i eksploatacije" je odgovoran za razvoj poslovnih modela i planova za buduće iskorištavanje i tržišne zahtjeve. Ovaj dokument obuhvaća informacije o procjeni rizika, informacije o okolišu i analizu perspektive životnog ciklusa te ih koristi za provedbu aktivnosti za ublažavanje opasnosti. "Komunikacije" koje se bave problemima društva povezane su s dokumentom devet, koji je usmjeren na različite zainteresirane strane. Cilj dokumenta je poboljšati svijest i javno prihvaćanje EGS-a, informirati o prednostima za opću sigurnost i pokazati potencijal za otvaranje novih radnih mjesta.Ostali dokumenti bave se tehničkim inovacijama, gdje će inovacijske i istraživačke aktivnosti razvijene u DEEPEGS biti usmjerene na specifične točke koje su vrlo relevantne za razvoj EGS-a.

Od 2002. godine Europska Unija financira oko 10 projekata ukupnog budžeta preko 20 mil.eura. Investiranje Europske Unije u napredne geotermalne sustave potvrda je da Europska Unija nastoji s vremenom podići korištenje raznovrsnih izvora obnovljive energije na visoku razinu te da je svijesna da je glavna moguća energetska prednost Europske Unije raznovrsnost njenih izvora. Razvoj novih tehnologija za korištenje geotermalnih izvora u Europskoj Uniji bitno je da bi se proizvodnja iz geotermalnih izvora obavljala i iz kapaciteta koji nisu najidealniji za pridobivanje energije. Razvoj nove tehnologije utjecao bi na sigurniju i raznovrsniju opskrbu.

U rujnu 2008. godine projekt GEOFAR, koji financira EU, pokrenulo je osam partnera iz pet europskih zemalja (Njemačka, Francuska, Grčka, Španjolska i Portugal) u okviru programa Inteligentna energija II, u trajanju od 30 mjeseci. Svi partneri su shvatili da duboka geotermalna energija ima visok potencijal, ali da je njezina eksploatacija vrlo teška.

To je osobito posljedica netehničkih (financijskih) barijera i nedostatka svijesti među donositeljima odluka koji ometaju ulaganja u geotermalne elektrane i industrijske geotermalne primjene.

Općenito govoreći, projekt GEOFAR slijedi niz smjernica kako bi postigao svoj cilj poticanja proizvodnje energije iz dubokih ležišta geotermalne energije diljem Europe:

- Smanjenje financijskih barijera koje ometaju početne faze projekata geotermalne energije kroz razvoj i predlaganje odgovarajućih shema financiranja. To pomaže poticanju ulaganja u geotermalnu energiju;
- Promicanje i podizanje svijesti o novim industrijskim geotermalnim primjenama. Ove aktivnosti za podizanje svijesti uglavnom su usmjerene prema lokalnim i regionalnim donositeljima odluka i drugim potencijalnim dionicima;
- Sve veće razmatranje geotermalne energije kao održivog, konkurentnog i sigurnog izvora energije u europskim komunikacijama i direktivama. To se postiže pravnim putem i novim ili izmijenjenim EC direktivama i komunikacijama u kojima se geotermalna energija na odgovarajući način smatra relevantnim sredstvom za postizanje održivog, konkurentnog i sigurnog energetskog portfelja u Europi;
- Poboljšanje znanja i svijesti među donositeljima odluka u regiji kroz razmjenu iskustava među ciljnim skupinama;
- Širenje svih nalaza i rezultata što je više moguće kako bi se osiguralo da maksimalni broj lokalnih i regionalnih donositelja odluka dobije vrijedne informacije za procjenu prednosti geotermalne energije za lokalno/regionalno gospodarstvo.

Projekt GEOFAR *(engl. Geothermal Finance and Awareness in European Regions*) prikazuje veliki potencijal duboke geotermalne energije koji još nije u velikoj mjeri iskorišten. Posebno netehničke (financijske) prepreke i nedostatak svijesti o korištenju geotermalne energije sprečavaju proizvođače od ulaganja u geotermalne elektrane i industrijsku geotermalnu energiju.

Kako je spomenuto GEOFAR projekt nastoji smanjiti financijske prepreke u početnim fazama projekata geotermalne energije razvijanjem odgovarajućih shema financiranja za poticanje razvoja i ulaganja.. GEOFAR također ima za cilj podizanje svijesti o razvoju industrijske geotermalne energije promjenama u razumijevanju i ponašanju lokanih i regionalnih donosioca odluka kao i ključnim ulagačima (u ciljanim zemljama Njemačkoj,

Francuskoj, Grčkoj, Španjolskoj, Portugalu, Bugarskoj, Slovačkoj i Mađarskoj) na način da se organiziraju , primjerice, seminari za razmjenu znanja.

GEOFAR je predložio sustav za smanjenje geotermalnog rizika, GeoRiMi (*engl. Geothermal Risk Mitigation Scheme*), koji može olakšati upravljanje projektima geotermalne energije za lokalne i regionalne vlasti i pridonijeti prevladavanju glavnih financijskih barijera u ranim fazama energetskih projekata geotermalne energije. Financijsku shemu procijenili su financijski stručnjaci. GeoRiMi pruža subvencije i jamstva za duboku fazu istraživanja i bušenja geotermalnih projekata.

GEOFAR također promiče sheme financiranja za različite vrste geotermalne primjene, uključujući one s niskom i srednjom entalpijom okruženja. Očekuje se da će uspješnom provedbom GeoRiMi brojni geotermalni energetski projekti imati koristi od ovog inovativnog financijskog instrumenta te da se on može iskoristiti za poticanje geotermalnog sektora diljem Europe. Intenzivne rasprave sa stručnjacima iz sektora financiranja geotermalne energije u sklopu projekta GEOFAR pokazale su da je EU na pravom putu u ostvarivanju općeg cilja, a to je smanjenje financijskih prepreka koje uobičajeno utječu na početne faze razvoja geotermalnih projekata. To se može postići punim razvojem i primjenom predloženog GeoRiMi instrumenta.

4.2. Poticaj Europske Unije za korištenje geotermalne energije

Europski projekt GEOELEC 2013. godine izradio je europsku kartu s prikazom lokacija geotermalnih resursa koji se mogu razviti do 2020., 2030. i 2050. godine.

Procjena resursa geotermalnog potencijala za proizvodnju električne energije proizvod je integracija postojećih podataka koje su pružile zemlje Europske Unije i metodologije koja se izvela iz tada najnovije kanadske, australske i američke metodologije. Projekt se razvijao od 2011. godine do 2013. Kada je proizvodnja geotermalne električne energije u Europskoj Uniji iznosila 6 TWh.

Predviđanja iz 2013. godine su sljedeća :

- NREAP-e (*engl. National Renewable Energy Action Plan*) predviđaju proizvodnju u Europskoj Uniji od otprilike 11 TWh u 2020. godini;

- Ukupni europski geotermalni potencijal električne energije u 2030. godini prema predviđanjima iznosi 174 TWh;
- Ekonomski potencijal potom raste na više od 4000 TWh u 2050. godini.

Cilj projekta GEOELEC je bio uvjeriti donositelje odluka o potencijalu geotermalne električne energije u Europi, kako bi se stimulirale banke i investitori u financiranju geotermalnih energetskih instalacija i konačno kako bi se privukli ključni potencijalni investitori kao što su naftne i plinske tvrtke te elektroenergetske tvrtke da ulažu u geotermalnu energiju. Akcijski plan koji će se razvijati prema uklanjanju netehničkih prepreka za geotermalnu električnu energiju trebao bi privući pozornost politike i industrije, dajući prostora geotermalnoj energiji i uvjeravanjima tvrtki koje tražu koristi od ulaganja u energetske tehnologije. Ovaj projekt također ima za cilj učinkovito predstavljanje potencijalnog doprinosa geotermalne električne energije u svim zemljama EU-27, za kratkoročnu i srednjoročnu perspektivu. Strategija za postizanje tih ciljeva razrađena je u opisu tehničkih, financijskih, pravnih, socijalnih i ekoloških pitanja te predstavljanjem konkretnih rješenja. Posebno se pozornost posvetila osposobljavanju novih stručnjaka u tom sektoru i otvaranjima radnih mjesta.

GEOELEC podupire ciljeve energetske politike za Europu čiji je cilj imati 30 - 35% električne energije iz obnovljivih izvora do 2020. godine te doprinosi izgradnji energetske kombinacije s više obnovljivih izvora energije. GEOELEC pomaže u osiguravanju sigurnosti opskrbe energijom u Euroskoj Uniji uklanjanjem netehničkih barijera i pomaganjem razvoja električne energije EGS-om, koji je značajan za iskorištavanje obilnog potencijala obnovljivog izvora energije.

Ciljevi projekta GEOELEC:

- stvoriti svijest o geotermalnoj (EGS) električnoj energiji među političkim tijelima, javnosti i potencijalnim investitorima;
- poboljšati znanje o prednostima geotermalne energije među financijskim akterima;
- uklanjanje regulatornih prepreka;
- povećati javno prihvaćanje projekata geotermalne energije;
- analizirati i pratiti zapošljavanje i stvaranje radnih mjesta.

Strateški ciljevi GEOELEC projekta:

- pomoći ostvarivanje nacionalnih ciljeva obnovljive energije;

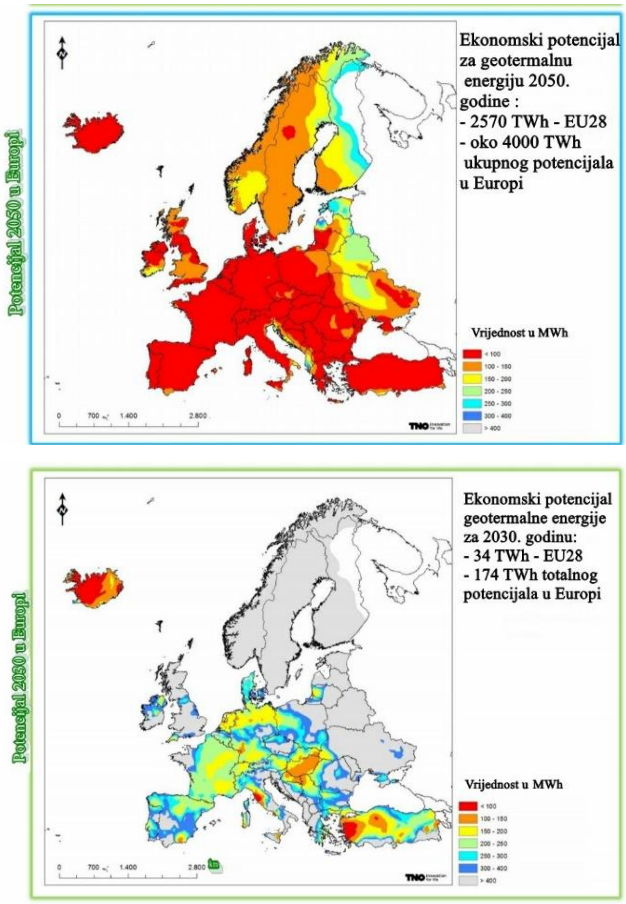
- učinkovito poboljšati kombinaciju obnovljive energije u EU;
- dobiti podršku opće javnosti;
- smanjiti troškove proizvodnje geotermalne energije.

Geotermalna električna energija je doživjela značajan rast u zadnjih nekoliko godina i uvelike povećala ukupnu instaliranu snagu. Prema Nacionalnim akcijskim planovima za obnovljive izvore energije država članica Europske Unije, kapacitet će rasti od 0,9 GWe instaliranih u 2013. na 1,4 GWe u 2020. godini. Podaci GEOELEC-a predviđali su proizvodnju geotermalne električne energije u 2020. od 11 TWh. U cijeloj Europi će se ukupna proizvodnja povećati s 11,4 TWh na 16,7 TWh, s velikim povećanjem i brzim rastom turskog i islandskog tržišta.

Smatra se da je potencijal geotermalne energije znatno veći, no službene informacije o tome još nisu dostupne. Podaci o geotermalnom potencijalu su raspršeni po različitim institucijama i velikim dijelom se temelje na predviđanjima, a ne na dokazanim rezervama.

Predviđanja za korištenje geotermalne energije, s obzirom na predviđeni potencijal, su izrazito velika, te neki smatraju da će gospodarski potencijal geotermalne energije u Europskoj Uniji 2050. godine biti približno 2600 TWh, odnosno uzevši u izračun Island, Tursku i Švicarsku, spomenuti potencijal od 4000 TWh.

Na slici 4-1. prikazan je porast geotermalanog potencijala na području Europe, zahvaljujući novim istraživanjima i razvojem novih tehnologija. Projekt GEOELEC koji je financirala Europska Unija nastojao je prikazati neiskorištenu mogućnost korištenja obnovljive energije koji je prisutan i nedovoljno iskorišten na području Europe, a o kojem ovisi energetska slika Europske Unije.



Slika 4-1. Prikaz pozitivnih predviđanja geotermalnog potencijala u 2050. i 2030. godini (GEOELEC, 2013.)

Projekt GTE-H (*engl. Geotermal Regulation - Heat*), koji je nastavak europskih projekata, kao što su K4RES-H za sektor obnovljive energije, ostvaren je zbog regulacije geotermalne energije za toplinu u Europskoj Uniji. GTR-H predlaže financijske sheme potpore korištenja geotermalne energije. Analiza postojećih regulatornih okvira za geotermalnu energiju u državama članicama potvrdila je da učinkovita regulacija geotermalne energije treba veliku zakonodavnu osnovu. To se može postići novim politikama, izmjenama postojećeg zakonodavstva, uvođenjem novog zakonodavstva ili kombinacijom. Postojeće zakonodavstvo za prirodne resurse, ugljikovodike, rudarstvo, geologiju, podzemnu vodu ili planiranje može obuhvaćati aspekte istraživanja ili razvoja geotermalne energije ili zakonodavstvo posebno za geotermalnu energiju. Izbor će ovisiti o opsegu postojećeg zakonodavstva ili može biti pitanje nacionalne politike.

Sustavi financijskog poticaja (FIS) imaju ključnu ulogu u promicanju razvoja nacionalnih plitkih i dubokih geotermalnih energetskih potencijala za grijanje i hlađenje. Financijski poticaji nacionalnih vlada u Europi su znatno olakšali rast i razvoj nacionalnih geotermalnih sektora, što je rezultiralo i dubinskim geotermalnim aktivnostima. Važan element u dizajnu financijskih poticaja za obnovljive izvore energije je da se u okviru različitih mogućnosti obnovljivih izvora podiže razina. To podrazumijeva da bi geotermalna energija trebala primati poticaje slične potpori koju su primili drugi obnovljivi izvori energije u obliku financijske pomoći za početne studije izvedivosti, bespovratna sredstva, kamatnih stopa, osiguranje od rizika, povlaštena stopa PDV-a, tarife. Važno je da su sustavi financijskog poticanja odgovarajuće osmišljeni i provedeni u srednjem i dugoročnom roku. Na sustav financijskih poticaja trebali bi biti dodane odgovarajuće mjere u područjima osposobljavanja, standarda i dostupnosti informacija. Ključni pozitivni učinci dobro osmišljenih i upravljanih programa financijskih poticaja su:

- smanjenje unaprijed povezanih troškova ulaganja i rizika za korisnike;
- promijenjena percepcija geotermalnih energetskih sustava od strane potrošača i lokalnih tijela te rezultirajuće prelazak na povećanu primjenu tih sustava.

Pozitivnim sustavima financijskog poticanja zaključeno je da pristojbe za licenciranje i naknade za korištenje geotermalne energije bi trebale biti minimalne. Razina pristojbi treba uzeti u obzir niži povrat ulaganja iz geotermalnih energetskih sustava u usporedbi s, recimo, ugljikovodicima i rudarstvom, te korisnim značajkama geotermalne energije kao niskog ugljika, održivog energetskog resursa. Sve naknade za dozvole za istraživanje trebaju biti minimalne. Ne bi trebalo biti drugih naknada na posebne aktivnosti (kao što je bušenje) koje se provode u okviru programa istraživanja. Naknade se ne smiju primjenjivati na proizvodnju energije iz geotermalnih sustava (plitkih ili dubokih) jer se geotermalna toplinska energija kontinuirano nadopunjava (obnovljiva je) i stoga ne smije tretirati kao konvencionalan izvor. Naknade se ni smiju primjenjivati za duboke geotermalne pogone za proizvodnju energije, posebno ne u onim zemljama gdje pridonosi ispunjavanju ciljnih vrijednosti obnovljivih izvora energije, koji su definirani u svakoj državi članici EU. Trošak bušenja trebalo bi minimalizirati prilikom bušenja geotermalnih bušotina, ovakav način treba uzeti u obzir za razdoblje od 15 do 20 godina kako bi se uspostavio siguran sektor.

Za razvoj i duboko istraživanje geotermalnog potencijala treba osigurati rizični fond kao garanciju. Ova vrsta fonda obično pokriva rizik povezan s istraživanjem i procjenom resursa.

Geološki rizik postoji posebno na mjestima samo djelomično poznatih podpovršinskih uvjeta: geotermalni resurs može biti ispod očekivanja ili primjerice brzina protoka može biti nedovoljna itd. Programi pokrivenosti rizikom trebali bi nastojati pokriti nadoknadu odgovarajućeg postotka početnih ulaganja.

Nacionalno pravo oporezivanja trebalo bi biti osmišnjeno kako bi se promicala kapitalna ulaganja u geotermalnu energiju (npr.: Porezni poticaji za obnovljive izvore energije, povlaštena stopa PDV-a za prodaju topline iz geotermalnih izvora). Ostale obnovljive energetske resurse aktivno potiču nacionalne vlade u Europi. Poticaji za isporuku topline iz obnovljivih izvora energije, kao što je geotermalna energija, trebala bi se poticati niskim stopama PDV-a i/ili zelenim certifikatom za proizvođače toplinske energije geotermalnog i obnovljivih izvora.

Bespovratna sredstva ili drugi programi financijske potpore trebali bi biti dostupni za ugradnju malih geotermalnih sustava. Poticaji za velike geotermalne energetske sustave trebali bi biti dostupni na pojedinačnoj osnovi podvrgnuti procjeni mjerodavnog nacionalnog tijela projicirane proizvodnje energije i energetskog učinkovitosti sustava. Kaskadno korištenje i integrirani sustavi trebaju se poticati putem odgovarajućih financijskih poticaja.

Procjene projekata za financijske poticaje moraju se temeljiti na tržišnim prihvaćenim definicijama za resurse dugoročne geotermalne energetske proizvodnje. Ti bi poticaje trebali biti dostupni nakon što su početni podaci o proizvodnji podneseni odgovarajućoj Nacionalnoj agenciji. Administrativni postupci za podnošenje zahtjeva za programe financijskog poticaja trebali bi biti što je moguće jednostavniji.

Nacionalna, regionalna i lokalna tijela vlasti trebala bi promicati razvoj projekata iz dubokih geotermalnih energija tako da financijski poticaji budu dostupni za fazu razvoja projekta.

Povlaštena stopa PDV-a za prodaju topline iz operativnih geotermalnih elektrana trebala bi biti ispod visokih tekućih stopa od 16%, 19%, 21,5%, 22% i 22,5% primjenjivih u nekim državama članicama EU. Stope PDV-a trebale bi biti osmišljene tako da ne potiču korištenje fosilnih goriva nego da pužaju mogućnost konkurentne geotermalne energije.

Geotermalna energija može uvelike utjecati na potrošnju energije unutar industrijskih područja. Projekt razvijen da bi se prikazala mogućnost korištenja geotermalne energije u industriji je IGEIA projekt (*engl. Integration of Geothermal Energy into Industrial Applications*). Cilj projekta je pomoći razvoju geotermalnog grijanja i hlađenja industrijskih

područja. Zaista, industrijski sektor nudi vrlo atraktivnu metu za geotermalnu upotrebu, no broj primjera u Europi je mali. Glavne prepreke na ovom tržištu je nedostatak primjera, pa se ovim projektom željelo pokazati industriji da je geotermalni sustav moguć i da je pritom jeftiniji od konvencionalne energije. Pet partnera u Portugalu, Francuskoj, Njemačkoj, Švedskoj i Estoniji pokrivaju tri glavna klimatska uvjeta u Europi: mediteranska, umjerena i nordijska. Projekt je najprije proučio instalaciju geotermalnog sustava u Njemačkoj, Francuskoj i Švedskoj na 3 industrijske lokacije: supermarketi, tvornica cijevi i trgovački centar. Potom se pokušalo prilagoditi geotermalnu energiju i prikazati pozitivne strane korištenja i konačno pokušalo se ponoviti ove primjere u Portugalu i Estoniji kako bi se potvrdili podaci. Rezultati IGEIA projekta su :

- prikaz lokalnih uvjeta za instaliranje geotermalnog grijanja i hlađenja;
- studije koje pokazuju kako instalirati geotermalnu energiju na industrijske lokacije;
- opis potencijalnog tržišta geotermalne energije u industrijskom sektoru;
- studija izvedivosti geotermalne primjene;
- aktivnosti širenja geotermalnog potencijala i njegove prednosti za industrijski sektor.

Prva važna naučena lekcija iz IGEIA projekta uključuje financijske poticaje koji se mogu dodijeliti za pomoć industrijama u integriranju geotermalne energije. To bi bilo rješenje za relativno visoke investicijske troškove. Bilo je ključno informirati ključne aktere o mogućnosti njihovog ostvarivanja pomoću financiranih projekta, te je bilo značajno predočiti kako se prijaviti za dobivanje subvencija.

Održani projektni sastanci pružili su veliku priliku za raspravu o upravljanju projektima, ali i za dijeljenje informacije o različitim tehnikama. Održana je prezentacija s nekoliko inovativnih alata, kao što su softver za simulaciju, aplikacije (pohranjivanje podzemne toplinske energije), test toplinskog odziva. Na taj način naučilo se o drugim tehnologijama razvijenim diljem Europe.

Rezultati za klimatske uvjete Mediterana pokazali su da korištenje geotermalne energije nije isplativo, osim ako istovremeno postoje potrebe za hlađenjem i grijanjem. Prema tome, geotermalni sustav bio bi dizajniran za pružanje minimalnih potreba na gradilištu.

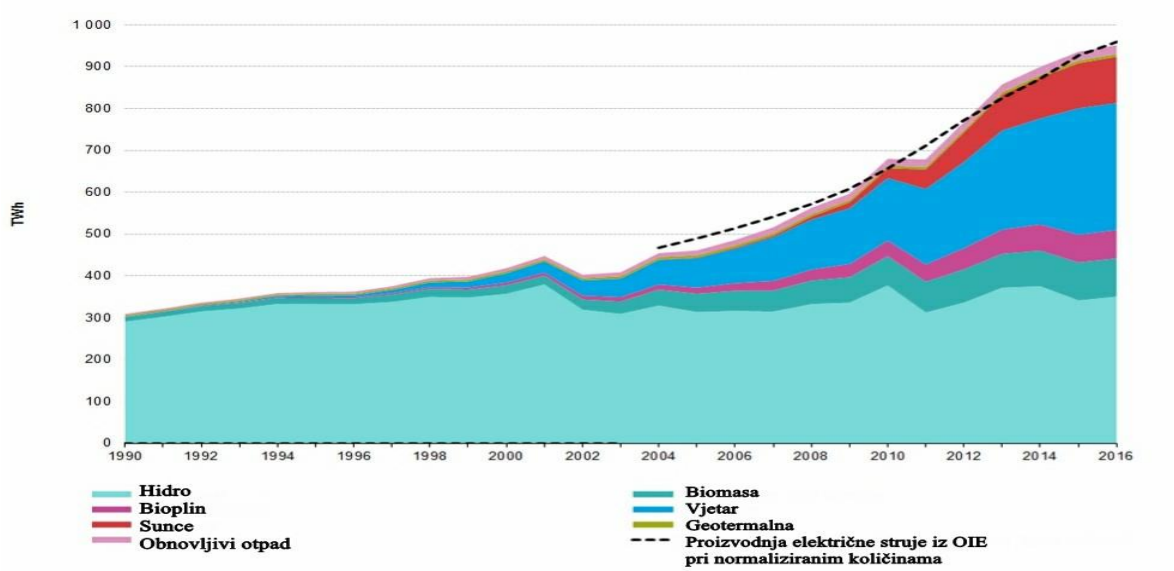
4.3. Geoelektrane u Europi

Najveći udio instaliranih snaga geotermalne energije imaju Island, u količini od 708 MW instaliranih kapaciteta geoelektrana, Italija, koja ima 913 MW instalirane snage geotermalnih elektrana te Turska, koja prednjači s 1131 MW instalirane snage. Treba naglasiti da je razvoj i proizvodnja električne energije iz geoelektrana u ovim zemljama opravdana visokim geotermalnim resursima, te su se geotermalne tehnologije razvijale neovisno o energetskim strategijama ili zahtjevima.

Kako je spomenuto prema procijenama NREAP (*engl. National Renewable Energy Action Plan*) proizvodnja električne energije iz geoelektrana 2020. godine trebala bi dosegnuti 11 TWh. Geotermalna energija još je uvijek u izrazito malom omjeru prisutna u proizvodnji električne energije, no zahvaljujući razvojima gospodarstva, inovativnim konceptima bušenja i smanjenjem troškova predviđa se njen velik gospodarski rast.

Island je specifična europska zemlja koja 25% – 30% ukupne proizvodnje električne energije dobije iz geotermalnih izvora. Island je 2014. godine otprilike 85% primarne energetske upotrebe dobio iz obnovljivih izvora energije, od toga 66% geotermalne. Proizvodnja električne energije značajno se povećala u posljednjih nekoliko godina, kao rezultat brzog širenja industrije i razvitka.

Kako je već spomenuto u 2016. godini proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora doprinijela je oko trećine u ukupnoj proizvodnji električne energije. Geotermalna energija je još uvijek u malom omjeru prisutna u proizvodnji električne energije. Na slici 4-2. se vidi odnos korištenja geotermalane energije u odnosu na druge oblike obnovljive energije, koji je gotovo zanemariv.



Slika 4-2. Udio obnovljivih izvora energije u proizvodnji električne energije (Eurostat, 2017.)

Inovativne tehnologije otključale su nova područja za proizvodnju geotermalne električne energije, ali im je potreban pravni i financijskih okvir koji će se omogućiti da europski sektor električne energije bude u cijelosti niskougljični. Utvrđivanje odgovarajućeg okvira za pojavu novih fleksibilnih obnovljivih tehnologija je potrebno za dekarbonizaciju energetskog sektora, a trenutačna proizvodnja obnovljivih izvora energije pokazala je da se to može dogoditi brzo kada su uvjeti pravi.

5. GEOTERMALNI POTENCIJAL U REPUBLICI HRVATSKOJ

Potencijal Republike Hrvatske jasno se ograničava na područje kontinentalne Hrvatske. No, geotermalna energija na tom području većim se dijelom koristi za ljekovite i medicinske svrhe nego za proizvodnju električne ili toplinske energije. Geotermalna istraživanja provode se od sedamdesetih godina prošlog stoljeća na području Republike Hrvatske, no danas bi uz dodatna ulaganja u istraživanje trebalo podrobnije istražiti i ustvrditi potencijal, a istraživanje, koje može značiti i nedovoljan kapacitet, još je previše skupocjeno i nije potaknuto financijskim potporama. INA-Naftaplin je 1970-ih godina započela s istraživanjem rezervi nafte i plina na poljima u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Istražne bušotine pokazale su postojanje izvora tople vode, kao usputni rezultat, s obzirom da su se bušenja vršila za dokazivanje ležišta ugljikovodika Najviše istražena ležišta, a ujedno i ležišta s najvišom temperaturom geotermalnog fluida su ležišta u blizini Koprivnice (Kutnjak-Lunjkovec) i Bjelovara (Velika Ciglena). Osim navedenih geotermalnih nalazišta postoje još Bizovac, Draškovec, Babina Greda, Ferdinandovec i Ivanić. Značajna je proizvodnje geotermalne buštine u jugozapadnom dijelu grada Zagreba koja proizvodi vrlo veliku količinu geotermalne vode temperature 80 °C. Jedan dio bušotina predviđen je za zagrijavanje sveučilišne bolnice, a iz ostalih bušotina proizvodi se geotermalna voda za zagrijavanje Sportsko rekreacionog centra Mladost. Na slici 5-1. su prikazani geotermalni izvori kontinentalne Republike Hrvatske iz 2011. godine.



Slika 5-1. Prikaz geotermalnih izvora u RH izraženim vrijednostima temperatura nalazišta izraženim u °C (Šumonja, 2011.)

U Hrvatskoj je značajan srednjetemperaturni geotermalni potencijal, iz srednjetemperaturnih ležišta temperatura od 100 °C do 200 °C, te se jedino iz takvih ležišta može iskorištavati geotermalna energija za grijanje prostora te za proizvodnju električne energije. Iz niskotemperaturnih ležišta, temperatura 65 do 100 °C, može se grijati prostore, kao što je slučaj u primjerima geotermalnih bušotina u Zagrebu. Svi geotermalni potencijali temperature manje od 65 °C koriste se isključivo za rekreacijske svrhe.

Potencijal geotermalnog polja Zagreb mogao bi zahvaljujući svojim kapacitetima otvarati mogućnost široke primjene geotermalne energije i korištenja tople vode za cijeli niz različitih projekata kao što su: izgradnja hortikulturnog centra, korištenje toplinske energije za grijanje objekata u novo izgrađenim stambenim naseljima, grijanje prostorija Kineziološkog fakulteta, zatim za korištenje tople vode u zdrastvene svrhe (toplice), izgradnja vodenog parka te posebice korištenje vode kao balneološkog resursa (lječilišta), što bi bilo i sa stanovišta turističke ponude Grada Zagreba značajno te za druge svrhe (Cazin, 2019.).

Grad Zagreb ima nekoliko povoljnih činjenica zbog kojih bi ulaganje u iskorištavanje geotermalnog potencijala bilo prihvatljivo. Prva i najvažnija činjenica je izrazito velik kapacitet geotermalne energije koju možemo koristiti kao toplinsku energiju. Činjenica je i da Republika Hrvatska ima sreće jer se taj kapacitet nalazi upravo na području glavnog grada, koji svake godine bilježi značajan porast broja stanovnika, te ima povećane potrebe za izvorima toplinske energije. Primjeri ovakvog korištenja energije možemo pronaći u najvećim svjetskim gradovima, kao što je primjerice Pariz, čija toplinska energija dolazi iz geotermalnih resursa te služi za grijanje stambenih dijelova grada. Svakako i činjenica koja ide u prilog iskorištavanju geotermalnog ležišta je i direktiva Europske Unije o obnovljivim izvorima energije, te bi na taj način Republika Hrvatska utjecala na svoje energetske ciljeve koje je obvezna zadovoljiti kao članica unije.

Potencijal pojedinog energenta, kao što je u ovom slučaju geotermalna energija, uvijek privlači strane, ali i domaće, investitore, no da bi se projekt realizirao potrebna je sigurnost na tržištu, odnosno bolja zakonska regulativa u okviru države, a to je glavni problem u Hrvatskoj.

Veliki potencijal predstavljaju i akviferi dubokih naftnih i plinskih polja u Dravskoj depresiji koja bi se mogla rentabilno koristiti nakon prestanka proizvodnje ugljikovodika s temperaturama vode u okruženju ležišta od gotovo 120°C.

Tek 2018. godine otvorena je prva geoelektrana u Hrvatskoj. Potencijal Hrvatske na području geoenergije nikako nije zanemariv, no podršku većem razvitku treba tražiti u boljem zakonodavstvu. Dolaskom stranih investitora Hrvatska je uspjela dobiti prvu geoelektranu u Velikoj Cigleni.

5.1. Prva geoelektrana u Republici Hrvatskoj

U okolici Bjelovara započela je s radom, krajem 2018., godine prva hrvatska geoelektrana Velika Ciglena. Geoelektrana je izrađena pod vodstvom hrvatske firme, turskog investitora i talijanskog izvođača radova, a u okviru zakona kao povlašteni proizvođač. Otkupna cijena struje iz GTE Velika Ciglena iznosi 1,37 kn/kWh. GTE Velika Ciglena električne je snage 17,5 MW, a potencijal na tom području, zahvaljujući bjelovarskoj poddepresiji, je dokazan još u prošlom stoljeću, te je zabilježena temperatura vrele vode iz podzemlja od 170 stupnjeva celzijusa. Značajno je da je elektrana nastala na već postojećim INA-im bušotinama te na HEP-ovim studijama isplativosti, što je uvelike smanjilo početne troškove jednog postrojenja.

Elektrana je izrađena na geotermalnom nalazištu Velika Ciglena otkriveno je u sklopu istraživanja ugljikovodika, koje je izvodio INA-Naftaplin u Bjelovarskoj depresiji Podravske potoline, odnosno, Panonskog sedimentnog bazena.

5.2 Korištenja geotermalne energije za proizvodnju električne i toplinske energije u Hrvatskoj

Kako se navodi u nacrtima Zelene knjige toplinska energija, njena proizvodnja i distribucija, usko su vezane za ciljeve europske energetske politike, prvenstveno učinkovitijeg korištenja energije. U interesu i sastavu Strategije Republike Hrvatske za naredni period svakako će se poticati razvoj i korištenje novih i održivih tehnologija, te je korištenje obnovljivih izvora energije kao izvora toplinske energije od interesa za Republiku Hrvatsku. Status povlaštenog proizvođača električne i toplinske energije može steći energetski subjekt koji koristi energetski objekt kogeneracije i koristi otpad, biorazgradive dijelove otpada ili obnovljive izvore energije za proizvodnju toplinske energije na gospodarski primjeren način.

Zakonom o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji uređuje se planiranje i poticanje proizvodnje i potrošnje električne energije proizvedene u proizvodnim postrojenjima koja koriste obnovljive izvore energije i visokoučinkovitu kogeneraciju, utvrđuju mjere poticanja za proizvodnju električne energije korištenjem obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije, uređuje provedba sustava poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije (Energetski institut Hrvoje Požar, 2018.).

Republika Hrvatska ovim zakonom nastoji zadovoljiti svoje nacionalne ciljeve za udio energije iz obnovljivih izvora u elektroenergetici, grijanju i hlađenju te prijevozu koji se određuju Nacionalnim akcijskim planom za obnovljive izvore energije za razdoblje do 2020. godine. Nacionalni plan Republika Hrvatska dostavlja Europskoj Komisiji, te je to njena obaveza kao članice.

Sve veći broj elektrana koje koriste obnovljive izvore energije desio se nakon 2006. godine kada je uveden sustav poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora.

5.2.1. Procijena proizvodnje električne i toplinske energije prema potencijalu geotermalne energije u Republici Hrvatskoj

Tablica je rezultat procijenjen na temelju dostupnih i publiciranih podataka, a objavljena u sklopu nacrta za Strategiju Republike Hrvatske za period do 2030., s pogledom na 2050, godinu.

Za određivanje moguće neto snage postrojenja za proizvodnju energije uzeti su u obzir podaci o temperaturi pronađene geotermalne vode i izmjereni ili procijenjeni protok (l/s), procijenjena izlazna temperatura (80 °C), procjenu broja bušotina, konzervativno procijenjenu termičku iskoristivost proizvodnje električne energije te procijenjen broja sati rada godišnje (7 900 za električnu energiju; 4 000 za toplinsku energiju). U izračun potencijala uzeto je u obzir 17 lokacija u Panonskom dijelu Hrvatske, od kojih je 15 razmatrano s opcijom proizvodnje električne i toplinske energije, a dvije samo s proizvodnjom toplinske energije. Uz razmatrane lokalitete, za koje se smatra da ih je realno moguće staviti u proizvodnju do 2050. godine, postoji i niz drugih lokacija koje je moguće

istraživati te na njima postupati u skladu s rezultatima istraživanja (Energetski institut Hrvoje Požar, 2018.).

Tablica 5-1. Procijena moguće proizvodnje električne i toplinske energije po županijama (Energetski institut Hrvoje Požar, 2018.)

Županija	Moguća neto snaga proizvodnje električne energije (MWe)	Procijenjena moguća proizvodnja električne energije (GWh/god)	Moguća neto snaga proizvodnje toplinske energije (MWe)	Procijenjena moguća proizvodnja toplinske energije (GWh/god)
Bjelovarsko - bilogorska	10	86,0	35,4	509,2
Grad Zagreb	-	-	13,1	188,5
Karlovačka	0,8	6,5	8,5	122,4
Koprivničko - križevačka	12,8	110,1	115,9	1669,5
Međimurska	19,5	167,8	115,9	2240,6
Osječko - baranjska	1,2	10,2	17,0	244,8
Sisačko - moslovačka	1,2	10,2	17,0	244,8
Varaždinska	4,8	41,6	27,0	391,7
Virovitičko - podravska	2,7	23,2	17,0	344,8
Vukovarsko - srijemska	2,4	20,2	32,3	465,1
Zagrebačka	1,2	10,2	17,0	244,8
UKUPNO	**56,5**	**486,0**	**456,0**	**6566,3**

U Republici Hrvatskoj prema Državnom zavodu za statistiku proizvodnja električne energije za 2017. godinu iznosila je otprilike 11 500 GWh/god. Izdvojivši da na termoelektrane otpada otprilike 5 000 GWh/god, ostaje 6 500 GWh/god koje se proizvede iz obnovljivih izvora energije. Najzastupljeniji izvor obnovljive energije u Hrvatskoj su hidroelektrane na koje otpada otprilike 5 500 GWh/god, što ostavlja samo 1000 GWh/god proizvodnje električne energije iz ostalih izvora obnovljive energije. Uzevši u obzir da je po zastupnjenosti ostalih oblika obnovljive energije geotermalna još uvijek neprofitabilna u Hrvatskoj, svoj maksimalni kapacitet predočen u tablici biti će jako teško dostići.

Istraživanje i eksploatacija geotermalne vode u energetske svrhe na prostoru Republike Hrvatske trenutno se odvija se na osam istražnih koncesija i tri eksploatacijske koncesije.

6. MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA GEOTERMALNE ENERGIJE

6.1. Korištenje geotermalnih dizalica topline

Dizalice topline su jedan od načina upotrebe geotermalne energije. Dizalice topline troše električnu energiju za cirkulaciju geotermalne tekućine, koja se koristi za grijanje, hlađenje, kuhanje i pripremu tople vode, što u konačnici doprinosi smanjenju potreba za električnom energijom. Po razvoju i broju instaliranih jedinica geotermalnih dizalica topline Europska unija je vodeća u svijetu. Broj jedinica u EU 2007. godine iznosio je oko 722 000, s instaliranom toplinskom snagom od 8 758 MWt. U periodu od 2003.–2007. godine, zbog naglog rasta cijena sirove nafte uslijed turbulentnih političkih zbivanja u svijetu, dogodio se veliki porast ugradnje geotermalnih dizalica topline. Od početka ovog naglog porasta broj instaliranih jedinica je porastao s 310 000 na 720 000 jedinica. U zemljama članicama, u tom vremenskom razdoblju, ukupna instalirana snaga uvećana je s 3,78 GWt na 8,76 GWt (Arar, 2017.).

U Hrvatskoj je u periodu od 2011. do 2016. proizvodnja pomoću dizalica topline, bilo za proizvodnju sirove nafte ili toplinsku energiju rasla po godišnjim stopama od 2,1%, te je općenita proizvodnja energije iz obnovljivih izvora u tom periodu u Hrvatskoj rasla je po godišnjoj stopi od 34,8%.

Ovakav porast potaknut je i državnim poticajima pri ugradnji geotermalnih dizalica topline, pri ćemu nije postojala univerzalna regulativa subvencioniranja već je svaka zemlja članica EU, u skladu sa svojim specifičnostima i mogućnostima, propisivala iznose državnih davanja. Na kraju 2007. većina zemalja je smanjila ili u potpunosti ukinula sustav subvencioniranja obzirom da je tehnologija dosegla razinu ekonomske konkurentnosti s konvencionalnim sustavima grijanja i hladenja (Kurevija, 2010.).

Dakle, najveći porast primjene geotermalnih dizalica topline u EU dogodio se u periodu od 2003.- 2007. godine kao direktna posljedica naglog rasta cijena sirove nafte. U to vrijeme Europska Unija je donijela i niz direktiva vezanih na promoviranje i povećanje udjela obnovljivih izvora u općoj energetskoj potrošnji, a kako bi se smanjila zavisnost o uvoznim ugljikovodicima. Financijski poticajni programi podržavaju geotermalno grijanje uporabom plitke i duboke geotermalne energije. U Europskoj uniji postojale su i postoje, a spomenute su i ranije u radu, različite financijske sheme koje potiču primjenu obnovljivih izvora energije za grijanje (RES-H – *engl. Renewable Energy Sources - Heating*). O zelenim

certifikatima (*engl. Green certificates*), koji su tržištni mehanizam potpore obnovljivim izvorima energije, i ugljikovim kreditima (*engl. Carbon credits*) se sve više raspravlja kao i o njihovom utjecaju na daljnji razvoj obnovljivih izvora energije. Međutim, za sada se zeleni certifikat ne izdaje za geotermalno grijanje, iako štedi fosilno gorivo i na taj način smanjuje emisije CO_2 (Arar, 2017.).

Korištenje dizalica topline osim financijskih poteškoća, preskupih investicija, u nekim državama može biti i nedostatak kvalificiranih instalatera i inženjera te nekvalitetna ugradnja sustava, koja u kombinaciji s visokim cijenama negativno utječe na trend korištenja geotermalnih dizalica topline.

Različite mjere politike i tržišni poticaji primijenjeni su kako bi se povećalo korištenje toplinskih crpki, s različitim stopama uspjeha. Na primjer, može se istaknuti aktivna uloga švedske vlade u poticanju korištenja toplinskih pumpi. Ono što aktivna politika uključuje su komunikacijske i informativne kampanje koje promiču toplinske pumpe kao rješenje za "prirodno grijanje". Međutim, prethodna istraživanja toplinskih pumpi, kao i drugih energetskih tehnologija, pokazale su kako razumijevanje pojedine tehnologije zahtijevaju razumijevanje šireg konteksta politike (Müller et al., 2009.).

Raznovrsnost razvoja toplinskih pumpi iz dokumenta ‘’Promocija korištenja geotermalnih pumpi za grijanje’’ (*engl. Promotion of efficient heat pumps for heating*) može se prikazati kroz tri specifična slučaja u tri europske zemlje:

- Švedska, zemlja s najvišim stupnjem primjene toplinskih pumpi u Europi,
- Ujedinjeno Kraljevstvo, gdje je primjena toplinskih pumpi još uvijek vrlo ograničena, i
- Norveška, gdje se tehnologija provodi, ali gdje postoji vjerojatnost da će se povećati.

Dokument koji definira projekt za poticanje korištenja geotermalnih toplinskih pumpi organiziran je u četiri točke, za definiranje političkih mjera i nacionalnih te europskih poticaja koji bi trebali utjecati na razvoj:

Točka 1.: prva točka političkih i nacionalnih mjera obuhvaća analizu relevantnih strateških dokumenata, kao što su Bijela knjiga, o energetskoj politici i praćenje smjernica iz Direktive Europske Unije o energetskim svojstvima u zgradama u Švedskoj, Norveškoj i Velikoj Britaniji. Ova točka dokumenta se fokusira na ulogu toplinskih crpki u okviru šire energetske politike. Cilj je ove analize bio identificirati:

- mjere politike usmjerene na povećanje korištenja toplinskih pumpi;
- opće mjere očuvanja energije koje utječu na korištenje toplinskih pumpi;
- druge političke i regulatorne mehanizme vezani uz energiju, zgrade i stanovanje koji utječu na prihvaćanje toplinskih pumpi.

Točka 2.: obuhvaća analizu i evaluaciju (nacionalnih / regionalnih / lokalnih) kampanja koje su pokrenule vlade a, pridružene im se različite institucije u Europi koje promiću korištenje dizalica topline. To je uključivalo inicijative poduzete prema krajnjim korisnicima kao i posredničkim organizacijama.

Točka 3.: obuhvaća razgovore s 15 ključnih aktera u svakoj zemlji, uključujući lokalne i središnje vlade, projektante, arhitekte, organizacije i instalatere toplinskih pumpi, agencije za uštedu energije i udruge potrošača. Cilj razgovora bio je povećati razumijevanje:

- kako su trenutne političke inicijative primljene među ključnim akterima;
- koje sistemske prepreke ometaju aktivniju ulogu u politici promicanja dizalica topline;
- Koje bi mjere ključni akteri željeli provesti kako bi povećali korištenje topline pumpe - mjere koje se odnose na specifičnu tehnologiju i više sistemskih promjena.

Točka 4.: obuhvaća konkretan razvoj odgovarajućih mjera politike i tržišnih poticaja

Iz rezultata navedenih točaka donesenih u ovom projektu jasno je da politika i regulacija tržišta imaju dubok utjecaj na rast i korištenje toplinskih pumpi, velikim dijelom zato što temeljno korištenje toplinskih pumpi kao održive i konkurentne opcije zahtijeva državne intervencije prikladnih uvjeta koji se očigledno ne mogu postići ostavljanjem tržišta da se razvija samostalno. Iako nikada nije bilo usklađene strategije za izravno promicanje toplinskih pumpi, politika i propisi ipak su bili važni u razvoju industrije i tržišta, u onim zemljama u kojima su one bolje uspostavljene razvoj je bio bolji i stoga su izuzetno važne u onim zemljama u kojima još nisu dobro razvijene.

Okvir upravljanja na svim razinama je presudan, iz općih europskih i nacionalnih politika o energiji, do klimatskih promjena i izgradnje okoliša, do detaljnih načina iz kojih se daje izravna potpora za mikrogeneraciju i drugih intervencija. Industrija toplinskih pumpi, tržišta i upravljanja u svakoj zemlji vrlo je složena. Prisutan je širok raspon aktera, a posebno u zemljama s manjim, ali brzo rastućim tržištima, novi sudionici ulaze na tržište, raspon

posrednika raste, a karakter sudionika postaje sve raznovrsniji. Uloge koje preuzimaju i odnosi između njih također su složeni i često se brzo mijenja kako industrija raste.

6.2. Prirodni plin iz geotermalnih izvora

U okviru potencijala geotermalne energije ne treba podcijeniti niti energiju sadržanu u prirodnom plinu otopljenom u geotermalnim vodama koji se separiraju po crpljenju geotermalne vode, a prije puštanja u sustav elektrane. Takav slučaj je u Hrvatskoj na lokaciji Draškovec gdje se plin izdvojen iz proizvedene geotermalne vode planira koristiti za proizvodnju električne energije. Prirodni plin otopljen u geotermalnoj vodi u Hrvatskoj se može naći, po procjenama, na oko 400 postojećih istražnih bušotina te predstavlja realni nekonvencionalni resurs s potencijalom od preko 160 milijuna m^3. S obzirom na značajan utjecaj otopljenog metana u geotermalnim vodama na lokaciji Draškovec planira se gradnja geotermalne elektrane.

Prema dosadašnjim iskustvima, na većini hrvatskih lokacija (njih 400), moguće je godišnje pridobiti više od 200 x 10^6 m^3 nekonvencionalnih rezervi prirodnog plina, otopljenog u geotermalnoj vodi, što predstavlja 5% godišnje potrošnje prirodnog plina u Hrvatskoj. Ove vrlo konzervativne procjene, iz uzoraka koji je tek dio najbolje poznatih objekata, upućuje na vrlo ozbiljnu mogućnost supstitucije domaće toplinarske energije na razini 12-26% godišnje potrošnje prirodnog plina u RH (2014). Pored proizvodnje na geotermalnim poljima, ona je moguća i na većini starih naftno-plinskih polja gdje s nastavkom intenzivnog crpljenja geotermalne vode, može pridobiti dodatne količine ugljikovodika (Kolbah et al. 2018.).

6.3. Korištenje geotermalne energije revitaliziranjem naftnih polja

Geotermalna energija često se kombinira s drugim energetskim izvorima radi poboljšanja učinkovitosti i smanjenja troškova proizvodnje energije, primjerice kombinacija s plinom, solarnim pločamaili biomasom. Isto tako razmatraju se i mogućnosti korištenja geotermalnih resursa koji se javljaju uz naftna ili plinska polja, najčešće nakon završetka proizvodnje ugljikovodika. Na taj se način produljuje radni vijek bušotinskih objekata jer je moguće

koristiti već postojeću bušotinu i na taj način znatno smanjiti troškove tehnologije za proizvodnju geotermalne energije.

Kod mnogih iscrpljenih ležišta ugljikovodika zabilježene su visoke temperature u sedimentnim stijenama, koje u nekim djelovima na svom dnu mogu imati temperaturu i do 150 °C, a to je idealan preduvijet za korištenje geotermalnih sustava, koji samo prilagodbom bušotina mogu koristiti već stvorene uvjete za proizvodnju. Već postojeće bušotine mogu se prema potrebama i naknadno dobušitiza potrebe rada EGS sustava. EGS sustav i razvoj novih tehnologija u geotermalnoj industriji, rješenje su za probijanje geotermalne energije sve više na tržište energije i za njeno razvijanje u svim regijama Europske Unije.

Zabilježene su i mnoge bušotine koje zbog velikog pritoka slojne vode ne mogu proizvoditi ugljikovodike ali, za njih je moguće rješenje korištenja prilaođenih geotermalnih sustava koje na taj način mogu proizvoditi značajan dio električne energije.

6.4. Razvoj novih tehnologija

Najzanimljiviji ipak tehnološki razvoj odnosi se na tzv. napredne geotermalne sustave u kojima se hladna voda utiskuje u ležište i crpi nakon zagrijavanja (npr. Soultz-sous Forets). Ovakvi se sustavi koriste u situacijama kada ležište ima dovoljno visoku temperaturu, ali nema dovoljnu propusnost te se ona povećava frakturiranjem stijena ili u sustavima u kojima postoji nedovoljna količina ili odsutnost fluida za ekonomično korištenje. U novije se vrijeme istražuje i mogućnost korištenja superkritičnog CO2 kao radnog fluida u naprednim geotermalnim sustavima čime se postiže i zbrinjavanje CO2 te povećava održivost ovakvih sustava (Arar, 2018.).

EGS sustavi, koji su odobreni 2007. godine, omogućili su korištenje geotermalne energije i na lokacijama koje nisu poznate po visokom geotermalnom potencijalu. Prve regije koje su uvele geotermalno grijanje bile su one s najboljim hidrotermalnim potencijalom, ali danas, zahvaljujući ovim novim tehnologijama i sustavima, povećava se broj regija.

6.5. Razlozi sporog porasta korištenja geotermalne energije

Geotermalna energija iako je jedan od najstarijih izvora energije, zbog činjenice da dolazi iz Zemljine unutrašnjosti, danas nije u potpunosti unaprijeđena. Zbog nedovoljnog geotermalanog potencijala na pojedinim područjima, razvija se tehnologija naprednih geotermalanih sustava. Cilj ovakvih sustava je mogućnost korištenja geotermalane energije i na područjima koja nisu karakteristična po izrazito dobrom geotermalnom potencijalu.

Jedan od razloga zašto geotermalna energija još uvijek nije dovoljno iskorištena te zašto pojedine zemlje još uvijek ne nalaze da je potrebno ulagati suviše u geoelektrane je činjenica da se ne zna njen stvarni potencijal. Smatra se da je stvarni potencijal geotermalne enegije puno veći od potvrđenog, te da su podaci raspršeni u različitim ministarstvima, sveučilištima, nacionalnim institutima i naftnim kompanijama, izuzev zemalja koje imaju najveći geotermalni potencijal i koje u geoenergiju ulažu, kao primjerice Island ili Italija.

6.6. Poteškoće u porastu korištenja vezane za ostale energetske subjekte

Na međunarodnom forumu o obnovljivim izvorima energije održanom 2018. godine spomenuta je još jedna poteškoća vezana za poticaj izgradnje elektrana koje koriste obnovljive izvore, a to je priključak i povezivanje u eletroenergetsku mrežu. Napredak samo jedne stavke u energetici ne može dovesti do napredka, ukoliko nisu popraćene razvojem svih energetskih subjekata. Primjerice proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora energije i njeno spajanje na elektroenergetski sustav mora biti sinkronizirano. Hrvatskog operatora prijenosnog sustava 2017. godine trošak uravnoteženja stajao je 60 milijuna kuna, a tendencijom porasta priključivanjem novih elektrana ti troškovi će nastaviti rasti. Kako bi se sva novoproizvedena energija mogla prihvatiti u elektroenergetski sustav u narednih 10 godina morat će se izraditi novi dalekovodi za nova čvorišta i veći broj tranformacijskih stanica na mjestima najveće gustoće proizvodnje iz obnovljivih izvora. Povećana integracija obnovljivih izvora energije postavlja sve veće zahtjeve na vođenje elektroenergetskog sustava, obuhvaćajući pojačanu potrebu za regulacijskim rezervama te energijom uravnoteženja, uslijed sve većeg broja izvora s nestalnom i nepredvidljivom proizvodnjom električne energije.

7. ZAKLJUČAK

Prvi problem većeg iskorištavanja geotermalne energije u Hrvatskoj i gradnje geoelektrana leži u činjenici što se posljednji potvrđeni geopotencijal procijenio 1970. godine te je što prije potrebno dobiti potvrde s novih istražnih i eksploatacijskih bušotina. Noviji potvrđeni geopotencijal koji u Republici Hrvatskoj svakako postoji trebao bi potaknuti nova zbivanja na polju geotermalne energije. Problemi istraživanja su financijske prirode i poticaji koji bi trebali utjecati na povećano istraživanje geotermalnih resursa su nužni da bi se geotermalna energija mogla razvijati i pridonjeti niskougljičnim ciljevima.

Prema upoznatim značajkama geotermalnih kapaciteta, a potaknuta zakonodavnim mogućnostima geoenergija u Hrvatskoj može biti većinskim dijelom toplinskog karaktera i na taj način bi znatno utjecala na pozitivnu sliku iskorištavanje energije u Hrvatskoj. Problem geoenergije treba početi riješavati većim interesom građana i investitora te većim brojem stručnjaka koji se ovim dijelom inženjerstva mogu baviti. Nerazvijenost u tom sektoru, zbog nedostataka subjekata koji funkcioniraju u krugu geotermalnog sektora, kočit će Hrvatsku u razvijanju kapaciteta koji joj je svakako potreban, radi što raznovrsnije opskrbe, te kao vid energije koji bi svojim toplinskim kapacitetima i mogućnostima grijanja pri svim vremenskim uvijetima mogao osigurati sigurnost Republike Hrvatske u vidu opskrbe toplinske energije.

Geotermalna energija je u prednosti pred ostalim obnovljivim izvorima energije jer je fleksibilna i može se ponašati prema zahtjevima, a time uvelike pridonosi stabilnosti mreže, koja je jedan od glavnih poteškoća sve većeg broja korištenih obnovljivih izvora, koji su uvijetovani vremenskim prilikama. Korištenjem geotermalnog potencijala svaka zemlja Europske Unije može doprinjeti diverzifikaciji u korištenju električne ili toplinske energije unutar svojih granica, na taj način doprinjeti sigurnosti opskrbe i smanjiti potrebu za mogućim uvozom električne energije.

Sva ljudska aktivnost ima utjecaj na prirodu, ali u usporedbi s drugim izvorima energije, geotermalna ima zanemariv utjecaj na okoliš. Geotermalni energetski sustavi emitiraju samo mali iznos stakleničkih plinova, geoelektrane proizvedu samo malu količinu emisiju u odnosu na konvencionalna fosilna goriva, a za razliku od drugih obnovljivih izvora energije kao što su solarna energija ili biomasa, imaju vrlo male potrebe za zemljišnim kapacitetima.

U kombiniranom procesu geotermalni izvor može biti korišten za proizvodnju električne energije i proizvodnju topline. Proizvodnja topline i struje znaći povećanu efikasnost u proizvodnji i bolji utošak novca te geotermalni izvori ukoliko se pravilno iskoriste mogu pružiti velike gospodarske mogućnosti.

Puno je dijelova koji se moraju popraviti da bi se geoenergija u Hrvatskoj razvila, no preuzimanjem modela sufinanciranja i poticaja zemalja koje već imaju razvijen geotermalni sektor, možemo pridonjeti boljoj slici geotermalnog sektora u Hrvatskoj.

8. POPIS LITERATURE

1. ARAR S., 2017. *Financiranje i subvencije geotermalnih projekata u svijetu i Republici Hrvatskoj,* Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko – geološko – naftni fakultet
2. CAZIN V., 2019. *Eksploatacijsko polje geotermalne vode Zagreb i mogućnosti njezinog korištenja*, Nafta i plin, 38, str. 62 – 73
3. ĆETKOVIĆ, S., 2017. *Croatia: Overall Summary, Electricity Promotion in Croatia,* Legal sources on renewable energy
4. ENERGETSKI INSTITUT HRVOJE POŽAR, 2018. *Analize i podloge za izradu energetske strategije Republike Hrvatske: Obnovljivi izvori energije i kogeneracija toplinske i električne energije, Geotermalna energija, Obnovljivi izvori energije*, Zagreb
5. EUROSTAT, 2017. *Energy from renewable sources, Statistics Explained* URL:https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/26960.pdf (20.01.2019)
6. EUROSTAT, 2018. *Smarter, greener, more inclusive? Indicators to support the Europe 2020 strategy* URL: https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9087772/KS-02-18-728-EN-N.pdf/3f01e3c4-1c01-4036-bd6a-814dec66c58c (04.03.2019.)
7. ERBACH G.,2016. *Promotion of the renewable energy sources in the EU,* EU policies and Member State approaches, European Parlamentary Research Service
8. GEOELEC, 2013. *Factsheets on geothermal electricity* URL: http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2011/09/All-Factsheets+-folder.pdf (03.03.2019)
9. INTELLIGENT ENERGY EUROPE. GeoThermal Regulation – Heat URL: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/gtr-h (12.02.2019)
10. INTELLIGENT ENERGY EUROPE. Integration of Geothermal Energy into Industrial Applications URL: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/igeia (12.02.2019)
11. INTELLIGENT ENERGY EUROPE. Promote Geothermal District Heating Systems in Europe URL:https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/geodh(12.02.2019)

12. KEPINSKA B., 2008. *Geothermal energy use in Europe*, University of Science and Technology, Department of Geology, Geophysics and Environmental Protection, Krakow, Poland
13. KOLBAH S., ŠKRLEC M. 2018., *Kvantifikacija indiciranog energetskog geotermalnog potencijala Hrvatske*, Nafta i plin, str. 66-74
14. KUREVIJA T., 2010. *Energetsko vrednovanje plitkih geotermalnih potencijala Republike Hrvatske*, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet
15. MINISTARSTVO GOSPODARSTVA, 2013. *Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije do 2020. godine*, Prijedlog, listopad 2013., Zagreb
16. NAJDAWI C., 2017. *France: Overall Summary, Electricity Promotion in France,* Legal sources on renewable energy
17. NAJDAWI C., 2017. *France: Overall Summary, Heating and Cooling Promotion in France,* Legal sources on renewable energy
18. NARODNE NOVINE, 2017. *Odluka o naknadi za obnovljive izvore energije i visokoučinkovitu kogeneraciju*
19. NARODNE NOVINE, 2014. *Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača*
20. NARODNE NOVINE, 2009. *Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske,* (130/9)
21. NARODNE NOVINE, 2018. *Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija*
22. NARODNE NOVINE, 2015. *Zakon o obnovljivim izvorima energije i visoko učinkovitoj kogeneraciji*, (100/15).
23. NARODNE NOVINE, 2014. *Zakon o energiji,* (120/12 i 14/14).
24. NARODNE NOVINE, *Zakon o tržištu električne energije*
25. NARODNE NOVINE, *Zakon o tržištu električne energije*
26. MULLER U., EICHBERGER I., RUMMENI J., RUSSEL S., THONON B., NORDMAN R., 2009., *Promotion of efficient heat pumps for heating: Final Results and Conclusions,* Intelligent Energy
27. STERNKOPF T., 2019. *Germany: Overall Summary, Electricity Promotion in Germany*, Legal sources on renewable energy
28. STERNKOPF T., 2019. *Heating and Cooling Promotion in Germany,* Legal sources on renewable energy

29. WENDEL M., HIEGL M., JAUDIN F., POUX A. 2010., *GEOFAR – Financing Geothermal Energy in European Regions*
30. SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE, 2009. *DIREKTIVA 2009/28/EZ EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 23. travnja 2009. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora te o izmjeni i kasnijem stavljanju izvan snage direktiva 2001/77/EZ i 2003/30/EZ*
31. ŠUMONJA, I. 2011. *Modeliranje proizvodnje električne energije iz geotermalnih izvora*, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet eleketrotehnike i računalstva
32. Podaci o trenutnoj naknadi za poticanje, za 2019. godinu, URL: https://www.hrote.hr/naknada-za-poticanje
33. Djelatnosti FZOEU-a za 2019. godinu, URL: http://www.fzoeu.hr/hr/o_fondu/djelatnost_fonda/
34. URL : https://hr.wikipedia.org/wiki/Geotermalna_energija_u_Hrvatskoj (20.02.2019)
35. URL:http://www.energetika-net.com/u-fokusu/res-publica/prva-hrvatska-geotermalna-elektrana-uskoro-u-pogonu-22403

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno na temelju znanja stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenom literaturom.

_____

Laura Salamun