

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

ALJAŽ DVORŠAK

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

ANALIZA MOŽNOSTI UPORABE GEOTERMALNE ENERGIJE ZA PROIZVODNJO
ELEKTRIČNE ENERGIJE

Ljubljana, oktober 2009

ALJAŽ DVORŠAK

IZJAVA

Študent **Aljaž Dvoršak** izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom **dr. Nevenke Hrovatin**, in da dovolim njegovo objavo na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 30.9.2009

Podpis: _____

Kazalo

UVOD	1
1 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE	2
1.1 Sončna energija	2
1.2 Vetrna energija	3
1.3 Biomasa	4
1.4 Vodna energija	4
1.5 Energija valovanja in bibavice	5
1.6 Geotermalna energija	6
1.6.1 Izvor geotermalne energije in zgradba Zemlje	6
1.6.2 Zgodovina izkoriščanja geotermalne energije	7
1.6.3 Geotermalne elektrarne	7
1.6.4 Novosti na področju izkoriščanja geotermalne energije	9
1.6.5 Prednosti in slabosti GT-E	10
2 ENERGETSKA POLITIKA EU	10
1. Notranji trg	11
2. Zanesljiva oskrba z energijo	12
3. Toplogredne emisije	12
4. Razvoj energetske tehnologije	13
5. Jedrska energija	13
6. Mednarodna energetska politika	13
3 GEOTERMALNE ELEKTRARNE PO SVETU	14
3.1 Združene države Amerike	14
3.2 Evropska unija	15
3.3 Projekti v EU	16
3.3.1 Projekt »Basel deep heat mining«	16
3.3.2 Projekt »Soulz-tous-Forêts HDR«	16
4 PEST ANALIZA	17
4.1 Analiza političnega okolja	17
4.1.1 Pravni okvir	17
4.1.2 Zelena knjiga	17
4.1.3 Regulacija trga in načini spodbud	19
4.1.4 Pomembne organizacije	20
4.2 Analiza ekonomskega okolja	20
4.2.1 Ekonomski in energetske kazalniki	20
4.2.2 Stroškovna primerjava obnovljivih virov energije	23
4.3 Analiza socialnega okolja	24
4.3.1 Demografski podatki	24
4.3.2 Odnos javnosti do obnovljivih virov energije	25
4.4 Analiza tehnološkega okolja	27
SKLEP	29
LITERATURA IN VIRI	31

Kazalo slik

SLIKA 1: TRIJE UVELJAVLJENI TIPI GT-E	8
SLIKA 2: LINDALOV DIAGRAM.....	9
SLIKA 3: POVPREČNI IZRAVNANI STROŠKI V (2007 USD/MWH)) ZA NAPRAVE, KI BODO PRIŠLE V PROIZVODNJO 2016.....	23
SLIKA 4: FAKTORJI KAPACITETE ELEKTRARN NA OVE	24
SLIKA 5: PRIMERJAVA GIBANJA ŠTEVILA PREBIVALSTVA IN KONČNE PORABE ELEKTRIKE V SLOVENIJI V OBDOBJU 1999-2008.....	25
SLIKA 6: DELEŽ SREDSTEV ZA RAZISKAVE IN RAZVOJ V BDP DRŽAV ČLANIC V LETU 2007	27

Kazalo tabel

TABELA 1: 10 NAJVEČJIH DRŽAV PO NAZIVNIH ZMOGLJIVOSTIH GT-E V LETU 2005	14
TABELA 2: OBSEG IN RAST BDP, INFLACIJA IN GIBANJE BREZPOSELNOSTI V LETIH 2003-2008	21
TABELA 3: ENERGETSKI KAZALNIKI, SLOVENIJA, 2000, 2005-2008	22
TABELA 4: PREBIVALSTVO IN PORABA ELEKTRIKE V SLOVENIJI V LETIH 1999 IN 2008	25
TABELA 5: PROIZVODNJA, PORABA IN IZMENJAVE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA RAVNI PRENOSNEGA OMREŽJA.....	28

Seznam kratic

OVE	Obnovljivi viri energije
GE	Geotermalna energija
GT-E	Geotermalna elektrarna
PEST	Politično, ekonomsko, socialno, tehnološko
IEA	International Energy Agency
MIT	Massachusetts Institute of Technology
HDR	Hot dry rock
EGS	Enhanced geothermal system
EZ	Energetski zakon
ZRud	Rudarski zakon
ReNEP	Resolucija o Nacionalnem energetskega programu
LEP	Letni energetski pregled
MG	Ministrstvo za gospodarstvo
ZK NEP	Zelena knjiga za Nacionalni energetski program
SPT	Soproizvodnja toplote in elektrike
SURS	Statistični urad Republike Slovenije
ELES	Elektro-Slovenija
toe	Tonne of oil equivalent
UMAR	Urad za makroekonomske analize in razvoj
GZS	Gospodarska zbornica Slovenije
REUS	Raziskava energetske učinkovitosti Slovenije
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
DOPPS	Društvo za opazovanje in proučevanje ptic
R-R	Raziskave in razvoj
NEK	Nuklearna elektrarna Krško

UVOD

Sodobna družba si ne zna več predstavljati življenja brez električne energije. Potrebe po tem viru energije rastejo kljub vedno bolj učinkovitim izdelkom in procesom, pa vendar je marsikatera država na vodenje energetske politike ter zagotavljanje zanesljive oskrbe preprosto pozabila. Industrializacija nerazvitih držav zahteva še večje količine energije, ki jih slednje komajda zagotavljajo, pa še to v večini primerov z izrabo fosilnih goriv, ker za izkoriščanje obnovljivih virov (v nadaljevanju OVE) nimajo ne znanja ne kapitala. Poraba električne energije je v precej državah že preseгла domačo proizvodnjo in jih sili v uvoz energije ter v energetske odvisnosti. Tudi v Sloveniji. Politika in stroka bosta morali v čim krajšem času priti na plan z odgovori na vprašanja, kako zagotoviti energetske neodvisnosti in drastično omejiti škodljive posledice izkoriščanja fosilnih goriv, ki povzročajo globalne klimatske spremembe. Ta dva problema sta povezana bolj kot kdajkoli prej.

Naravni viri so po svetu različno razporejeni, zato mora vsaka država za sebe ugotoviti, s katerimi viri bo dosegla najbolj optimalno proizvodnjo električne energije. V preteklosti so bili glavno merilo pri izboru tehnologije proizvodnje električne stroški proizvodnje, ki so seveda vključevali samo finančne stroške, ne pa tudi eksternih stroškov proizvodnje elektrike, kot so degradacija okolja, zdravstveni problemi in zmanjšana kvaliteta življenja. Interes kapitala je do nedavnega pretehtal javno dobro, odkar pa je svetovna javnost seznanjena s posledicami izpustov ogljikovega dioksida in priča številnim neugodnim klimatskim pojavom, se stvari počasi premikajo na bolje. Številne nevladne mednarodne okoljevarstvene organizacije ob podpori družbeno odgovornih podjetij in javnosti od vlad zahtevajo prestrukturiranje energetike s fosilnih na obnovljive vire energije. Klimatske spremembe kot posledica prekomernih emisij ogljikovega dioksida v ozračju namreč povzročajo obsežne spremembe v naravi, ki jih človek ne more obvladovati, zaradi česar povzročajo precejšnjo materialno škodo in ogrožajo življenja. Svetovni voditelji so končno dojeli, da je prehod svetovne energetike s fosilnih goriv na čistejša in trajnejša vira nujen in neizogiben. Politika je pričela intenzivno spodbujati učinkovito rabo energije in izkoriščanje obnovljivih virov na različne načine, kljub temu pa prehod na OVE ne bo lahak. Tehnologije izkoriščanja OVE imajo še precej težav, poleg tega pa težko konkurirajo uveljavljenim in pogosto subvencioniranim fosilnim gorivom.

Namen diplomskega dela je identificirati dejavnike okolja, ki v Sloveniji lahko pozitivno ali negativno vplivajo na razvoj in izgradnjo geotermalnih elektrarn (v nadaljevanju GT-E) in ugotoviti, ali je v slovenskem okolju smiselno zgraditi geotermalno elektrarno.

Metodologija diplomskega dela temelji na PEST analizi slovenskega energetskega sektorja, katero sem izvedel ob pomoči domače in tuje literature, spletnih virov relevantnih slovenskih in evropskih ustanov, podatkovnih in statističnih baz ter strokovnih člankov organizacij iz svetovnega energetskega sektorja.

Diplomsko delo sem razdelil na štiri dele. V prvi točki sem na kratko opisal trenutno stanje tehnologije in zadnje dosežke na področju izkoriščanja obnovljivih virov energije za proizvodnjo električne energije. Nekoliko podrobneje sem se posvetil proizvodnji električne energije v geotermalnih elektrarnah. V drugi točki sem na kratko predstavil energetske politike EU, v tretji pa razširjenost GT-E po svetu ter dva perspektivna projekta s področje GE v evropskem prostoru. Četrta točka je jedro diplomskega dela, v katerem sem opravil PEST analizo slovenskega energetskega trga.

1 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

Med obnovljive vire energije štejemo tiste vire, katerih zajem ne osiromaši vira, saj se le-ta v kratkem obdobju konstantno obnavlja. Ristinen in Krausharr (1998, str. 25) delita obnovljive vire v tri skupine: solarne, geotermalne in bibavične. **Solarna energija** se na Zemlji pojavi vezana v različnih oblikah: kot neposredna sončna svetloba, veter, vodna energija, morski tokovi, globinski temperaturni gradient in biomasa. **Geotermalna energija** (v nadaljevanju GE) je vezana v obliki toplote, shranjene v globinah Zemlje in je posledica radioaktivnega razpada kamnin v Zemljinem jedru. **Bibavična energija** pa je posledica gravitacijske privlačnosti Lune, ki s kroženjem okoli zemeljske poloble povzroča dvigovanje in upadanje morske gladine.

Človek zna – kot ugotavljam – iz vseh zgoraj omenjenih virov in oblik energije proizvajati električno energijo, vendar so nekateri viri bolj učinkoviti kot drugi. Ker je s področij OVE na voljo dovolj bibliografskih podatkov, sem se v tem delu svojega dela osredotočil le na kratko predstavitev poznanih tehnologij izkoriščanja OVE, na najnovejše dosežke na področju posameznih virov in na njihove bistvene prednosti ter slabosti.

1.1 Sončna energija

Sončno energijo danes pretvarjamo v električno energijo s pomočjo sončnih celic in v termalnih oziroma koncentracijskih sončnih elektrarnah. Prve jo proizvajajo v fotovoltaičnih modilih, ki sončno sevanje preko fotovoltaičnega učinka pretvarjajo direktno v električni tok, druge pa s koncentracijo sončne svetlobe v točki uparjajo tekočino, ki poganja turbino, ta pa žene generator (Medved et al., 2000).

Prednost fotovoltaične tehnologije je v tem, da proizvodnje elektrike ne povzroča nobenih strupenih emisij ali hrupa, za delovanje ne potrebuje energenta, je vizualno skoraj nemoteča in omogoča direktno pretvorbo sončnega sevanja v električno energijo brez vmesne pretvorbe v mehansko energijo. Termalne sončne elektrarne omogočajo tudi pripravo izjemno visoke toplote, ki se jo lahko izkorišča v energijsko potratnih metalurških obratih, oba načina pa omogočata oskrbo odmaknjenih predelov sveta (Medved et al., 2000).

Slabosti fotovoltaike so draga proizvodnja in uporaba strupenih materialov, nizek izkoristek in kratka življenjska doba, bistven problem pa predstavlja odvisnost od vremenskih razmer. V oblačnem vremenu in ponoči celica namreč ne proizvaja elektrike, zaradi česar kljub razvoju hranilnikov električne energije fotovoltaične elektrarne še niso sposobne enakomerno proizvajati pasovne električne energije, ampak so primerne predvsem za pokrivanje viškov porabe. V primeru termalnih sončnih elektrarn dodaten problem predstavlja tudi prostorska zahtevnost tovrstnih elektrarn, ki za postavitev zrcal potrebujejo velike površine, poleg tega pa so lahko tudi vizualno moteče (Tuma & Sekavčnik, 2004).

Fotovoltaična tehnologija napreduje hitro, omeniti je potrebno cenejše in bolj učinkovite tankoplastne silicijeve sončne celice, kot tudi Grätzelovo sončno celico, ki za proizvodnjo električne energije posnema rastlinsko pretvorbo sončne energije v kemično in nato naprej v električno. Je cenejša, okolju prijazna in ima daljšo življenjsko dobo kot trenutno najbolj razširjene silicijeve sončne celice (Medved et al., 2000; Tuma et al., 2004).

1.2 Vetrna energija

Vetrno energijo pretvarjamo v električno s pomočjo vetrnic, ki kinetično energijo vetra z mehansko pretvorbo spremenijo v električno energijo. Sodobne vetrnice imajo premer od 100–120 m in nazivne moči okoli 2–4 MW ter jih največkrat združujemo v vetrne farme. V zadnjem času na pomenu močno pridobiva izkoriščanje vetrne energije na odprtem morju (*off shore*), kjer so dimenzije in nazivne moči vetrnic še večje (Tuma et al., 2004; Medved et al., 2000).

Izkoriščanje vetrne energije ne proizvaja nobenih emisij, za delovanje ne potrebuje energentov, omogoča električno oskrbo odmaknjenih predelov sveta, omogoča neovirano kmetijsko dejavnost v območju pod vetrnicami, v primeru vetrnih farm na odprtem morju pa omogoča izkoriščanje močnejših in bolj konstantnih vetrov ter večje obodne hitrosti in s tem povezane večje nazivne kapacitete vetrnic, ki so na kopnem omejene zaradi hrupa (Tuma et al., 2004; Medved et al., 2000). Slabosti vetrnic so lahko negativen vpliv na živalski svet (predvsem ptice), predstavljajo vizualno motnjo v pokrajini in povzročajo hrup. Prešibek veter jih ne zavrti, premočan pa jih lahko poškoduje, zato imajo omejen interval hitrosti vetra, pri katerem delujejo.

Zaradi spremenljivega vetra vetrnice ne morejo biti vir pasovne električne energije (Tuma et al., 2004; Medved et al., 2000).

Napredek na področju izkoriščanja vetra za proizvodnjo elektrike predstavljajo novi tipi vetrnih turbin ter izkoriščanje vetra v višjih plasteh ozračja. Ameriško podjetje FloDesign je bilo nagrajeno za svojo turbino, ki spominja na turbino reaktivnega letala in omogoča boljši izkoristek zračnega toka ter manjšo občutljivost na visoke hitrosti vetra (Flodesign, b.l.). Tehnologija izkoriščanja močnejših in bolj konstantnih zračnih tokov v višjih legah sloni ne lebdečih postrojenjih, kot so baloni, zmaji ipd., ki poganjajo bodisi generatorje v zraku, bodisi gibanje zračnih mas preko letečih predmetov preko žice prenašajo na mehanske vzvode na tleh, ki poganjajo generatorje na zemlji.

1.3 Biomasa

Biomasa je naraven material, proizveden s fotosintezo (Medved et al., 2004, str. 149). Vir energije so **rastline** (drevesa, grmovje, kulturne rastline), **organski odpadki** (človeške in živalske fekalije, poljedelski odpadki), **industrijski odpadki** (lesna industrija, papirna industrija, komunalni odpadki) ter **gojena biomasa** (vodna kreša, vodni bršljan, alge). Biomaso lahko uporabljamo za proizvodnjo toplote v plinskih kotlih in kotlih na trda goriva ter pečeh, za proizvodnjo električne energije preko parnega ali plinskega procesa, soproizvodnje toplote in elektrike ter za pogonska goriva. **Sosežig** (*co-burning*) biomase pomeni mešanje fosilnih goriv in biomase v termoelektrarnah in omogoča nižanje stroškov in zmanjševanje emisij (Medved et al, 2000).

Prednost biomase v primerjavi z drugimi OVE je shramba energije v obliki »peletov«, briketov, plina oziroma olja, ki je lahko v primeru povečane potrebe zelo hitro na razpolago, zaradi česar je biomasa zanimiv vir »energije v pripravljenosti«. Biomasa predstavlja tudi ugoden način proizvodnje električne energije za odmaknjene predele in države v razvoju, saj ni potrebe po dragih energentih ali dodatni dragi infrastrukturi, kot so daljnovodi. Biomasa je, kar se tiče izpustov CO₂ nevtralna, saj je del t. i. ogljikovega življenjskega cikla.

Kljub temu pa ima izkoriščanje biomase lahko tudi negativne posledice, kot so degradacija okolja in zemlje, izpusti prašnih delcev, smrad zaradi biološke razgradnje, hrup ter tekmovanje tehnoloških rastlin s prehrabnimi za pridelovalne površine, kar se ponekod že odraža v višjih cenah hrane. (Medved et al., 2000; Takahara, 2007).

1.4 Vodna energija

Vodna energija je v svetovnem merilu drugi najpomembnejši vir električne energije takoj za fosilnimi gorivi. Med obnovljive vire jo uvrščamo zaradi njenega kroženja v

naravi - t. i. hidrološkega kroga - ki je posledica sončnega obsevanja Zemlje. V dobrih 100 letih se je moč vodnih elektrarn povečala za faktor 10^6 , prva vodna elektrarna je imela namreč leta 1882 nazivno moč 12 kW, danes največja pa ima moč 12,6 GW. Poleg klasičnih velikih **akumulacijskih vodnih elektrarn**, poznamo tudi 3 razrede **malih vodnih elektrarn**: mikro elektrarne (manj kot 125 kW), mini (125–1000 kW) in male (manj kot 10 MW). **Pretočne vodne elektrarne** namesto padca izkoriščajo velike pretoke rek in so okoljsko manj sporne, ker ne potrebujejo velikih akumulacijskih jezer (Medved et al., 2000).

Prednosti vodnih elektrarn so odsotnost strupenih emisij in izpustov toplogrednih plinov, dolga življenjska doba (tudi do 100 let in več) in visoka učinkovitost pretvorbe energije, saj ob pravilni izbiri turbine le ta lahko izkoristi od 60–90 % energije vode, ki jo sodobni generator z 90–99 % izkoristkom pretvori v električno energijo (IEA, 2003). Slabosti na drugi strani so poseganje v življenjski prostor človeka in živali, predvsem rib ter ostalih rečnih in obrečnih živali, spreminjanje struge in rečnega režima reke v višjem in nižjem toku, vpliv na podtalnico, akumulacija naplavin in smeti, jezera in jezovi lahko predstavljajo vizualno moteč objekt v pokrajini, največja slabost pa so katastrofalne posledice ob porušenju jezui.

1.5 Energija valovanja in bibavice

Energijo bibavice izkoriščamo z zaježitvijo zalivov, kjer je bibavična amplituda vsaj 5 metrov. Ob nastopu plime teče voda v zaliv skozi turbine v jezui, ki poganjajo generatorje, ob oseki pa iz njega. Energijo valovanja na odprtem morju izkoriščamo s plavajočimi objekti, kateri nihanje gladine pretvarjajo v mehansko gibanje za pogon generatorja, ob obali pa z napravami, ki bodisi valovanje ujamejo v zaprto komoro, kjer sprememba gladine povzroča spremembo tlaka, ki poganja turbino (OWC - *oscillating water column*), bodisi ujamejo val in ga po zoženem kanalu speljejo v višje ležeč bazen, od koder vodo skozi turbino spuščajo nazaj v morje (elektrarne tipa *tapchan*) (Medved et al., 2000).

Prednost takih elektrarn je v tem, da je njihovo delovanje neodvisno od energentov in padavin, jezui omogoča izgradnjo transportnih poti, na plavajočih objekti temelječa postrojenja na odprtem morju pa lahko delujejo tudi kot valobrani. Slabosti izkoriščanja energije valovanja in bibavice predstavljajo prekinitev poti živalskim vrstam in ladjam v zaježenem zalivu, za jezui pa se tudi nabirajo odplake in naplavine, ki bi jih sicer odneslo in predelalo morje. Nobeden od omenjenih dveh tipov elektrarn ne omogoča enakomerne proizvodnje električne energije, obe tehnologiji pa sta podvrženi koroziji morske vode (Medved et al., 2000).

1.6 Geotermalna energija

V tej točki sem opisal izvor geotermalne energije, kratko zgodovino njenega izkoriščanja, tehnologije, s katerimi geotermalno energijo pretvarjamo v elektriko in toploto; katera so zadnja odkritja na tem področju, na koncu pa sem opravil še kratko analizo prednosti in slabosti tega vira.

1.6.1 Izvor geotermalne energije in zgradba Zemlje

Geotermalna energija je poleg planetarne energije edina, ki ni transformirana sončna energija. Del nje je nastal ob nastanku Zemlje kot toplotna energija, ki je bila posledica gravitacijske energije, zaradi katere so se prosti delci združili v zemeljsko oblo. Drugi del toplote je posledica radioaktivnega razpada izotopov z dolgo razpolovno dobo v Zemljinem jedru, predvsem izotopov urana, torija in kalija. Znanstveniki ocenjujejo, da se je od nastanka Zemlje pred 4,5 milijarde let do danes sprostil 1/3 vezane energije, 2/3 pa se jo bo z nadaljevanjem radioaktivnega razpadanja še sprostil (Medved et al., 2000, str. 207). Zaradi izdatnosti tega vira in nemogočega izračuna točke dokončnega izčrpanja le-tega, se GE razume kot obnovljiva.

Zemlja je sestavljena iz več plasti, ki so sestavljene iz različnih materialov v različnih agregatnih stanjih in imajo različne temperature. Znanstveniki so zemljino sestavo odkrili s proučevanjem odboja seizmičnih valov ob potresih, saj se zvočni valovi od kamnin z različnimi gostotami odbijajo različno. Od zunaj navznoter si plasti sledijo v naslednjem zaporedju (Medved et al., 2000, str. 207, 208; Egger, b.l.):

- **skorja**, ki jo delimo na 15–70 km debelo **kopensko skorjo**, sestavljeno iz manj gostih (gostote približno $2,7 \text{ g/cm}^3$) kamnin, kot je granit, in 5–7 km debelo **oceansko skorjo** z večinsko vsebnostjo gostejših (gostote približno 3 g/cm^3) bazaltnih kamnin;
- **plašč** sega približno do globine 2900 km in je sestavljen iz magmatske kamnine, imenovane peridotit (povprečna gostota $3,4 \text{ g/cm}^3$), temperaturni razpon plašča znaša od 500–900 °C;
- **jedro** ima središče v globini 6396 km, njegov premer znaša 3450 km, po mnenju večine znanstvenikov pa ga sestavljajo tekoče kovine (gostote $10\text{--}13 \text{ g/cm}^3$), z večinskim deležem železa in niklja, temperatura pa naj bi bila okoli 3000 °C.

Ker po drugem zakonu termodinamike toplota v izoliranem okolju vedno prehaja s sistema z višjo na sistem z nižjo temperaturo, se tudi v primeru Zemlje toplota širi od vročega jedra proti hladni skorji. Povprečen geotermalni gradient Zemlje, ki nam pove, kako s povečevanjem globine narašča temperatura materiala, znaša na Zemlji 30 °C/km , na vulkansko aktivnih območjih pa lahko doseže tudi 100 °C/km . Toplota iz

notranjosti Zemlje prehaja na površje s prevajanjem toplote z vročih nepropustnih kamnin na hladne, ter s konvekcijo toplote z vročih kamnin na tekočine, kot sta magma in geotermalna voda. Slednja je po nastanku meteorna voda, ki skozi porozne kamnine s površja pronica v notranjost, kjer se lahko obogati z minerali in plini ter močno segreje, zaradi visokega tlaka ponekod tudi to 500 °C. Voda in para lahko ostaneta ujeti v globini pod višje ležečimi nepropustnimi sloji kamnin, kjer nastane geotermalni rezervoar, lahko pa skozi majhne razpoke prihajata na površje v obliki vrelcev in gejzirov (Medved et al., 2000).

1.6.2 Zgodovina izkoriščanja geotermalne energije

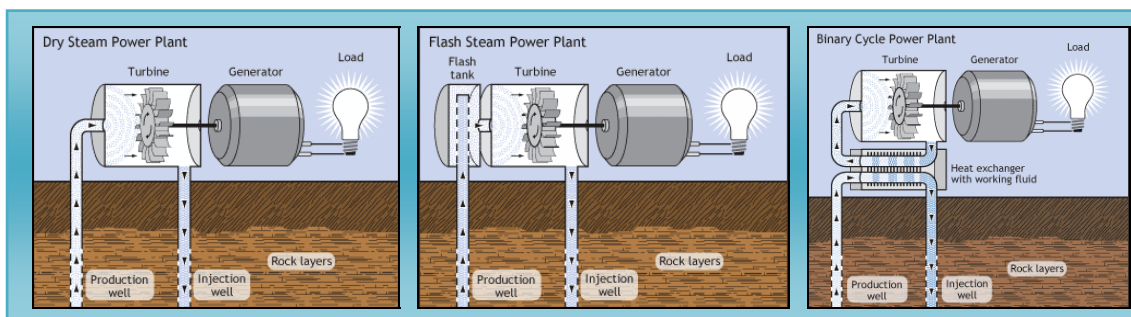
Že Rimljani so geotermalno vodo uporabljali za ogrevanje stavb in javnih kopališč. Leta 1904 pa je Francoz François de Larderel 70 km jugozahodno od Firenc v italijanski pokrajini Toskana paro uporabil za poganjanje turbine. Izvedel je javno demonstracijo in s pomočjo geotermalne pare, ki je poganjala majhen dinamo, prižgal 5 žarnic. 8 let kasneje je na istem mestu zrasla prva geotermalna elektrarna (v nadaljevanju GT-E) na svetu z močjo 250 kW. 1919 je sledila izgradnja prve GT-E na Japonskem, čez dve leti so prve vrtine naredili v Kaliforniji v kraju *The Geysers*, kjer je danes najproduktivnejše geotermalno polje. 1958 je sledila izgradnja elektrarn na Novi Zelandiji, leto kasneje pa še v Mehiki. GE ima danes med obnovljivimi viri majhen delež, v letu 2006 je bil po podatkih spletne strani Mednarodne agencije za energijo IEA delež proizvodnje električne energije v GT-E le 0,31 % (IEA, b.l.).

1.6.3 Geotermalne elektrarne

Po podatkih raziskave IEA iz leta 2003 in poročila *Massachusetts Institute of Technology* (v nadaljevanju MIT) o proizvodnji energije s pomočjo GE iz leta 2006 so trenutno po svetu najbolj razširjeni trije tehnološki tipi GT-E, ki za pogon generatorjev uporabljajo odprt parni proces, zaprt izparilni proces in binarni cikel (IEA, 2003; MIT, 2006).

Odprt parni proces (*dry steam power plant*) je na sliki 1 viden na levi. Pri tem načinu se paro iz vrtine usmeri direktno v turbino, kjer ekspandira do tlaka okolice in se nato sprosti v ozračje. Če vrtina proizvaja tudi vodo, se jo od pare loči pred vstopom v turbino v separatorju in se jo injektira nazaj v vodonosnik. Pri tem tipu GT-E je ključna velika izdatnost pare (15–25 kg/s), saj se pare pred turbino ne kompresira. To je najstarejši tip GT-E, kateremu pripadata tudi elektrarni v Larderellu in The Geysers. Prednost teh elektrarn je v cenejši in krajši gradnji, slabost pa je slab izkoristek pare, saj porabijo dvakrat več pare kot elektrarne na zaprt izparilni sistem. Dosegajo 15 % učinkovitost proizvodnje električne energije (Medved, 2000).

Slika 1: Trije uveljavljeni tipi GT-E



Vir: *Hydrothermal power systems, b.I., US Department of Energy.*

Zaprt uparjalni sistem (*flash steam power plant*) je viden na sredini slike 1. Uporablja geotermalno vodo s temperaturo nad $180\text{ }^{\circ}\text{C}$, ki na površje zaradi visokega pritiska priteče v tekočem stanju. Ta tip elektrarne ima med ločevalnikom pare in turbino nameščen uparjalnik (*flash tank*), v katerem vroča geotermalna voda zaradi nižjega tlaka v uparjalniku v trenutku izpari (*flash*). Paro se nato usmeri v nizkotlačno turbino, ki žene generator, nato pa se jo v hladilnih stolpih kondenzira in po injekcijski vrtini pošlje nazaj v vodonosnik. Izkoriščenost vrtine lahko povečamo z zaporednim vezanjem nizkotlačne turbine (Medved, 2000).

Binarni termodinamični proces (*binary-cycle power plant*) je sliki 1 na desni strani. Primeren za nizkotemperaturne geotermalne vire (voda s temperaturo nad $85\text{ }^{\circ}\text{C}$), saj se vroča geotermalna voda uporablja za segrevanje delovnega sredstva z nižjo točko vrelišča. Najpogosteje se uporabljajo freon, izobutan ali amonijak, ta tehnologija je poznana pod imenom **rankinov organski cikel** (*organic rankin cylce - ORC*). Geotermalno vodo se iz vrtine spelje v prenosnik toplote, kjer segreva delovno sredstvo, ki nato izpari pri nižjem vrelišču kot voda in poganja turbino. Delovno sredstvo se nato kondenzira in ga pošlje nazaj v prenosnik toplote. Izkoristek teh elektrarn je zaradi nizke temperature vira in zaradi izgub pri prenosu toplote iz geotermalne vode na delovno sredstvo med 2,8–5,5 %. **Kalinin cikel** (*kalina cycle*) kot delovno sredstvo uporablja mešanico vode in amoniaka, ki s kombiniranjem razmerij obeh sestavin pod različnimi tlaki v ciklu in več zankami v sistemu kroženja toplote dosega večjo učinkovitost (Medved, 2000).

Proizvodnja elektrike s pomočjo geotermalne energije ima v primerjavi z drugimi obnovljivimi viri nizek izkoristek. Temperatura vode je med 100 in $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, zato lahko turbina izkoristi le od 7 do 15 % energije geotermalne vode. Preostalo toploto se po izhodu pare iz turbine lahko s pomočjo kondenzacije odda v ozračje, lahko se še vročo vodo vrne v vodonosnik ali pa se vodo uporabi za direktno rabo, s čimer pa lahko povečamo izkoristek vira do 97 % (IEA, 2003, str 125). Odpadna geotermalna voda ima namreč še vedno precej visoko temperaturo in se jo lahko v različnih temperaturnih intervalih uporablja v številne druge namene, kar najbolj razločno prikazujem na Lindalovev diagramu na sliki 2. Medved (2000, str. 213) razlaga, da je

za neposredno uporabo GE značilno kaskadno izkoriščanje, kar pomeni da se porabniki toplote priključujejo zaporedno glede na potrebni temperaturni nivo. Na tak način lahko uporabniki bistveno znižajo stroške ogrevanja objektov, v katerih živijo ali pa opravljajo gospodarsko dejavnost.

Slika 2: Lindalov diagram

Raba	Temperatura
Koncentriranje solnih raztopin	120 °C
Sušenje gradbenih izdelkov	110 °C
Sušenje kmetijskih izdelkov	100 °C
Sušenje živil	90 °C
Neposredno ogrevanje stavb	80 °C
Hlajenje stavb	70 °C
Ogrevanje rastlinjakov	60 °C
Gojenje gob, ogrevanje s toplotno črpalko	50 °C
Ogrevanje bazenov	40 °C
Biorazkroj, fermentacija	30 °C
Gojenje rib	20 °C

Vir: Medved et al., 2000, str. 213.

1.6.4 Novosti na področju izkoriščanja geotermalne energije

Za izkoriščanje geotermalne energije z namenom proizvodnje električne energije so potrebni trije pogoji: visoka temperatura kamnine, vroča voda ali para, ujeta v razpokah, ter poroznost kamnin. Ker so ti trije pogoji zelo redko izpolnjeni hkrati, so nahajališča geotermalne vode v zemeljski skorji precej redka, najpogosteje so ob robovih tektonskih plošč (*US Department of Energy*, b.l.). Znanstveniki so nedolgo nazaj razvili tehnologijo, s katero lahko umetno ustvarijo podzemne rezervoarje vroče vode, praktično kjerkoli na zemeljski obli. Ta tehnologija se v angleščini imenuje *hot dry rock* ali HDR, bolj razširjeno poimenovanje koncepta pa je *enhanced geothermal system* – **EGS** (to kratico bom uporabljal v nadaljevanju), Medved (2000, str. 210) pa jo imenuje hlajenje vročih kamenin. EGS je postopek pridobivanja geotermalne vode iz vroče, nepropustne kamnine, v kateri ni vodonosnika, tako da se v zemeljsko skorjo izvrti injekcijsko vrtino, globoko največkrat med 4 in 5 m, po kateri se s črpalkami vodo pod velikim pritiskom potisne v razgreto kamnino, kjer ta prične pronicati v majhne razpoke, dokler hidravlično ne zdrobi skale in se razlije po razpokah. Tam se voda segreje in pride po novo izvrtani produkcijski vrtini pod pritiskom in močno segreta nazaj na površje, kjer izpari in poganja turbino. Zaradi kemične agresivnosti jo lahko obdržimo v zaprti zanki, kjer po prihodu na površje segreva delovno sredstvo z nižjim vreliščem, ki upari in poganja turbino.

Leta 2003 je ameriški znanstvenik Donald W. Brown patentiral metodo izkoriščanja geotermalne energije s pomočjo **superkritičnih tekočin**. To so tekočine, ki imajo nad kritično točko temperature in tlaka precej drugačne kemične in fizične lastnosti kot v ostalih agregatnih stanjih (trdno, tekoče, plinasto). Brown je patentiral uporabo

superkričnega ogljikovega dioksida (CO_2 , kritična temperatura $31,1^\circ\text{C}$, kritični tlak $72,9 \text{ atm}$ oz. $7,39 \text{ MPa}$) za ustvarjanje umetnih geotermalnih rezervoarjev kot tudi za transport toplote iz globin na površje ter poganjanje turbine, ki žene generator. Ogljikov dioksid v superkričnem stanju se je izkazal kot bolj primerno delovno sredstvo od vode, saj povzroča manj kemičnega raztapljanja kamnin in zato na površje prinaša manj materiala, zaradi večje toplotne razteznosti tega plina pa je za ohranjanje cirkulacije CO_2 v zaprtem sistemu potrebno bistveno manj energije. Pomembna prednost te metode pa je, da omogoča shranjevanja pri izgorevanju fosilnih goriv nastalega CO_2 pod zemljo, od koder bi izjemno težko ušel na površje.

1.6.5 Prednosti in slabosti GT-E

Največja slabost GT-E so visoki začetni stroški raziskav ter stroški vrtanja vrtin, ki v povprečju znašajo od 3 do 6 milijonov USD na vrtino (IEA, 2003, str. 129). V primeru odprtega termodinamičnega sistema lahko ob izpustu pare ali pa geotermalne vode pride do onesnaženja z v vodi raztopljenimi snovmi (vodikov sulfid, žveplov dioksid, metan, težke kovine, bor, arzen, živo srebro), zaradi česar se razvoj tehnologije vedno bolj usmerja v sisteme z zaprto zanko (MIT, 2006). Zaradi praznjenja vodonosnika se lahko teren nad izpraznjenim geotermalnim rezervoarjem prične posedati, kar je rešljivo z vračanjem vode v vodonosnik. GT-E, ki uporabljajo odprt termodinamični proces, paro po izstopu iz turbine skozi glušnike spustijo v ozračje, kar povzroča vizualno moteče oblake pare in hrup. Slednji je prisoten tudi ves čas vrtanja vrtine. Učinkovitost proizvodnje električne energije zaradi relativno nizke temperature vira (povprečno okoli 250°C) ne presega 15 % (Medved et al., 2000, str. 211), vendar se jo lahko poveča s kaskadnim priklapljanjem aplikacij direktne rabe geotermalne toplote. Na ta način lahko povečamo učinkovitost do 97 % (IEA, 2003, str. 125).

Kljub navedenim slabostim pa imajo GT-E pred ostalimi OVE bistveno prednost, saj lahko neprekinjeno zagotavljajo čisto pasovno električno energijo, katere proizvodnja ni odvisna niti od goriv niti od vremenskih razmer (MIT, 2006). Poleg tega omogočajo tudi nadaljnjo rabo odpadne vroče vode za aplikacije direktne rabe v gospodarstvu in v gospodinjstvih ter shranjevanje CO_2 pod zemljo. GT-E imajo skromne prostorske zahteve in ne predstavljajo vizualno motečega objekta, saj najsodobnejši primerki elektrarn izgledajo kot navadna skladišča (Medved et al., 2000). GT-E imajo ene najnižjih proizvodnih stroškov, ti se po podatkih iz leta 2003 gibljejo v povprečju med 0,05 USD in 0,09 USD na kWh (IEA, 2003, str. 130).

2 ENERGETSKA POLITIKA EU

Problem zagotavljanja energije je že leta 1952 združil 6 srednjeevropskih držav, ki so s pogodbo ustanovile Evropsko skupnost za premog in železo ter 1957 še Evropsko

skupnost za atomsko energijo. Po pol stoletja delovanja kljub ekonomskim in geopolitičnim spremembam problem energetike ostaja in je aktualen bolj kot kdaj koli prej, povezuje pa se tudi s klimatskimi spremembami. Nova evropska energetska politika bo EU zavezala k prehodu na nizko potrošno ekonomijo, osnovano na varnejši, konkurenčnejši in trajnejši energiji. Glavne prioritete politike bodo zagotavljanje učinkovitega delovanja notranjega energetskega trga, zanesljiva strateška oskrba z energijo, občutno zmanjšanje toplogrednih plinov, nastalih ob proizvodnji in porabi energije ter enotno nastopanje EU na mednarodnem prizorišču v energetskih debatah. EU bo vodila novo industrijsko revolucijo in ustvarila energijsko visoko učinkovito ekonomijo z nizkimi emisijami CO₂. Da bi to dosegla, si je zadala naslednje cilje (Portal EU, 2007): vzpostaviti notranji trg, zagotoviti zanesljivo oskrbo z energijo, zmanjšati toplogredne emisije, omogočiti razvoj energetskih tehnologij, ponovno opredeliti pomen jedrske energije ter na mednarodnem prizorišču enotno zastopati skupne interese članic. V nadaljevanju sem podrobneje opisal te cilje.

1. Notranji trg

Kljub vzpostavitvi svobodnega trga s plinom in električno energijo, kjer prebivalci EU lahko svobodno izbirajo svoje dobavitelje električne energije, na trgu še vedno obstajajo ovire, ki preprečujejo njegovo učinkovito delovanje. EU zato članicam nalaga **ločitev proizvajalcev električne energije ter zemeljskega plina od njihovih dobaviteljev** – lastnikov distribucijskih omrežij. Vertikalna integracija proizvodnje in dobave namreč onemogoča vstop konkurentov in s tem lahko umetno drži višje cene. Ovire pri čezmejnem trgovanju z elektriko povzročajo tudi različni tehnološki standardi in kapacitete nacionalnih omrežij, zato je nujna **regulacija na nivoju celotne EU**. To se bo doseglo preko sodelovanja nacionalnih regulatorjev, ki bodo preko sodelovanja določili način regulacije ter tehnološke in varnostne standarde, ki so potrebni za delovanje čezmejne trgovine na ravni EU.

Za uresničitev evropske energetske (tako električne kot plinske) mreže, je Komisija EU februarja 2007 v sporočilu Evropskemu svetu in Evropskemu parlamentu predložila osnutek **Prednostnega načrta za medsebojno povezovanje z infrastrukturo** (*Priority Interconnection Plan - PIP*), v katerem so zapisane smernice za finančno in politično podporo implementaciji ključne energetske infrastrukture ter imenovani evropski koordinatorji za spremljanje najbolj problematičnih prioritetenih projektov.

EU se je odločena zoperstaviti pomanjkanju energije, zato bo pripravila **Listino o pravicah odjemalcev energije** (*Energy customers' charter*), s katero želi urediti pravice odjemalcev energije v odnosu do dobaviteljev, zagotoviti vsem prebivalcem Evrope, predvsem pa socialno ogroženim, dostop do energije in zagotoviti čim boljšo informiranost odjemalcev o možnih alternativah pri izbiri dobavitelja energije.

2. Zanesljiva oskrba z energijo

Zmanjšati ranljivost EU zaradi uvoza, pomanjkanja zalog in možnih energetske kriz je izjemno pomembna prioriteta evropske energetske politike. Leta 2006 so srednje-, vzhodno- in južnoevropske države, ki so priklopljene na ruski plinovod, izkusile, kaj pomeni imeti enega samega dobavitelja plina, ko je Gazprom ob rusko-ukrajinski plinskem sporu zaprl plinovod in na hladno postavil precejšen del Evrope. Spor je še posebej močno prizadel države, ki so v celoti odvisne od ruskega plina, zato energetska politika poudarja pomembnost **ukrepov za zagotavljanje solidarnosti** med državami članicami v primeru krize, kot tudi **diverzifikacijo virov in transportnih poti**. Na področju zanesljive oskrbe bo potrebno sprejeti tudi dodatne ukrepe za zagotavljanje strateških zalog nafte, raziskati možne rešitve za izboljšano dobavo plina ter zagotoviti zanesljivo dobavo električne energije.

3. Toplogredne emisije

Trenutno je v Evropi za 80 % emisij toplogrednih plinov kriva raba energije. Evropska komisija se je v strategiji z naslovom **Omejevanje globalnih podnebnih sprememb na 2 stopinji Celzija: Pot do leta 2020 in naprej** (*Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius - The way ahead for 2020 and beyond*) zavezala k boju proti klimatskim spremembam. Med pomembni cilji je zaveza k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov za 20 % do leta 2020 v primerjavi z letom 1990. EU mednarodno javnost istočasno tudi poziva k novemu dogovoru, po katerem bi razvite države svoje emisije do leta 2020 v primerjavi z letom 1990 zmanjšale za 30 %, kar bi ob morebitnem dogovoru seveda implementirala tudi sama. Ta cilj je dosegljiv ob zmanjšanju porabe energije ter ob večji uporabi čiste, lokalno proizvedene energije. V dokumentu **Akcijski načrt za energetske učinkovitost: uresničitev možnosti** (*Action plan for energy efficiency: Realising the potential*) si je EU zastavila zmanjšanje porabe energije za 20 % do leta 2020. Ukrepi obsegajo varčevanje v transportu, razvoj minimalnih standardov učinkovitosti električnih naprav, dvig ozaveščenosti uporabnikov o racionalni rabi energije, izboljšanje učinkovitosti proizvodnje, transporta in distribucije toplote ter elektrike, razvoj energetske tehnologije ter izboljšanje energetske učinkovitosti stavb. EU bo na globalni ravni skušala doseči sklenitev mednarodnega sporazuma o energetske učinkovitosti.

V boju proti klimatskim spremembam bo izjemno pomembno izkoriščanje **obnovljivih virov energije**, ki bodo pomembno prispevali tudi k zanesljivosti oskrbe z energijo, ustvarili dodatna delovna mesta ter povečali proizvodnjo in porabo lokalno proizvedene energije. Ker so trenutne tehnologije še precej drage, je EU sprejela **Časovni načrt obnovljive energije: Obnovljiva energija v 21. stoletju: izgradnja trajnejše prihodnosti** (*Renewable Energy Road Map Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future*), v katerem si je zastavila povečanje deleža obnovljivih virov energije v vseh virih na 20 %. Da bi dosegli ta cilj, bo

potrebno doseči napredek na treh področjih: v proizvodnji električne energije iz obnovljivih virov ter fosilnih virov z zajemom in hrambo CO₂, s povečanjem deleža uporabe biogoriv na 10 % ter z uporabo obnovljivih virov za namene hlajenja in ogrevanja stavb.

4. Razvoj energetskih tehnologij

Energetske tehnologije igrajo glavno vlogo pri doseganju zastavljenih ciljev konkurenčnejšega in trajnejšega energetskega sektorja, kot tudi pri zagotavljanju zanesljive oskrbe z energijo. Zato mora EU intenzivno razvijati tehnologije, povezane z energetsko učinkovitostjo in obnovljivimi viri energije. Ker pa bo EU kljub diverzifikaciji virov energije še nekaj časa odvisna od fosilnih goriv, je potreben tudi razvoj nizkoogljičnih tehnologij, še posebej tehnologij zajema in shranjevanja CO₂. EU namerava na tem področju prevzeti vodilno vlogo v svetu.

Evropska komisija je za pospešen razvoj tehnologij predlagala osnutek **Evropskega načrta strateških energetskih tehnologij** (*SET-plan*), v katerem je zaobjet celoten proces od začetnih raziskav do vstopa tehnologije na trg. Ta strateški načrt bo skupaj s programom **Inteligentna energija v Evropi** (*Intelligent Energy for Europe*) podpiral 7. okvirni program za raziskave (*7th framework programme for research*), kateri predvideva 50-odstotno povečanje sredstev za financiranje raziskav v energetiki.

5. Jedrska energija

Povečana skrb zaradi zanesljivosti oskrbe in povečanih emisij toplogrednih plinov je jedrsko energijo ponovno umestila med alternative fosilnim gorivom, saj gre za nizkoemisijsko in stroškovno ugodno tehnologijo, ki omogoča konstantno proizvodnjo energije po stabilnih cenah, poleg tega pa omogoča lokalno proizvodnjo in tako zmanjšuje energetsko odvisnost države. EU prepušča odločitve o uporabi jedrske tehnologije državam članicam, vendar pa narekuje enoten pristop do varnostnih standardov, zavrača jedrsko oboroževanje in zahteva varno zaprtje objektov po izteku njihove življenjske dobe kot tudi varno ravnanje z jedrskimi odpadki.

6. Mednarodna energetska politika

EU sama ne more doseči zanesljive, konkurenčne in trajne energije, to je možno le ob sodelovanju tako razvitih kot nerazvitih držav, proizvajalcev in porabnikov energije kot tudi tranzitnih držav. Da bi uspešno izvajala učinkovito energetsko politiko, je pomembno, da EU na mednarodnem prizorišču deluje enotno. EU želi prevzeti pobudo pri razvoju mednarodnih energetskih sporazumov, zlasti s krepitvijo Evropske energetske listine (*European energy charter*), prevzela bo tudi pobudo za pripravo globalnega dogovora o energetske učinkovitosti ter aktivno sodelovala pri postkjotski podnebni shemi.

Odnosi EU z državami potrošnicami (Združene države, Indija, Brazilija, Kitajska), z državami proizvajalkami (Rusija, Norveška, OPEC) kot tudi s tranzitnimi državami (Ukrajina) so izjemnega pomena z vidika geopolitične varnosti in ekonomske stabilnosti. EU si bo zato prizadevala za razvoj energetskih partnerstev s temi državami, poleg tega pa predlaga tudi vzpostavitev partnerstva z Afriko, s katero bi lahko sodelovali pri številnih energetskih vprašanjih.

3 GEOTERMALNE ELEKTRARNE PO SVETU

Pogledal sem si nekaj primerov uporabe geotermalne energije po svetu, da bi ugotovil, kakšne izkušnje imajo države pri uvajanju te vrste tehnologije. Predstavil sem tudi dva raziskovalna projekta v naši bližini. V tabeli 1 vidimo, da geotermalna energija po svetu pridobiva na veljavi, zelo zanimivo je tudi dejstvo, da po tej tehnologiji posegajo tudi manj razvite države, kot sta Indonezija in El Salvador, medtem ko sta med prvimi desetimi državami na svetu le dve evropski državi.

Tabela 1: 10 največjih držav po nazivnih zmogljivostih GT-E v letu 2005

Država	1990 MW	1995 MW	2000 MW	2005 MW
ZDA	2774,6	2816,7	2228	2544
Filipini	891	1.227	1.909	1.931
Mehika	700	753	755	953
Indonezija	144,75	309,75	589,5	797
Italija	545	631,7	785	790
Japonska	214,6	413,71	546,9	535
Nova Zelandija	283,2	286	437	435
Islandija	44,6	50	170	322
Kostarika	0	55	142,5	163
El Salvador	95	105	161	151
Skupaj	5.831,72	6.833,38	7.974,06	9.064,1

Vir: Mednarodna zveza za geotermalno energijo IGA, 2006.

3.1 Združene države Amerike

ZDA so trenutno prve na svetu v proizvodnji električne energije iz geotermalne energije. Po podatkih ameriškega urada za informacije o energetiki (EIA, 2009) so v letu 2008 z 2,2 GW nazivne moči proizvedli skoraj 15.000 GWh električne energije. Geotermalno energijo izkoriščajo v sedmih državah (Aljaska, Kalifornija, Idaho, Havaji, Nova Mehika, Navada in Utah), najbolj intenzivno v Kaliforniji, kjer imajo danes 2,5 GW zmogljivosti, s katerimi proizvedejo na letni ravni skoraj 13,5 GWh električne energije (EIA, 2009). Najpomembnejše je geotermalno polje *The Geysers*, kjer ima največji proizvajalec elektrike iz GE, podjetje Calpine Corporation, zgrajenih 15 elektrarn skupne kapacitete 725 MW. Večina jih uporablja parni sistem s

temperaturo pare okoli 180 °C in pritiskom 690 kPa (100 psi). 25 % pare jim uspe kondenzirati in vrniti v vodonosnik, ostalo pa izhlapi v ozračje. Stroški proizvodnje na nekaterih postrojenjih so po poročilu IEA v letu 2003 znašali le 1,5 do 2,5 dolarska centa na kWh, kar verjetno predstavlja najcenejšo elektriko na svetu. Proizvodnja električne energije je bila sicer največja v letu 1987 ko je znašala skoraj 2 GW, po tem letu pa je zaradi preštevilnih vrtn pritisk na celotnem polju padel, zato se je zmanjšala tudi proizvodnja. V letu 1998 so iz bližnjega mesta Santa Rosa napeljali 65 km dolg podzemni cevovod, po katerem iz mesta odvajajo prečiščeno odpadno vodo, ki jo na geotermalnem polju po injekcijskih vrtnah pošiljajo v vodonosnik, da bi preprečili praznjenje vodonosnika (Calpine, b.l.; Geysers, b.l.).

Na območju The Geysers podjetje Altarock Energy izvaja demonstracijski EGS projekt. Po podatkih spletne strani podjetja, so pri vrtanju prve vrtine E-7 naleteli na probleme zaradi geoloških formacij pod vrtino, zaradi česar so vrtanje v začetku septembra 2009 ustavili. Podjetje se v zadnjem času sooča tudi z zaskrbljenostjo lokalnega prebivalstva in oblasti zaradi seizmične aktivnosti, ki bi lahko nastala kot posledica vrtanja vrtine ali hidravličnega drobljenja kamnin za ustvarjanje geotermalnega rezervoarja. Podjetje namerava z raziskavami nadaljevati in pospešeno išče lokacijo za novo vrtino (Altarock, 2009).

3.2 Evropska unija

Islandija je po geotermalnem potencialu najbogatejša država na svetu. Po podatkih islandskega nacionalnega organa za energijo Orkustofnun so GT-E v letu 2006 z 422 MW inštaliranih kapacitet proizvedle 2631 GWh električne energije, kar predstavlja 25 % celotne državne proizvodnje. Ostalih 70 % je bilo proizvedenih v hidroelektrarnah in 5 % s fosilnimi gorivi. V izgradnji je trenutno še za 125 MW kapacitet GT-E in kar 709 MW kapacitet hidroelektrarn. Proizvodnja elektrike pa ima v celotni državni rabi GE le 28-odstotni delež, saj kar 54 % celotnega državnega geotermalnega potenciala uporabijo za ogrevanje stavb, ostalih 16 % pa za ogrevanje bazenov, rastlinjakov, ribogojnic, topljenje snega ter industrijsko rabo (Orkustofnun, 2007). Islandci 93 % (IEA, 2006) vseh stanovanjskih in poslovnih objektov ogrevajo z geotermalno toploto, ki je cenovno ugodna. Nižja cena geotermalne toplote v letu 2007 je znašala približno 1,2 ISK oz. 0,014 EUR/kWh, višja cena pa je bila približno 3,6 ISK oz. 0,43 EUR/kWh. Tedanja cena ogrevanja preko olja ali elektrike je znašala okoli 7 ISK oz. 0,83 EUR/kWh, kar je kar enkrat dražje kot ogrevanje na GE. Za proizvodnjo električne energije sicer uporabljajo vse tri tehnološke tipe elektrarn. Kot zanimivost naj še povem, da v elektrarni Reykjanes za proizvodnjo elektrike uporabljajo najbolj vroč parni vrelec na svetu, ki ima temperaturo 320 °C. (Orkustofnun, 2007)

Italija je v globalnem merilu začetnica izkoriščanja geotermalne energije za proizvodnjo elektrike. V pokrajini Toskana, južno od Firenc, stoji prva GT-E na svetu -

Larderello. 1912 so tu zgradili prvo 250 kW elektrarno, leta 2003 je elektrarna dosegla svoj višek proizvodnje, ko je z inštalirano kapaciteto 790 MW proizvedla 5340 GWh (Tognini, 2007). Raziskave na polju so v polnem teku, v letih med 2001 in 2007 so na polju izvedli 21 vrtin v skupni dolžini 64 km, v načrtu pa je 11 novih vrtin globine 3–4 km. Vodo po izhodu uporabljajo za različne direktne aplikacije, ki obsegajo ogrevanje domov, rastlinjakov, ribogojnic in proizvodnjo mlečnih izdelkov. Vročo vodo so našli tudi v pokrajinah Lombardija, Benečija, Emilija-Romanja, kjer so v izgradnji omrežja za ogrevanje objektov z geotermalno vodo. V letu 2006 v italijanskih GT-E proizvedli 5527 GWh elektrike, kar predstavlja 1,7 % celotne proizvodnje elektrike v državi (IEA, 2006).

3.3 Projekti v EU

3.3.1 Projekt »Basel deep heat mining«

V švicarskem mestu Basel so leta 1996 zagnali pilotni EGS projekt, s katerim so želeli preveriti možnost izkoriščanje EGS v Švici. Načrti so vsebovali izgradnjo geotermalne hibridne elektrarne s plinsko turbino, ki bi poleg 6 MW električne energije proizvajala tudi 17 MW toplote za ogrevanje domov. Globina vrtine je bila predvidena med 5 in 6 km, kjer je temperatura kamnin med 200 in 230 °C. Dokončanje izgradnje elektrarne je bilo predvideno za leto 2009, vendar so leta 2006 mestne oblasti ustavile projekt. Ko so v injekcijsko vrtino črpali vodo, s katero bi morali na globini 5 km hidravlično razdrobiti kamnine, je območje stresel potresni sunek magnitude 3,4 po Richterjevi lestvici. Oblasti so naročile temeljito raziskavo tveganja in seizmološko raziskavo z ocenami tveganj, katera bo končana proti koncu leta 2009, podjetje Geopower AG, ki je stoji za tem projektom, pa z lokalnim prebivalstvom na sestankih izmenjuje informacije in mnenja, da bi dobil podporo prebivalstva za nadaljevanje projekta (Basel-Städt Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt, 2009). Projekt je pomemben, saj demonstrira možnost obstoja geotermalne elektrarne v naseljenem območju.

3.3.2 Projekt »Soultz-sous-Forêts HDR«

V Franciji so svoje znanje združili številni evropski raziskovalci s področja EGS. Ob reki Ren v kraju Soultz teče geotermalni projekt že od leta 1987, kjer so kmalu izvrtali dve 3,6 km globoki vrtini in uspešno izvedli kroženje vode v sistemu. Danes sta na geotermalnem polju izvrtani 5 km globoki vrtini, elektrarna pa je junija 2008 pričela uspešno proizvajati elektriko (European deep geothermal energy programme, 2009). Ta projekt je izjemnega pomena, saj predstavlja prvi delujoči EGS sistem v Evropi, ki bo odslej uporaben kot poligon za učenje.

4 PEST ANALIZA

Bregar (2007, str. 64) PEST analizo definira takole: »PEST analiza je orodje za sistematično raziskovanje zunanjih dejavnikov, pomembnih za poslovne odločitve (na primer pri strateškem planiranju, razvoju proizvoda, načrtovanju tržnih aktivnosti itd.). Samo ime predpostavlja *sistematično obravnavo vplivov okolja po štirih področjih* (političnem, ekonomskem, socialnem in tehnološkem).«

4.1 Analiza političnega okolja

Na poslovne odločitve lahko občutno vpliva dogajanje v političnem in pravnem okolju, ki obsega zakonodajo, delovanje države ter institucionalno organiziranost skupaj z različnimi interesnimi skupinami in združenji. Zakonodaja, povezana s poslovanjem, ima tri glavne namene: varovati podjetja pred nepošteno konkurenco, obvarovati potrošnike pred nepoštenimi poslovnimi potezami in varovati družbene interese pred nebrzdano poslovno konkurenco (Kotler, 2004, str. 174).

4.1.1 Pravni okvir

Področje energetike v okviru Ministrstva za gospodarstvo (v nadaljevanju MG) upravlja Direktorat za energijo, urejata pa ga Energetski zakon EZ (Ur. l. RS, št. 79/1999; 8/2000 popr.), Zakon o rudarstvu ZRud (Ur. l. RS, št. 56/1999) z dopolnili in popravki in podzakonskimi akti, med katerimi so za namen tega diplomskega dela pomembni predvsem Resolucija o Nacionalnem energetskem programu ReNEP (Ur. l. RS, št. 57/2004), Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije (Ur. l. RS, št. 37/2009) ter direktive in uredbe Evropske unije. Področje obnovljivih virov energije urejajo s svojimi popravki in dopolnili tudi Zakon o varstvu okolja, Zakon o graditvi objektov, Zakon o spodbujanju skladnega regionalnega razvoja ter Zakon o gozdovih. Delo regulatorja po določilih EZ opravlja Javna agencija za energijo Republike Slovenije, letna poročila o dogajanju v energetiki (Letni energetski pregled – LEP) pa po naročilu gospodarskega ministrstva pripravljajo tudi na Centru za energetske učinkovitost Inštituta Jožef Stefan (CEU IJS).

4.1.2 Zelena knjiga

Trenutno najpomembnejši dokument s področja slovenske energetike predstavlja **Zelena knjiga za novi Nacionalni energetski program 2009** (v nadaljevanju ZK NEP) (Ministrstvo za gospodarstvo, b.l.), ki ga je po naročilu gospodarskega ministrstva pripravil Center za energetske učinkovitost Inštituta Jožef Stefan. Zelena knjiga je posvetovalni dokument, katerega namen je spodbuditi javno razpravo o strateških razvojnih vprašanjih slovenske energetike do leta 2030 in bo podlaga za novi NEP.

Slovenija si je v Resoluciji o Nacionalnem energetskega programu 2004 med drugim zadala cilj, da bo do leta 2010 delež OVE v porabi primarne energije znašal 12 %, da se bo 25 % potreb po toploti zadovoljilo z OVE in da bomo 33,6 % električne energije proizvedli z OVE. Zelena knjiga za novi NEP v točki 4.8 ugotavlja, da bomo od zastavljenih ciljev dosegli le 25-odstotni delež OVE pri zagotavljanju toplote, istočasno pa se delež električne energije proizvedene z OVE celo zmanjšuje. V Sloveniji iz geotermalne energije do sedaj nismo proizvedli nič električne energije. ZK NEP nadalje ugotavlja, da so finančne spodbude vlade pod načrtovanimi, zagotovljene odkupne cene so v majhni meri pozitivno vplivale le na proizvodnjo električne energije iz bioplina in fotovoltaičnih elektrarn. Akcijski načrt spodbujanja OVE ni bil niti pripravljen.

Ker se že sedaj z deležem OVE v proizvodnji električne energije gibljemo v nasprotno smer od zastavljene, bo doseganje tega cilja izjemno zahtevno in ga bo nujno potrebno povezati s cilji gospodarskega razvoja in ustvarjanjem delovnih mest. ZK NEP zato narekuje spodbujanje tistih tehnologij izkoriščanja OVE, ki imajo največji ekonomski potencial ter omogočajo ustvarjanje poslovnih priložnosti domačim podjetjem. Kot najbolj potencialne vire OVE za proizvodnjo električne energije ZK NEP navaja vodno energije, bioplin ter biomaso. Nekoliko bolj so pisci ZK NEP zadržani do fotovoltaične energije, ki je po njihovem mnenju v tem trenutku še predraga in bi se jo s subvencijami splačalo spodbujati, le v kolikor bi bila v proizvodnji in uvajanje tehnologije vključena domača podjetja, saj bi sicer sredstva odtekala v tujino. Geotermalna energija je v Sloveniji še precej slabo raziskana, zato ZK NEP predlaga, da bi država morala raziskati možnost financiranja tovrstnih začetnih raziskav, saj so stroški izdelave vrtin izjemno visoki. ZK NEP vetrnih elektrarn ne omenja, kar se mi zdi glede na porast izkoriščanja vetra po svetu zelo nenavadno. Med ključne aktivnosti za doseganje 25-odstotnega deleža OVE v končni rabi energije predlaga poleg aktivnosti za hitrejše uvajanje izkoriščanja OVE tudi brzdane rasti porabe električne energije. Nujna je priprava ambicioznih akcijskih načrtov za izkoriščanje OVE na področjih proizvodnje električne energije, toplote in hladu ter uporabe v transportu, kot tudi pospeševanje soproizvodnje toplote in električne energije v krajevnih in industrijskih energetskih napravah.

Po mojem mnenju država zaradi pomanjkanja sredstev, znanja in nejasne vizije o prihodnji strukturi elektroenergetskega proizvodnega sektorja, sama ne bo dala pobude za preučevanje možnosti izrabe geotermalnega potenciala, ampak bo to potezo prepustila privatnemu sektorju. Slednji bi moral zato aktivno sodelovati pri pripravi novega NEP. Na področju izkoriščanja geotermalne energije ZK NEP predlaga financiranje raziskav, ki bi nakazale možne načine izkoriščanja geotermalne energije, kar je korak v pravo smer, vendar bo za pričetek projektov interes moralo pokazati tudi gospodarstvo.

4.1.3 Regulacija trga in načini spodbud

Vlogo regulatorja energetskega trga v Sloveniji v skladu z EZ opravlja **Javna agencija Republike Slovenije za energijo**. Na področju izkoriščanja OVE agencija podeljuje proizvodne deklaracije za objekte OVE in SPTE (soproizvodnja toplote in elektrike) ter izdaja potrdila o izvoru za proizvedeno električno energijo. Po sprejetju vseh potrebnih podzakonskih aktov v prihodnosti bo agencija izdajala odločbe o podporah proizvodnji elektrike iz OVE in SPTE ter analizirala ukrepe za spodbujanje te proizvodnje na državni ravni (Javna agencija RS za energijo, 2008).

V Uradnem listu RS št. 37/2009 je vlada izdala **Uredbo o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije**, v kateri v 2. točki 5. člena navaja dva načina podpor: **zagotovljen odkup električne energije** ter **obratovalna podpora**. Zagotovljen odkup pomeni, da Center za podpore od proizvajalcev, ki so od Javne agencije RS za energijo prejeli potrdilo o izvoru električne energije, odkupi celotno proizvedeno električno energijo po ceni, ki je vnaprej določena v Prilogi II uredbe o podporah. Obratovalna podpora predstavlja razliko med proizvodnimi stroški in na trgu dogovorjeno prodajno ceno. Razliko Center za podpore izplača kvalificiranemu proizvajalcu energije. Cena zagotavljenega odkupa električne energije za GT-E znaša za vse velikostne razrede 152,47 EUR/MWh, če pa elektrarna na letni ravni vsaj 30 % vstopne geotermalne energije pretvori v koristno uporabljeno toploto, je upravičena do dodatka v višini 10 % obratovalne podpore, kar znaša za GT-E moči med 50 kW in 10 MW 9,267 EUR/MWh. Če proizvajalec zaprosi za obratovalno podporo, je deležen 92,67 EUR/MWh in ob več kot 30-odstotni pretvorbi vhodne geotermalne energije v koristno toploto še 10-odstotnega dodatka, ki zneso 9,267 EUR/MWh. Za obrate moči manj kot 50 kW ali moči od 10 do 125 MW se višina obratovalne podpore določa individualno. Za primerjavo naj povem, da po sistemu zagotavljenega odkupa oz. sistema *feed-in tariff*, Švicarska vlada proizvajalcem elektrike iz GT-E za 20 let zagotavlja odkupno ceno 0,30 USD/kWh, kar zneso približno 203,8 EUR/MWh (Renewableenergyworld.com, 2008), medtem ko v Španiji odkupna cena elektrike iz GT-E znaša le 68,9 EUR/MWh (Wind-works.org, 2009).

ZK NEP v točki 4.16 obravnava t. i. **zeleno davčno reformo javnih financ**, ki ima dvojni učinek – davčno razbremeniti delo in davčno obremeniti porabo energije. S tem se bo povečala konkurenčnost gospodarstva in sankcionirala neracionalna raba energije. Potrebna je tudi uvedba davčnih olajšav za tehnologije OVE in učinkovite rabe energije, hkrati pa je potrebno spremeniti davek na motorna vozila, za katerega merilo je potrebno določiti izpuste CO₂.

Sistem zagotavljenega odkupa električne energije proizvedene iz OVE je po mojem mnenju korekten, ker proizvajalcem elektrike iz obnovljivih virov omogoča konkurenčno sodelovanje na trgu električne energije, saj višje odkupne cene

omogočajo pokrivanje višjih proizvodnih stroškov. Dolgoročno zagotovljena odkupna cena pa potencialnim investitorjem omogoča dokaj natančno finančno načrtovanje poslovanja, kar jim zmanjšuje tveganje. Popolnoma se strinjam s predlogom zelene davčne reforme, sam bi še dodal, da bi bilo zaradi naraščajočega števila električnih naprav v gospodinjstvih slednje potrebno obdavčiti po različnih stopnjah glede na energijski razred.

4.1.4 Pomembne organizacije

Spletna stran Energetske zbornice, ki deluje kot zastopnik interesov podjetij s področja energetike, je vsebinsko prazna in neažurna. Energetska zbornica bi morala bolj aktivno vplivati na izvajanje energetske politike v Sloveniji, se z namenom prenosa znanja povezovati s tujimi organizacijami in predvsem poskrbeti za izobraževanje svojih in bodočih članov na področju proizvodnje električne energije iz OVE.

Slovenija bi se za podporo pri uvajanju obnovljivih virov energije lahko obrnila na številne mednarodne organizacije in interesna združenja s področja energetike. Ena pomembnejših je Mednarodna agencija za energijo (*International energy agency - IEA*), ki državam članicam nudi podporo pri oblikovanju nacionalnih energetskih politik, zadnje čase se veliko ukvarjajo z bojem proti klimatskim spremembam, reformam trgov, sodelovanju držav članic na področju novih energetskih tehnologij in vključevanju preostalega sveta v izmenjavo informacij in idej.

4.2 Analiza ekonomskega okolja

Ekonomske pogoje poslovanja so ključni dejavnik uspešnega poslovanja, saj vplivajo na vse glavne prvine poslovnih odločitev (na povpraševanje, na ponudbo in na stroške dela, kapitala in surovin) (Bregar, 2007, str. 68).

4.2.1 Ekonomski in energetski kazalniki

Podatki o rasti BDP zadnjih pet let v tabeli 2 pričajo o solidnem razvoju slovenskega gospodarstva, vsaj do leta 2007. Upad gospodarske rasti v letu 2008 je bil posledica ohlajanja globalnega gospodarstva, ki se je do danes razvilo v gospodarsko krizo. V letu 2009 je po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije (SURS) obseg BDP v prvih dveh četrtletjih glede na prejšnje leto dosegel negativno rast, in sicer v prvem četrtletju za 5,2 %, v drugem četrtletju pa za 6,6 %. Na medletni ravni je tako BDP po prvi polovici leta upadel za kar 9,3 %.

Tabela 2: Obseg in rast BDP, inflacija in gibanje brezposelnosti v letih 2003-2008

Leto	BDP v tekočih cenah [Mio EUR]	Realna rast BDP [%]	Povprečna letna stopnja inflacija	Povprečna letna stopnja registrirane brezposelnosti
2003	25.752	2,8	5,7	11,2 %
2004	27.162	4,3	3,7	10,6 %
2005	28.750	4,5	2,5	10,2 %
2006	31.055	5,8	2,5	9,4 %
2007	34.568	6,8	3,8	7,7 %
2008	37.135	3,5	5,5	6,7 %

Vir: SURS, 2009.

Napoved Evropskega statističnega urada Eurostat za leto 2009 napoveduje deflacijo v višini 2,6 %, za leto 2010 pa ponovno inflacijo v višini 0,7 % (Eurostat, 2009). Brezposelnost je po podatkih SURS julija 2009 znašala 9,5 % in se bo po pričakovanjih še povečala. ELES je v strategiji za razvoj elektroenergetskega sistema RS za obdobje 2009 do 2018 zapisal, da je najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na porabo električne energije, BDP (ELES, 2009).

Energetski kazalniki za leto 2008 kažejo na naraščanje slovenske energetske odvisnosti od tujine, kar predstavlja precejšen problem, saj končna poraba energije narašča. Kazalnik energetske intenzivnosti je v upadu, kar kaže na izboljšanje učinkovitosti izkoriščanja energije, saj za enoto BDP porabimo manj energije. To potrjuje tudi poraba električne energije na prebivalca in na enoto BDP. Delež proizvedene električne energije OVE je do lanskega leta upadal, lani pa je ponovno narasel, predvsem na račun izboljšanih hidroloških razmer zaradi obilne zime. Hidroelektrarne v Sloveniji namreč proizvedejo kar 90 % električne energije, proizvedene iz OVE. Naraščajoča energetska odvisnost je signal za povečanje izkoriščanja domačih energetskih virov, med katerimi je tudi električna energija, katere delež proizvodnje iz OVE moramo v skladu z ReNEP 2004 in evropsko direktivo 2001/77/ES do leta 2010 povečati na 33,6 % (ReNEP, 2004).

Tabela 3: Energetski kazalniki, Slovenija, 2000, 2005–2008

	Enota	2000	2005	2006	2007	2008	St. rasti 08/07 (%)
Domača proizvodnja	1000 toe	3.152	3.495	3.446	3.456	3.672	6,3
Oskrba z energijo	1000 toe	6.487	7.307	7.318	7.336	7.749	5,6
Končna poraba	1000 toe	4.638	5.182	5.232	5.191	5.521	6,4
Energetska odvisnost	%	52	53	52	53	55	2,6
Energetska intenzivnost - oskrba z energijo/BDP	toe/mio EUR 2000	351	330	312	293	299	2,1
Energetska intenzivnost - končna poraba/BDP	toe/mio EUR 2000	251	234	223	207	213	2,8
Poraba el. en. /BDP	MWh/mio EUR 2000	577	581	567	533	500	-6,2
Poraba el. en. na prebivalca	kWh/preb.	5.413	6.425	6.615	6.584	6.369	-3,3
Delež proiz. el. en. iz OVE v proizvodnji električne energije	%	29	24	25	22	26	3,8
Delež el. en. iz OVE v bruto porabi el. en.	%	32	24	24	22	29	7,0

Vir: SURS, 2009.

Splošni ekonomski kazalci trenutno torej niso preveč spodbudni, vendar energetika zaradi zmanjšane gospodarske aktivnosti zaradi svojega dolgoročno naravnane poslovanja ne bo huje prizadeta. Največji problem trenutno predstavlja **kreditni krč**, ki pomeni za trg stanje z zaostrenimi pogoji pridobivanja kreditov in oteženim dostopom do kapitala. Julija 2008 so tako banke podjetjem in nedenarnim finančnim institucija (NFI) odobrile kredite v višini 3.406,1 mio EUR (UMAR, avgust–september 2008), medtem ko so julija 2009 odobrile le 283,7 mio EUR, torej več kot 90 % manj kot lani (UMAR, julij–avgust 2009).

Slovenska vlada je za spodbujanje kreditiranja uvedla **jamstveno shemo**, katere namen je prevzeti del tveganja pri kreditiranju podjetij s strani komercialnih bank. Po pričevanju podjetnikov je na spletni strani GZS (Gospodarska zbornica Slovenije, 2009), kjer slednja zbira njihove predloge za ukrepe spodbujanja gospodarstva v kriznih časih, moč razbrati, da banke kljub jamstveni shemi obsega kreditiranja niso pretirano povečale. Podjetniki se pritožujejo, da banke kljub poslovanju podjetja z dobičkom za zavarovanje kredita včasih zahtevajo zavarovanje z nepremičnino ali osebnim poroštvom, poleg tega pa jim banke namesto letnih kreditov odobravajo le še polletne, zaradi česar plačujejo večje stroške. Na drugi strani se banke zagovarjajo, da država prevzema premajhen delež tveganja, da je zakonodaja do finančnega sektorja preveč toga in birokratska in da jamstvena shema v njihovem poslovanju pomeni motnjo in dodatne stroške (Križnik, 2009).

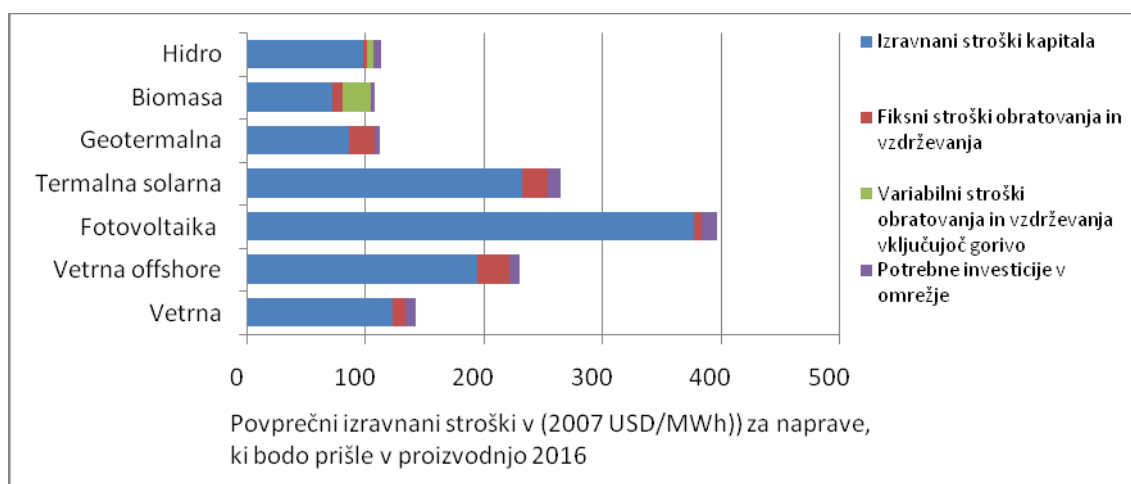
Proizvajalci električne energije se torej soočajo s težko situacijo gospodarstva, saj kreditni krč zavira kreditno dejavnost bank, kar pomeni da ta podjetja težje financirajo svoje investicije. Gospodarska kriza je povzročila tudi upad porabe električne

energije, kar proizvajalcem predstavlja še dodaten upad prihodkov in ponovno oviro pri zagotavljanju sredstev za investicije (Kerin, 2009). Ker pa je svetovno gospodarstvo ciklično, vsakemu upadu gospodarske dejavnosti sledi gospodarska rast. To za Slovenijo pomeni, da ko se bo gospodarstvo pričelo pobirati in bo BDP pričel rasti, bo raslo tudi povpraševanje po električni energiji, zaradi česar se bo uvoz energije še dodatno povečal in nas pahnil v še večjo energetske odvisnost.

4.2.2 Stroškovna primerjava obnovljivih virov energije

Ameriški Urad za informacije o energiji (*Energy Information Administration – EIA*) letno pripravlja 20-letne napovedi ponudbe in povpraševanja po električni energiji preko Narodnega modela za energijo (*National Energy Modeling System (NEMS)*), za kar pripravljajo podrobne podatke o stroških proizvodnih virov električne energije. Na sliki 3 predstavljam **izravnane stroške** različnih tehnologij OVE, ki bodo na trg vstopile leta 2016, torej je že upoštevan nek tehnološki razvoj. Izravnani stroški predstavljajo sedanjo vrednost vseh stroškov izgradnje in obratovanja elektrarne skozi njegovo finančno življenjsko dobo 20 let, pretvorjenih v enakomerne letne zneske in amortizirane na pričakovano letno proizvodnjo električne energije. Pri interpretaciji je potrebno upoštevati, da nezvezni načini proizvodnje - se pravi obe solarni in obe vetrni – ne upoštevajo stroškov shranjevalnikov energije. Kot je razvidno iz slike 3, ima pri nas najbolj spodbujana fotovoltaika daleč najvišje stroške kapitala, medtem ko so viri, ki jih imamo v Sloveniji na pretek, po rezultatih te študije najcenejši. Ker trenutno v Sloveniji v največji meri izkoriščamo vodno energijo to pomeni, da imamo v ostalih obnovljivih virih še precej rezerve in potenciala.

Slika 3: Povprečni izravnani stroški v (2007 USD/MWh) za naprave, ki bodo prišle v proizvodnjo 2016

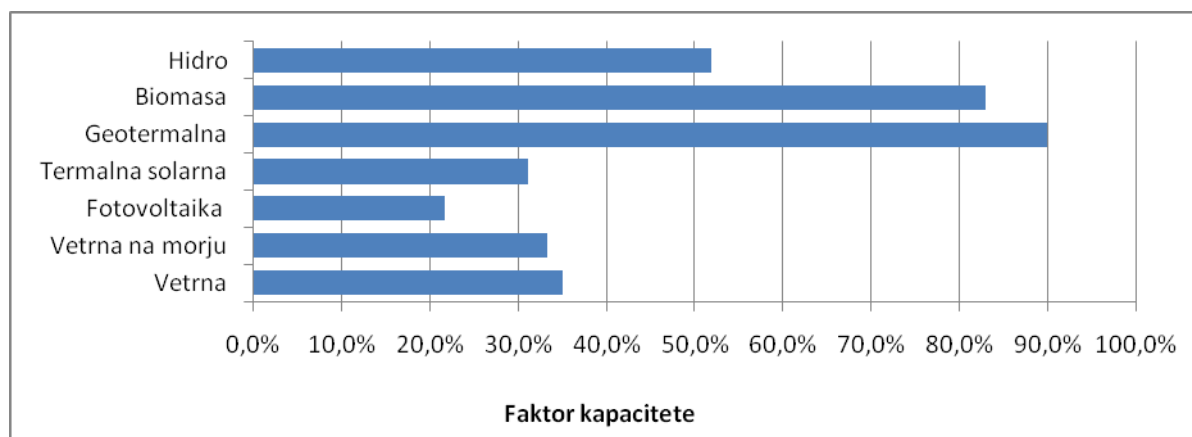


Vir: *Levelized Cost of New Generating Technologies, Institute for energy research, 2009.*

Na sliki 4 so razvidne vrednosti kapacitetnih faktorjev, ki so izračunani kot razmerje med dejansko proizvedeno količino električne energije in največjo možno nazivno proizvodnjo in ga lahko razumemo tudi, kako učinkovito investicija v elektrarno

proizvaja električno energijo – večji kot je faktor, več energije elektrarna proizvede in večji so prihodki. Geotermalna elektrarna nazivne kapacitete 10 MW lahko tako proizvede več energije kot polje vetrnic ali pa sončnih celic nazivne kapacitete 20 MW. Pri načrtovanju spodbud za posamezne obnovljive vire energije bi zato morali upoštevati tudi to, kako učinkovito se subvencija v tehnologijo dejansko pretvori v proizvedeno električno energijo.

Slika 4: Faktorji kapacitete elektrarn na OVE



Vir: Levelized Cost of New Generating Technologies, Institute for energy research, 2009.

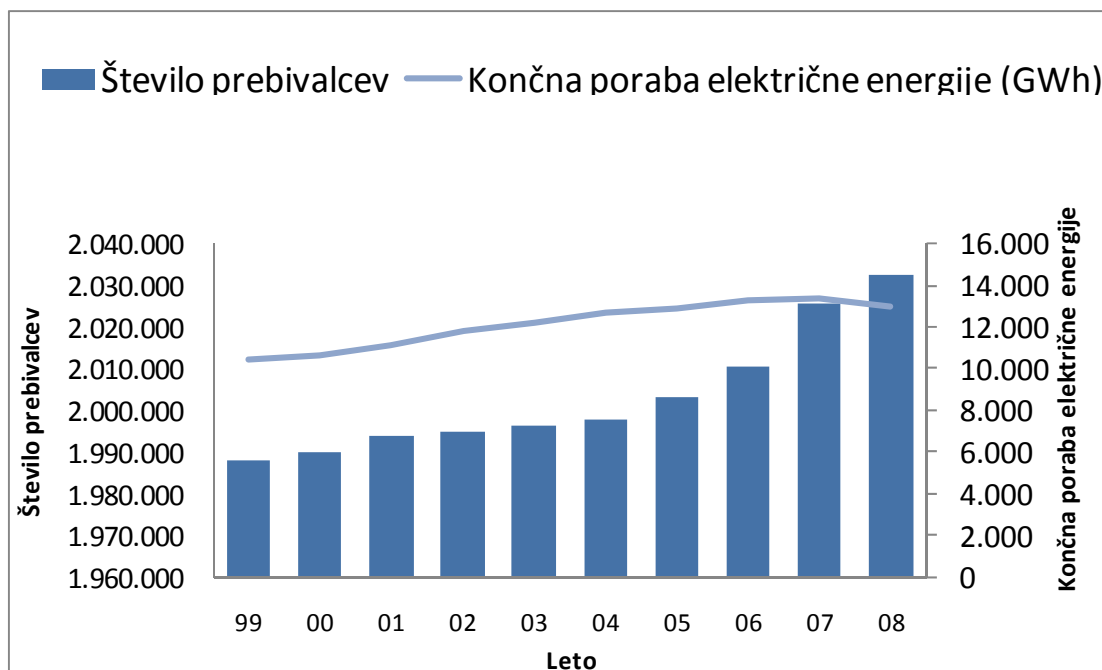
4.3 Analiza socialnega okolja

Analiza socialnega okolja postavlja v ospredje prebivalstvo in njegov vpliv na poslovne odločitve (Bregar, 2007).

4.3.1 Demografski podatki

Grafikon na sliki 5 primerja gibanje števila prebivalstva z gibanjem porab električne energije v letih 1999 do 2008. Razvidno je, da je rast prebivalstva v letu 2004 postala bolj intenzivna, medtem ko se je končna poraba v letu 2007 znižala. Zanimiv je podatek o rasti, saj se je število prebivalstva iz leta 1999 do leta 2008 povečalo za 2,2 %, medtem ko je končna poraba električne energije narasla kar za 24,1 %, kot je razvidno iz tabele 4. Deloma je vzrok za nenadno porast odprtje nove elektrolize v podjetju TALUM leta 2001, upad porabe v 2007 pa je vzrok zaprtju starejše elektrolize (ELES, 2009).

Slika 5: Primerjava gibanja števila prebivalstva in končne porabe elektrike v Sloveniji v obdobju 1999-2008



Vir: SURS, 2009

Tabela 4: Prebivalstvo in poraba elektrike v Sloveniji v letih 1999 in 2008

Leto	Število prebivalcev	Končna poraba električne energije (GWh)
1999	1.987.755	10.432
2008	2.032.362	12.945
Indeks (2008/1999)	102,244	124,089

Vir: SURS, 2009.

Pomemben dejavnik, ki bo vplival na uvajanje obnovljivih virov energije, sploh geotermalne, biomase in koncentracijske solarne, bo tudi priseljevanje ljudi v mesta. Po podatkih popisa prebivalstva iz leta 2002 v mestnih naseljih živi že več kot polovica vseh Slovencev (SURS, 2009). Večja koncentracija mestnega prebivalstva bo pomenila dodaten pritisk na okolje, zato bo na teh področjih soproizvodnja elektrike in toplote cenovno ter ekološko najbolj primeren način energetske oskrbe urbaniziranih območij. Soproizvodnja dviguje učinkovitost energetskih naprav, znižuje stroške ogrevanja ter emisije na ravni oskrbovanega območja.

4.3.2 Odnos javnosti do obnovljivih virov energije

Odkar se je 1. januarja 2007 v Sloveniji po direktivi EU odprl trg električne energije, slovenski potrošniki lahko izbirajo električno energijo glede na izvor. V medijih je moč zaslediti številna propagandna sporočila, s katerimi distributerji električne energije

nagovarjajo potrošnike k nakupu »zelene« ali pa »modre« energije. Gre za blagovno znamko, ki predstavlja način proizvodnje električne energije na trajnostni način. Ekološki paketi poleg stalnih postavk računa za električno energijo vsebujejo tudi premijo za proizvodnjo čiste elektrike. Ta premija predstavlja potrošnikov prispevek k čistemu okolju, zato se podjetja potrošnikom pogosto simbolično zahvalijo z darilom, kot je varčna žarnica, ali pa certifikatom o izvoru električne energije. Holding Slovenskih elektrarn v svojem letne poročilu navaja, da je v letu 2008 2.189 kupcev kupilo 36 GWh Modre energije, kar predstavlja 0,34 % njihove prodane elektrike (HSE, 2008). Prostora za promocijo obnovljivih virov energije je očitno še precej. V prvi polovici leta 2009 je agencija Informa Echo izvedla javnomnenjsko raziskavo o odnosu Slovencev do učinkovite rabe energije, imenovana REUS (Raziskava energetske učinkovitosti Slovenije). Rezultati niso bili preveč spodbudni, saj pri varčevanju z energijo pri slovenskih potrošnikih prevladuje ekonomski vidik pred ekološkim. Kljub temu kar 59 % pušča električne naprave vklopljene tekom neuporabe (avtorji niso jasni, ali so pod vklopljeno mislili prižgano, kot npr. delujoč televizor, ali samo v omrežje priključeno televizijo v stanju pripravljenosti). Vlado in nevladne organizacije morajo očitno postoriti še več na področju promocije ekološkega in trajnostnega načina življenja.

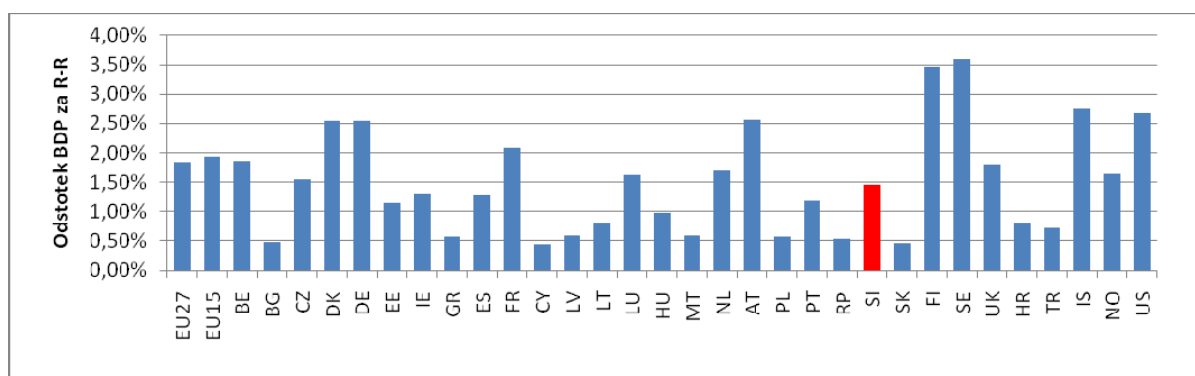
Kljub večinoma pozitivnim učinkom izkoriščanja OVE lahko njihova nepremišljena raba povzroči tudi precej škode. V Sloveniji je projekt izgradnje vetrne elektrarne na Volovji rebri v javnosti povzročil burne razprave, saj je investitor podjetje Elektro Primorska vetrnice želel postaviti na ekološko občutljivem območju, na kraškem površju, naseljenem z ogroženimi živalmi, kot so planinski orel, beloglavi jastreb in ris. V javnosti se je oblikovala Koalicija za Volovjo reber, ki danes šteje že 30 nevladnih okoljevarstvenih organizacij in strokovnjakov. Koalicija sicer ne nasprotuje vetrnim elektrarnam, nasprotujejo pa nameri podjetja Elektro Primorska, da bi vetrno farmo gradila na območju Volovje rebri. Trenutno je na potezi Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), kateri je Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije (DOPPS) predložilo gradivo s pripombami na investitorjevo poročilo o vplivu elektrarne na okolje. ARSO bo gradivo preučila, nato pa odločila o izdaji okoljevarstvenega soglasja k projektu. Omenjen primer je zelo dobro opozorilo vsem morebitnim investitorjem, kako pomembno je vključevanje okolice v take projekte. Na podoben problem so naleteli projektanti EGS elektrarne v švicarskem Baslu, kjer je črpanje vode v umetni geotermalni rezervoar povzročilo potresne sunke, ki so močno prestrašili prebivalstvo. Projekt danes stoji, saj je v izdelavi geološka študija, podjetje pa se trenutno redno srečuje s prebivalci na sestankih, kjer si izmenjujejo informacije in iščejo rešitve. Investitor se namreč zaveda, da korekten odnos in izmenjava informacij med investitorjem, lokalnim prebivalstvom ter zainteresirano javnostjo ključno pripomoreta k uspešnosti projekta, saj zaradi pomanjkanja informacij lahko pride do tega, da se v javnosti izoblikuje negativno oziroma napačno mnenje o projektu.

4.4 Analiza tehnološkega okolja

Tehnološki razvoj neposredno oblikuje makroekonomsko okolje, saj pospešuje gospodarsko rast, omogoča nastanek novih delovnih mest in posodabljanje proizvodnih, in širše, poslovnih procesov, izboljšuje kakovost obstoječih ter omogoča nastanek novih proizvodov in storitev (Bregar, 2007, str. 118).

Napor, katerega neko gospodarstvo vlaga v spodbujanje raziskav in razvoja, se najpogosteje meri z deležem izdatkov za **raziskave in razvoj** (R-R) v celotnem BDP. V Lizbonski strategiji je zapisan cilj, po katerem bi morali evropski izdatki namenjeni za R-R znašati 3 % celotnega BDP. Stanje leta 2007 v EU je prikazano na sliki 6, kjer je razvidno, da je bila Slovenija pod povprečjem EU 27. V letu 2007 so izdatki po podatkih SURS znašali 500,5 mio EUR, kar je za 3 % več kot leta 2006 in predstavlja 1,45 odstoten delež BDP. V sektorju R-R je bilo v letu 2007 zaposlenih 14.311 oseb, kar je 790 več kot v preteklem letu. 44,1 % sredstev se je porabilo za financiranje R-R na področju tehnoloških ved, od tega je Slovenija dejavnostim oskrbe z elektriko, plinom in vodo za R-R namenila borih 19.000 EUR (SURS, avgust 2009).

Slika 6: Delež sredstev za raziskave in razvoj v BDP držav članic v letu 2007



Vir: Eurostat, 2009.

Poleg sredstev za raziskave in razvoj je pri zagotavljanju okolja, ki omogoča gospodarski napredek, pomembna tudi skrb za **akumuliranje znanja**. V Sloveniji je v letu 2008 v okviru Univerze v Mariboru pričela delovati Fakulteta za energetiko, ki je v prvem šolskem letu že vpisala 184 študentov. Svoj sedež ima v Krškem ter dislocirano enoto v Velenju, kar pomeni da izobraževanje poteka v okolju, kjer imajo študenti možnost neposrednega stika z energetskimi sistemi. Študijska področja obsegajo hidro, termo, jedrsko, alternativno in splošno energetiko, izvajajo pa se na dodiplomskem in magistrskem programu, v pripravi je tudi doktorski študij. Študenti imajo tudi možnost študija v tujini preko programov mednarodnih izmenjav. Slednje po mojem mnenju predstavljajo odličen način, s katerim lahko slovenska energetika dopolni svoje znanje o obnovljivih virih energije, o katerih trenutno vemo relativno malo, z izkušnjami iz tujine. Država bi morala na področju izobraževanja s področja

OVE in URE spodbujati štipendiranje ter sodelovanje podjetij z izobraževalnimi ustanovami, če želimo poleg zmanjšanja energetske odvisnosti in izpustov toplogrednih plinov doseči tudi cilj odpiranja novih delovnih mest.

Za nove proizvajalce električne energije iz obnovljivih virov je precej pomemben podatek o stanju prenosnega omrežja, na katerega se proizvajalce priklapi. Podjetje Elektro-Slovenija (ELES) je v Sloveniji pooblaščen operator prenosnega omrežja, ki v skladu z Energetskim zakonom pripravlja strategijo razvoja elektroenergetskega sistema Republike Slovenije. V tabeli 5 je razvidno iz stolpcev Bilanca [GWh] in Bilanca [%], da se je uvoz elektrike v zadnjih štirih letih močno povečal, kar je posledica naraščajoče porabe, zastale gradnje novih proizvodnih zmogljivosti in vnovične oddaje dela proizvodnje NEK Hrvaški (ELES, 2009, str. 40). To pomanjkanje doma proizvedene električne energije predstavlja priložnost vstopa novim proizvajalcem električne energije.

Tabela 5: Proizvodnja, poraba in izmenjave električne energije na ravni prenosnega omrežja

Leto	Proizvodnja [GWh]	Poraba [GWh]	Razlika [GWh]	Razlika [%]
1997	9.375	10.135	-760	-7,5
1998	9.838	10.398	-560	-5,4
1999	11.744	10.475	1.269	12,1
2000	12.072	10.824	1.248	11,5
2001	12.828	11.126	1.702	15,3
2002	12.966	11.775	1.191	10,1
2003	9.746	12.342	-2.596	-21
2004	10.817	12.615	-1.798	-14,3
2005	10.443	13.065	-2.622	-20,1
2006	10.490	13.376	-2.886	-21,6
2007	10.343	13.496	-3.152	-23,4

Vir: Strategija razvoja elektrogospodarstva Republike Slovenije, ELES, 2009.

Možnost izkoriščanja geotermalne energije je na področju Slovenije zaradi raznolike geološke sestave tal različna. Geotermalno najbogatejša in tudi najbolj raziskana področja so (Medved et al., 2000, str. 214): Panonska nižina, Krško-Brežiško območje, Rogaško-Celjsko območje, Ljubljanska kotlina, Slovenska Istra in zahodna Slovenija. V SV Sloveniji sta najbolj raziskana vodonosnika Termal I in Termal II. Prvi se nahaja na globini do 1200 m in ima temperaturo do 50 °C, medtem ko drugi sega do globine 4000 m in ima temperaturo od 85 do 170 °C. Slednji je zelo primeren za proizvodnjo električne energije, saj gre za velik in vroč rezervoar, ki se razteza na površini 1877 km². Ocenjen potencial tega vodonosnika je pri izkoriščanju suhe pare ocenjen na 414 mio GJ, z binarnimi procesi pa še 643 mio GJ. Stroka je mnenja, da

je zaradi ekonomskih in ekoloških vzrokov možno izkoristiti 10–15 % potenciala, kar bi prevedeno v proizvedeno elektriko pomenilo med 29 in 40 TWh (Medved, 2000).

SKLEP

Problem zagotavljanja energije je eden najbolj aktualnih problemov človeške civilizacije. Marsikatera država je ugotovila, da je zapostavila razvijanje svojega energetskega sistema in da je v precejšnji meri odvisna od uvoza energije iz sosednjih ali pa celo daljnih držav. Dokler ima taka država z državami izvozniciami dober odnos, stvar ni problematična, ko pa se pojavi konfliktna situacija, se stvari lahko močno zaostrijo. Po rusko-ukrajinskem plinskem sporu in zaprtju evropskega plinovoda je del Evrope v zimskih mesecih drgetal v mrazu. Šele takrat so se premnogi evropski politiki zavedli pomena energetske neodvisnosti in politika je pričela aktivneje načrtovati aktivnosti za zagotavljanje energetske neodvisnosti.

EU si je v svoji novi energetske politiki zastavila vzpostaviti učinkovit notranji trg z energijo, ki bo evropski prostor učinkovito oskrboval z vsemi oblikami energije, katere proizvodnja in poraba ne bo povzročala emisij toplogrednih plinov. Proizvodnja energije se bo ob podpori tehnološkega razvoja energetske tehnologije prelevila iz izkoriščanja konvencionalnih fosilnih goriv na proizvodnjo čiste in lokalno proizvedene energije iz obnovljivih virov ter izkoriščanje naprednih nizkoogljicnih virov z zajemom in ločevanjem CO₂. Zaradi odsotnosti emisij bo EU ponovno razmislila o učinkoviti in okoljsko prijazni izrabi jedrske tehnologije. EU si je zastavila cilj prevzeti vlogo vodje globalnega boja proti klimatskim spremembam, pri čemer bo dala velik poudarek na povezovanju in sodelovanju z manj razvitimi, a po številčnosti prebivalstva, intenzivnosti gospodarskega razvoja in s tem povezanega onesnaževanja, velikimi državami.

Geotermalna energija pridobiva na pomenu, saj za razliko od večine obnovljivih virov omogoča zvezno proizvodnjo kvalitetne pasovne električne energije, za svoje obratovanje ne potrebuje goriva, zaradi česar je imuna na nihanja svetovnih cen energentov, kot tudi na vremenske razmere. Za izgradnjo ne potrebuje redkih ali toksičnih surovin in ima po fazi izgradnje majhen vpliv na okolico – najsodobnejše geotermalne elektrarne so po videzu enaka navadnim industrijskim skladiščem. Izkoriščenost geotermalnih elektrarn bo s soproizvodnjo toplote še boljše, dodatni prihodki iz tega naslova pa bodo še GT-E naredili bolj privlačne za investicije. Trenutno je uporaba geotermalne energije omejena na določena območja na Zemlji, vendar bo razvoj vrtalne tehnologije in EGS sistemov z več kot 5 km globokimi vrtinami kmalu omogočil izgradnjo geotermalnih elektrarn po celem svetu.

Slovenija je v letu 2008 več kot polovice primarne energije uvozila, kljub temu da imamo na razpolago številne obnovljive vire energije, ki so po raziskavah

mednarodnih inštitucij lahko celo cenejši od klasičnih fosilnih goriv. V Sloveniji obstaja dovolj velika možnost izkoriščanja geotermalne energije, to so potrdile študije slovenskih in tujih inštitutov ter strokovnjakov iz energetskega sektorja. Zelena knjiga za novi Nacionalni energetski program je ugotovila, da preteklo izvajanje energetske politike ni sledilo začrtanim usmeritvam, načrtovanje energetike pa je preprosto zaspalo. Potrebno bo omogočiti in pospeševati mreženje gospodarstva in izobraževalnih ustanov na področju raziskav in razvoja ter na področju izmenjave znanja med prakso in teorijo. Gospodarska kriza je prizadela tudi energetski sektor, zato so podjetja zmanjšala investicije, kar pa lahko za sabo potegne negativne posledice. Ko se bo krivulja obrnila navzgor, bo namreč potreba tako po električni kot primarni energiji narasla, energetski sistem pa na to ne bo pripravljen, zaradi česar se bo Slovenija ponovno znašla v odvisnem položaju. Država mora zato v trenutnem stanju prepoznati situacijo, ko je potrebno z razbremenitvijo obveznosti in finančno pomočjo energetskega sektorju omogočiti razvoj, da bo ta zagotovil potrebno energijo za gospodarski razvoj, dolgoročno zagotovil nova delovna mesta, predvsem pa bo Slovenijo osamosvojil energetske odvisnosti od tujine. Obnovljivi viri zato predstavljajo tako cilj kot pot, saj bomo z novimi podjetji, ki bodo proizvajala čisto električno energijo, ustvarili nova delovna mesta in s povečanjem deleža električne energije proizvedene iz OVE izpolnili svoje obveznosti do Evropske unije.

Svoje diplomsko delo lahko zaključim z ugotovitvijo, da imajo geotermalne elektrarne v Sloveniji zaradi lokalnih geoloških značilnosti in številnih pozitivnih učinkov mnogo večji potencial, kot jim ga trenutno pripisujemo, zato sem mnenja, da je potrebno več napora usmeriti v raziskave in razvoj tehnologije namenjene izkoriščanju geotermalne energije ter nato tudi zgraditi geotermalno elektrarno.

LITERATURA IN VIRI

1. About Geothermal Energy. (b.l.). Najdeno 25. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.geysers.com/geothermal.htm>
2. AltaRock Energy to Suspend Demonstration Project Drilling while continuing EGS Development. (2009). Najdeno 26. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.altarockenergy.com/demo.html>
3. Basel-Städt Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt. (2009). Geothermie. Najdeno 19. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.wsu.bs.ch/geothermie>
4. Bregar, L. (2007). *Statistika za poslovno odločanje*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
5. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT: Priority Interconnection Plan. Najdeno 30. 9. 2009 na spletnem naslovu http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=en&type_doc=COMfinal&an_doc=2006&nu_doc=846
6. Egger, A. E. (2003). Earth Structure: A Virtual Journey to the Center of the Earth. Visionlearning. Najdeno 11. 9. 2009 na spletnem naslovu: http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=69
7. Electricity/Heat in World in 2006. Najdeno 14. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.iea.org/Textbase/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=29
8. Electricity/Heat in Iceland in 2006. Najdeno 19.9.2009 na spletnem naslovu http://www.iea.org/Textbase/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=IS
9. Energija vode. (2009). Energetska agencija za Podravje. Najdeno 9. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.energap.si/?viewPage=42>
10. An energy policy for Europe. (2007). Portal Evropske Unije. Najdeno 17. 9. 2009 na spletnem naslovu http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/l27067_en.htm
11. European deep geothermal energy programme. (b.l.). Najdeno 19. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.soultz.net/version-en.htm>
12. European Energy Policy. (2007). Spletni portal EU. Najdeno 15. 9. 2009 na spletnem naslovu http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/l27067_en.htm
13. Eurostat (2009). Najdeno 15. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>
14. Flodesign wind turbine.(b.l.). Najdeno 17. 9. 2009 na spletnem naslovu www.flodesignwindturbine.com

15. Gospodarska zbornica Slovenije. (2009). Zbrani predlogi po področjih. Najdeno 20. 9. 2009 na spletnem naslovu http://kriza.gzs.si/slo/vasi_predlogi/zbrani_predlogi/46375
16. Hanson, T. (2004). Hot dry rock goes supercritical, Los Alamos national laboratory. Najdeno 12. 9. 2009 na spletnem naslovu: http://www.lanl.gov/news/index.php/fuseaction/home.story/story_id/2054
17. Holding slovenskih elektrarn, d. d. (2009). Letno poročilo HSE 2008. Najdeno 22. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.hse.si/files/default/o%20podjetju/letna_porocila/HSE_LP_2008_SLO_B.pdf
18. Hydrothermal power systems. (b.l.). US Department of Energy. Najdeno 12. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www1.eere.energy.gov/geothermal/powerplants.html>
19. Javna agencija Republike Slovenije za energijo. (2008), *Letno poročilo Javne agencije Republike Slovenije za energijo za leto 2008*. Najdeno 19. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.agencija.si/dokumenti/36/2/2009/Letno_porocilo_AGENCIJA_2008_SLO_1381.pdf
20. Kerin, M. (2009). Kriza vpliva tudi na trend investicij v energetiki. Najdeno 21. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.energetika.net/novice/intervjuji/kriza-vpliva-tudi-na-trend-investicij-v-energetiki>
21. Kotler, P. (2004), *Management trženja*. Naklada Mate. Ljubljana: GV Založba.
22. Križnik, B. (2009, 12. 9. 2009). Anemično izvajanje jamstvene sheme. Delo. Najdeno 20. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.delo.si/clanek/88086>
23. Massachusetts Institute of Technology. (2006). The future of geothermal institute: Systems (EGS) on the United States in the 21st Century. Najdeno 24. 8. 2009 na spletnem naslovu http://geothermal.inel.gov/publications/future_of_geothermal_energy.pdf
24. Medved, S. & Novak, P. (2000). *Varstvo okolja in obnovljivi viri energije*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.
25. Mellgren, E. (maj 2008). Al Gore Eyeing Big Investment in Clean Energy Prize Winner, Xconomy. Najdeno 8. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.xconomy.com/2008/05/14/al-gore-eyeing-big-investment-in-clean-energy-prize-winner/>
26. Novice, sporočila za javnost. Volovja Reber. Najdeno 23. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.volovjareber.si/novice/>
27. Ministrstvo za gospodarstvo. (b.l.). Zelena knjiga za Nacionalni energetske program. Najdeno 15. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.mg.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/energetika/pomembni_dokumenti/zelena_knjiga_za_nacionalni_energetski_program/
28. Orkustofnun. (2007). Energy statistics in Iceland. Najdeno 19. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.os.is/solofile/20644>

29. Our technologies. (b.l.). Najdeno 25. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.calpine.com/power/technologies.asp>
30. Peter, L. M. & Riley, D. J. (b.l.). Final report, Beyond The Grätzel Cell: Replacing the Dye In Dye-Sensitised Solar Cells. B.k. University of Bath & University of Bristol. Najdeno 3. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.bath.ac.uk/chemistry/electrochemistry/files/final_report_beyond_dssc.pdf
31. Philibert, C. (2006). *Barriers to technology diffusion: The case of solar thermal technologies*. International energy agency. Najdeno 15. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.solarthermalworld.org/node/478>
32. Problematika umeščanja vetrnih elektrarn v Sloveniji: primer Volovja reber, Snežnik. (2009). Državni svet republike Slovenije. Najdeno 20. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.ds-rs.si/?q=civilna_druzba/vabila/20090326_posvet
33. Raziskava pokazala na slabo okoljsko ozaveščenost Slovencev. Gea TV. Najdeno 20. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.geatv.si/index.php?page=novice&page_id=84
34. *Renewables for power generation*. (2003). Pariz: International Energy Agency.
35. Resolucija o Nacionalnem energetskega programu (ReNEP). (2004). Uradni list RS. (Št. 57/2004, 27. 5. 2004).
36. Ristinen, R.A. & Kraushaar, J.J. (1998). *Energy and the environment*. New York, John Wiley & Sonc, Inc.
37. Statistične informacije: Raziskovanje in razvoj, znanost in tehnologija. Statistični urad Republike Slovenije, najdeno 23. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.stat.si/doc/statinf/23-si-086-0901.pdf>
38. Strategija razvoja elektroenergetskega sistema Republike Slovenije: Načrt razvoja prenosnega omrežja v Republiki Sloveniji od leta 2009 do 2018. (2009). Elektro Slovenija. Najdeno 23. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://dev2.kivi-com.si/eles/files/eles/userfiles/novice/Dokumenti/Strategija-razvoja-elektroenergetskega-sistema-Republike.pdf>
39. Swiss Adopt Aggressive Feed Law for Renewable Energy (2008). Najdeno 6. 10. 2009 na spletnem naslovu <http://www.renewableenergyworld.com/rea//news/article/2008/07/swiss-adopt-aggressive-feed-law-for-renewable-energy-53026>
40. Tables of Renewable Tariffs or Feed-In Tariffs Worldwide. (2009). Najdeno 5. 10. 2009 na spletnem naslovu <http://www.wind-works.org/FeedLaws/TableofRenewableTariffsorFeed-InTariffsWorldwide.html>
41. Takahara, K. (2007). Food prices rise as more crops go into producing biofuels. The Japan Times. Najdeno 7. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nb20070529a1.html>
42. Tognini, P. (2007). Geothermal fields – Indice. Najdeno 19. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://www.eniscuola.net/eng/speciali.aspx?id=110#7>

43. Tuma, M. & Sekavčnik, M. (2004), *Energetski sistemi, preskrba z električno energijo in toploto*, Tretja izdaja. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.
44. Energy Information Administration. (2009) U.S. Electric Net Summer Capacity. Najdeno 20. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.eia.doe.gov/cneaf/alternate/page/renew_energy_consump/table4.html
45. Energy Information Administration. (2009) Electricity Net Generation From Renewable Energy by Energy Use Sector and Energy Source. Najdeno 19. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.eia.doe.gov/cneaf/alternate/page/renew_energy_consump/table3.html
46. Urad za makroekonomske analize in razvoj. (2008). *Ekonomsko ogledalo*. (Št. 8-9, avgust – september 2008). Ljubljana: Urad za makroekonomske analize in razvoj.
47. Urad za makroekonomske analize in razvoj. (2009), *Ekonomsko ogledalo*. (Št. 7-8, julij-avgust 2009). Ljubljana: Urad za makroekonomske analize in razvoj.
48. Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije. (2009). *Uradni list RS*. (Št. 37/2009). 18. 5. 2009
49. Wahlström, M. (2009). Disaster risk reduction, climate risk management and sustainable development. World Meteorological Organization Bulletin. Najdeno 1. 9. 2009 na spletnem naslovu http://www.wmo.int/pages/publications/bulletin_en/58_3_wahlstrom_en.html