

Financiranje i subvencije geotermalnih projekata u svijetu i Republici Hrvatskoj

Arar, Slavko

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:169:904359>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij naftnog rudarstva

**FINANCIRANJE I SUBVENCIJE GEOTERMALNIH PROJEKATA U
SVIJETU I REPUBLICI HRVATSKOJ**

Diplomski rad

SLAVKO ARAR

N170

Zagreb, 2017.

FINANCIRANJE I SUBVENCIJE GEOTERMALNIH PROJEKATA U
SVIJETU I REPUBLICI HRVATSKOJ

SLAVKO ARAR

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

Geotermalna energija je toplinska energija Zemlje koja predstavlja jedan od najvažnijih obnovljivih izvora energije. Ograničenost zaliha fosilnih goriva, stalni rast cijena nafte, težnja za manjom energetsom ovisnošću, nastojanja svjetskih institucija na smanjenju emisije stakleničkih plinova i tehnološki inapredak, glavni su čimbenici u odlučivanju primjene obnovljivih izvora energije, posebice geotermalne energije. Geotermalni resursi su gotovo nepresušni izvor energije i čitava budućnost čovječanstva mogla bi se bazirati na korištenju geotermalnih resursa. Budući da ima veliki potencijal, u ovom diplomskom radu dat je prikaz trenutnog stanja uporabe geotermalne energije u svijetu i Republici Hrvatskoj. Također, predstavljene su sheme financijskih poticaja za većom primjenom ovog oblika obnovljivih izvora energije. Dat je prikaz pozitivnih učinaka subvencija ali su prikazani i njihovi nedostaci, i sve to na primjerima iskustava pojedinih zemalja. Istraženo je i prikazano trenutno stanje subvencioniranja primjene geotermalne energije u Republici Hrvatskoj s prijedlogom preporuka.

Ključne riječi: primjena geotermalne energije, subvencije primjene geotermalne energije, subvencioniranje uporabe dizalica topline, geotermalni projekti

Diplomski rad sadrži: 51 stranica, 6 tablica, 8 slika i 40 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. Luka Perković, docent RGNF
Dr. sc. Vladislav Brkić, docent RGNF

Datum obrane: 23. veljače 2017., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

FUNDING AND SUBSIDIES TO GEOTHERMAL PROJECTS IN THE WORLD AND THE
REPUBLIC OF CROATIA

SLAVKO ARAR

Thesis completed at: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Petroleum Engineering,
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Abstract

Geothermal energy is the thermal energy of the Earth, which is one of the most important renewable energy sources. The limitations of fossil fuel reserves, steady growth in oil prices, the pursuit of lower energy dependence, the efforts of world institutions to reduce greenhouse gas emissions and technological advances, are the main factors in determining the application of renewable energy sources, especially geothermal energy. Geothermal resources are virtually inexhaustible source of energy and the whole future of humanity could be based on the use of geothermal resources. Since it has great potential, this graduate thesis provides an overview of the current state of the use of geothermal energy in the world and the Republic of Croatia. Also, presented is a scheme of financial support for the greater use of this form of renewable energy. An overview of the positive effects of subsidies as well as their weaknesses is presented, and all examples represent experiences of individual countries. The research involved and shows the current status of subsidizing the application of geothermal energy in the Republic of Croatia with the proposal of recommendations.

Key words: use of geothermal energy, geothermal energy subsidies' use, subsidies' use of heat pumps, geothermal projects

Thesis contains: 51 pages, 6 tables, 8 figures and 40 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 Professor Luka Perković, PhD
Assistant Professor Vladislav Brkić, PhD

Date of defense: February 23, 2017, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,
University of Zagreb

SADRŽAJ

I	POPIS TABLICA.....	I
I	POPIS SLIKA.....	II
1.	UVOD	1
1.1.	Korištenje geotermalne energije za proizvodnju električne energije.....	3
1.2.	Korištenje geotermalnih dizalica topline	4
2.	UPOTREBA GEOTERMALNE ENERGIJE U SVIJETU.....	7
3.	SHEME FINANCIJSKIH POTICAJA ZA GEOTERMALNU ENERGIJU.....	12
3.1.	Pozitivni učinci subvencija	14
3.2.	Nedostaci subvencija.....	15
3.3.	Preporuke kod uvođenja subvencija	16
4.	PROGRAMI PODRŠKE ZA OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE – PREGLED SHEMA U POJEDINIM EU ZEMLJAMA.....	17
4.1.	Njemačka	20
4.1.1.	Subvencije za dizalice topline	22
4.1.2.	Tržište dizalica topline	23
4.1.3.	Trenutno tržište dizalica topline	25
4.2.	Sjedinjene Američke Države	26
5.	ISTRAŽIVANJA KORIŠTENJA GEOTERMALNE ENERGIJE U EU	28
6.	GEOTERMALNA ENERGIJA U HRVATSKOJ	31
6.1.	Geotermalni potencijali Hrvatske.....	31
6.2.	Zakonska osnova korištenja geotermalne energije u Hrvatskoj.....	34
6.3.	Programi podrške primjene geotermalne energije u Hrvatskoj	36
7.	DECENTRALIZACIJA ENERGETSKOG SEKTORA.....	44
7.1.	Energetske zadruge i grupno financiranje obnovljivih izvora energije	44
8.	ZAKLJUČAK.....	46
9.	POPIS LITERATURE.....	48

I POPIS TABLICA

Tablica 2-1. Upotreba geotermalne energije u odnosu na druge izvore obnovljive energije u EU u 2013. godini.....	7
Tablica 2-2. Prikaz podataka za najznačajnije zemlje po kapacitetima i potrošnji geotermalne energije u svijetu.....	8
Tablica 2-3. Prikaz podataka za različite kategorije primjene geotermalne energije u svijetu s aspekta kapaciteta, potrošnje i faktora opterećenja za razdoblje od 1995.-2015.....	11
Tablica 4-1. Zahtjevi koje trebaju ispunjavati dizalice topline za različite sustaveugradnje.....	27
Tablica 6-1. Prikaz podataka za različite kategorije primjene geotermalne energije uHrvatskoj s aspekta kapaciteta, potrošnje i faktora opterećenja do 31.12. 2014.godine.....	32
Tablica 6-2. Prikaz ukupnih investicija u geotermalnim istraživanjima i projektimaizražen u US\$.....	33

I POPIS SLIKA

Slika 1-1.	Prikaz temperature zemljine unutrašnjosti	1
Slika 1-2.	Lindalov dijagram korištenja geotermalne energije.....	2
Slika 1-3.	Osnovni sustavi dizalica topline s tlom i vodom kao izvorom topline.....	6
Slika 2-1.	Instalirani geotermalni kapaciteti i potrošnja geotermalne energije na godišnjoj osnovi od 1995.-2015. godine.	9
Slika 5-1.	Geotermalna stanica Soultz: u pozadini ORC (Organic Rankine Cycle) jedinica za napajanje, u sredini 3 geotermalne bušotine, naprijed geotermalna petlja za hlađenje.....	28
Slika 6-1.	Prikaz geotermalnih izvora u RH izraženim vrijednostima temperatura nalazišta izraženim u °C.....	32
Slika 6-2.	Načelna organizacijska shema provedbe mjera EnU za kućanstva.....	38
Slika 6-3.	Pregled i analiza Programa poticanja korištenja OIE	40

1. UVOD

Geotermalna energija je energija unutrašnjosti Zemlje i rezultat je radioaktivnog raspadanja elemenata u stijenama, prvenstveno urana, torija i kalija-40 i ubrajamo je u obnovljive izvore energije.

Procjenjuje se da cjelokupna toplinska energija Zemlje iznosi približno $12,6 \times 10^{24}$ MJ, od čega na Zemljinu koru otpada $5,4 \times 10^{21}$ MJ. Temperatura Zemljine unutrašnjosti raste s povećanjem dubine. Ispod Zemljine kore na dubini od 80 do 100 km nalazi se stijene temperature između 600 i 1200°C. Procjenjuje se da temperatura u Zemljinom središtu na oko 6400 km dubine, iznosi oko 5000°C, a kako je prikazano na slici 1-1. (Kurevija i Golub, 2008.).

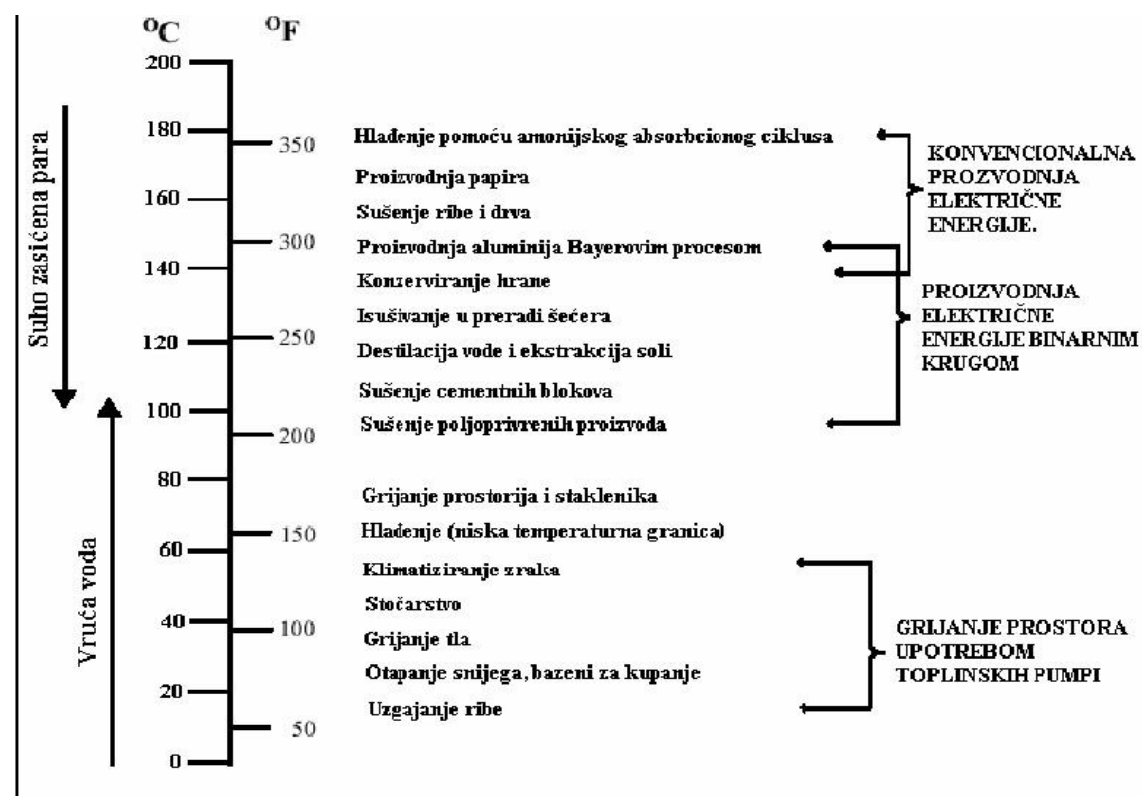


Slika 1-1. Prikaz temperature zemljine unutrašnjosti (<http://www.obnovljivi.com>, 2010.)

U današnjoj komercijalnoj upotrebi koristi se relativno mali dio potencijala geotermalnih resursa iako se geotermalna energija smatra jednom od najčistijih izvora energije. Island je zemlja koja izuzetno koristi potencijale geotermalne energije pa se čak 89% islandskih kućanstava grije na taj način. Geotermalna energija se dosta koristi i u Italiji, Japanu, Filipinima, Novom Zelandu, SAD-a i drugdje. U Hrvatskoj se geotermalna energija se za sada koristi samo za direktnu uporabu.

Grijanje zgrada i iskorištavanje geotermalne energije u procesu dobivanja električne energije, glavni su ali ne i jedini načini iskorištavanja te energije. Geotermalna energija koristi se i u poljoprivredi, za grijanje staklenika za proizvodnju cvijeća i povrća. Prema podacima s www.obnovljivi.com ova energija se već stoljećima koristi u centralnoj Italiji, a Mađarska trenutno pokriva 80% energetske potrebe staklenika geotermalnom energijom.

Stupnjeviti način iskorištavanja geotermalne energije je najefikasniji i ekonomski najisplativiji način iskorištavanja ovog oblika energije. Polazište za takav način korištenja geotermalne energije prikazan je Lindalov-im dijagramom iz kojeg je vidljiva primjenjivost geotermalne energije za razne namjene ovisno o temperaturi kako je prikazano na slici 1-2. (Kurevija i Golub, 2008., Gudmundsson et al., 1985.).



Slika 1-2. Lindalov dijagram korištenja geotermalne energije (Kurevija i Golub, 2008.)

Iz slike 1-2. se vidi da postoji još vrlo širok spektar upotrebe geotermalne energije, poput uzgoja ribe, razne vrste industrijske upotrebe, balneologija - upotreba za rekreaciju i lječilišta (toplice) i slično. Povijest korištenja geotermalne energije za izravnu uporabu u

25 zemalja opisano je u *Stories from a Heated Earth – Our Geothermal Heritage* (Cataldi et al., 1999.), gdje je dokumentirano korištenje ove energije za više od 2000 godina.

1.1. Korištenje geotermalne energije za proizvodnju električne energije

Jedan od najzanimljivijih oblika iskorištavanja geotermalne energije je proizvodnja električne energije. Vruća voda i para iz Zemlje se koriste za pokretanje generatora, pa prema tome nema spaljivanja fosilnih goriva i kao rezultat toga nema niti štetnih emisija plinova u atmosferu, jer se ispušta samo vodena para. Dodatna prednost je u tome što se takve elektrane mogu implementirati u najrazličitijim okruženjima, od farma, osjetljivih pustinjskih površina pa sve do šumsko-rekreacijskih područja.

Počeci korištenja topline Zemlje za proizvodnju električne energije, kako se navodi na stranici www.izvorienergije.com, vežu se uz talijanski gradić Larderello i 1904. godinu kada je započelo eksperimentiranje s ovakvim oblikom proizvodnje električne energije. To je bila prve geotermalna elektrana snage 250 kW koja je izgrađena 1913. godine. Elektrana u Larderello-u uništena je u drugom svjetskom ratu ali su postrojenja ponovo izgrađena i proširena te se koriste još i danas. Ovo postrojenje i danas električnom energijom napaja oko milijun domaćinstava tj. proizvede se gotovo 5000 GWh godišnje, što je oko 10% ukupne svjetske proizvodnje struje iz geotermalnih izvora. Iako je geotermalna energija obnovljivi izvor energije, pritisak pare se u Larderello-u smanjio za 30% od 1950. godine.

Prema podacima prezentiranim na Svjetskom geotermalnom kongresu koji je održan u Melburnu, Australija od 19.-25. travnja 2015. godine (Lund i Boyd, 2015.) ukupni kapaciteti za proizvodnju geotermalne energije za potrebe proizvodnje električne energije u svijetu 2010. godine iznosili su 10.715 MW, što je 20% rast u odnosu na 2005. godinu kad je bilo instalirano ukupno 8.933 MW u 24 države. Broj država koje su pokazale interes za geotermalnu energiju u zadnjih nekoliko godina povećao se još više. Godine 2007. 46 država ozbiljno je razmatralo ovaj izvor energije, a 2010. godine broj država povećao se na 70 što predstavlja rast od 52%. Bez obzira na ovaj veliki rast, broj država koje ne iskorištavaju svoj veliki geotermalni potencijal još uvek je veliki. Od 39 država koje su 1999. godine prepoznate kao države koje mogu 100% svojih potreba za električnom energijom zadovoljiti koristeći geotermalnu energiju, ozbiljno korištenje tog izvora energije pokrenuto je u samo devet država. Za poređenje instaliranih geotermalnih

kapaciteta može se uzeti primjer nuklearne elektrane: prosječna nuklearna elektrana ima kapacitet od 846 MW, pa je prema tome trenutno instalirani geotermalni kapacitet u svijetu ekvivalentan snazi više od 12 prosječnih nuklearnih elektrana.

Prema podacima iz članka Pregled geotermalne energije za 2010. godinu (<http://www.izvorienergije.com>), lider u proizvodnji električne energije iz geotermalnih izvora energije su Sjedinjene Američke Države s 3.086 MW instaliranih kapaciteta. Slijede ih Filipini s 1.904 MW, Indonezija s 1.197 MW, Meksiko s 958 MW i Italija s 843 MW. SAD također imaju i najviše izgrađenih kapaciteta u odnosu na 2005. godinu – 530 MW. Potom slijedi Indonezija s 400 MW, Island s 373 MW i Novi Zeland s 193 MW. U postocima najveći rast imala je Njemačka s rastom od 2.774% u odnosu na 2005. godinu. Papua Nova Gvineja druga je s postotnim rastom od 833%.

1.2. Korištenje geotermalnih dizalica topline

Dizalice topline su još jedan način 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.

Kao početak razvoja i primjene dizalica topline može se smatrati rad Nicholasa Carnota iz 1824. u kojem se ističe da prirodan tijek prijelaza topline s tijela više temperature na tijelo niže temperature može biti reverzibilan, ali uz upotrebu nekog vanjskog izvora energije. U svom radu Carnot je izložio teoretske osnove svih današnjih toplinskih strojeva u vidu principa prema kojem se toplina u parnom stroju pretvara u rad na način da jedan dio prelazi s toplijeg tijela na hladnije (Kurevija, 2010.).

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.

Ovakav porast potaknut je i državnim poticajima pri ugradnji geotermalnih dizalica topline, pri čemu 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 hlađenja (Kurevija, 2010.).

Na geotermalne dizalice topline s tлом kao izvorom topline otpada najveći dio potrošnje geotermalne energije i instaliranih geotermalnih jedinica u cijelom svijetu, a što iznosi 70.95% od instalirani kapaciteta i 55,30% godišnje potrošnje energije. Instalirani kapacitet je 49,898 MWt i godišnja potrošnja 325.028 TJ/god, s faktorom opterećenja od 0,21 (u modu grijanja). Glavnina instalacija nalaze se u Sjevernoj Americi, Europi i Kini, ali se broj zemalja s instalacijama povećava iz godine u godinu, s 26 u 2000. godini, na 33 u 2005. godini, na 43 u 2010. godini, a 48 u 2015. Veličina pojedine jedinice kreće se od 5,5 kW za individualno stanovanje do preko 150 kW za komercijalna i institucionalna postrojenja (Lund i Boyd, 2015.).

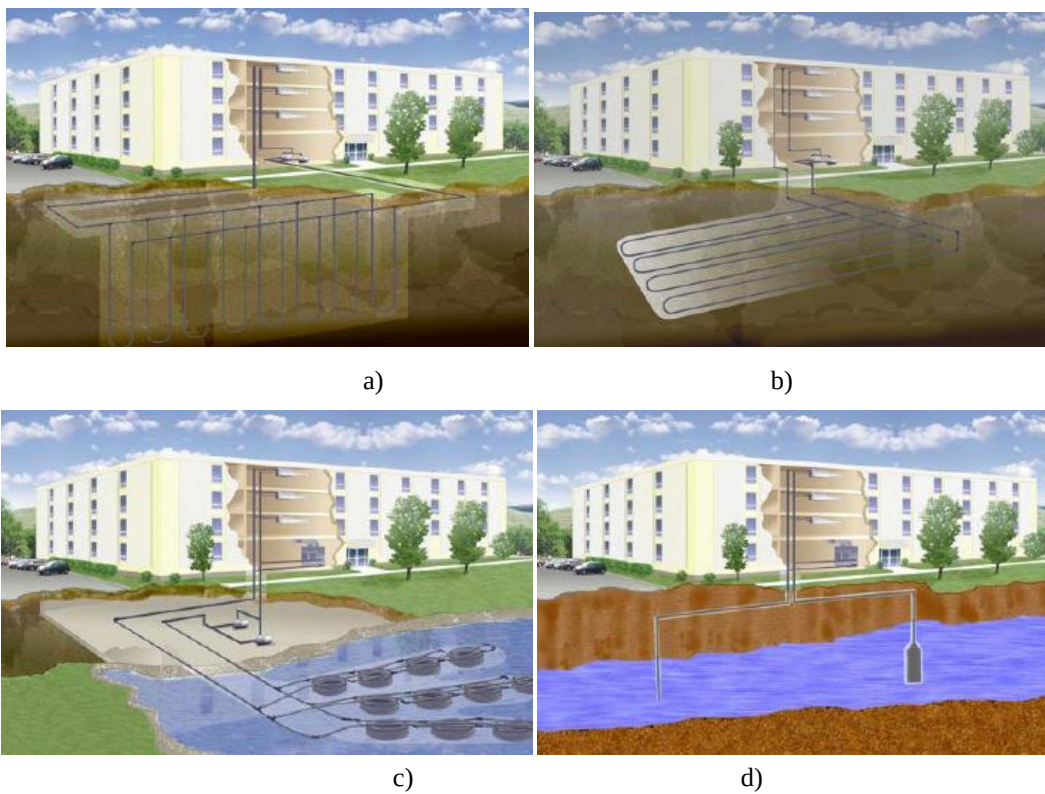
Dizalice topline s tлом ili vodom kao izvorom topline mogu biti različitih izvedbi. Kako je prikazano na slici 1-3. najčešće se dijele na:

(1) Sustav sa zatvorenim krugom:

- a) vertikalni izmjenjivač topline (tzv. geotermalne dizalice topline)
- b) horizontalni izmjenjivač topline (dizalice topline sa solarnim zemljanim kolektorom)
- c) sustav iskorištavanja topline površinskih voda

(2) Sustav s otvorenim krugom:

- d) sustav iskorištavanja topline podzemnih voda (proizvodna i utisna bušotina ili izljev u površinske vodotokove)



Slika 1-3. Osnovni sustavi dizalica topline s tlom i vodom kao izvorom topline (Kurevija, 2010.)

Na temelju dosadašnjih istraživanja i objavljenih radova može se zaključiti da dizalice topline zatvorenog kruga s vertikalnim izmjenjivcem topline većim dijelom iskorištavaju plitku geotermalnu energiju pohranjenu u stijenskim formacijama, s dubinom izmjenjivača najčešće do sto metara.

2. UPOTREBA GEOTERMALNE ENERGIJE U SVIJETU

Izravno korištenje geotermalne energije u svijetu je jedna od najstarijih, najsvestranijih i zajedničkih oblika iskorištavanja geotermalne energije (Dickson i Fanelli, 2003.).

Udio različitih vrsta obnovljivih izvora energije prema vrsti energije za 2013. godinu u zemljama članicama EU (28 zemalja) prikazan je u tablici 2-1. Iz predstavljenih podataka vidimo da je geotermalna energija najmanje razvijen obnovljivi izvor energije. Obnovljivi izvori energije zastupljeni su s 12% u ukupnoj primarnoj proizvodnji energije, a od toga je geotermalna energija zastupljena samo s 0,4% (Topliceanu i Puiu, 2016.). 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 vjetrova. 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.

Tablica 2-1. Upotreba geotermalne energije u odnosu na druge izvore obnovljive energije u EU u 2013. godini (Topliceanu i Puiu, 2016.)

EU -		2013.					
28	Obnovljiva energija	Biomasa	Voda	Vjetar	Solarna	Geotermalna	Plime, valova, oceana
	196.8	128.1	31.9	20.2	10.6	5.9	0.0
Udio (%)	11.8%	7.7%	1.9%	1.2%	0.6%	0.4%	0.0%

Korištenje geotermalne energije dovodi do smanjenja stakleničkih plinova s oko 4500 tona CO₂ koji bi se emitirao pri proizvodnji iste količine energije na temelju fosilnih goriva (Fridleifsson et al, 2008.).

Unatoč svom velikom potencijalu, geotermalna energija je premalo iskorištena uglavnom zbog tehnoloških, zakonodavnih i financijskih teškoća. Procjenjuje se da će u sljedećih 30

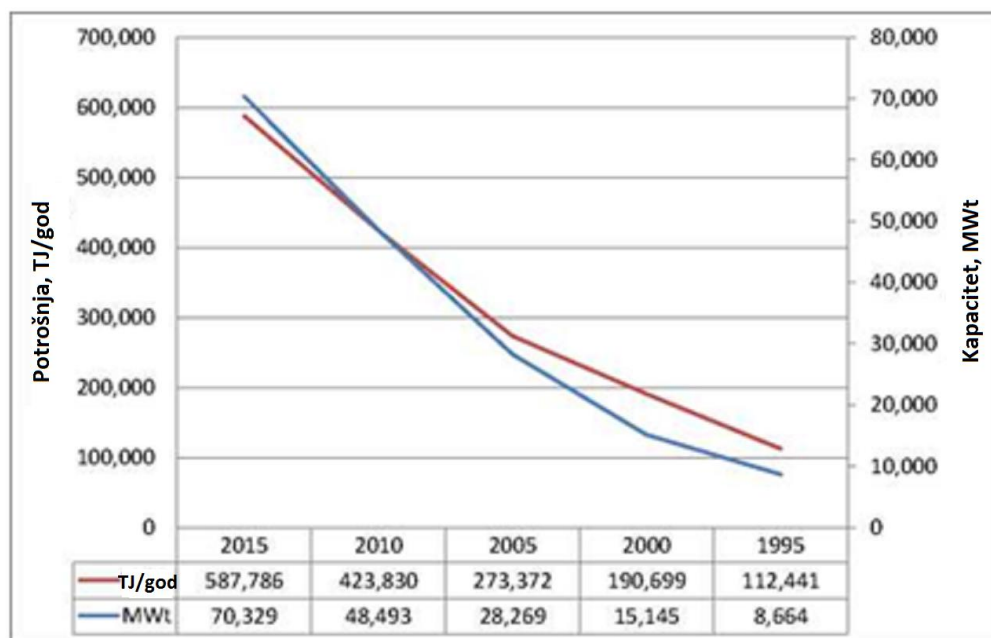
godina tehnički problemi biti riješeni i zemlje koje nemaju tradiciju u tom području će biti u mogućnosti koristiti svoju geotermalnu energiju s konkurentnim troškovima (Topliceanu i Puiu, 2016.).

U tablici 2-2. je dat prikaz instaliranih toplinskih kapaciteta (MWt), godišnje potrošnje (TJ/god i GWh/god), kao i faktor opterećenja zaključno s 2014. godinom za zemlje koje su se u prethodnom petogodišnjem razdoblju istakle po istome (Lund i Boyd, 2015.). Zaključno s krajem 2014. godine u Hrvatskoj je instalirano 79,94 MWt, ukupna godišnja potrošnja je iznosila 190,15 GWh, a faktor opterećenja iznosio je 0,27 (Kolbah et al., 2015.).

Tablica 2-2. Prikaz podataka za najznačajnije zemlje po kapacitetima i potrošnji geotermalne energije u svijetu (Lund i Boyd, 2015.)

Država	MWt	TJ/god	GWh/god	Faktor opterećenja
Austrija	903,40	6.538,00	1.816,26	0,23
Finska	1.560,00	18.000,00	5.000,40	0,37
Francuska	2.346,90	15.867,00	4.407,85	0,21
Indija	986,00	4.302,00	1.195,10	0,14
Island	2.040,00	26.717,00	7.422,00	0,42
Italija	1.014,00	8.682,00	2.411,90	0,27
Japan	2.186,17	26.130,08	7.258,94	0,38
Kanada	1.466,78	11.615,00	3.226,65	0,25
Kina	17.870,00	174.352,00	48.434,99	0,31
Mađarska	905,58	10.268,06	2.852,47	0,36
Nizozemska	790,00	6.426,00	1.785,14	0,26
Novi Zeland	487,45	8.621,00	2.394,91	0,56
Norveška	1.300,00	8.260,00	2.294,63	0,20
Njemačka	2.848,60	19.531,30	5.425,80	0,22
Švedska	5.600,00	51.920,00	14.423,38	0,29
Švicarska	1.733,08	11.836,80	3.288,26	0,22
Turska	2.886,30	45.126,00	12.536,00	0,50
USA	17.415,91	75.862,20	21.074,52	0,14
TOTAL	70.328,98	587.786,43	163.287,07	0,27

U skladu s podacima autora (Lund et al 2010., 2015.; Antics et al, 2013.) ukupno instalirani kapaciteti za izravno iskorištavanje geotermalne energije do kraja 2014. godine u svijetu su iznosili 70.329 MWt, a što predstavlja povećanje od 45,0% u odnosu na stanje s kraja 2010. godine, s rastom na godišnjoj stopi od 7,7%. Ukupna godišnja potrošnja geotermalne energije bila je 587.786 TJ (163.287 GWh), što ukazuje na porast 38,7% u odnosu na izvješće iz 2010. i godišnjoj stopi rasta od 6,8%. Faktor opterećenja na svjetskoj razini iznosio je 0,265 za razliku od 0,28 u 2010. godini, odnosno 0,31 u 2005. i 0,40 u 2000. godini. Manji faktor opterećenja i rast cijena za godišnje potrebnu toplinsku energiju su razlog povećanja instalacije geotermalnih dizalica topline koje imaju niski faktor opterećenja od 0,21 na svjetskoj razini. Stope rasta instalirane snage i godišnja potrošnja energije tijekom posljednjih 20 godina su prikazani na slici 2-1.



Slika 2-1. Instalirani geotermalni kapaciteti i potrošnja geotermalne energije na godišnjoj osnovi od 1995.-2015. godine (Lund i Boyd, 2015.)

Razvoj svijesti i popularnost dizalica topline s tлом kao izvorom topline ima najznačajniji utjecaj na izravnu uporabu geotermalne energije. Godišnja uporaba energije iz ovih izvora porasla je 1,62 puta po stopi rasta od 10,3% u odnosu na 2010. godinu. Instalirani kapaciteti porasli su 1,51 puta po godišnjoj stopi rasta od 8,65%. Ovo je dijelomično rezultat boljeg izvješćivanja ali i sposobnosti geotermalnih dizalica topline za korištenje podzemne vode i/ili temperature tla.

Pet vodećih zemalja u pogledu instalirane snage (MWt) su: SAD, Kina, Švedska, Njemačka i Francuska, te u pogledu godišnje potrošnje energije (TJ/god) to su: Kina, SAD, Švedska, Finska i Kanada.

Pet zemalja s najvećom izravnom uporabom geotermalnih dizalica topline instalirane snage (MWt) su: Kina, SAD, Švedska, Turska i Njemačka i čine 65,8% svjetskog kapaciteta, a pet zemalja s najvećom godišnjom potrošnjom energije dobivene uporabom geotermalnih dizalica topline su: Kina, SAD, Švedska, Turska i Japan, i iznosi 63,6% svjetske potrošnje. Međutim, pregledom podataka u smislu veličine države ili popularnosti pokazuju kako manje države dominiraju, posebno one nordijske. "Top pet" u odnosu na broj stanovnika, a prema instaliranim kapacitetima (MWt/populacija) su: Island, Švedska, Finska, Norveška i Švicarska, a prema godišnjoj potrošnji energije (TJ/god/populacija) su: Island, Švedska, Finska, Novi Zeland i Norveška. "Top pet" u smislu površine, prema instaliranim kapacitetima (MWt/površina) su: Švicarska, Island, Nizozemska, Švedska i Austrija, te u pogledu godišnje potrošnje geotermalne energije (TJ/god/površina) su: Švicarska, Island, Nizozemska, Švedska i Mađarska.

Najveći procentualni porast u izgradnji geotermalnih kapaciteta (MWt) tijekom posljednjih pet godina bio je u: Tajlandu, Egiptu, Indiji, Južnoj Koreji i Mongoliji, a u pogledu godišnje potrošnje geotermalne energije (TJ/god) u posljednjih pet godina bio je u: Tajlandu, Egiptu, Filipinima, Albaniji i Bjelorusiji.

Većina ovih povećanja je došla zbog povećanja ugradnje geotermalnih dizalica topline ili iz razloga boljeg izvještavanja o upotrebi geotermalne energije za plivačke bazene i kupanje (toplice).

Godine 1985. samo 11 zemalja je imalo instalirane maksimalne kapacitete geotermalne energije preko 100 MWt. Od 1990. godine taj se broj povećao na 14, 1995. na 15, 2000. godine na 23 zemlje, 2005. na 33 i 2010. godine na 36 zemalja. Do kraja 2014. godine također 36 zemalja je izvijestilo da imaju preko 100 MWt instaliranih kapaciteta geotermalne energije.

U tablici 2-3. prikazani su podaci iz 1995., 2000., 2005., 2010. i 2015. godine s aspekta instaliranih kapaciteta, potrošnje i faktora opterećenja s obzirom na razne namjene primjene geotermalne energije.

Tablica 2-3. Prikaz podataka za različite kategorije primjene geotermalne energije u svijetu s aspekta kapaciteta, potrošnje i faktora opterećenja za razdoblje od 1995.-2015. (Lund i Boyd, 2015.)

Kapacitet, MWt					
	2015.	2010.	2005.	2000.	1995.
Geotermalne dizalice topline	49.898	33.134	15.384	5.275	1.854
Grijanje prostora	7.556	5.394	4.366	3.263	2.579
Grijanje staklenika	1.830	1.544	1.404	1.246	1.085
Grijanje ribnjaka	695	653	616	605	1.097
Sušenje poljoprivrednih proizvoda	161	125	157	74	67
Upotreba u industriji	610	533	484	474	544
Saune i bazeni	9.140	6.700	5.401	3.957	1.085
Hlađenje/topljenje snijega	360	368	371	114	115
Drugo	79	42	86	137	238
Ukupno	70.329	48.493	28.269	15.145	8.664

Potrošnja, TJ/god					
	2015.	2010.	2005.	2000.	1995.
Geotermalne dizalice topline	325.028	200.149	87.503	23.275	14.617
Grijanje prostora	88.222	63.025	55.256	42.926	38.230
Grijanje staklenika	26.662	23.264	20.661	17.864	15.742
Grijanje ribnjaka	11.958	11.521	10.976	11.733	13.493
Sušenje poljoprivrednih proizvoda	2.030	1.635	2.013	1.038	1.124
Upotreba u industriji	10.453	11.745	10.868	10.220	10.120
Saune i bazeni	119.381	109.410	83.018	79.546	15.742
Hlađenje/topljenje snijega	2.600	2.126	2.032	1.063	1.124
Drugo	1.452	955	1.045	3.034	2.249
Ukupno	587.786	423.830	273.372	190.699	112.441

Faktor opterećenja					
	2015.	2010.	2005.	2000.	1995.
Geotermalne dizalice topline	0,207	0,19	0,18	0,14	0,25
Grijanje prostora	0,370	0,37	0,40	0,42	0,47
Grijanje staklenika	0,462	0,48	0,47	0,45	0,46
Grijanje ribnjaka	0,546	0,56	0,57	0,61	0,39
Sušenje poljoprivrednih proizvoda	0,400	0,41	0,41	0,44	0,53
Upotreba u industriji	0,543	0,70	0,71	0,68	0,59
Saune i bazeni	0,414	0,52	0,49	0,64	0,46
Hlađenje/topljenje snijega	0,229	0,18	0,17	0,30	0,31
Drugo	0,583	0,72	0,39	0,70	0,30
Ukupno	0,265	0,28	0,31	0,40	0,41

3. SHEME FINANCIJSKIH POTICAJA ZA GEOTERMALNU ENERGIJU

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 EU je donijela i niz direktiva vezanih na promoviranje i povećanje udjela obnovljivih izvora u općoj energetskej potrošnji, a kako bi se smanjila zavisnost o uvoznim ugljikovodicima. Ovakav porast potaknut je i državnim poticajima pri ugradnji geotermalnih dizalica topline, pri čemu nije postojala univerzalna regulativa subvencioniranja već je svaka zemlja članica EU, u skladu sa svojim specifičnostima i mogućnostima, propisivala iznose državnih davanja. Financijski poticajni programi podržavaju geotermalno grijanje uporabom plitke i duboke geotermalne energije. U Europskoj uniji postojale su različite financijske sheme koje potiču primjenu obnovljivih izvora energije za grijanje (RES-H – engl. *Renewable Energy Sources - Heating*). O zelenim certifikatima (engl. *Green certificates*) 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 CO₂. Na primjer, švicarski Savezni ured za energetiku promovirao je program uporabe dizalica topline u periodu od 1990.-1997. godine. Za ugradnju geotermalnih dizalica topline u zamjenu za sustave grijanja na bazi fosilnih goriva subvencionirano je s 300 CHF (200 €) po kW (K4RES-H, 2004.).

Kako je navedeno u dokumentu *Geothermal Heating and Cooling Action Plan*. EGECE – European Geothermal Energy Council Projekta “Key Issues for Renewable Heat in Europe” (2004.) povećanje izravne primjene geotermalne energije primjenom dizalica topline može se realizirati putem kantonalnih/komunalnih naknada. Dobar primjer je elektroprivreda kantona Zürich. Oni pružaju “energetski ugovor” korisnicima, što znači da elektroprivreda kantona Zürich instalira, posjeduje, upravlja sistemom i prodaje toplinu (plus toplu vodu) po fiksnoj cijeni vlasnicima zgrada. Za plitke geotermalne sustave, u nekim zemaljama poput Švedske, Švicarske, Njemačke, Austrije, te u manjoj mjeri Norveške i Nizozemske postoji tržišno gospodarstvo koje je pokreće, a što je dodatno potaknuto očekivanim povećanjem cijena nafte.

U EU u tijeku je prijelaz na dizalice topline koje koriste tlo kao toplinski spremnik na području južne Europe i Mediterana, s naglaskom na hlađenje i grijanje, i istočne i

jugoistočne Europe, gdje je potražnja za većom udobnosti u kućama u porastu, kao i stanovnika koji si to mogu priuštiti, posebno Češkoj i Poljskoj, a i druge zemlje ih slijede. Definitivno, kako bi se ubrzao razvoj i primjena geotermalnih izvora za izravnu uporabu, potrebne su subvencije vlade, i samo tako će biti iskorišten veliki potencijal geotermalne energije.

Općenito u EU postoje vrlo raznolike mjere podrške primjene obnovljivih izvora energije ovisno od zemlje članice, i to:

- Porezne olakšice u Mađarskoj i Francuskoj;
- Krediti u Njemačkoj, Litvi (teoretski) i Sloveniji;
- Izravne subvencije u Belgiji, Njemačkoj (ograničeno), Litvi i Sloveniji;
- Razni oblici indirektna podrške u većini zemalja;
- Zajamčene poticajne cijene (još uvijek samo za struju):
 - Njemačka: 8-15 €-ct/kWh
 - Mađarska: 12-14 €-ct/kWh
 - Slovenija: 5.86 €-ct/kWh
 - Austrija: 7 €-ct/kWh
- Zeleni certifikati u Mađarskoj i Rumunjskoj;
- Ugljikovi krediti u Rumunjskoj (prva pozitivna iskustva u geotermalnoj energiji s Danskom kao partnerom, 5 €/t smanjenog CO₂), Njemačkoj, Poljskoj (postoje, ali još nemaju utjecaj za geotermalnu energiju);
- Pokrivanje geotermalnog rizika, što je presudno za privatne investitore.

Iz navedenih mjera podrške izdvajaju se 3 uspješne mjere, i to:

- Krediti/subvencije za ugradnju;
- Poticajne cijene (sukladno relevantnim propisima);
- Ugljikovi krediti.

Međutim, čak i ako postoje dobri propisi/alati u teoriji, oni ne pomažu ako uvjeti, dostupnost i sl. nisu jasno definirani. Pored subvencija obnovljivim izvorima energije neke zemlje članice su opterećene i različitim davanjima, poput:

- Takse, u Francuskoj, Mađarskoj (2% od prometa), Poljskoj, Rumunjskoj (2% od prometa), Sloveniji;
- Naknada za eksploatacija podzemnih/otpadnih voda u većini zemalja.

Visoki početni troškovi primjene geotermalne energije u mnogim slučajevima predstavljaju barijeru, usprkos činjenici da je ukupni trošak sustava za cjelokupno razdoblje korištenja vrlo zadovoljavajući. Promocija i marketing geotermalnih dizalica topline mogu u ovom slučaju biti prikazani i kao pedagoški ili obrazovni izazovi. Marketinški argumenti koji trebaju biti istaknuti i cijenjeni prilikom promocije primjene geotermalne dizalice topline su zaštita okoliša i udobnost primjene. Niske cijene energije, koje u potpunosti ne odražavaju vanjske troškove različitih energija, su značajna prepreka u nekim europskim zemljama. To je često povezano s činjenicom da čak i ako su dizalice topline ekonomski konkurentne, razlika u trošku energije može biti premala da bi se odlučili za dizalice topline unatoč drugim pogodnostima koje sustav dizalica topline nudi, kao što su smanjenje emisije CO₂, više udobnosti i sl. Ova barijera može biti prevladana samo uz ponudu subvencija, porezne olakšice za obnovljivu energiju koja koristi dizalice topline, izuzeće ili smanjenje poreza za smanjenje CO₂ i sl.

3.1. Pozitivni učinci subvencija

Najveći pozitivan učinak subvencija je publicitet i fokus koji se daje proizvodu i povećana aktivnost što dovodi do povećanja tržišta. Kada je subvencija uvedena, stimulirana je medijska popraćenost. To dovodi do dodatne pokrivenosti na televiziji, u novinama i radiju. Stručna literatura i mjesečni/tjedni časopisi objavljuju uredničke tekstove na vrlo pozitivan i profesionalan način u cilju promoviranja proizvoda. Vlada koja je odgovorna za subvenciju distribuira informacije za javnost. To se čini kada se subvencija uvodi, za vrijeme dok je na raspolaganju i prije nego što istekne, preko pošte i masovnih medija. Ova informacija igra veoma važnu ulogu za proizvod koji je nov i još uvijek nije dobro isproban. To ukazuje na prihvatanje proizvoda od strane vlade. Nakon što je proizvod ovlašten od strane vladinih tijela, nedostatak samopouzdanja i skepticizma radikalno se smanjuje. Pružatelji usluga, proizvođači i instalateri također se aktiviraju kada su subvencionirani za svoje proizvode. To ih čini više usmjerenim na određeni proizvod, za osmišljavanje novih oblika marketinga, izlazak na tržište putem informativnih seminara, izravnog slanja poštom i oglašavanjem. Gore opisani nemonetarni učinci subvencija, su vjerojatno najvažniji za uvođenja novog proizvoda ili tehnologije (K4RES-H, 2004.).

Bez ikakve sumnje sama subvencija dovodi do povećanja instalacija. Troškovi investicija se smanjuju i profitabilnost se povećava, što donosi do veće mogućnosti poslovanja.

Subvencije također pomalo djeluju iracionalno, što znači da su subvencije vrlo cijenjene u očima investitora. Drugim riječima, kupac kupuje proizvod jer smatra da si ne može "priuštiti" propustiti državne subvencije. Subvencija uvijek uključuje određena pravila i propise. To stvara potrebu za standardizacijom proizvoda što je u većini slučajeva pozitivno za dugoročni razvoj na tržištu.

3.2. Nedostaci subvencija

Prema istom izvoru subvencije također imaju i mnogo nedostataka. Kada se uvede subvencija cijeli lanac sudionika na tržištu podložni su velikom stresu. Proizvođači su suočeni s iznenadnim velikim brojem potražnje proizvoda, trgovci, konzultanti i instalateri su također veoma angažirani. To uzrokuje nedostatak proizvoda i osposobljenog osoblja u okviru cijelog tržišnog lanca. To se sve reflektira na kvalitetu. Velika potražnja privlači manje ozbiljne stranke na liniji poslovanja. Subvencije omogućuju prodaju proizvoda ili sustava koji inače ne bi bio zanimljiv za tržište bez subvencija. Ako se ovo dogodi, porast od subvencija će samo produžiti nastavak uvođenja na tržište. Na primjer ako se daju dovoljno velike subvencije, ugradnja dizalica topline će činiti sto posto potrebe za grijanjem.

Kad subvencija istekne neće biti tržišta/profitabilnosti za sustave koji su razvijeni u vrijeme subvencija. Tržišni igrači moraju još jednom poduzeti prilagodbe na novu situaciju i vremenski okvir za održivi rast će biti odgođen.

Glasine o subvencijama, promjene subvencija ili širenje nagovještaja o subvencijama često uzrokuju velike prekide na tržištu ugradnje geotermalnih dizalica topline. Zastrašujući primjer za to je prikazano u Švedskoj 1998. U veljači te godine, vlasti su objavile da će uvesti subvencije za instalaciju dizalice topline i bio-energiju. Međutim, nije navedeno koji uvjeti će se primjenjivati, koji proizvodi će biti uključeni, koliko velika subvencije će biti i za koji period će biti valjana. Tek u mjesecu svibnju, četiri mjeseca kasnije, bili su objavljeno uvjeti. Posljedice su bile razorne. Prodaja navedenih proizvoda u tom periodu je prestala. Mnoge tvrtke su bankrotirale ili stavljene u teške ekonomske poteškoće. Uzrok

svemu tome je bilo to što nitko nije htio kupovati dizalice topline jer su čekali subvencije za to u bliskoj budućnosti.

3.3. Preporuke kod uvođenja subvencija

Preporuka je da se u razdoblju od 5-10 godina stvori tržište za određeni proizvod. Stoga je važno da subvencija vrijedi tijekom dužeg vremenskog razdoblja.

Subjekti na tržištu za koji se subvencija daje moraju znati uvjete i treba im dati priliku da razviju proizvod, tržište/prodajne kanale i obrazuju više instalatera i servisera u razumnom roku.

Uvođenje subvencija mora biti jasno i transparentno. Kada se subvencija predstavlja, sve mora biti jasno definirano:

- Što je priroda subvencije?
- Koliki je iznos subvencije?
- Kada subvencija stupa na snagu?
- Koliko dugo će trajati?
- Tko može dobiti subvenciju?
- Kako se prijaviti?

Kako bi subvencija imala željeni učinak ne smije biti niti prevelika niti premala. Prevelika količina će stvoriti veliku promjenu u potražnji proizvoda na tržištu pa sudionici neće biti u mogućnosti da to osiguraju. Premala količina, s druge strane, neće dati poticaj koji je planiran.

Subvencija bi trebala biti dovoljno velika da pruža razumnu profitabilnost vlasniku nekretnine za instalaciju dizalice topline.

Sudeći prema iskustvima u Švedskoj i Njemačkoj, instalacija geotermalnih dizalica topline bi trebala imati povratni rok investicije od 5-7 godina u odnosu na druge sustave grijanja, kako bi bila atraktivna.

4. PROGRAMI PODRŠKE ZA OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE – PREGLED SHEMA U POJEDINIM EU ZEMLJAMA

Pregled programa podrške za geotermalnu energiju predstavljen je temeljem rezultata Projekta “Key Issues for Renewable Heat in Europe” (K4RES-H), EIE/04/204/S07.38607, dokument: Financial Incentives Schemes for Geothermal Energy za zemlje Europe (2004.). Sheme programa potpore su predstavljene za cjelokupni geotermalni sektor, 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 stanbenim 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 energetske 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, u Latviji također i Latvijski fond za ulaganja u zaštitu okoliša, kao u Litvi, EKOFUNDUSZ u Poljskoj, KAC u Mađarskoj, a FACE i FIDEME u Francuskoj. Glavni programi ponuđeni su kroz Kohezijski fond ili EU strukturne fondove (*Cohesion Fundor EU structural funds*).

Za energetske sektor, tako i za geotermalnu energiju, iz regionalnih fondova (EFRD) subvencije se kreću od 15% do 85% ukupnih troškova projekta. EU intervenira po principu sufinanciranja, putem Europske investicijske banke (EIB) ili nacionalnih ili lokalnih subvencija. EU propisi također potiču korištenje sredstava Zajednice u i drugom obliku od

izravne pomoći, kao što su povratne pomoći, subvenciranje kamatnih stopa ili rizičnih kapitalnih ulaganja. U takvim slučajevima, maksimalna podrška može biti povećana za 10%.

Sufinanciranje od strane Europske investicijske banke je ograničena za održive 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 EU 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.

Primjer podrške možemo naći u Italiji u regiji Toscana gdje postoji regionalni program za geotermalnu energiju kroz koji je dostupna subvencija za toplane za regionalno grijanje. Talijanska vlada je poduzela daljnje korake za promicanje obnovljivih izvora energije putem:

- Financijsku potporu toplanama stvaranjem geotermalnog fonda, koji se financira u iznosu od 3% od prihoda od poreza na ugljen;
- Specifičan fond za Ministarstvo zaštite teritorija i okoliša (*Ministry of the Environment and Territory Protection*), sa 130 € kroz tri godine, za održivi razvoj, uključujući veće korištenje obnovljivih izvora energije.

Mjere Vlade su i sadržane i u zakonskim odredbama koje prenose ovlasti energetskog planiranja i iskorištavanja obnovljivih izvora energije na regionalne i lokalne samouprave. Za razvoj duboke geotermalne energije u nekim zemljama, poput Nizozemske, vrlo je važno da su prednosti geotermalnog grijanja, prikazane u brojnim praktičnim primjerima ili pilot projektima. U nekim zemljama financijska potpora ovisi od regije do regije, kao što je slučaj i Belgiji, Njemačkoj, Austriji i dr.

Ta podrška može biti kroz izravne subvencije instalacije dizalica topline, kroz povoljne kredite, povlaštene izravne subvencije, donacije.

Razvoj tržišta dizalica topline ukazuje na pozitivan utjecaj državnih subvencija za dizalice topline u obiteljskim kućama ili subvencije i niske kamatne stope za kredite za instalacije dizalica topline u poslovnim i industrijskim objektima.

Iako su dizalice topline primjenjuju u Velikoj Britaniji već dugo vremena, dosad ih je vrlo malo instalirano za grijanje prostora u stambenim i poslovnim zgradama. Proboj na tržište znatno zaostaje u odnosu na većinu drugih zemalja u Europi. Ipak, Britanska vlada prepoznala je prednosti smanjenja emisija CO₂ korištenjem dizalice topline te je kroz nekoliko programa dostupni i novčani poticaji. Ovi poticaji, zajedno s povećanjem svijesti o prednostima dizalice topline među potencijalnim instalaterima i povećanje ponude dizalica topline, potaknule su tržište dizalica topline ali još nedovoljno u usporedbi s konvencionalnim plinskim bojlerima. Također, Vlada kroz različite tijela promovira dizalice topline.

Međutim, važno je naglasiti da nerijetko ove potpore mogu biti ograničene pravilima za dodjelu subvencija koji mogu biti vrlo restriktivni i nemoguće ih je provesti u praksi, poput onih u Češkoju 2003. i 2004. godine.

Kako bi financijska potpora bila učinkovita potrebno je da se kombinira s drugim elementima. Nedostatak svijesti o tehnologijama dizalice topline i povezanih prednosti je jedna od glavnih prepreka. Nedostatak kvalificiranih instalatera i inženjera u nekim zemljama je također velik problem. To dovodi do lošeg dizajna sustava, nepreuzimanja odgovornosti od strane trgovaca dizalicama topline kao i upitnom kvalitetom instalacija. U ovakvim slučajevima rješenje bi moglo biti da se predloži subvencije samo za napredne sustave ili za certificirana postrojenja geotermalne energije.

Prepreka može biti i nedostatak predanosti kreiranja nacionalnih politika u smislu ubrzanja tržišnog prihvatanja tehnologija obnovljivih izvora energije. Administrativna barijera je važna točka. Na primjer, u Slovačkoj, određeni broj kriterija koji se koristiti za odabir prijedloga koji će biti financirani kroz programe državne potpore je vrlo teško zadovoljiti i *de facto* isključuje potencijalno dobre projekte. Na primjer kandidati za financiranja od strane države ne mogu imati dugove. To ozbiljno ograničava broj prihvatljivih privatnih ili javnih subjekata. Važno je da se za sve programe koji se nude od strane Vlade pripreme zajednički kriteriji i primjenjuje jedinstvena metodologija za odabir prijedloga.

Razlika između ekonomskog i tržišnog potencijala je važan pokazatelj za identificiranje energetske politike, ciljeva i instrumenata. Jaz između ekonomskog i tržišnog potencijala je najmanji za geotermalnu energiju što ukazuje da je potrebno malo državne intervencije kako bi se motivirali sudionici na tržištu. Primjeri za ovo su Mađarska i Španjolska. Potencijal za uštedu energije od španjolskih geotermalnih izvora koji se nalaze na Kanarskom otočju procjenjuje se na oko 600 ktoe/god. Međutim, interes za razvoj geotermalnih izvora bio je jako mali: samo su pokrenuta dva projekta za proizvodnju 0,4 ktoe/god.

Iako se prikazuje povećano zanimanje za geotermalne izvore energije, zbog sporosti Vlade je malo vjerojatno da će biti ispunjeni.

4.1. Njemačka

Savezna vlada Njemačke kroz poticanje istraživanja i razvoja kao i razne mjere podrške za širenje tržišta, podržava primjenu obnovljivih izvora energije. Program poticanja tržišta (*Market Stimulation Program, MSP*) za potporu mjerama za korištenje obnovljivih izvora energije, poglavito služi za širenje grijanja iz biomase, solarne energije i geotermalne energije. U 2004. godini kroz ovu mjeru dodijeljeno je oko 200 milijuna eura poticaja.

Manji objekti privatnih investitora su podržani sa subvencijama, veći objekti s kreditima po sniženoj kamati.

Za postrojenja regionalnog grijanja, podrška putem programa poticanja tržišta je dostupna od 1999. Međutim, u prvoj verziji pravila za primjenu su sačinjena tako da praktično zahtjevi nisu mogli biti podneseni:

- Obvezno sufinanciranje na državnoj razini - relevantni programi na državnoj razini nisu postojali;
- Bez podrške za javna tijela ili poduzeća u većinskom javnom vlasništvu - većina postojećih geotermalnih toplana uglavnom su u vlasništvu općine.

To je dovelo do izostanka potpore u prvim godinama programa, a sredstva su mogla biti preusmjerena na potporu solarnom grijanju. Ovo je tipičan primjer kako napraviti shemu tako da subvencija bude službeno pokrivena, ali praktično nije dostupna.

U međuvremenu, u novim smjernicama iz 2005. godine, te prepreke su uklonjene, i prve nove elektrane izgrađene uz pomoć subvencijama ovog programa proizvode toplinu (Münchensko područje). Podrška se sada također dodjeljuje za drugu prepreku geotermalnom grijanju, subvencioniranje troškova uspostave distribucijske mreže. Potpora se dodjeljuje kroz poseban krediti KfW (*Kreditanstalt für Wiederaufbau*). Ova vrsta potpore je pogodna za velike instalacije koje vode komunalna (općinska) poduzeća (za privatne vlasnike kuća, izravna podrška ugradnji dizalica topline je prikladnija).

Još uvijek postoji problem sa shemama za geotermalne elektrane koje proizvode struju i služe za grijanje. Ovdje vlasnik mora odlučiti koju će potporu koristiti, za grijanje ili električnu energiju. Podrška za grijanje je mala, a količina električne energije u takvim kombiniranim elektranama je samo jedan fragment, pa bi kombinacija obe subvencije bila vrlo poželjna. Buduća revizija programa podrške će, također, morati ukloniti ovu prepreku. Općenito, program poticanja tržišta za duboka geotermalna postrojenja pokazuje kako se neprimjerena mjera može pretvoriti u vrlo koristan alat.

Već neko vrijeme, smatra se da je geotermalna proizvodnja energije u Njemačkoj moguća samo s EGS sustavom. Istraživanje i razvoj ove tehnologije je podržan tijekom mnogih godina u istraživačkim pogonima u Njemačkoj i kasnije kao dio EU projekta EGS u Soultz-sous-Forêts u Francuskoj. Podrška uopće nije bila predviđena za geotermalnu elektranu. Prvi njemački zakon o poticajnim cijenama za obnovljive izvore energije je *Stromeinspeisegesetz* iz 1995. godine (StrEG) nije predvidio geotermalnu elektranu. U novom zakonu, *Erneuerbare Energien Gesetz* (EEG), geotermalna elektrana je uključena nakon određenih pritiska lobija obnovljivih izvora energije. To je trajalo do studenog 2003. godine, prije nego što je prva geotermalna elektrana isporučena na mrežu.

Uključenje u EEG-u zahtijevalo je temeljno istraživanje lokaliteta i organizacije geotermalnih elektrana. Prvi pokušaji su bili ograničeni na manje elektrane od 1 do 3 MW, što je predstavljalo financijska i tehnička ograničenja. Nakon prvih ekonomskih kalkulacija je postalo jasno da je cijena od 7-9 €-centi/kWh preniska za male elektrane. Ekonomija razmjera još se ne može primijeniti. U skladu s tim, u prvoj reviziji zakona uključene su nove vrijednosti za male elektrane.

S novim tarifama, neki od ispitivanih projekata mogle su početi s gradnjom. Trenutno, elektrane su izgrađene ili planirane uglavnom u dva područja s povoljnim geološkim

uvjetima, Upper Rhine Grabeni područje oko Münchena. Prve bušotine uspješno su izbušene na nekoliko mjesta, proizvodnom vodom preko 120 °C uz razumne brzine protoka. Prva energija od strane ovih postrojenja je isporučena 2007. godine, a bez EEG taj razvoj ne bi bio moguć.

4.1.1. Subvencije za dizalice topline

U Njemačkoj subvencije za dizalice topline razlikuju se od pokrajine do pokrajine. U Bavarskoj, na primjer subvencije za dizalice topline su dostupne od 2003. godine, i to 150 € za svaki instalirani kilovat toplinskog kapaciteta u postojećim zgradama prilagodbom distribucijskog sustava, a 100 € za svaki instalirani kilovat u svakom drugom slučaju. Maksimalna subvencija iznosi 25% investicijskih troškova, ali maksimalno 12.500 € po ugradnji dizalice topline.

U Brandenburg je subvencionirana ugradnja dizalica topline za pripremu tople vode i/ili za grijanje. Razina subvencije ide do 30% investicijskih troškova, ali je ograničena na 613,55 €/kW utvrđene potrebne topline za grijanje. Maksimalni iznos po sustavu je 102.258,35 €. Prosječni sezonski faktor grijanja za izvedbu sustava mora biti najmanje 3,8. To mora biti dokazano za svaki pojedinačni projekt.

Distribucija topline u zgradama nije subvencionirana. U Nordrhein-Westfalen je bila promocija dizalice topline unutar REN-programa (*Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen*) sve do 30.9.2003. Trenutno ne postoje subvencije za sustave dizalica topline. Međutim nastavak REN programa je planiran, ali danas nisu poznati uvjeti koji su vezani za subvencije.

Subvencija za geotermalne dizalice topline na državnoj razini je dio Programa poticanja tržišta. U periodu 1995.-98. subvencija se isplaćuje po kWth instalirane snage grijanja. Subvencija je započela s 300 €/kWth i smanjuje se na 200 €/kWth prije nego što je program ukinut 1999. Subvencija je ovisila od određenih standarda:

- ugradnja dizalice topline mora biti izrađena kako bi se postigao minimalni godišnji COP 3,5, koji se povećava do 3,8 tijekom sheme; to je moralo biti ovjereno od strane inženjera u projektnoj dokumentaciji
- dizalica topline mora koristiti neklorirana rashladna tijela

Shema je razvijena i provedena od strane Federalnog ministarstva ekonomije u uskoj suradnji s nadležnim udrugama za geotermalnu energiju i za dizalice topline.

Aplikacija je relativno jednostavna a provodio je Bundesamt für Wirtschaft (Federalni ured za gospodarstvo) na prilično jednostavan način. Rješavanje aplikacija se također odvijalo brzo, inače će subvencija biti izgubljena. Ovaj program je doveo do skromnog, ali relativno stabilnog razvoja tržišta. Oko 1000 novih postrojenja geotermalne primjene su podržani svake godine. Tržište je nastavilo rasti i nakon završetka programa.

Nedostatak programa je bio:

- Ograničen financijski iznos za godinu, sukladno federalnim proračunskim ograničenjima, a što je dovelo do toga da već u jesen, nema više novca na raspolaganju za subvencije.
- Subvencija je morala biti odobrena prije početka gradnje, a gradnja se morala završiti u istoj fiskalnoj (kalendarskoj) godini što je dovelo do određenih problema prilikom gradnje i kašnjenja.
- Na kraju je program iznenada završen. Tržište se nastavilo razvijati, ali uglavnom zato što je samo dio projekata bio financiran ili je neki drugi program potpore na državnoj razini preuzeo subvencioniranje (REN program u Nordrhein-Westfalen), ili što je ekonomičnost sustava poboljšana.

Potonji je bio glavni pozitivni rezultat programa. Međutim, to je također moralo biti popraćeno tehnološkim razvojem, čiji mjerodavni rezultat je smjernica VDI 4640 "Thermal Use of the Underground", izdana 1998. Ova vrsta tehničkih savjeta i pomoći bila je presudna ne samo za povećanjem brojeva, nego i povećanja učinkovitosti i kvalitete.

4.1.2. Tržište dizalica topline

Dok su se dizalice topline na tržištu SAD-a pojavile odmah nakon drugog svjetskog rata (popularne su bile dizalice topline koje su se koristile i za grijanje i za hlađenje) bilo je samo nekoliko sustava u Njemačkoj 50-ih godina, uglavnom za potrebe poljoprivrede, hlađenje mlijeka i istovremeno zagrijavanje vode.

Na kraju 60-ih niski troškovi ulaganja za grijanje i toplu vodu su bili mnogo važniji za privatne investitore od troškova energije. Tržište dizalica topline je zbog toga bilo

koncentrirano oko samo nekoliko sustava za grijanje bazena i inverter sustava u velikim objektima.

To se promijenilo nakon naftne krize 1973. godine, a posebno u 1979. dok je u 1973. godini prodano samo oko 500 dizalica topline, broj dizalice topline prodane posebno u samostalnim i više obiteljskim kućama popeo se na više od 12000 sustava godine 1980./81., ali taj broj nikad nije ponovno dosegnut do danas.

Sa sljedećim padom cijena nafte i zbog mnogih loših iskustava izazvanih uslijed slabo instaliranih sustava dizalice topline su došle na loš glas, a tržište se smanjilo krajem 80-ih. Stagnira već nekoliko godina na samo 500 prodanih sustava godišnje. Na početku 90-ih je termodinamičko grijanja s dizalicama topline kao doprinos zaštiti okoliša postalo važnije, zbog spoznaje da emisije CO₂ utječu na efekt staklenika i rezultiraju klimatske promjene. Mjere potpore (subvencije) savezne vlade, federalnih jedinica i općina, lagani rast cijene nafte, fondacija u Njemačkoj, geotermalne udruge (*German Geothermal Association GtV*) i udruženja za dizalice topline (*German Heat Pump Association BWP*) dovela je do oživljavanja tržišta dizalica topline. Prodaja se polako oporavila i postigla dobre stope rasta. U 1980. kada je ugradnja dizalica topline doživjela bum, kao izvor grijanja koristio se zrak.

Kao i u drugim zemljama, i u Njemačkoj je cijena nafte u 70-im godinama izazvala šok, koji generira pravi bum za dizalice topline. Visoke cijene fosilnih goriva i jednostavna mogućnost preinake postojećih uljnih kotlova na dizalice topline što je dovelo do smanjenja troškova grijanja bili su glavni razlozi ugradnje dizalica topline. Kao što je ranije spomenuto, tehnologija u Njemačkoj bila je neuspješna uglavnom zbog problema kvalitete dizalica topline i instalacijskih pogrešaka. Nakon pada cijene nafte, tržište dizalica topline je propalo i nije se oporavilo sve do početka 90-ih godina, ali od tada postiže pozitivne prodajne brojke.

Razlog zašto su dizalice topline postale zanimljive u ovom trenutku je prije svega primarni uvjeti za korištenje dizalica topline s obzirom na građevinske standarde koji su značajno poboljšani. Drugi razlog je što je interes za ekološkim, energetski učinkovitim tehnologijama mnogo veći nego 70-ih godina. Ali isto tako je problem s efektom staklenika, a i za potrebom smanjenja emisija CO₂ o čemu je ranije govoreno. Elektro distribucija je prepoznala taj potencijal i vidjeli su mogućnost da dođu na tržište grijanja uz

pomoć dizalica topline. Bili su podržani od strane proizvođača dizalica topline, koji su opstali tijekom loših godina, uglavnom zahvaljujući, austrijskom i švicarskom tržištu.

4.1.3. Trenutno tržište dizalica topline

Visoke cijene energije u posljednjih nekoliko godina, a činjenica da su cijene električne energije stabilniji nego cijena nafte i plina učvrstili su njemačko tržište dizalica topline. Ovaj razvoj je prepoznatljiv u prodajnim brojkama za posljednjih nekoliko godina. Od liberalizacija tržišta električne energije, snabdjevači su se morali povući iz aktivne lobističke aktivnosti u području dizalica topline zbog pritiska cijena između natjecatelja. Općenito, njemački elektro distributeri i dalje misle pozitivno o tehnologiji dizalica topline. U mnogim opskrbnim područjima posebne tarife se nude za korištenje dizalica topline, ali politika cijena se razlikuju od regije do regije.

Zbog niskih tekućih troškova i relativno visokih troškova fosilnih goriva, amortizacija u prihvatljivom vremenskom razdoblju je prihvatljiva. Za niskoenergetske i pasivne kuće dizalice topline su idealno rješenje, zbog svojih manjih toplinskih opterećenja. U budućnosti dizalice topline za povrat topline u području ventilacijskih sustava će postati sve više važne.

Prihvatanje tehnologije dizalica topline kao i želja za sudjelovanjem u polju održive energetske politike, je sve prihvatljivija od strane krajnjih korisnika, ali to će se nastaviti samo ako ekonomski aspekti budu u njihovu korist.

Na početku primjene tehnologije dizalica topline definitivno najveće prepreke su bile nedostatak svijesti o tehnologiji dizalica topline među krajnjim korisnicima, a također i visoki troškovi ulaganja. Tržište grijanja putem dizalice topline danas trpi od nadmoći proizvođača parnih kotlova. Principi transparentnosti tržišta, poznavanje tehnologije i dostupnost informacija za krajnje korisnike je još uvijek premalo. Primjena električne energije za grijanje suočava se s negativnim i skeptičnim stavom, jer se električna energija za grijanje se percipira kao neprofitabilno. Generalno, stabilne cijene električne energije imaju pozitivan učinak na sektor dizalica topline. Investicijski troškovi za dizalicu topline, izvor topline i instalacija su još uvijek relativno visoki u usporedbi s uobičajenim tehnologijama.

S jedne strane značajno visok pritisak cijena između tvrtki iskrivljuje tržišno natjecanje: mala poduzeća koja su specijalizirana za dizalice topline često su u nepovoljnom položaju. Kod kupovine sustava za grijanje, cijena je još uvijek najvažnija. Troškovi za ugradnju vertikalnog kolektora odražavaju se negativno na ukupne troškove. Sa sustavima koji koriste podzemne vode postoje ponekad problemi tijekom postupka za dobivanje dozvole za dobivanje prava na vodu. Procedure su često komplicirane i pogrešno procijenjene u fazi planiranja.

Trgovina ima ključnu ulogu u odabiru sustava dizalica topline za primjenu u obiteljskim kućama, jer su upoznati sa stanjem između ponude i potražnje. Ugradnja dizalica topline može biti učinjeno od strane različitih struka (inženjera za grijanje, električara, i dr), ali zahtjev je usmjeren uglavnom na inženjere za grijanje. Ali nije svaki inženjer za grijanje zainteresiran (obrazovan) za instaliranje sustava dizalica topline, što znači da se mnogi upiti klijenata i dalje preusmjeravaju na konvencionalne sustave grijanja.

Tehnički kvalificirana poduzeća često su specijalizirana za instalaciju dizalica topline i postižu visoku prodaju. Između predstavnika raznih struka bilo je teško lobirati za dizalice topline. Od liberalizacije tržišta električne energije pružatelji usluga energije ne provode nikakvu aktivnu promociju za primjenu dizalica topline i unutar politička arena nema prepoznatljivog lobija za dizalice topline.

Nepostojanje političkog prihvaćanja je znatan hendikep. Važnost političkog prihvaćanja razvoju tržišta dizalica topline je vidljivo u pokrajinama: Bavaria, Baden-Württemberg, Brandenburg i Nordrhein-Westfalen. U tim pokrajinama tehnologija dizalica topline je prihvaćena od strane jedinica lokalne samouprave i u nekim slučajevima to je potaknuto subvencijama. U tim pokrajinama tržište dizalica topline je mnogo značajnije nego u ostatku Njemačke. Udio na tržištu ove četiri provincije je oko 78% ukupnog njemačkog tržišta, iako samo 52% stanovništva živi tamo.

4.2. Sjedinjene Američke Države

Na službenoj stranici Odjela za energiju Vlade Sjedinjenih Američkih Država (www.energy.gov) predstavljene su porezne olakšice (*Federal Tax Credits*) za ugradnju geotermalnih dizalica topline na federalnoj razini SAD koje se primjenjuju za postojeće

objekte stanovanja kao i za novoizgrađene objekte, ali i za ugradnju u vikendicama. Porazna olakšica iznosi 30% cijene svih dijelova dizalice topline koji imaju certifikat i troškova instalacije i nema maksimalnog ograničenja. Međutim, porezne olakšice ne pokrivaju troškove npr. povratno sigurnosnog sustava kanala, jer ova komponenta ne utječe izravno na učinkovitost geotermalnih dizalica topline.

Na snazi su od 01.01.2009. godine do 31.12.2016. Zahtjevi za iskorištenje porezne olakšice za ugradnju geotermalne dizalice topline, mora udovoljavati uvjetima iz federalnog Energy Star programa koji su na snazi prilikom ugradnje istih.

U tablici 4-1. prikazani su zahtjevi koje trebaju ispunjavati dizalice topline za različite sustave ugradnje, koeficijent učinkovitosti (COP – *Coefficient Of Performance*) i omjer energetske učinkovitosti (EER - *Energy Efficient Ratio*).

Tablica 4-1. Zahtjevi koje trebaju ispunjavati dizalice topline za različite sustave ugradnje (<http://www.energy.gov>)

Voda - zrak	Voda - voda	Direktna ekspanzija
Zatvorena petlja	Zatvorena petlja	EER $\geq$ 16
EER $\geq$ 17.1	EER $\geq$ 16.1	COP $\geq$ 3.6
COP $\geq$ 3.6	COP $\geq$ 3.1	
Otvorena petlja	Otvorena petlja	
EER $\geq$ 21.1	EER $\geq$ 20.1	
COP $\geq$ 4.1	COP $\geq$ 3.5	

Porezne olakšice za primjenu obnovljivih izvora energije na stambenu energiju u SAD prvi put su definirane Zakonom o energetskej politici iz 2005. godine (*The Energy Policy Act of 2005*) i odnosio se samo na primjenu solarne energije. Izmjenom i dopunom ovog Zakona 2008. godine porezne olakšice su proširene i na male vjetroelektrane i geotermalne dizalice topline.

5. ISTRAŽIVANJA KORIŠTENJA GEOTERMALNE ENERGIJE U EU

Istraživanje i tehnologija igraju važnu ulogu osobito u razvoju EGS sustava (eng. *Enhanced Geothermal Systems*) koji ciljaju na eksploataciju zemljine topline za proizvodnju električne energije bez prirodnih resursa vode. Od 2002. godine EU financira oko 10 projekata ukupnog budžeta preko 20 miliona €. Prvi vodeći projekt u izgradnji znanstvenog pilot postrojenja zasnovanog na EGS tehnologiji je EGS Pilot Plant Project u Soultz-Sous-Forêts (slika 5-1.) i financiran je s 5 miliona €. Glavni cilj projekta bio je uspostaviti prvo svjetsko geotermalno pilot postrojenje EGS sustava. Projekt je započeo 2004. godine i rezultirao je stvaranjem triju 5000 m dubokih bušotina izrađenih pomoću poboljšanog bušenja, simulacija i dijagnostičkih metoda. U siječnju 2008. godine započela je izgradnja nadzemne instalacije potrebne za pretvaranje zemljine topline u električnu energiju.



Slika 5-1. Geotermalna stanica Soultz: jedinica za napajanje (u pozadini), 3 geotermalne bušotine (u sredini), geotermalna petlja za hlađenje (naprijed) (FinalReport EGS Pilot Plant, 2009.)

Projekt je izrastao u elektranu koja proizvodi 1,5 MW geotermalne energije, smještenom duž francusko-njemačke granice u Soultz-sous-Forêts. Elektrana se koristi za testiranje performansi odabrane opreme kako bi se uspostavile postavke za tehničkim i ekonomskim dobicima za buduća veća EGS postrojenja (25 MW i veće). Osim toga, elektrana služi kao obrazovna ustanova drugim europskim EGS timovima. EGS Pilot Plant se financirao u okviru Programa FP6 (6th Framework Programme (2002-2006)) i vodio ga je konzorcij sastavljen od devet partnera iz tri različite zemlje članice i jedne pridružene zemlje (Norveška). Predviđeni troškovi izgradnje su 26 milijuna € od kojih je 5 milijuna € sufinancirala EZ tijekom cjelokupne realizacije projekta.

Geotermalna energija je važno područje sa značajnim potencijalom za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i kao takva je bila sufinancirana iz Okvirnog Programa FP7 (7th Framework Programme (2007-2013)) za 2 projekta:

- GEISER - *Geothermal Engineering Integrating Mitigation of Induced Seismicity in Reservoirs* – u periodu 01/2010 - 06/2013 (42 mjeseca) i s EC kontribucijom od 5,308,869.00 €
- GROUND-MED - *Advanced ground source heat pump systems for heating and cooling in Mediterranean climate* – u periodu od 01/2009 - 12/2013 (60 mjeseci) i s EC kontribucijom od 4,548,944.00 €

Trenutana istraživanja se financiraju za unapređenje znanja u razumijevanju i ublažavanju induciranih seizmičnih dešavanja povezanih s razvojem geotermalnog polja.

Horizon 2020 (H2020) je novi financijski EU program za podršku istraživanju i inovacijama s gotovo 80 milijardi € raspoloživih sredstava za period više od 7 godina (2014. do 2020.). H2020 podržava mala i srednja poduzeća s novim instrumentom koji se izvodi tijekom različitih financiranih istraživanja i inovacija na različitim područjima, stimulira međunarodna istraživanja s učešćem trećih zemalja, pridaje veliku važnost za integraciju društvenih i humanističkih znanosti jačanjem gender dimenzije u projektima.

Aktivnosti za financiranje istraživanja budućih i novih tehnologija iz Programa H2020 za 2016.-2017. godinu (*Future and Emerging Technologies - HORIZON 2020 – Work Programme 2016 - 2017*) pomažu stvoriti u Europi plodno tlo odgovornih i dinamičnih

multidisciplinarnih suradnji na području novih tehnologija i za započinjanja novih europskih istraživanja i inovacija ekosustavima oko njih.

Financijska potpora je međutim samo jedan vid aktivnosti EU. Jednako važno je i okupljanje različitih organizacija iz Europe i drugih dijelova svijeta koji su aktivni u istom znanstvenom području. Radeći zajedno na projektima razmjenjuju iskustava i ostvaruju kontakte i nastavljaju suradnju i nakon što je projekt završen. Tako oni doprinose stvaranju Europskog istraživačkog prostora.

Kako su energetske izazovi globalni, suradnja ide i izvan granica EU-a. Suradnja se odvija na bilateralnoj razini između EU-a i zemalja partnera i na multilateralnom okviru preko Međunarodne agencije za energiju (IEA) i drugim multilateralnim inicijativama. Europska komisija sudjeluje u petogodišnjem programu koji je postavila IEA, pod nazivom Sporazum o implementaciji geotermalne energije, koji pruža okvir za međunarodnu suradnju na geotermalnim pitanjima. Sporazum olakšava koordinaciju geotermalnih istraživanja, razvoj i demonstraciju putem međunarodne suradnje i razmjene informacija.

6. GEOTERMALNA ENERGIJA U HRVATSKOJ

6.1. Geotermalni potencijali Hrvatske

U posljednjem desetljeću nestabilna cijena energije i opskrbe dovela je do značajnog porasta interesa za razvoj geotermalnih sredstva za proizvodnju električne energije, što je doprinijelo sasvim novom načinu razumijevanja geotermalnih potencijala Hrvatske. Kako naglašavaju mnogi autori u svojim radovima (Golub i Kurevija, 2007.; Brkić et al, 2009.; Kolbah et al, 2008., 2009., 2015.; Kolbah, 2010a, 2010b; Kolbah et al, 2010., 2011., 2012., 2013.) promocija geotermalnih izvora energije, kako u zemlji i na međunarodnoj razini, je ključno za podizanje interesa za geotermalne projekte.

Geotermalni potencijal Hrvatske prije svega se odnosi na kontinentalni dio zemlje u kojem se nalazi velika većina nalazišta. Međutim, većina njih zbog svoje izdašnosti do sada nije bila iskorištavana u svrhu proizvodnje električne energije (Kolbah, 2010a, 2010b). Geotermalna energija u Hrvatskoj do sada se iskorištava samo kao ljekoviti izvori mineralne vode, na kojima su nastale brojne toplice i lječilišta. Iako je geotermalni potencijal Hrvatske procijenjen na čak 812 MW toplinske i 46 MW električne energije, temperature vode kod većine geotermalnih izvora je ispod 65 °C zbog čega nisu pogodni za proizvodnju električne energije. Prema dosadašnjim istraživanjima, od tridesetak važnijih geotermalnih nalazišta, samo manji broj se može okarakterizirati pogodnima za proizvodnju električne energije, budući da temperatura vode koja izvire često prelazi 120 °C, kao što je vidljivo na slici 6-1.

Razmatrajući dostupnost prirodnih resursa, potencijal nije zanemariv, no njihovo iskorištavanje su ograničavale brojne barijere na područja legislative i sam rizik zbog velikih početnih ulaganja potrebnih za istraživanje nalazišta.



Slika 6-1. Prikaz geotermalnih izvora u RH izraženim vrijednostima temperatura nalazišta izraženim u °C (Šumonja, 2011.)

U tablici 6-1. prikazana je uporaba direktne uporabe geotermalnih izvora u Hrvatskoj po kategorijama primjene do razdoblja 31.12.2014. godine (Kolhab, 2015.).

Tablica 6-1. Prikaz podataka za različite kategorije primjene geotermalne energije u Hrvatskoj s aspekta kapaciteta, potrošnje i faktora opterećenja do 31.12.2014.godine (Kolbah, 2015.)

Upotreba	Kapacitet, MWt	Godišnja potrošnja, TJ/god= 10^{12} J/god	Faktor opterećenja
Individualno grijanje prostora	31.99	291.79	0.29
Regionalne toplane (district heating)	13.77	8.61	0,02
Hlađenje prostora (Air condition)			
Grijanje staklenika	7.53	169.49	0.71
Grijanje ribnjaka			
Sušenje poljoprivrednih proizvoda			
Upotreba u industriji			
Saune i bazeni	22.15	172.1	0.25
Hlađenje/topljenje snijega			
Drugo			
Ukupno	75.44	641.99	0,27
Geotermalne dizalice topline			
Ukupno	75.44	641.99	0,27

Geotermalni potencijal u Hrvatskoj istražuje se od sedamdesetih godina prošlog stoljeća, međutim, na većini nalazišta potrebna su dodatna istraživanja kojima bi se utvrdio proizvodni potencijal same bušotine. Proces istraživanja geotermalne bušotine iznimno je skup i dugotrajan proces koji ne garantira povrat investicije.

Iz svega vidimo da prirodni potencijal postoji, no potrebne su izmjene zakonodavstva kako bi se smanjio rizik ulaganja u ionako poprilično rizično područje.

U tablici 6-2. dat je prikaz ukupnih investicija u geotermalnim istraživanjima i projektima u periodu od 1999. do 2014. godine izraženog u US\$ i prema tipu investicija. Vidimo da je u periodu od 2010.-2014. došlo do ulaganja privatnih investicija u istraživanja i razvoj direktne uporabe geotermalne energije u iznosu od 3 mill. US\$ i 0.5 mill US\$ za primjenu geotermalne energije za proizvodnju električne energije.

Tablica 6-2. Prikaz ukupnih investicija u geotermalnim istraživanjima i projektima izražen u US\$ (Kolbah, 2015.)

Period	Istraživanje i razvoj uklj. površinska istraživanja i istr.bušotina	Terenska istraživanja uklj. Opremu i proizvodne bušotine	Upotreba		Tip investicija	
			Direktna	Elektrika	Privatne	Javne
	Milijun US\$	Milijun US\$	Milijun US\$	Milijun US\$	%	%
1995-1999	0	0	0	0	0	0
2000-2004	0	1.0	1.0	0	0	100
2005-2009	0	0.5	0.5	0	0	100
2010-2014	0.5	3.0	3.0	0.5	100	0

U pravilu, jedini način za iskorištavanje niskotemperaturnih geotermalnih izvora u svrhu proizvodnje električne energije je njihovo kombiniranje sa dodatnim izvorom topline. Naravno, tada više ne govorimo o geotermalnim nego o hibridnim geotermalnim postrojenjima koja u procesu kogeneracije koriste dva izvora energije. S obzirom na to da je geotermalna energija obnovljiv izvor energije, dogrijavanje fluida obavlja se pomoću obnovljivog izvora poput biomase, bioplina ili solarne energije, ovisno o tome može li se taj izvor na tom području iskoristiti.

6.2. Zakonska osnova korištenja geotermalne energije u Hrvatskoj

Zakon o energiji (Narodne novine, broj 120/12 i 14/14) i Zakon o energetskej učinkovitosti (Narodne novine, broj 127/14) temeljni su zakonski propisi iz područja energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj. Ovim zakonima je u zakonodavstvo Republike Hrvatske preuzeta pravna stečevina EU iz područja energetike, Direktiva 2009/72/EZ i Direktiva 2009/73/EZ (Službeni list Europske unije, 2009b i Službeni list Europske unije, 2009c) i energetske učinkovitosti, Direktiva 2012/27/EU (Službeni list Europske unije, 2012.). Korištenje obnovljivih izvora energije kao i učinkovito korištenje energije važno je područje za sve zemlje Europske Unije, pa tako i za Republiku Hrvatsku. Stoga je svrha Zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (Narodne novine, broj 100/15) promicanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije kao i druga pitanja od važnosti za korištenje obnovljivih izvora energije. Ovim Zakonom preuzeta je Direktiva 2009/28/EZ o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora (Službeni list Europske unije, 2009a). Podrobnija provedba Zakona definirana je Pravilnikom o korištenju obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije (Narodne novine, broj 88/2012). Također, za iskorištavanje geotermalne vode iz koje se može koristiti akumulirana toplina u energetske svrhe potrebno je pratiti odredbe Zakona o rudarstvu (Narodne novine, broj 56/13 i 14/14).

Pod *obnovljivim izvorima energije* u skladu s ovim zakonima smatraju se obnovljivi nefosilni izvori energije među koje se ubraja i geotermalna energija.

Korištenjem obnovljivih izvora energije ostvaruju se interesi Republike Hrvatske definirani Strategijom energetskog razvoja Republike Hrvatske (Narodne novine, broj 130/09) kojom su, između ostalog, definiraju poticaji za ulaganja u obnovljive izvore energije i za povećanje energetske učinkovitosti, a u cilju ostvarenja Nacionalnog cilja korištenja energije iz obnovljivih izvora. Nacionalni cilj korištenja energije iz obnovljivih izvora energije je i obavezni cilj u Republici Hrvatskoj u 2020. godini u skladu sa zahtjevima EU, a određuje se kao minimalni udjel energije iz obnovljivih izvora energije u ukupnoj neposrednoj potrošnji energije i iznosi 20%. Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske odnosi se na period do 2020. godine, i vremenski je usuglašena s razdobljem za koje su doneseni strateški energetske dokumenti Europske unije čime je omogućena usporedba nacionalnih ciljeva RH s ciljevima Europske unije. Međutim, zbog

dugotrajnosti izgradnje i eksploatacije energetske objekata, odluke donesene na temelju Strategije odrazit će se i nakon 2020. godine.

Potrošnja energije u svijetu konstantno se povećava i procjenjuje se njena porast za oko 50% do 2030. godine. Prema izvješćima Međunarodne agencije za energiju (*International Energy Agency*, IEA) rezerve nafte i prirodnog plina dovoljne su za zadovoljavanje potreba tijekom životnog vijeka energetske infrastrukture koja će se izgraditi u razdoblju obuhvata Strategije. Ovisnost Republike Hrvatske o uvozu energije se također 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 ovih pravnih akata uspostava zakonskih okvira za povećanjem korištenja vlastitih prirodnih energetske 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.

Klimatske promjene i emisije stakleničkih plinova postale su glavna globalna prijetnja razvoja. Stoga je glavni cilj dugoročni razvoj gospodarstva sa smanjenom emisijom ugljikovog dioksida. Teži se učinkovitijem korištenju energije, korištenju obnovljivih izvora energije, korištenju izvora energije koji ne proizvode stakleničke plinove, efikasnijem transportnom sustavu s većom uporabom neutralnih goriva glede emisije CO₂ i internalizaciji eksternih troškova onečišćavanja okoliša putem uspostavljanja cijene emitiranog ugljikovog dioksida (Stupin, 2015.).

Republika Hrvatska 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 energetske sektora zahtjeva i stručnjake različitih profila, koji će biti školovani i osposobljeni za rad s novim tehnologijama. Primjenom dizalica topline, zbog povećane učinkovitosti pretvorbe energije, procjenjuje se da će se potrošnja prirodnog plina u 2020. godini smanjiti za 130 milijuna m³, potrošnja električne energije povećati za 0,2 TWh i iskorištavati obnovljiva unutarnja energija okolišnog zraka, zemlje ili vode u iznosu od 4,9 PJ (Narodne novine, 130/09).

U Strategiji energetskeg razvoja Republike Hrvatske (Narodne novine, 130/09) navodi se kako u Hrvatskoj postoji višestoljetna tradicija iskorištavanja geotermalne energije iz prirodnih izvora. Danas se koristi geotermalna voda i iz plitkih bušotina. Uz djelatnost istraživanja nafte i plina razvijena je u Hrvatskoj i tehnika i tehnologija za pridobivanje geotermalne energije iz dubokih ležišta. Ciljevi Strategije u svezi s uporabom geotermalne energije su: ekonomski opravdano iskorištavanje postojećih geotermalnih bušotina i ekonomski povoljna razrada bušotina radi uporabe geotermalne energije te iskorištavanje srednje-temperaturnih ležišta za razvoj (Golub i Kurevija, 2007.).

Republika Hrvatska će poticati proizvodnju električne energije kod višenamjenskog korištenja geotermalnom energijom (razvoj gospodarskih zona uz korištenje otpadnom topline iz geotermalne elektrane). Osim za proizvodnju električne energije, Republika Hrvatska će poticati iskorištavanje geotermalne energije za turističko-rekreacijske sadržaje, ali i za grijanje prostora, pripremu potrošne tople vode, za poljoprivrednu proizvodnju, industrijsku preradu poljoprivrednih proizvoda, uzgoj riba, itd.

6.3. Programi podrške primjene geotermalne energije u Hrvatskoj

Sustav poticanja tržišnom premijom oblik je poticanja proizvodnje električne energije iz proizvodnih postrojenja i/ili proizvodnih jedinica koje koriste obnovljive izvore energije ili visokoučinkovitih kogeneracija kojim se nositelju projekta izgradnje proizvodnog postrojenja ili proizvodne jedinice za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije omogućava sklapanje ugovora o tržišnoj premiji s operatorom tržišta električne energije. Operator prijenosnog sustava i operator distribucijskog sustava dužni su osigurati pravnim ili fizičkim osobama priključenje i mogućnost isporuke proizvedene električne energije za proizvodna postrojenja i proizvodne jedinice za koja su sklopljeni ugovori o otkupu temeljem tarifnog sustava za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije, a za koja su sklopljeni ugovori o tržišnoj premiji i ugovori o otkupu električne energije zajamčenom otkupnom cijenom, prema uvjetima utvrđenim posebnim propisima kojima se uređuje priključenje na mrežu, te pogon i isporuka električne energije u mrežu, osim kad isporuka električne energije u mrežu znatno narušava pouzdanost i sigurnost rada elektroenergetskog sustava.

Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji koji je na snazi od 01.01.2016. godine donio je promjenu modela poticaja. Do stupanja na snagu ovog Zakona na snazi je bio feed-in tarifni sustav, a sada je na snazi sustav poticanja putem tržišne premije. Prema ovom zakonu Vlada RH određuje kvote za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije za period 2016.-2020. godine. Ove kvote predstavljaju ukupnu priključnu snagu izraženu u kilovatima (kW) proizvodnih postrojenja i proizvodnih jedinica za koje se mogu sklapati ugovori o tržišnoj premiji. U ove kvote ulaze i dosadašnji ugovori sklopljeni temeljem tarifnih sustava koji su još na snazi. Važeći Zakon definirao je osnivanje i EKO bilančne grupe, kao Registra proizvodnih postrojenja, nositelja projekata i povlaštenih proizvođača električne energije iz održivih izvora energije. Operator tržišta električne energije voditelj je EKO bilančne grupe i odgovoran je za planiranje proizvodnje. Ovim Zakonom također se potiče međunarodna suradnja u području obnovljivih izvora energije.

U skladu s gore navedenim Republika Hrvatska osigurava svu raspoloživu potporu za proizvodnju električne energije uz uvjet da je proizvedena električna energija podrijetlom iz visokoučinkovite kogeneracije i da se otpadna toplina učinkovito upotrebljava za ostvarivanje ušteda primarne energije.

Također, provedba projekata energetske učinkovitosti u Hrvatskoj definirana je i Nacionalnim programom energetske učinkovitosti (NPEnU) 2008.-2016. Nacionalni program energetske učinkovitosti definira nacionalne ciljeve i ciljeve specifične za svaki sektor za poboljšanje energetske učinkovitosti te daje pregled načina i postupaka koje treba primijeniti za postizanje ciljeva dugoročne energetske učinkovitosti. Temeljem NPEnU izrađena su 3 Nacionalna akcijska plana energetske učinkovitosti.

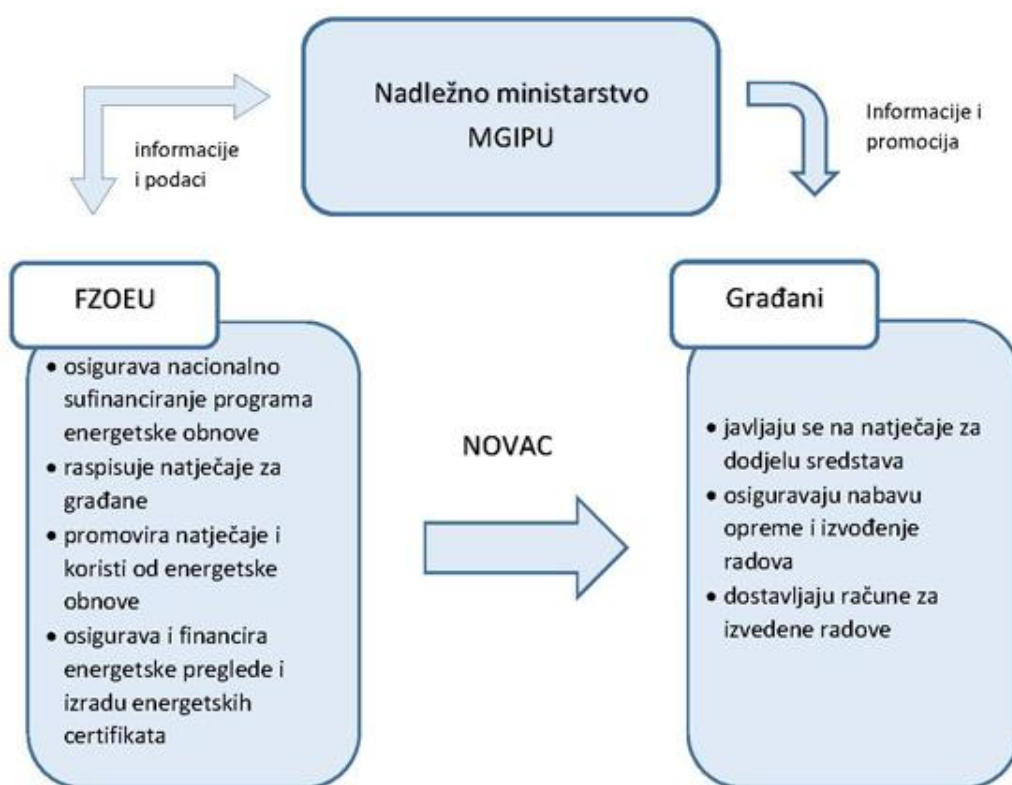
Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost Republike Hrvatske ima ključnu ulogu u poticanju primjene mjera povećanja energetske učinkovitosti na nacionalnom i gospodarenja energijom na lokalnom nivou. Sredstvima Fonda financiraju se projekti energetske obnove postojećih kuća, stambenih i nestambenih zgrada, projekti gradnje energetski učinkovitih objekata, korištenja obnovljivih izvora energije, projekti povećanja energetski učinkovitosti javne rasvjete kao i projekti energetske učinkovitosti u industriji.

Korisnici sredstava Fonda mogu biti jedinice lokalne i regionalne samouprave, institucije, tvrtke, organizacije civilnog društva i građani, a pravo na sufinanciranje projekata

ostvaruju prijavom na javne natječajne i pozive odnosno neposrednim zahtjevom. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost kroz svoje programe sufinancira i nabavu sustava za korištenje obnovljivih izvora energije (OIE), uglavnom kroz programe energetske obnove.

Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine daje detaljni plan za razdoblje od 2014. do 2016. godine (Narodne novine, broj 36/2015). Ovim Programom predložene su subvencije za opremu i radove kojima se poboljšavaju energetska svojstva postojećih obiteljskih kuća. Ovaj tip mjera građani smatraju najprihvatljivijima te se stoga očekuje da će polučiti najbolje rezultate.

S obzirom da je ovaj Program provedbeni dokument, važno je dobro definirati sve korake provedbe mjera.



Slika 6-2. Načelna organizacijska shema provedbe mjera energetske učinkovitosti (EnU) za kućanstva (Odluka o izmjeni Programa energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine, NN 36/15)

Shematski je pristup organizaciji provedbe mjera prikazan je na slici 6-2. gdje vidimo da Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost osigurava sredstva za sufinanciranje programa, raspisuje i promovira natječaje i koristi od energetske obnove. Također, financira energetske preglede i izradu energetskih certifikata. Zainteresirani građani se javljaju na natječaje, osiguravaju nabavu opreme i izvođenje radova, te dostavljaju račune za izvedene radove.

Ovaj se Program odnosi samo na postojeće obiteljske kuće koje su izgrađene između 1945. i 1987. godine. Program se fokusira na toplinske potrebe kuća, tj. mjere energetske učinkovitosti su usmjerene na smanjenje potrošnje energije za grijanje i pripremu potrošne tople vode (PTV). Tako je jedna od mjera za postojeće obiteljske kuće poticanje korištenja obnovljivih izvora energije ugradnjom dizalica topline (slika 6-3.). Minimalni kriteriji za dodjelu poticaja su zamjena postojećeg sustava grijanja i/ili pripreme potrošne tople vode koji koristi električnu energiju, loživo ulje, ugljen ili plin, novim sustavom koji koristi obnovljive izvore energije. Potiče se ugradnja sustava sunčanih toplinskih kolektora, sustava kotlova na pelete, sustava pirolitičkih kotlova i sustava geotermalnih dizalica topline.

Pretpostavlja se da će na godišnjoj razini u Programu sudjelovati 100 obiteljskih kuća po županiji ili oko 2.000 kuća na području cijele Hrvatske.

Također, u vrijeme izrade ovog rada bila su otvorena dva javna poziva;

- Javni poziv za dostavu projektnih prijedloga 'Energetska obnova zgrada i korištenje obnovljivih izvora energije u javnim ustanovama koje obavljaju djelatnost odgoja i obrazovanja',
- Javni pozov za dostavu projektnih prijedloga 'Energetska obnova višestambenih zgrada'.

Naziv mjere		Program poticanja korištenja OIE
Indeks mjere		OK.3
Opis	Kategorija	Financijski instrumenti
	Vremenski okvir	Početak: 2014. Kraj: 2020.
	Cilj/kratak opis	Cilj ove mjere jest osigurati financijske potpore fizičkim osobama za investiranje u zamjenu postojećih sustava grijanja i/ili pripreme tople vode novim, energetske učinkovitijim sustavima koji koriste obnovljive izvore energije
	Ciljna neposredna potrošnja	Potrošnja energije za grijanje prostora i pripremu potrošne tople vode
	Ciljna skupina	Vlasnici obiteljskih kuća (građani)
	Područje primjene	Nacionalno, teritorij Republike Hrvatske
Informacije o provedbi	Popis i opis aktivnosti za provođenje mjere	Program se provodi prema aktivnostima opisanima u okviru 5-1. Minimalni kriteriji za dodjelu poticaja su da se zamjenjuje postojeći sustav grijanja i/ili pripreme potrošne tople vode koji koristi električnu energiju, loživo ulje, ugljen ili plin, novim sustavom koji koristi obnovljive izvore energije. Pri tome se potiče ugradnja sustava sunčanih toplinskih kolektora, sustava kotlova na pelete, sustava pirolitičkih kotlova i sustava geotermalnih dizalica topline. FZOEU u javnom pozivu propisuje tehničke uvjete koji moraju biti u skladu s Tehničkim propisom i tehnički izvedivi. Postavljenje strožijih uvjeta od onih propisanih Tehničkim propisom nisu garancija uštede energije! Ušteda se dokazuje izračunom.
	Financijska sredstva i izvori financiranja	Potrebne investicije za ovaj Program iznose 80 milijuna kn godišnje (izračun je napravljen prema podacima opisanima u retku 'Pretpostavke'). FZOEU treba osigurati 30% ovog iznosa, odnosno 24 milijuna kn godišnje . Ova sredstva uključuju i sredstva iz EU fondova, ne samo iz prihoda FZOEU.
	Izvršno tijelo	FZOEU – uspostava sheme sufinanciranja – provedba Programa
	Tijela za praćenje (nadzor)	MGIPU – operativno praćenje provedbe Programa MINGO – praćenje ostvarenih ušteda
Ocjena učinaka mjere	Metoda praćenja/mjerenja ušteda energije	Praćenje učinaka ove mjere ostvaruje se korištenjem preporučenih metoda u Pravilniku o praćenju, mjerenju i verifikaciji ušteda energije u neposrednoj potrošnji. FZOEU je dužan unositi informacije o energetske učinkovitosti i ostvarenim uštedama energije u Sustav za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije.
	Pretpostavke	Pretpostavlja se da će na godišnjoj razini u Programu sudjelovati 100 obiteljskih kuća po županiji ili oko 2.000 kuća na području cijele Hrvatske. Pretpostavlja se da će ovaj Program biti najuspješniji u poticanju ugradnje sunčanih toplinskih kolektora za pripremu potrošne tople vode. Ugradnjom sunčanog toplinskog sustava za zagrijavanje potrošne tople vode godišnje se može smanjiti potrošnja energije za 675 kWh/m ² površine kolektora. Uz pretpostavku da su tipično sustavi veličine oko 10 m ² , uštede ovom mjerom iznosile bi 6,75 MWh godišnje po kući. Prosječna cijena sustava sunčanih toplinskih kolektora (uključujući radove) iznosi 40.000 kn. Predviđa se provedba Programa istom dinamikom do kraja 2020. godine.
	Očekivane godišnje uštede energije	13,5 GWh (48,6 TJ)
	Očekivano godišnje smanjenje emisija CO ₂	3.776,5 tona (uz prosječni emisijski faktor 0,279 kg/kWh)
	Preklapanja, efekt množenja, sinergija	Pretpostavlja se da će se efekt množenja ostvariti promocijom Programa i njegovih rezultata te da će se određeni broj ljudi i bez poticaja odlučivati na provedbu ovih mjera. ”.

Slika 6-3. Pregled i analiza Programa poticanja korištenja OIE (Odluka o izmeni Programa energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine)

Javni poziv za dostavu projektnih prijedloga 'Energetska obnova zgrada i korištenje obnovljivih izvora energije u javnim ustanovama koje obavljaju djelatnost odgoja i obrazovanja'. Svrha Poziva je provedba mjera energetske obnove i korištenje obnovljivih izvora energije u zgradama javnog sektora u kojima javne ustanove obavljaju djelatnost odgoja i obrazovanja koje će rezultirati smanjenjem potrošnje energije za grijanje/hlađenje kroz integrirani pristup. U okviru ovog Poziva osigurano je 152.000.000,00 kuna, a u slučaju iskorištenja sredstava postoji mogućnost povećanja alokacije. Najniži iznos bespovratnih sredstava koji se može dodijeliti za financiranje prihvatljivih troškova pojedinačnog projektnog prijedloga je 80.000,00 kuna a najviši 10.000.000,00 kuna. Poziv je namijenjen jedinicama lokalne ili područne (regionalne) samouprave koje su vlasnici zgrada koje su predmet projekta ili su osnivači javnih ustanova koje obavljaju djelatnost odgoja i obrazovanja u zgradama koje su predmet projekta ili javne ustanove koje obavljaju djelatnost odgoja i obrazovanja ako su osnovane od strane jedinice lokalne ili područne (regionalne) samouprave ili Republike Hrvatske i da su zgrade u kojima obavljaju navedenu djelatnost u njihovom vlasništvu ili u vlasništvu jedinice lokalne ili područne (regionalne) samouprave ili Republike Hrvatske.

Bespovratna sredstva za energetska obnova zgrada i korištenje obnovljivih izvora energije u javnim ustanovama koje obavljaju djelatnost odgoja i obrazovanja Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja dodjeljuje iz Europskog fonda za regionalni razvoj u okviru Operativnog programa 'Konkurentnost i kohezija 2014.-2020.'

Svrha Poziva na dostavu projektnih prijedloga „Energetska obnova višestambenih zgrada“ je provedba mjera energetske obnove i korištenje obnovljivih izvora energije u višestambenim zgradama koje će rezultirati smanjenjem potrošnje energije za grijanje/hlađenje kroz integrirani pristup. Sredstva ukupne vrijednosti 152.000.000 kuna iz Europskog fonda za regionalni razvoj će se dodijeliti projektima energetske obnove višestambenih zgrada i podršku korisnicima za provedbu istih.

Uvidom u mjere navedene u nacionalnim akcijskim planovima energetske učinkovitosti (NAPEnU 2008.-2016.) vidimo da postoje i sheme za podršku primjene geotermalne energije i to prvenstveno putem poticanja korištenja geotermalnih dizalica topline u sustavima grijanja bilo kao potpora fizičkim osobama za investicije u kućanstvima. U razdoblju do 2013. godine za realizaciju ove mjere u Fondu za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost ukupno je realizirano 15 projekata za koje su isplaćena sredstva u iznosu od 6.155.819,90 kuna s ukupnim iznosom investicije od 21.510.369,55 kuna. Sunčevi

toplinsku sustavi su najbrojniji te su njihovim korištenjem postignute i najveće uštede energije, a realizirana su i 4 projekta s ugradnjom dizalica topline. Najviše projekata obnovljivih izvora energije ostvareno je u 2010. godini te su i najveće uštede energije ostvarene u toj godini. S obzirom na sektore neposredne potrošnje najviše projekata poticanja obnovljivih izvora energije realizirano je u sektoru javnih usluga, međutim najveće uštede energije realizirane su u sektoru kućanstva.

Također, putem regionalnih energetske agencija u RH potiču se javne uprave da ispune svoje obveze energetske učinkovitosti i provedbi raznih OIE mjera. U dosta gradova i županija energetske agencije posredovale su i pomagale u provođenju projekata u cilju primjene održivih izvora energije. Agencije su svojim projektima donijele gradovima i županijama potrebna sredstva za podizanje razine energetske učinkovitosti kroz edukativne mjere ili kroz konkretne rekonstrukcije. Ovom prilikom istaknut ćemo agencije koje su realizirale projekte podrške primjene geotermalnoj energiji u periodu 2011. do kraja 2014. godine:

IRENA - Istarska Regionalna Energetska Agencija d.o.o. Labin, osnovana je 2009. godine od strane Istarske županije. Kroz IPA Adriatic CBC Programme 2007.-2013. Realizirali su Projekt LEGEND (Low Enthalpy Geothermal ENergy Demonstration cases for Energy Efficient building in Adriatic area) koji je imao za cilj promociju geotermalne energije niske entalpije u Jadranskoj regiji, kroz razvoj demonstracijskih projekata geotermalnih toplinskih pumpi u javnim i stambenim zgradama.

REA sjever - Regionalna energetska agencija Sjever osnovana je kao javna, nezavisna i neprofitna institucija koja svoje djelovanje temelji na energetske planiranju, izradi energetske pregleda zgrada u javnom i privatnom sektoru, usluge savjetovanja za gospodarski sektor i stanovništvo iz područja energetike i energetske tehnologije te promotivne i marketinške aktivnosti. REA Sjever sudjelovala je, između ostaloga, na slijedećim EU projektima:

- GeoSEE – Projekt GeoSEE (Inovativno iskorištavanje nisko-temperaturnih geotermalnih izvora u jugoistočnoj Europi) koji je odobren za sufinanciranje unutar Transnacionalnog programa za Jugoistočnu Europu (SEE). Opći cilj projekta bio je dokazati da su niskotemperaturni geotermalni izvori važan energetske resurs koji

zadovoljava ove uvjete i da može doprinijeti ublažavanju klimatskih promjena i smanjenju emisija ugljičnog dioksida te podizanju energetske neovisnosti. Projekt se provodio na dvije lokacije, Molve i Križevci. Bušotina u Križevcima pokazala se atraktivnijom s obzirom na položaj u centru grada i okružena je gospodarskim učilištem, tri škole, sportskom dvoranom i gradskim bazenima kao potencijalnim potrošačima. Bušotina u Molvama nalazi se na periferiji naselja, a potencijalni potrošači su staklenici za uzgoj povrća i cvijeća koji tek trebaju biti izgrađeni. S obzirom na karakteristike bušotina i dostupnost sekundarnih resursa (biomase), predviđeni kapacitet za Križevce iznosi oko 1,45 MW toplinske i 290 kW električne energije, dok za Molve isti iznosi 1 MW toplinske i 200 kW električne energije. Predviđeni troškovi izgradnje postrojenja (izgradnju elektrane, bušenje povratne bušotine i izgradnja infrastrukture za distribuciju topline i električne energije) procijenjeni su na 3 i 4 milijuna eura, ovisno o izvedbi i lokaciji.

- IGER CsK – IPA CBC projekt prekogranične suradnje Mađarske i Hrvatske s ciljem izrade stručnih geoloških, geofizičkih i magnetotelurnih mjerenja i pripadajućih studija izvedivosti i studija utjecaja na okoliš na području grada Koprivnice sa svrhom utvrđivanja jasno definiranih rezervoara geotermalne vode koji bi u konačnici poslužili kombiniranoj proizvodnji električne i toplinske energije.

Temeljem dosadašnjeg iskustva može se zaključiti da su lokalne vlasti u pravilu zainteresirane za provedbu ovakvih projekata, ali u nedostatku financijskih sredstava oni ostaju na razini provedenih studija. Ovakvi projekti upravo imaju za cilj zainteresirati lokalnu zajednicu i informirati je o značaju iskorištavanja niskotemperaturnih geotermalnih izvora.

7. DECENTRALIZACIJA ENERGETSKOG SEKTORA

Kako se navodi u dokumentu Greenpeace za Centralnu i Istočnu Europu, *Prelazak Hrvatske na 100% obnovljive izvore energije - Analiza mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj* (2015.) obnovljivi izvori energije dostupniji su lokalnoj zajednici za razliku od dosadašnjih izvora energije, poput elektrana koje koriste fosila goriva. Stoga, lokalna zajednica ima mogućnost pokrenuti vlastita ulaganja u izgradnju energetske postrojenja koji se temelje na obnovljivim izvorima energije. Kao dobar primjer uključivanja građana i lokalne zajednice u vlasničku strukturu istaknuta je njemačka energetska tranzicija "Energiewende" koja je ovim putem doprinijela razvoju lokalne ekonomije. Financijska dobit na ovaj način se zadržava u lokalnoj zajednici i doprinosi razvoju iste kroz korištenje obnovljivih izvora energije, kroz ostvaranje radnih mjesta na izgradnji i održavanju sustava, ali i na projektiranju, proizvodnji tehnoloških komponenti kao i popratnim aktivnostima razvoja i korištenja obnovljivih izvora energije.

7.1. Energetske zadruge i grupno financiranje obnovljivih izvora energije

Prema istom izvoru, naprijed navedenu mogućnost uključivanja lokalne zajednice u vlasničku strukturu energetske postrojenja baziranim na održivim izvorima energije moguće je preko udruživanja građana u energetske zadruge. Na ovaj način građani se potiču na sudjelovanje u projektima obnovljivih izvora energije. Kako bi ulazak građana u ovakve zadruge bilo što masovniji treba voditi računa da se ulaganje ne ograniči samo na velike uloge. Na ovaj način se uključuju i građani manje financijske moći, što dodatno dovodi do ravnomjernijeg ekonomskog razvoja zajednice. Primjer ovakve dobre prakse formiranja energetske zadruga je vjetroelektrana Middelgrunden. Ovo je dobar primjer grupnog financiranja projekata koje ostvaruju građani koji ne žive u zajednici gdje se projekt gradi, tako da je lokalna zajednica u mogućnosti financirati projekt i prodajom udjela putem interneta. Ovaj način financiranja naziva se "crowdfunding".

Prednosti grupnog financiranja su u tome da i mali projekti, kompanije ili organizacije mogu ostvariti značajno financiranje koje na tradicionalan način ne bi mogle kvalitetno osigurati, kao i mogućnost prikupljanja velike količine financijskih sredstava u vrlo kratkom vremenu.

Svakako se preporuča unaprijediti zakonodavstvo i potaknuti građane i zadruge da idu u korak s mogućnostima koje nudi EU, ali isto tako i u korak s primjerima dobre prakse ulaganja u obnovljive izvore energije od strane građana i energetske zadruga u Njemačkoj, Danskoj, Španjolskoj ili Belgiji.

Energetske zadruge i projekti održivih izvora energije (OIE) u vlasništvu građana bitna su stavka energetske tranzicije jer pomažu razvitku lokalne i regionalne ekonomije, stvaraju nova radna mjesta, promoviraju obnovljive izvore energije, pridonose energetske neovisnosti, koriste lokalne resurse i povećavaju otpornost na tržišne krize. Energetske zadruge građana pokazale su pozitivne rezultate u zemljama Europske unije. Tako su na primjer u Njemačkoj gotovo 60% svih postrojenja koja koriste OIE u vlasništvu zadruga i građana čime se osigurava da se veći dio koristi od razvoja OIE vraća lokalnoj zajednici. U Hrvatskoj je situacija takva da su se postrojenja koja koriste OIE gotovo u potpunosti razvijala od strane pojedinačnih tvrtki, uz minimalno uključivanje građana i lokalne zajednice u takve projekte.

U Hrvatskoj trenutno ne postoje energetske zadruge koje su realizirale projekte održivih izvora energije vlastitim sredstvima. Građani imaju donekle učešća kroz izgradnju sunčevih elektrana, koja čine 6% od instalirane snage iz svih postrojenja OIE. Najviše dok instalirane snage čine vjetro elektrane, 83%, međutim, u projektima njihove izgradnje ni građani ni energetske zadruge nisu uključeni.

S obzirom da se razvoj OIE u Hrvatskoj temelji na subvencioniranju proizvedene energije iz OIE iz fonda u koji uplaćuju svi građani kroz posebnu naknadu na računu za električnu energiju, važno je omogućiti da se dio sredstava i koristi od fonda vrati natrag građanima i lokalnoj zajednici.

8. ZAKLJUČAK

Geotermalni potencijal Hrvatske je značajan i procijenjuje se na 812 MW toplinske i 46 MW električne energije. Unatoč svom velikom potencijalu, geotermalna energija je premalo iskorištena uglavnom zbog tehnoloških, zakonodavnih i financijskih teškoća. Kako bi se ove poteškoće donekle umanjile Vlada Republike Hrvatske definirala je neke sustave poticanja korištenja geotermalne energije, kako za proizvodnju električne energije, tako i primjenom geotermalnih dizalica topline u sustavu energetske učinkovitosti. Međutim, navedeni poticaji još uvijek nisu rezultirali nekim značajnijim pomacima u povećanju primjene geotermalne energije.

Legislativa koja se odnosi na ovaj oblik energije se posljednjih godina mijenjala u procesu usklađivanja sa zakonodavstvom EU, pa je tako rezultirala sustavom poticanja tržišnom premijom kao oblikom poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije. Stvorena je zakonska osnova da operator prijenosnog sustava i operator distribucijskog sustava osiguraju pravnim ili fizičkim osobama priključenje i mogućnost isporuke proizvedene električne energije temeljem potpisanih ugovora o tržišnoj premiji i ugovora o otkupu električne energije zajamčenom otkupnom cijenom.

Uvidom u mjere navedene u nacionalnim akcijskim planovima energetske učinkovitosti (NAPEnU 2008.-2016.) vidimo da postoje i sheme za podršku primjene geotermalne energije i to prvenstveno putem poticanja korištenja geotermalnih dizalica topline u sustavima grijanja bilo kao potpora fizičkim osobama za investicije u kućanstvima.

Također, u mnogim zemljama financijska podrška za primjenu geotermalne energije je podržana isključivo samo putem indirektnih shema. Strukturne fondove EU za geotermalno grijanje uglavnom koriste zemlje centralne i istočne Europe i Italija. U EU državama s federalnim uređenjem poput Njemačke i Austrije, programi financiranja su regionalni. Pojedine države podržavaju ugradnju geotermalnih dizalica topline poput Danske i Finske. U Italiji, samo u Toscani postoji financijski program podrške dok na nacionalnoj razini njih nema, pa se u ostatku Italije geotermalna energija slabo koristi. U zemljama poput Španjolske, Portugala i Irske financijski programi potpore primjene OIE uoče ne spominju geotermalnu energiju, pa se u ovim zemljama razvoj tehnologije primjene geotermalne energije uopće ne primjećuje. Međutim, Grčka je dobar primjer kako je nacionalni program OIE omogućio razvoj velikog broja projekata za geotermalno

grijanje i hlađenje. Prepreka razvoju primjene dizalica topline su nerijetko i ograničen budžet, birokratske procedure i nedostatak informacije o ovoj tehnologiji, kao što je slučaj u Slovačkoj gdje budžet nije bio dostatan za sve pristigle aplikacije.

Očekuje se da će u sljedećem desetljeću tržište geotermalnih dizalica topline porasti preko 10% na godišnjoj osnovi u zemljama EU. Međutim, neke zemlje očekuju manji rast od drugih. Važno je naglasiti da će stav vlasti o korištenju geotermalnih dizalica topline biti presudna. Vladine politike koje podržavaju i potiču izravnu primjenu geotermalne energije su nužne kako bi se ovaj sektor OIE mogao razvijati. Samo tako veliki potencijal geotermalne energije može biti iskorišten.

Također, bilo bi poželjno ostvariti mogućnost aktivnog učešća građana i lokalne zajednice u investicije. Kako bi se to postiglo važno je informirati građane o profitabilnosti geotermalnih projekata u cilju poticanja privatnih investicija. Prema dobroj praksi u Danskoj i Belgiji preporuča se da najmanje 25% vlasničkog udjela bude ponuđeno građanima.

Bez obzira na program potpore održivim izvorima energije, on mora biti postavljen na dugoročnoj osnovi i prihvatljivi za uprabu geotermalne energije.

9. POPIS LITERATURE

1. ANTICS, M.; BERTANI, R.; SANNER, S., 2013. *Summary of EGC 2013 Country Updatereports on Geothermal Energy in Europe*. Proceedings European Geothermal Congress 2013 Pisa, Italy, 3-7 June.
2. BRKIĆ, V.; RADIONOV, S.; ŠKRLEC, M.; KULENOVIĆ, I.; KOLBAH, S., 2009. *Geothermal Energy Production in the Republic of Croatia*. Proceedings, 5th International Oil and Gas Conference, Šibenik, Croatia.
3. CATALDI, R.; BURGASSI, P.D., 1999. *Geothermal Energy in the Mediterranean Before the Middle Ages: A Review* in R. Cataldi, et al., 1999. (eds.), *Stories from a Heated Earth – Our Geothermal Heritage*. California: GRC & IGA, 165-181.
4. DICKSON, M.H.; FANELLI, M., 2003. *Geothermal Energy: Utilization and Technology*, UNESCO Renewable Energy Series, 205 pp.
5. FRIDLEIFSSON, I.B.; BERTANI, R.; HUENGES, E.; LUND, J.W.; RAGNARSSON, A.; RYBACH, L., 2008. *The possible role and contribution of geothermal energy to the mitigation of climate change*. In Proceedings of the IPCC Scoping Meeting on Renewable Energy Sources, Luebeck, Germany, 21–25 January 2008; p. 36.
6. GOLUB, M.; KUREVIJA, T., 2007. *Geothermal Energy Development Strategy in Republic of Croatia due to Promotion of Renewable Energy in European Union*, The Mining-Geological-Petroleum Bulletin, Vol. 19, 2007., p. 67-77, Zagreb.
7. GUDMUNDSSON, J. S.; FREESTON, D. H.; LIENAU, P.J., 1985. *The Lindal Diagram*, GRC Transaction, Vol. 9, No. 1, str. 15-19.
8. KOLBAH, S., 2010a: *Understanding of deep geological settings – key of the exploration and production of geothermal and mineral waters in Republic of Croatia*, 4. Proceedings, Croatian Geological Congress, Šibenik, Croatia, p.14 – 15.
9. KOLBAH, S., 2010b *Deep Transboundary Water-Bodies: Exploration and Management in the Pannonian Basin of the Republic of Croatia*, Proceedings, UNESCO-IAH-UNEP Conference, Paris, France, p. 6-8.
10. KOLBAH, S.; ŽIVKOVIĆ, S.; GOLUB, M.; ŠKRLEC, M., 2015. *Croatia Country Update 2015 and On*. Proceedings World Geothermal Congress 2015 Melbourne, Australia, 19-25 April.

11. KOLBAH, S.; GOLUB, M.; ŠKRLEC, M., 2012. *Exploration and Consumption of Geothermal Energy in Republic of Croatia*, Proceedings, Zagreb International Fair, Zagreb, Croatia, p. 20-21.
12. KOLBAH, S.; ŠKRLEC, M.; GRIVIĆ, F., 2013. *Possibilities of Exploration and Consumption Geothermal Waters beddings in Bosnia and Hercegovina*, Proceedings, 5th Geological Congress Bosnia and Hercegovina, Hotel Bistrice-Jahorina, Pale, Bosnia and Hercegovina, p. 24 – 25.
13. KOLBAH, S.; ŠKRLEC, M.; KULENOVIC, I.; ŠĆURIC, S.; GOLUB, M., 2009. *Water as Energetic and Mineral Source, Water Management in Croatia*, Civil Engineering Faculty, University of Zagreb, Zagreb, 5.2.
14. KOLBAH, S.; ŠKRLEC, M.; KULENOVIĆ, I.; ŠĆURIC, S.; GOLUB, M., 2008. *Geothermal Water as Energetic and Mineral Source*. Annual 2008 of The Croatian Academy of Engineering, Zagreb, p. 139-159.
15. KOLBAH, S.; ŠKRLEC, M.; MALVIĆ, T.; GOLUB, M., 2011. *The Scientific and Engineering Approach to the Sustainable Development of a Deep Waters and Geothermal Resources Environment Systems in Republic of Croatia*, Proceedings, 6th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Dubrovnik, Croatia, p. 25 – 29.
16. KUREVIJA, T., 2010. *Energetsko vrednovanje plitkih geotermalnih potencijala Republike Hrvatske*. Doktorska disertacija, Rudarsko geološko naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
17. KUREVIJA, T.; Golub, M., 2008. *Iskorištavanje geotermijskih ležišta*. Skripta. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko geološko naftni fakultet.
18. K4RES-H2004. Key Issue 4: *Financial Incentives Schemes For Geothermal Energy*. EGEC – European Geothermal Energy Council. Project “Key Issues for Renewable Heat in Europe” (K4RES-H), EIE/04/204/S07.38607.
19. LUND, J.W.; FREESTON, D.H.; BOYD, T.L., 2010. *Direct Utilization of Geothermal Energy 2010 Worldwide Review*, Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia, 25-29 April.
20. LUND, J.W.; BOYD, T.L., 2015. *Direct Utilization of Geothermal Energy 2015 Worldwide Review*. Proceedings World Geothermal Congress 2015., Melbourne, Australia, 19-25 April.
21. NARODNE NOVINE – MEĐUNARODNI UGOVORI, 2006. *Zakon o utvrđivanju ugovora o energetske zajednici*, (6/2006).

22. NARODNE NOVINE, 2009. *Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske*, (130/09).
23. NARODNE NOVINE, 2013. *Zakon o rudarstvu*, (56/13 i 14/14).
24. NARODNE NOVINE, 2014. *Zakon o energiji*, (120/12 i 14/14).
25. NARODNE NOVINE, 2014. *Zakon o energetskej učinkovitosti*, (127/14)
26. NARODNE NOVINE, 2015. *Zakon o obnovljivim izvorima energije i visoko učinkovitoj kogeneraciji*, (100/15).
27. NARODNE NOVINE, 2015. *Odluka o izmjeni Programa energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine*, (36/15).
28. SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE, 2009a *Direktiva 2009/28/EZ o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora te o izmjeni i kasnijem stavljanju izvan snage direktiva 2001/77/EZ i 2003/30/EZ, koja je posljednji put izmijenjena Direktivom Vijeća 2013/18/EU od 13. svibnja 2013. o prilagodbi Direktive 2009/28/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. travnja 2009. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora zbog pristupanja Republike Hrvatske* (OJL 140, 32009L0028).
29. SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE, 2009b *Direktiva 2009/72/EZ Europskog Parlamenta i Vijeća od 13. srpnja 2009. o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije i stavljanju izvan snage Direktive 2003/54/EZ*.
30. SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE, 2009c *Direktiva 2009/73/EZ Europskog Parlamenta i Vijeća od 13. srpnja 2009. o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište prirodnog plina i stavljanju izvan snage Direktive 2003/55/EZ*.
31. SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE, 2012. *Direktiva 2012/27/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o energetskej učinkovitosti, izmjeni direktiva 2009/125/EZ i 2010/30/EU i stavljanju izvan snage direktiva 2004/8/EZ i 2006/32/EZ* (COM/2013/0762 final).
32. STUPIN, K., 2015. *Stanje i perspektive energetskeg zakonodavstva Republike Hrvatske*. Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu, god.52, 3/2015., str. 623.- 639.
33. ŠUMONJA, I., 2011. *Modeliranje proizvodnje električne energije iz geotermalnih izvora*. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva.
34. TOPLICEANU, L.; PUIU, G.P., 2016. *Contribution of Geothermal Resources to Energy Autonomy: Evaluation and Management Methodology*. Energies, 9, 612.

35. GREENPEACE IN ZENTRAL UND OSTEUROPA, 2015. *Prelazak Hrvatske na 100% obnovljive izvore energije - Analiza mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj*
URL:<http://m.greenpeace.org/croatia/Global/croatia/Prelazak%20Hrvatske%20na%20obnovljive%20izvore%20energije.pdf> (18.11.2016.)
36. HORIZON 2020, Work Programme 2016 – 2017 - *Future and Emerging Technologies*
URL:http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-fet_en.pdf (2.11.2016.)
37. Pregled geotermalne energije za 2010. godinu,
URL:http://www.izvorienergije.com/news/pregled_geotermalne_energije_za_2010.html (14.11.2016.)
38. URL:<http://www.energy.gov/savings/residential-renewable-energy-tax-credit> (24.11.2017.)
39. URL: <http://www.obnovljivi.com/geotermalna-energija/67-iskoristavanje-geotermalne-energije-u-energetici> (28.11.2016.)
40. FINAL REPORT EGS PILOT PLANT, 2009.
URL:http://cordis.europa.eu/docs/publications/1247/124772001-6_en.pdf (29.10.2016.)

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad samostalno izradio.

Slavko Arar