

Gospodarenje geotermalnom energijom u turizmu

Bukovac, Valentino

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Tourism and Hospitality Management / Sveučilište u Rijeci, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:191:464641>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Tourism and Hospitality Management - Repository of students works of the Faculty of Tourism and Hospitality Management](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu

Sveučilišni prijediplomski studij

Valentino Bukovac

Gospodarenje geotermalnom energijom u turizmu

Management of geothermal energy in tourism

Završni rad

Opatija, 2024

SVEUČILIŠTE U RIJECI

Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu

Sveučilišni prijediplomski studij

Menadžment održivog razvoja

Studijski smjer: Menadžment održivog razvoja

Gospodarenje geotermalnom energijom u turizmu

Management of geothermal energy in tourism

Završni rad

Kolegij:	Gospodarenje energijom u turizmu	Student:	Valentino Bukovac
Mentor:	prof. dr. sc. Marinela Krstinić Nižić	Matični broj:	25054/19
Komentor:	dr.sc. Maša Trinajstić		

Opatija, siječanj 2024



SVEUČILIŠTE U RIJECI UNIVERSITY OF RIJEKA
FAKULTET ZA MENADŽMENT U TURIZMU I UGOSTITELJSTVU
FACULTY OF TOURISM AND HOSPITALITY MANAGEMENT
OPATIJA, HRVATSKA CROATIA

IZJAVA O AUTORSTVU RADA I O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Kalentino Bukona

(ime i prezime studenta)

25054 119

(matični broj studenta)

Gospodarjenje geotermalnom energijom u turizmu

(naslov rada)

Izjavljujem da sam ovaj rad samostalno izradila/o, te da su svi dijelovi rada, nalazi ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima, bilo da su u pitanju knjige, znanstveni ili stručni članci, Internet stranice, zakoni i sl. u radu jasno označeni kao takvi, te navedeni u popisu literature.

Izjavljujem da kao student–autor završnog rada, dozvoljavam Fakultetu za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Fakulteta za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Sveučilišta u Rijeci.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Fakulteta za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Sveučilišta u Rijeci, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>.

U Opatiji, 03.01.2024

Kalentino Bukona

Potpis studenta

Sažetak

Gospodarenje obnovljivim izvorima energije, uključujući geotermalnu energiju, iznimno je važno u današnjem svijetu. Predmet ovog istraživanja je korištenje obnovljivih izvora energije u turizmu na primjeru geotermalne energije, koja predstavlja značajan potencijal za hrvatski turizam posebno u kontinentalnom dijelu Hrvatske, koji obuhvaća značajna nalazišta geotermalnih polja. Cilj ovoga istraživanja je definirati vrste obnovljivih izvora energije i njihovu povijest, njihovu važnost u ekonomskom i političkom smislu, kao i opisati njihovu primjenu i važnost u turističkom sektoru. Svrha samoga istraživanja je dublje razumijevanje važnosti geotermalne energije u turizmu ali i njezine primjene u ostalim sektorima koji su važni za kvalitetan razvoj turizma.

Geotermalna energija pruža mnoge mogućnosti u turizmu, uključujući korištenje toplinske energije za zagrijavanje prostora, proizvodnju električne energije, zagrijavanje plastenika, te korištenje pare u industriji. Posebno važna je njezina uloga u lječilišnom turizmu, gdje osim opuštanja, pruža i značajne zdravstvene beneficije, kao i potencijal za razvoj drugih specifičnih oblika turizma.

Zaključak ovog rada je da se korištenjem geotermalne energije u turizmu u potpunosti može doći do održivog i zelenog turizma koji doprinosi očuvanju okoliša i smanjenju emisija CO₂, isto tako ima značajan utjecaj na unaprjeđenje života lokalnoga stanovništva u turističkim destinacijama, te doprinosi razvoju samoga gospodarstva

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije; geotermalna energija; turizam.

Sadržaj

Uvod.....	1
1. Povijesni počeci obnovljivih izvora energije.....	2
2. Obnovljivi izvori energije kao ekonomska i fizikalna kategorija	2
2.1. Energija kao ekonomska kategorija.....	2
2.2. Energija kao fizikalna kategorija.....	4
3. Oblici i podjela obnovljivih izvora energije	5
3.1. Energija Sunca	6
3.2. Energija vjetra	7
3.3. Hidroenergija	8
3.4. Geotermalna energija	9
3.5. Energija iz biomase	9
4. Strategija kao strateški dokument energetskeg razvoja	10
4.1. Političko ekonomski pristup održivom razvoju i energetici.....	11
4.2. Strategija energetskeg razvoja Europske unije	12
4.3. Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske	13
5. Geotermalna energija	16
5.1. Potencijal geotermalne energije	17
5.2. Tehnologije za iskorištavanje geotermalne energije	20
5.3. Troškovi korištenja geotermalne energije.....	22
5.4. Negativne strane razvoja geotermalnih postrojenja	23
5.5. Razvoj geotermalne energije u budućnosti.....	23
5.6. Strateški i zakonodavni okvir istraživanja i eksploatacije geotermalnih voda za energetske svrhe	24
6. Geotermalna energija u turizmu	25
6.1. Geotermalna energija u turizmu Europe.....	26
6.2. Geotermalna energija u turizmu Republike Hrvatske	26
7. Usporedba Daruvarskih toplica i Bad Ems (Njemačka)	28
Zaključak	33
Bibliografija.....	34
Popis ilustracija.....	36

Uvod

Smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima i potreba za smanjenjem njihova utjecaja na krize izazvane njihovim nedostatkom postaju sve izraženiji. Korištenjem obnovljivih izvora energije postaje ključno rješenje u ostvarivanju tih ciljeva. Upravo zbog toga, uvođenjem novih tehnologija koje se oslanjaju na obnovljive izvore energije u turizmu donosi dodatnu vrijednost i ističe važnost ovog segmenta u globalnim naporima za održivim razvojem.

Geotermalna energija zauzima posebno važno mjesto među raznim obnovljivim izvorima energije. Kroz mnoga stoljeća upravljanje geotermalnom energijom igralo je ključnu ulogu u raznim aspektima ljudskog života, od liječenja bolesti do zagrijavanja prostora za stanovanje. Njezina primjena imala je izuzetan utjecaj na razvoj gradova diljem Europe, potičući ekonomski napredak i razvoj zdravstvenog turizma. Danas geotermalna energija ima presudnu ulogu u smanjenju emisija štetnih plinova, budući da osigurava prirodnu proizvodnju toplinske energije te postaje sve važnija kao izvor električne energije.

Istraživanje je usmjereno na korištenje geotermalne energije u turizmu, koji nudi značajan potencijal za hrvatski turizam, osobito u kontinentalnom dijelu zemlje gdje se nalaze značajna geotermalna polja. Cilj istraživanja je detaljno definirati različite vrste obnovljivih izvora energije, njihovu povijest, ekonomsku i političku važnost.

Prilikom izrade ovoga rada korištene su metode deskripcije, komparativna metoda, metoda analize i sinteze.

Rad je strukturiran u sedam glavnih poglavlja. Prvi dio istražuje povijesni značaj obnovljivih izvora energije. Drugi dio analizira obnovljive izvore energije kao ekonomsku i fizikalnu kategoriju. Treći dio istražuje različite vrste obnovljivih izvora energije. Četvrti dio rada pregledava strategije i politike za unaprjeđenje i efikasnije korištenje obnovljivih izvora energije u Europi i Republici Hrvatskoj. Peti dio rada fokusira se na geotermalnu energiju, njezine potencijale, tehnologije eksploatacije, troškove i negativne aspekte korištenja ove energije. Šesto poglavlje istražuje primjenu geotermalne energije u turizmu s posebnim osvrtom na turizam u Europi i Republici Hrvatskoj. U završnom sedmom poglavlju vrši se usporedba primjera korištenja geotermalne energije u turizmu i analizira se njihov potencijal. Zaključak donosi konačne osvrte o primjeni geotermalne energije u turizmu.

1. Povijesni počeci obnovljivih izvora energije

Počeci obnovljivih izvora energije sežu u daleku prošlost kada su ljudi koristili drvo kao ogrjev, ali i za pripremu hrane, te kao rasvjetu. Prema poznatim podacima prvo fosilno gorivo koje je bilo korišteno bio je asphalt, kojeg su Sumerani upotrebljavali s nalazišta Ararata¹(Turska). Kasnije su se goriva počela koristiti za proizvodnju cigle, vapna, kao i za dobivanje i obradu metala. Nekih 3000 godina prije Krista počinje se koristiti za emajliranje lončarskih proizvoda kao i za proizvodnju stakla. Ljudi su za u tom periodu za rasvjetu koristili razna biljna ulja kao i životinjske masti. Tek razvojem Rimskoga carstva počela se iskorištavati snaga vode, za proizvodnju brašna. Što je u tadašnje vrijeme bila jedina mehanička energija uz energiju vjetra koja je služila za pokretanje jedrenjaka. Prije samoga dolaska u Veliku Britaniju narodi koji su živjeli na tome području koristili su se ugljenom. Dok se u ranom srednjem vijeku ugljen kao izvor energije smatrao otrovnim, te se slabije koristio sve do 1760 godine kada J.Watt počinje eksperimente sa parnim strojem, da bi do 1790 ostvario tehnički upotrebljiv stroj za pretvorbu energije goriva u mehaničku energiju. Tim otkrićem započinje period industrijske revolucije, čime započinje i veća eksploatacija ugljena upravu uz pomoć parnog stroja. Isto tako otkriće parnog stroja omogućilo je razvoj željezničkog prometa, kao i unaprjeđenje pomorskog prometa, gdje su jedrenjaci zamijenjeni za parobrode. Kasnije se ugljen počeo upotrebljavati i za proizvodnju plina, te je u Londonu 1812 godine postojala prva plinska mreža, koja se upotrebljavala za rasvjetu. Kasnijim otkrićem električne energije, koja je omogućila lakšu pretvorbu te energije u mehaničku, dolazimo do perioda kad je postalo moguće prebaciti energiju na velike udaljenosti. Samim otkrićem trofazne struje i okretnog magnetskog polja ostvarila se mogućnost jednostavne pretvorbe električne energije u mehaničku. Prvi motor s unutrašnjim izgaranjem patentiran je 1860 godine, dok je benzinski motor nastao 1883 godine a dizelski tek 1897 godine. Što je utjecalo značajno na razvoj prometne infrastrukture kao i transport roba na veće udaljenosti. Kasnije je došlo do razvoja zračnog prometa koji je nastao razvojem mlaznog motora. Također noviju povijest obilježilo je otkriće nuklearne fisije, te je tako pokrenuto novo poglavlje u energetici.

2. Obnovljivi izvori energije kao ekonomska i fizikalna kategorija

2.1. Energija kao ekonomska kategorija.

Proizvodnja same energije po njenoj važnosti možemo svrstati u grupu vrlo bitnih djelatnosti kao što su proizvodnja hrane i sirovina. S obzirom na to da je proizvodnja energije preduvjet za gospodarski razvitak i standard stanovništva, te danas ima vrlo važan utjecaj na svaku gospodarsku granu, te čini neraskidivu vezu u razvoju gospodarstva. Različite vrste energije poput plina, nafte, električne energije, ugljena i obnovljivih izvora energije predstavljaju vitalne resurse koji pokreću industriju, transport, sektor uslužnih djelatnosti i ostale. Za uspješan razvoj gospodarstva izrazito je važno odabrati najpovoljnije strukture izvora energije kako onih prirodnih tako i onih pretvorbenih, jer o tome kasnije ovisi cijena investicije kao i cijena energije. Energetika ima na kraju krajeva posredni i neposredni utjecaj na samo gospodarstvo ali i na životne navike

¹ Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g.; str. 13

pojedinaca. Danas energetika ima ulogu činitelja koja određuje prirodu i intenzitet ukupnog društveno-ekonomskog razvitka. Stoga se danas energetika proučava kao posebna ekonomska kategorija. Današnji ekonomski rast svake zemlje veže se uz potrošnju električne energije. Veza između stope rasta bruto domaćeg proizvoda i same stope potrošnje električne energije ispitana je za niz zemalja na različitim razinama ekonomskog razvoja.²

Varijable koje utječu na potražnju za energijom u kratkom roku su:³

1. Cijena energije – definirana na energetskom tržištu
2. BDP po stanovniku
3. Cijena energije

Vrlo važna determinanta je cijena energije, te u vrlo kratkom roku može znatno utjecati na samu potražnju za energijom. Isto tako važno je za naglasiti o kojem obliku energije se radi, te postoje li supstituti za nju. Sama osjetljivost na cijene veća je u kratkom roku, a manja u srednjem roku. Kada možemo jedan energent supstituirati drugim što onda ukazuje na elastičnost potražnje.

BDP po stanovniku pokazuje koliko energije trebamo da bi se zadovoljile buduće potrebe rastućih gospodarskih aktivnosti i stanovništva, te je indikator povećane potražnje za energijom s obzirom na rastući broj stanovništva.

Varijable koje utječu na ukupnu potražnju za energijom u dugom roku su :⁴

1. Energetska efikasnost koja pokazuje koliko je manja stopa potražnje za energijom efikasnije tehnologije.
2. Politika zaštite okoliša.
3. Porezna politika.
4. Politika potpora i subvencija.
5. Ostalo.

Osim ovih varijabli koje smo ovdje naveli potrebno je istaknuti tehnološki napredak i nove tehnologije koje utječu na potražnju za energijom.

Energetska vrijednost za razliku od one novčane, otpornija je na inflaciju, na tržišne i gospodarske anomalije i poremećaje kao i na uplitanje države u gospodarski sustav. Energetsko vrednovanje je pravi način da se odrede realni energetske troškovi, pa iz tog razloga treba obratiti pozornost na prilikom planiranja gospodarskog razvoja. Stoga danas su obnovljivi izvori energije isplativiji kada govorimo o povratu uložene energije. Ovdje moramo voditi računa o omjeru iskoristive energije dobivene iz određenog izvora i količine energije koja je potrošena na

² Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g.; str. 21-33

³ Ibid, str. 24

⁴ Ibid, str. 28

održavanje samog tog izvora. Kada je taj omjer manji od 1 onda je on „energetski odljev“ koji nije upotrebljiv kao primarni izvor energije. Povrat energije iz obnovljivih izvora energije je višestruk i nadmašuje neobnovljive izvore energije.

Uvažavanjem načela energetske učinkovitosti i održive uporabe izvora uz mjere zaštite okoliša, za turističku destinaciju i lokalno gospodarstvo s makroekonomskog stajališta, gotovo da i nema ničeg bolje od povećane uporabe energije iz obnovljivih izvora. Obnovljivi izvori zadovoljavaju sva četiri glavna makroekonomska cilja: povećanje proizvodnje roba i usluga, visoka zaposlenost, stabilne cijene unutar slobodnih tržišta, poboljšana trgovinska bilanca obzirom da lokalni izvori energije neovisni o svjetskim premećajima.⁵

2.2. Energija kao fizikalna kategorija

Energija dolazi od grčke riječi „Energieia“ (rad, učinak);en+ergon(dijelo); te označava:⁶

1. sposobnost da se radi ili djeluje
2. odlika koja omogućava obavljanje rada
3. jačina izražavanja i iskazivanja osjećaja i snage
4. iskoristiva toplina ili električna struja
5. fizikalna veličina kojom se opisuje međudjelovanje i stanje čestica nekog tijela te njegovo međudjelovanje s drugim česticama ili tijelima

Termin „energy“ dolazi od spajanja riječi „embodied energy“ što znači „energija koja je utjelovljena“, a definiramo ju kao raspoloživa energija korištena pri izradi proizvoda. Embodied energy je ukupna količina energije i materijala koji se koriste tijekom životnog ciklusa određenog proizvoda ili usluge. Sva četiri nivoa vezana za energiju uspoređuju se s onim kad se računa koliko određena vrsta energije donosi, odnosno koliko se dobilo energije za korištenje.

Često se također koristi i pojam snage ili učinka , što predstavlja veličinu koja nam prikazuje koliko je energije pretvoreno u druge oblike, odnosno koliko je rada obavljeno u određenom vremenu. Pod snagom se podrazumijeva i brzina iskorištavanja energije, a prikazujemo ju formulom:

$$snaga(W) = \frac{energija(J)}{vrijeme(s)}$$

Jedinicu za energiju u međunarodnom sustavu jedinica SI je džul (jouel, kratica J), džulom se mjeri rad i svi oblici energije. Iz gornje formule slijedi da je jedinica za snagu jednaka omjeru jedinice za energiju i jedinice za vrijeme, te tu jedinicu nazivamo vat (znak W):

$$J=Ws$$

⁵ Krstinić Nižić, Marinela; Ekonomski učinci obnovljivih izvora energije u turističkoj destinaciji, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu; Opatija 2010.g.; str. 275

⁶ Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g str. 33

Odnosno ako je neki izvor energije proizvede u jednoj sekundi energiju jednog džula, snaga tog izvora je jedan vat. Jedinica J premalena je zato za praktičnu upotrebu pa se zato češće koristi jedinica kilovatsat(kWh) koja se upotrebljavala znatno prije nego što je uveden sustav SI. Prilikom prikaza iskorištenja primarnih oblika energije često se upotrebljava jedinica za energiju: tona ekvivalentnog ugljena (t ekv. Ugljena) koja se definira kao količina energije jednaka energiji tone ugljena ogrjevne moći od 7000 kcal/kg (kilokalorija).

3. Oblici i podjela obnovljivih izvora energije

Govoreći o energiji i procesima njezine pretvorbe mogu se razlikovati energetske rezerve, resurse, izvori, vrste i oblike energije. Energetske resurse koji su ostupni mogu se odijeliti na obnovljive i neobnovljive resurse.

Neobnovljivim izvorima energije smatramo sve izvore energije čija količina na Zemlji konačna i ograničena. Obuhvaća fosilna goriva, nuklearne izvore goriva; njihova ukupna količina i vrijeme trajanja ne mogu se odrediti, s obzirom na to da se mora obuhvatiti mnogo različitih čimbenika, kao što su njihova buduća potrošnja, isplativost u tehničkoj ostvarivosti iskorištavanja. Prema zakonu o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 100/15, na snazi od 01.01.2016) za potrebe izvještavanja i statističkih obrada koji se rade prema novome Zakonu te klasifikaciji postrojenja fosilna goriva se dijele na:⁷

1. kamen ugljen
2. smeđi ugljen i lignit
3. prirodni plin
4. naftu i naftne derivate
5. nespecificirana i ostala fosilna goriva.

Obnovljivi izvori energije su resursi koji se obnavljaju prirodno, te nam pružaju alternativu za neobnovljive izvore energije. Prema zakonu o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 100/15, na snazi od 01.01.2016) za potrebe izvještavanja i statističkih obrada koji se rade prema novome Zakonu te klasifikaciji postrojenja obnovljivi izvori se dijele na:⁸

1. energiju sunca
2. energiju vjetra
3. hidroenergiju
4. geotermalnu energiju

⁷ Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g.; str.39-44

⁸ Ibid, str. 39

5. energiju biomase
6. nespecificirane i ostale obnovljive izvore energije

Obilježje iskorištavanja obnovljivih izvora energije je u tome da se od ekosfere mogu uzeti prirodni tijekovi energije koji se nakon iskorištavanja ponovno vraćaju u sam okoliš. Za samu proizvodnju obnovljivih izvora energije zaslužna je neiscrpna snaga Sunca, koji je divovski fuzijski reaktor, koji Zemlju milijardama godina opskrbljuje energijom. Poznato je da svi oblici života na Zemlji crpe svoju energiju iz Sunca, biljke se koriste sunčevim zrakama za svoj rast te time stvaraju biomasu. Sunce upravlja vremenom, stvara kišu i vjetar, čime nastaju svi preduvjeti za iskorištavanje snage vjetra i vode. Sunčevi kolektori, solarne elektrane i solarne ćelije bez drugoga medija iskorištavaju Sunčeve zrake. Isto tako može se iskorištavati i toplina Zemljine unutrašnjosti koja stiže iz dubine zemlje, a nastaje raspadanjem radioaktivnih elemenata.⁹

Oni su na raspolaganju Zemlji u neograničenim količinama, iako ih trošimo kroz procese pretvorbe, njihove se količine samo privremeno iscrpljuju. Energetskim rezervama smatramo one izvore energije koji se geološki i geografski mogu točno odrediti, i koji se uz postojeće gospodarske uvjete i stanje tehnike mogu učinkovito iskorištavati. Obnovljivi izvori energije predstavljaju skup perspektivnih izvora energije, koji neznatno onečišćuju klimu. Uz energetsku učinkovitost, služe nam za smanjenje onečišćenja i smanjenje klimatskih promjena. Može se reći da je najveći potencijal u sunčevoj energiji, biomasi i otpadu, vjetroelektrane, hidroelektrane i geotermalni izvori. Sustavi obnovljivih izvora energije kapitalno su intenzivni u trenutku investicije jer se većina troškova ostvaruje prilikom izgradnje samoga postrojenja. Dok ih mali troškovi održavanja čine konkurentnima s ostalima izvorima energije. Važna je također, kontinuirana tehnička podrška, kako bi se ostvarili kvalitetni rezultati.

3.1. Energija Sunca

Sunce kao nama najbliža zvijezda, predstavlja temelj života na zemlji. Sunčeva energija potječe od nuklearnih reakcija u samom njegovom središtu gdje temperatura doseže do 15 milijuna °C. Čime se oslobađa svjetlost i toplina koji se šire dalje svemirom i tako dolaze do Zemlje. Pretpostavlja se da ljudi aktivno koriste sunčevu energiju od 7. st prije nove ere kada su ju koristili za potpalu vatre.¹⁰

Sunčeva energija je obnovljiv izvor energije od kojeg najvećim dijelom potječu izravno ili neizravno druge vrste energije na Zemlji. Sunčeva energija podrazumijeva količinu energije koja je prenesena Sunčevim zračenjem, te se ona izražava u džulima (J).¹¹

Fotonaponski efekt temelji se na fizikalnoj činjenici da kod određenih međusobno spojenih slojeva poluvodiča pod utjecajem svijetla nastaju slobodna pozitivno i negativno nabijena

⁹ Vladimir Potočnik, Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb 2002.

¹⁰ Eko.Zagreb.hr; Energija sunca (<https://eko.zagreb.hr/energija-sunca/85>); pristupljeno 10.12.2023.

¹¹ Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g.; str. 44

pražnjenja koja kao elektroni protječu kroz električno polje preko električnog vodiča. Istosmjerna struja nastaje te se neposredno može upotrijebiti za pogon električnih uređaja ,te se može transformirati u izmjeničnu struju te tako napajati elektroenergetsku mrežu. Fotonaponski uređaji iskorištavaju direktni i raspršeni udio Sunčevog zračenja.¹²

Danas se Sunčeva energija najčešće koristi za potrebe pretvorbe u toplinsku energiju, te u solarnim elektranama za proizvodnju električne energije. Solarni sustavi u najvećem broju koriste kao dodatni izvor topline, dok se kao glavni sustav koriste sustavi na fosilna goriva. Rijetko se koriste kao glavni sustav grijanja, jer sva područja nemaju dovoljan broj sunčanih dana, zato se većinom koriste samo kao sustavi za pripremu tople vode. Solarni fotonaponski pretvornici služe za izravnu pretvorbu Sunčeve svjetlosti u električnu energiju, te se izvode kao fotonaponske ćelije. Prilikom postavljanja povezuju se serijski, paralelno ili kombinacijom ova dva načina, te se time dobivaju veći fotonaponski moduli. Fotonaponski sustavi čine integrirani skup fotonaponskih modula, tako projektiran da Sunčevu energiju pretvara u električnu energiju. Sunčevu energiju možemo koristiti pasivno i aktivno, prilikom pasivnog iskorištavanja sunčeve energije izravno iskorištavamo Sunčevu toplinu odgovarajućom izvedbom građevina. Stoga je vrlo važan sami oblik građevine, njezina veličina, izolacija, vrste materijala koji su korišteni prilikom sam gradnje. Svi ti elementi utječu na potrošnju energije tijekom cijele godine.

3.2. Energija vjetra

Kola vjetrenjače rabila su se za navodnjavanje i odvodnjavanje , te kao mlinovi za žito, na prelasku iz 19. st u 20. st samo na sjeveru Njemačke ih je postojalo oko 30.000 vjetrenjača. Nova nastojanja da se ova tehnologija ponovo oživi, došla je u 50-godinama 20.stoljeća; no tek nakon naftne krize 1970-ih i pojačane svijesti o zaštiti okoliša pridonijeli su ponovnom oživljavanju zanimanja za ovu vrstu obnovljive energije. Današnje vjetroelektrane ne koriste se principom otpora kao prve vjetrenjače već se koriste principom uzgona.¹³

Nastaje kao posljedica Sunčevog zračenja, na koju utječu lokalni čimbenici. Najčešće se podrazumijeva vodoravna komponenta strujanja zračnih masa nastala zbog razlike temperatura odnosno prostorne razdiobe tlaka. Proizvodnja energije iz vjetra je danas jedan on najbrže rastućih segmenata obnovljivih izvora energije. Razvojem novih tehnologija uspjele se poboljšati turbine na vjetar. Pretvorbom kinetičke energije vjetra u kinetičku energiju vrtnje vratila odvija se pomoću lopatica rotora vjetroturbine. Koje pokreću rotor i električni generator koji na kraju proizvodi električnu energiju, zbog čega se ovo postrojenje još naziva i vjetrogeneratorom. Sustave od više povezanih jedinica vjetroelektrana često nazivamo i vjetrofarmom. S time da taj naziv vjetroelektrana podrazumijeva postrojenje za dobivanje električne energije, dok se pod nazivom vjetrenjača podrazumijevaju postrojenja za dobivanje mehaničkog rada. Vjetroturbina dobiva ulaznu snagu pretvaranjem sile vjetra u okretnu silu koja djeluje na elise rotora. Količina energije se zatim prenosi na rotor ovisno o samoj površini kruga koji čini rotor u vrtnji, brzini vjetra, gustoći

¹² Vladimir Potočnik, Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb 2002.

¹³ Vladimir Potočnik, Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb 2002.

zraka i samoj aerodinamici lopatica. Vrlo važno je odrediti kvalitetnu poziciju za postavljanje vjetroelektrana, stoga se za određivanje pozicija koristi ruža vjetrova i atlas vjetrova koji nam daju podatke o očekivanim i srednjim brzinama vjetra na promatranim lokacijama. Današnji vjetroagregati su specijalizirani tako da se danas postavljaju po cijelom svijetu od tropskih područja do arktičkih uvjeta.¹⁴ Najpogodnije lokacije za njihovo postavljanje i postizanje maksimalne učinkovitosti su mjesta gdje postoje takozvani stalni vjetrovi (planetarni). Postavljanje vjetroelektrana na kopnu je poprilično nepovoljno, zbog mnogih prirodnih zapreka. Pučina se ističe kao jedna od najboljih pozicija upravo zbog stalnosti vjetra, ali negativna strana toga je što je sama instalacija na takvim područjima vrlo zahtjevna te onemogućava eksploataciju.

Negativna strana upotrebe vjetroelektrana je ta što su troškovi njihova održavanja vrlo visoki, ovise o promjenjivosti brzine vjetra te stoga ne mogu uvijek isporučivati energiju. Veliki je problem spajanje na krutu elektroenergetsku mrežu što one mogu uvelike utjecati na stabilnost same električne mreže.

3.3. Hidroenergija

Voda kao resurs se eksploatirala već u predindustrijsko doba za pogon pilana, mlinova, kovačnica. Danas se u Europskim zemljama snaga vode isključivo koristi za proizvodnju električne energije. Sama tehnologija je danas vrlo razvijena i u svijetu zauzima drugo mjesto u energiji proizvedenoj iz obnovljivih izvora energije poslije tradicionalnog iskorištavanja biomase. Među obnovljivim izvorima energije, električna energija hidroelektrane je najzastupljenija, s oko 20% svjetske proizvodnje električne energije. Tehnologije iskorištavanja vodnih snaga dobro su razvijene i pouzdane, tako da hidroelektrane, uz pravilno održavanje i revitalizaciju, mogu raditi i do stotinjak godina.¹⁵

Najznačajniji obnovljivi izvor energije, koji je podjednako ekonomski isplativ kao fosilna goriva ili nuklearna energija. Sunčeva energija je uzrok kretanja vode u prirodi što daje energiju vodotocima i valovima. Jedan je od najstarijih izvora energije koji su ljudi prvo koristili za transport a kasnije i za proizvodnju mehaničke energije. Dok se danas koristi najčešće za dobivanje električne energije. Pod samim pojmom energije vodenih tokova smatraju se sve mogućnosti za dobivanje energije iz strujanja vode u prirodi, a to sačinjavaju kopneni vodotoci, morske mijene (plima i oseka) i morski valovi. Hidroelektrane su postrojenja u kojima se energija vode prvo pretvara u kinetičku energiju, koja stvara mehaničku energiju vrtnjom vratila turbine, koja pokreće generator i samim time stvara električnu energiju. Hidroelektrane su zapravo postrojenja kojima se služimo za akumuliranje većih količina vode na jednome mjestu, potom odvodnju i pretvorbu energije i razvod same energije dalje. Možemo ih podijeliti na više vrsta prema njihovom smještaju, padu vodotoka, volumenu akumulacijskog bazena, ulozi u elektroenergetskom sustavu. Najznačajnija je podjela prema protoku vode koja ih dijeli na protočne, akumulacijske i reverzibilne. Kada govorimo o hidroelektranama kao održivoj vrsti energije onda govorimo o

¹⁴ Eko.Zagreb.hr; Energija vijetra (<https://eko.zagreb.hr/energija-vjetra/84>); pristupljeno 10.12.2023.

¹⁵ Vladimir Potočnik, Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb 2002.

elektranama malih učinaka (5-10 MW). Osnova tome je kako bi se ostvario što manji utjecaja na okoliš. Izgradnjom velikih hidroelektrana stvaraju se i velike promjene u krajoliku, događaju se i promjene same klime na tim lokacijama, te su veliki troškovi izgradnje. Izgradnjom malih hidroelektrana, ne stvaramo veliki utjecaj na krajolik i moguće ih je uklopiti u krajolik, uz sve to važan je čimbenik manji troškovi izgradnje.¹⁶

3.4. Geotermalna energija

Toplinski oblik energije sadržane u Zemljinoj unutrašnjosti i kao takvu je pridobivamo i koristimo u energetske ili neke druge svrhe. Resursi geotermalne energije su rezultat kompleksnih geoloških procesa, koji su doveli do nakupljanja topline na prihvatljivim dubinama. Odnosno ona obuhvaća dio energije iz dubina Zemlje vraća kao u obliku vrućeg geotermalnog medija (vode ili pare) i dolazi do površine zemlje gdje se koristi u izvornom svom obliku za kupanje ili lječilišni turizam ili se pretvara u druge oblike energije. Geotermalna energija je posljedica mnogobrojnih procesa koji se odvijaju u Zemlji, gdje temperature mogu dosežati 4000°C, a nastala toplina provodi se do same površine Zemlje. Sama promjena temperature s dubinom slojeva naziva se geotermalnim gradijentom koji u Europi prosječno iznosi 0,03°C/m. Geotermalna energija smatra se sigurnim energentom u budućnosti, pomoću kojega se može proizvoditi energija na čist i ekološki prihvatljiv način. Smatra se da je Svjetski geotermalni potencijal golem, gotovo 35 milijardi puta veći nego li je potrebno energije, no mali je stupanj iskorištenosti. Najpoznatiji i najčešći način dolaska zagrijane vode je kroz izvore, te su zasada jedini geotermalni izvor koji se u svijetu komercijalno iskorištava. Geotermalnu energiju možemo iskorištavati i za druge namjene kao što su proizvodnja papira, plivačkim bazenima, sušenju drva i dr. Znajući da na svim mjestima geotermalna energija nije lako dostupna, zato treba biti kvalitetno iskorištena u onim područjima gdje je lako dostupna.

3.5. Energija iz biomase

Energija dobivena iz biomase smatra se jednim od najstarijih oblika energije. Predstavlja skupni pojam za brojne proizvode iz biljnog i životinjskog svijeta, stoga se smatra obnovljivim izvorom energije, čime ju dijelimo na:¹⁷

- drvnu biomasu
- drvena uzgojena biomasa
- nedrvna uzgojena biomasa
- ostaci i otpadci iz poljoprivrede
- životinjski otpad i ostaci

¹⁶ Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g.; str. 50

¹⁷ Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g str. 56

Danas se najčešće koristi drvena masa koja je nastala kao sporedni proizvod ili otpad. Najčešće se takva biomasa koristi kao gorivo u postrojenjima za proizvodnju električne i toplinske energije, ili se prerađuje u plinovita i tekuća goriva za primjenu u vozilima i kućanstvima. Raznim procjenama potencijala biomase kao energije predviđa se njezin značajan porast i sve važnija uloga. Poslije velikih hidroelektrana najznačajniji obnovljivi izvor energije je svakako biomasa. Iako se većinom koristi za dobivanje toplinske energije, sve češće nastaju i nova postrojenja za proizvodnju električne energije na biomasu.

Najstariji je i najjednostavniji način energijskog iskorištavanja biomase jest izgaranje u kotlovnica. Najčešće iskorištavanje biomase je u svrhe opskrbe toplinske mreže. U manjim količinama se koristila za stvaranje električne energije iz biomase. Sve dok se kogeneracija nije počela više iskorištavati odnosno istodobna proizvodnja topline i struje kojom se postiže veća iskorištenost biomase. Također ona je financijski povoljna, te nezahtjeva velike investicijske troškove. Danas se isto tako iz krute biomase stvaraju različite vrste biogoriva, kao i sintetički plin koji nastaje rasplinjavanjem biomase. Unutar integriranih sistema gospodarenja otpadom svoje mjesto imaju energane na otpad, pomoću kojih se također proizvodi električna energija ali i toplinska.¹⁸

4. Strategija kao strateški dokument energetskeg razvoja

Bolje korištenje obnovljivih izvora energije može pridonijeti održivijem energetskom sustavu i smanjenju utjecaja na okoliš. Primjena efikasnijeg korištenja obnovljivih izvora energije može se postići na više načina. Povećanjem same energetske učinkovitosti kroz unaprjeđenje industrijskih pogona, kućanstava i promet možemo postići smanjenje gubitaka energenata. Integracijom obnovljivih izvora energije u električne mreže kroz integraciju novih postrojenja vjetroelektrana i solarnih elektrana u postojeće mreže, kao i uz implementacije novih tehnologija kojima poboljšavamo upravljane i prilagodbu promjenjivosti proizvodnje. Stvaranje novih tehnologija kako bi se omogućila pohrana energije kako bi se mogla nadomjestiti sama varijabilnost proizvodnje energije. Nužna su nova istraživanja i inovacije u području obnovljivih izvora energije kako bi smanjili energetske gubitke a povećali i pospješili učinkovitost proizvodnje energije iz obnovljivih izvora energije. Zakonodavna i izvršna vlast trebala bi poticati građane i poduzetnike kroz subvencije, porezne olakšice i poticaje na potrošnju energije iz obnovljivih izvora energije. Osobito je važan segment edukacije i savjesti građana o prednostima i mogućnostima koje im pruža korištenje obnovljivih izvora energije. Svakako jednim od važnijih čimbenika u strategiji proizvodnje energije trebala bi bit decentralizacija proizvodnje energije kroz postavljanje solarnih panela na krovove kuća ili postavljanjem vjetroelektrana na različite dijelove neke države. Svim ovim strategijama se može u određenoj mjeri doprinijet smanjenju ovisnosti o fosilnim gorivima te smanjenju štetnih emisija CO₂

¹⁸ Vladimir Potočnik, Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb 2002.

4.1. Političko ekonomski pristup održivom razvoju i energetici

Političko ekonomskim pristupom energetici i održivom razvoju kombiniramo ova dva aspekta kako bi ostvarili ciljeve održivosti u sektoru energije. Ovim pristupom se uključuju različite političke strategije, zakoni, regulacije i ekonomski instrumenti kako bi se potaknulo održivo korištenje resursa te smanjile emisije stakleničkih plinova, potaknula inovacija i povećala energetska učinkovitost. Energija kao multidisciplinarna kategorija kojom se bave i inženjeri, energetičari, ekonomisti, ekolozi, biolozi, sociolozi, geografi, matematičari i ostale struke. Nužno je ostvarenje energetske sigurnosti za svaku državu, kako bi mogla održavati svoje gospodarstvo zdravim, kao i dobrobit građana i samu sigurnost države. Važnost energetske sigurnosti treba se stvoriti zbog mogućih tržišnih nesigurnosti koje bi mogle državu i njene građane dovesti u opasnost. Gospodarski razvoj trebao bi težiti manje energetski intenzivnoj industriji, koji osiguravaju brži razvoj gospodarstva i društva.

Većina energije odlazi na grijanje, hlađenje kao i samu izgradnju objekata. Nužno je da se prilikom projektiranja i izgradnje novih objekata koriste nove tehnologije i materijali. Kako bi se u narednom periodu smanjilo korištenje energije, na taj način ne samo da se pridonosi boljitku za sam okoliš već na taj način ostvarujemo i ekonomsku stabilnost za samo poduzeće, čime dolazimo do boljeg standarda za društvo, manje zagađenom okolišu i boljem zdravstvenom stanju stanovništva.

Sama složenost toka gospodarske aktivnosti koja se odvija po principima proizvodnja-potrošnja, zanemaruje nus proizvod tog odnosa a to je trošenje resursne osnove čime se pojavljuje neravnoteža koja se prije svega javlja u prirodi i ekosustavu. Proizvodnja je vrlo važan dio ukupnog ekonomskog procesa koji se direktno naslanjaju na same prirodne resurse a samim time i na mogućnost degradacije okoliša. Danas je ljudima najvažnija brzina samoga trošenja resursa kako bi se maksimizirala dobit i ostvario dinamički ekvilibrij, odnosno da dođe do ekonomske ravnoteže. Zato ne postoji dovoljna svijest o resursima, te se ne razvija adekvatan analitički alat koji bi služio za promišljanje o tom problemu. Problem je svakako u tome se ne provodi novčano vrednovanje degradiranog okoliša. Može se zaključiti kako je ukupni problem puno složeniji te nije samo vezan uz ekonomske procese, već je to i ekološki, politički, tehnološki i sociološki problem. Takvim problemima može se pristupati pomoću složenih metoda sustavnog pristupa i sustavne analize. Održivi razvoj danas se još uvijek smatra političkom sintagmom, što uzrokuje njezinu prevrtljivost i kratkoročnost.

Važno je suprotstaviti dvije paradigme a to je paradigma profita i održivog razvoja. Politička paradigma profita svjedoči o nadmoći prisvajanja profita snižavanjem troškova u cijeni, smanjenjem zaposlenosti. Borba za većim profitom rađa pohlepu za imovinom i novcem, gdje nastaju razne špekulacije na burzama koje izmiču kontroli nacionalnih regulatora. Tako da profit kao politička paradigma sve više postaje dio socijalne psihologije a manje ekonomije.

Prostorna i razvojna ravnoteža preduvjet su za održivi razvitak, često do ugroženosti ravnoteže dolazi zbog prenaplašenih razvojnih ciljeva, gdje se u prvi plan stavlja materijalno bogatstvo. Ekonomija nasilja svojim principom prisvajanja svega što je korisno za partikularni

interes na štetu općeg interesa i ravnoteže dovodi do ugrožavanja samih života. Stoga je potrebno podupirati inovacije i prihvaćati poslovni rizik osobito u sektoru turizma gdje bi hoteli i turističke destinacije trebali prihvaćati inovacije i davati prednost novim tehnologijama ispred konvencionalnih. Tada će to predstavljati prednost i uštedu za društvo u cjelini ali i za same turističke subjekte.

4.2. Strategija energetske razvoja Europske unije

Smatra se da je energetske sektor u Europskoj uniji zaslužan za 75% emisija stakleničkih plinova. Stoga je ključan element povećanje udjela energije iz obnovljivih izvora, za postizanje energetske i klimatske ciljeva EU-a.¹⁹ Udio obnovljivih izvora energije u potrošnji Europske unije 2021 godine iznosio je 21,8%, dok je zadani cilj 2018 godine za 2030 godinu bio da se taj udio poveća na 32%, on se promijenio te je danas zadani cilj do 2030 godine 45%. Komisija je u 2022 godini objavila novi plan pod nazivom „plan REPowerEU“ kojim se smanjuje ovisnost o ruskim fosilnim gorivima prije 2030 godine, te se ubrzava sam postupak prelaska na energiju iz obnovljivih izvora. Plan REPowerEU temelji se na tri stupa: ušteda energije, proizvodnja čiste energije, i diversifikacija opskrbe energijom u EU. Stoga je 2022 kako bi se ubrzali projekti iz segmenta obnovljivih izvora energije EU donijela hitnu uredbu kojom se ubrzavaju postupci za izdavanje dozvola za projekte iz obnovljivih izvora i olakšali ugovori o kupnji energije. Prema statističkim podacima Eurostata iz 2022 godine EU je premašila svoj cilj i ostvarila 22% udjela bruto potrošnje obnovljivih izvora energije . Osim toga ažurirani su ciljevi i u sljedećim sektorima:²⁰

- zgrade: 49% energije iz obnovljivih izvora do 2030 godine
- industrija: nova referentna vrijednost od 1,6 posto godišnjeg povećanja energije iz obnovljivih izvora.

Sporazumom se u obzir uzima zahtjev parlamenta da države članice postave okvirni cilj za inovativnu tehnologiju obnovljive energije za 5% novih instaliranih kapaciteta za energiju iz obnovljivih izvora do 2030 godine, kao i poticanje uspostave prekogranične suradnje u energetske projektima. Stoga je izuzetno važna politika transeuropskih energetske mreža (TEN-E) usmjerena na povezivanje energetske infrastrukture država članica EU-a. Tom uredbom je utvrđeno jedanaest prioriteta koridora i tri prioriteta tematska područja, te su definirani zajednički projekti od zajedničkog interesa među državama članicama EU-a. Naznačena je važnost ulaganja u projekte energije vjetra na moru, te je isključeno financiranje EU-a za buduće projekte prirodnog plina. Njome se potiče integracija obnovljivih izvora energije i novih tehnologija čiste energije u energetske sustav, nastavlja se s povezivanjem regija koje su trenutno izolirane u

¹⁹ Europska komisija; Ciljevi u pogledu energije iz obnovljivih izvora; preuzeto 13.12.2023, izvor: (https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en?prefLang=hr&trans=hr)

²⁰ Europski parlament; Obnovljiva energija: ambiciozni ciljevi za Europu; preuzeto 13.12.2023, izvor: (<https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20171124STO88813/obnovljiva-energija-ambiciozni-ciljevi-za-europu>)

odnosu na europska energetska tržišta, promiče partnerska suradnja s drugim zemljama i pojednostavljanje izdavanja dozvola za projekte obnovljivih izvora energije.

Kako bi se bolje poduprli projekti obnovljive energije i samim time potaknula veća primjena obnovljivih izvora energije diljem EU-a, Europska komisija je uspostavila mehanizam financiranja koji se temelji na članku 33.²¹ Uredbe o upravljanju (EU/2018/1999) i na snazi je od rujna 2020 godine. Mehanizam se temelji na ideji da bi zajednička priroda cilja za energiju iz obnovljivih izvora za 2030 trebala održavati zajedničke napore članica EU-a. Njime se omogućuje da dvije ili više zemalja zajednički podupiru nove projekte u području obnovljivih izvora energije osiguravanje financijskih sredstava i teritorija. Međutim ne postoji izravna veza ili pregovori između zemalja koje daju doprinos i zemalja domaćina. Umjesto toga Komisija olakšava zajednički dogovor zemalja koje daju doprinos i zemalja domaćina o uvjetima i kriterijima pod kojima će se dodjeljivati potpora projektima. Financijski doprinosi koji ulaze u program mehanizma financiranja dodjeljuju se novim projektima iz obnovljivih izvora putem konkurentnih natječaja za bespovratna sredstva. Prihvatljivi su za sudjelovanje u tim natječajima projekti koji se nalaze na državnom području država članica EU-a a koji su pristale na sudjelovanje kao zemlje domaćini. Mehanizmom se mogu podupirati sve tehnologije koje se nazivaju energijom iz obnovljivih izvora u skladu s Direktivom o energiji iz obnovljivih izvora (EU/2023/2413) i koje se primjenjuju u sektorima električne energije, grijanja i hlađenja te prometnom sektoru. Ključni element kolektivne prirode mehanizma jest da će zemlje koje sudjeluju dijeliti statističke koristi proizvedene obnovljive energije. Što znači da zemlja doprinositeljica računa dio statističkih podataka iz financiranja projekta u zemlji domaćinu prema vlastitom nacionalnom cilju u pogledu energije iz obnovljivih izvora. Isto tako privatnom sektoru se pruža mogućnost za sudjelovanje u mehanizmu kroz dvije mogućnosti. Prva je da kao privatni ulagač koji uplaćuje u mehanizam a druga je kao nositelj projekta koji se natječe za potporu u natječaju koji je objavila sama Komisija.

4.3. Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske

Sukladno članku 5. 3. Zakona o Energiji (Narodne novine, br 120/12., 14/14., 95/15., 102/15. i 68/18.) Strategiju energetskeg Razvoja Republike Hrvatske do 2030 godine s pogledom na 2050. godinu donosi Hrvatski sabor na prijedlog Vlade Republike Hrvatske.

Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu predstavlja korak prema ostvarenju vizije niskouglične energije i osigurava prijelaz na novo razdoblje energetske politike kojom se osigurava kvalitetna i sigurna opskrba energijom bez dodatnog opterećenja državnog proračuna u okviru državnih potpora i poticaja. Financiranje energetske tranzicije prvenstveno se očekuje sredstvima zainteresiranih tvrtki, sredstvima financijskih institucija i fondova, sredstvima EU iz programa kohezijske politike i drugih programa, sredstvima fondova sukladno odredbama EU-ETS direktive- Fond za modernizaciju i

²¹ Europska komisija; Mehanizam EU-a za financiranje energije iz obnovljivih izvora; preuzeto 13.12.2023, izvor: (https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/financing/eu-renewable-energy-financing-mechanism_en?prefLang=hr&etrans=hr)

Inovacijski fond, kao i sredstvima prikupljenim od dražbe emisijskih jedinica i naknade na emisije CO₂.²²

Sama strategija predstavlja širok spektar inicijativa energetske politike, kojima se nastoji ojačati sigurnost same opskrbe energijom, kao i postupno smanjenje gubitaka energije i povećanje energetske učinkovitosti, samo smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima, te povećanje proizvodnje i korištenja energije iz obnovljivih izvora. Određen je prostor tranzicije energetskog sektora u kojem će se mijenjati dosadašnja praksa, tehnologije, promet, uređaji, upravljanje potrošnjom, mogućnost proizvodnje same energije u gospodarstvu i poduzetništvu te kućanstvima. Privođenjem ovoga razdoblja samome kraju energija će se proizvoditi, transportirati, prenositi, distribuirati i na samome kraju njome će se upravljati i trgovati na drugačiji način od onoga na koji to danas činimo, što znači da Republiku Hrvatsku čeka proces prijelaza na decentralizirani, digitalizirani i niskougljični sustav.

Tablica 1.: Ukupan udio obnovljivih izvora energije po segmentima za period od 2020. do 2022. godine

Godine	2020	2021	2022
Električna energija			
Total (RES-E denominator)	1,537.1	1,639.8	1,616.6
RES-E [%]	53.82%	53.47%	55.52%
Transport			
Total (RES-T denominator with multipliers)	1,910.0	2,062.3	2,131.6
RES-E [%]	6.59%	6.98%	2.40%
Grijanje i hlađenje			
Total (RES-H&C denominator)	3,244.3	3,433.0	3,191.1
RES-E [%]	36.93%	38.01%	37.21%
Bruto konačna porošnja energije iz OIE			
Total (RES-E denominator)	6,739.7	7,264.8	7,174.5
RES-E [%]	31.02%	31.28%	29.35%

Izvor: Eurostat-energy; preuzeto 15.02.2024; [https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/database/additional-data#Short%20assessment%20of%20renewable%20energy%20sources%20\(SHARES\)](https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/database/additional-data#Short%20assessment%20of%20renewable%20energy%20sources%20(SHARES))

Ovi podaci predstavljaju bruto konačnu potrošnju energije iz obnovljivih izvora po segmentima u Republici Hrvatskoj za godine 2020., 2021. i 2022. godinu. Pokazatelji ukazuju na to da je količina energije koja se troši iz obnovljivih izvora u Republici Hrvatskoj rasla u periodu od 2020 do 2021. godine, ali je u 2022 godini njena konačna potrošnja pala. Ovi podaci pokazuju da je Republika Hrvatska uspjela zadovoljiti cilj Europske unije da do 2020. godine ima udio potrošnje energije iz obnovljivih izvora veći od 20 posto.

Predviđena potrošnja energije u Strategiji je u direktnoj zavisnosti o demografskim kretanjama, gospodarskom razvoju te drugim čimbenicima kao što su tržište, resursi, tehnološki razvoj, ekonomski odnosi i zaštita okoliša i klime. Energetska politika i strategija Republike

²² Narodne novine; Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu; preuzeto 14.12.2023., Izvor: (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_25_602.html)

Hrvatske usmjerena je ciljevima EU u pogledu smanjenja stakleničkih plinova, povećanje udjela OIE, energetske učinkovitosti, sigurnosti i kvalitete opskrbe te razvoja unutarnjeg energetskog tržišta EU, kao i raspoloživim resursima, energetskoj infrastrukturi te konkurentnošću gospodarstva i energetskog sektora.

Neke od glavnih odrednica u promjenama energetskog sektora Republike Hrvatske su:²³

- osnaživanje energetskog tržišta kao nosive komponente razvoja energetskog sektora.
- integracija energetskog tržišta u međunarodno tržište energije, tehnologija, istraživanja, usluga, proizvodnje.
- jačanje sigurnosti opskrbe energijom kroz rast domaće proizvodnje i povezivanje energetske infrastrukture, te uvođenje mehanizma za razvoj proizvodnih kapaciteta.
- Povećanje energetske učinkovitosti u svim dijelovima energetskog lanca (uključuje proizvodnju, transport, distribuciju i potrošnju).
- Povećanje udjela električne energije u potrošnji energije s ciljem smanjenja potrošnje fosilnih goriva.
- Povećanje proizvodnje električne energije sa smanjenom emisijom stakleničkih plinova.
- Temeljiti razvoj na komercijalno dostupnim tehnologijama, posebice iskorištavanju energije vode, sunca, vjetra i ostalih OIE.
- Usmjeriti razvoj biogospodarstva i održivog gospodarenja otpadom te istraživanje na pilot projektima.
- Osigurati fondove za smanjenje rizika za zahtjevne tehnologije i granično komercijalne tehnologije.

Samim okvirom energetske tranzicije očekuje se porast korištenja energije iz OIE te diversifikacija korištenih izvora energije. Do 2030. godine korištenje OIE se povećava za 49% a do 2050. godine za 81%. U Republici Hrvatskoj u 2017. godini najveći udio u OIE imala su kruta biomasa sa 65,4%, čiji će se udio smanjivati ovisno o dinamici ostvarenja, odnosno povećanja korištenja energije iz OIE.

Kako bi se smanjili vanjski rizici i ukupni troškovi OIE i društva u cjelini, te kako bi se potaknula realizacija OIE projekata na tržišnim osnovama potrebno je uspostaviti transparentan regulatorni okvir kojim će se smanjiti administrativne barijere prilikom realizacije projekata iz

²³ Narodne novine; Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu; preuzeto 14.12.2023., Izvor: (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_25_602.html)

OIE te poboljšala sama investicijska klima. Stoga je nužno poduzeti sljedeće korake kako bi se nedvosmisleno pokazao interes njihova daljnjeg razvoja:²⁴

- Pojednostavljenje administrativnih postupaka i uklanjanje prepreka.
- Stabilnost zakonodavnog okvira i uvjeta privređivanja za realizirane projekte.
- Rasterećenje OIE projekata od dijela nameta radi povećanja njihove konkurentnosti.
- Uređenje i razvoj tržišta energije i infrastrukture.
- Kohertno djelovanje i koordinacija različitih politika.
- Priprema prostorno okolišnih i drugih podloga, izrada smjernica i preporuka za široku implementaciju, primjenu najboljih praksi, tehničkih propisa, normi i tehnologija u implementaciji OIE na urbanom prostoru.

Svaka turistička destinacija trebala bi uspostaviti sustav upravljanja troškovima energije koji uključuje mjerenje relativnih učinkovitosti potrošnje energije po pojedinim objektima poput hotela, apartmanskog naselja, kampova i slično. Ovakav sustav omogućuje trajno djelovanje na troškove energije u turističkoj destinaciji. Važno je naglasiti da na rast troškova energije značajan utjecaj mogu imati i eventualno povećanje sigurnosnih zahtjeva, standarda života te sve brojnija i sofisticiranija informatička oprema. Uvođenjem obnovljivih izvora energije trebalo bi direktno djelovati na smanjenje godišnjih troškova za energiju, koje se može postići kontrolom potrošnje energije te izbjegavanjem troškovne neučinkovitosti. Važno je usmjeriti buduće rekonstrukcije i ulaganja u djelo postrojenja ili objekte u kojima su prepoznati najveći potencijali za uštedu energije. Ovakvim pristupom omogućuje se održivo upravljanje energijom u turističkoj destinaciji, smanjenje troškova i potrošnja energije te smanjenje negativnog utjecaja na okoliš.²⁵

5. Geotermalna energija

Geotermija ili toplina Zemlje jest toplina koja prodire iz tekuće jezgre Zemljine unutrašnjosti do njezine površine. Tim procesom se zagrijavaju slojevi stijena i zemlje, te podzemna ležišta vode, čime dolazi do izbijanja vruće vode ili vodene pare na površinu zemlje u obliku gejzira. Razina temperature na području srednje Europe u unutrašnjosti Zemlje povećava se za prosječno 3 °C na svakih 100 metara dubine. Sama visina temperature u Zemljinom plaštu iznosi oko 1300 °C, dok je u samoj jezgri temperatura vjerojatno i do 5000 °C. Akumulirana toplina u Zemlji po ljudskim mjerilima je neiscrpiva, iz same utrobe našeg planeta svakoga dana na površinu izlazi i nestaje u svemiru višestruko veća količina toplinske energije od one potrebne količine energije za svjetske potrebe. Većina neprekinutog toka topline nastaje konstantnim raspadom radioaktivnih elemenata

²⁴ Narodne novine; Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu; preuzeto 14.12.2023., Izvor: (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_25_602.html)

²⁵ Krstinić Nižić, Marinela; Ekonomski učinci obnovljivih izvora energije u turističkoj destinaciji, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu; Opatija 2010.g.; str. 288

u Zemljinom plaštu i kori, što je proces koji će trajati još milijardama godina. Kako bi se mogla koristiti toplinska energija iz podzemlja, najčešće je potrebno neko transportno sredstvo. Osnovni princip koji je potreban za iskorištavanje toplinske energije i proizvodnju električne energije:²⁶

- transportno sredstvo u obliku vodene pare ili vruće vode, koje se izvlači na površinu, hladi i vraća u unutrašnjost.
- Druga mogućnost je da se voda upumpava u unutrašnjost Zemlje, gdje se ona zagrijava i onda izvlači na samu površinu.

Geotermalna energija kao vrsta energije nam je stalno na raspolaganju, možemo ju koristiti za pogone elektrana, opskrbu gradova toplinskom energijom, za sprječavanje zamrzavanja prometnica, industriji, poljoprivredi ili u lječilišne svrhe.

5.1. Potencijal geotermalne energije

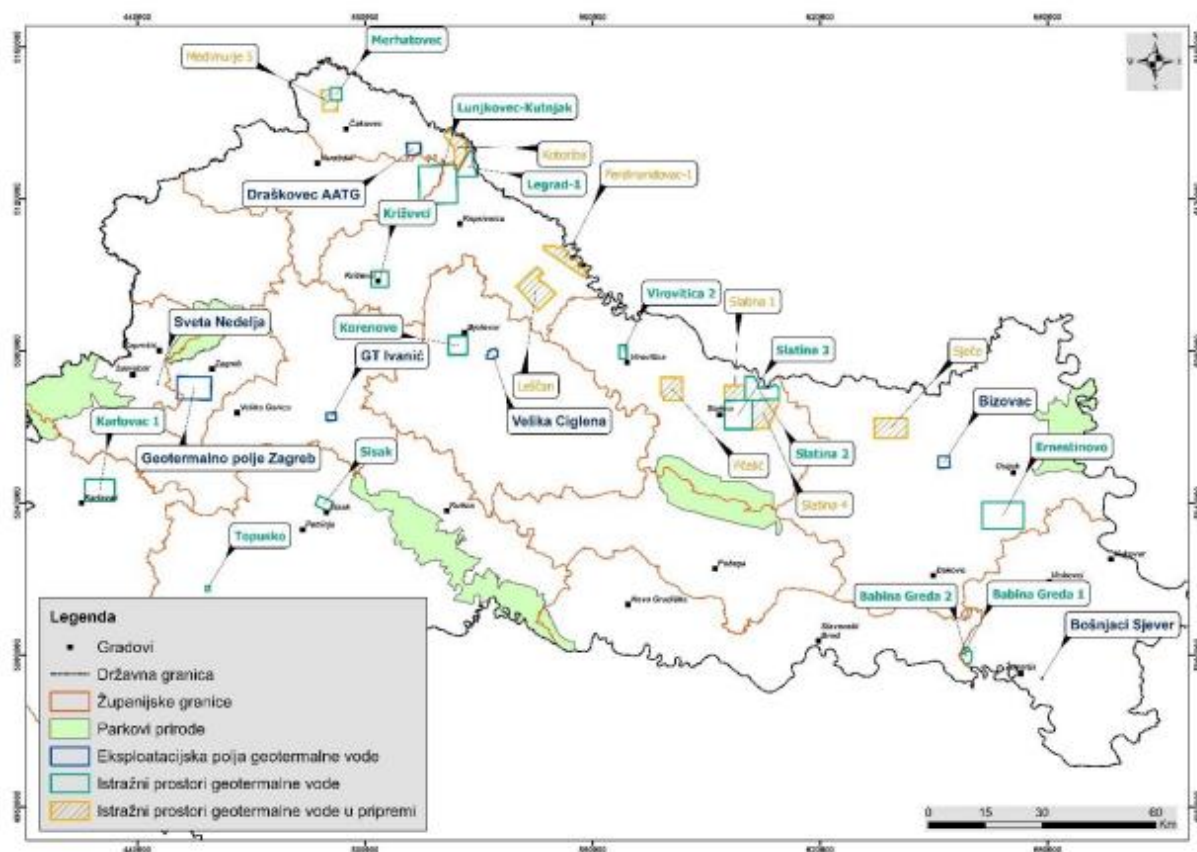
Hrvatski dio panonskog bazena možemo promatrati kao geotermalnu regiju, podaci koji su prikupljeni na mnogobrojnim bušotinama koriste se kao osnova za projektiranje i planiranje geotermalnih projekata na području Republike Hrvatske. Petrofizičke karakteristike ležišnih stijena procijenjene su iz laboratorijskih analiza jezgra i interpretacija karotažnih mjerenja, dok su fizičke karakteristike ležišta procijenjene iz analiza rezultatima testiranja ležišta. Najveći geotermalni potencijal utvrđen je u karbonatima, te u vapnenačko-dolomitnim brečama. Karbonatska ležišta geotermalne energije odlikuju se visokim geotermalnim gradijentom i visokom propusnošću, te je moguće ostvariti visoke dotoke geotermalne vode.²⁷

U Republici Hrvatskoj 2023 godine imamo 7 aktivnih prostora na kojima se obavlja eksploatacija geotermalne vode u energetske svrhe, čija je namjena proizvodnja električne i toplinske energije.

²⁶ Vladimir Potočnik, Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb 2002.

²⁷ PLAN RAZVOJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030. GODINE, Zagreb, listopad 2022. godine, preuzeto:17.12.2023;
(https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA%20ZA%20ENERGETIKU/Naftno%20rudarstvo%20i%20geotermalne%20vode/Plan%20razvoja%20geotermalnog%20potencijala%20Republike%20Hrvatske_0510_1033.pdf)

Slika 1. Aktivni prostori u 2022.g. na kojima se obavlja gospodarska djelatnost eksploatacije i istraživanja geotermalne vode u energetske svrhe u Republici Hrvatskoj

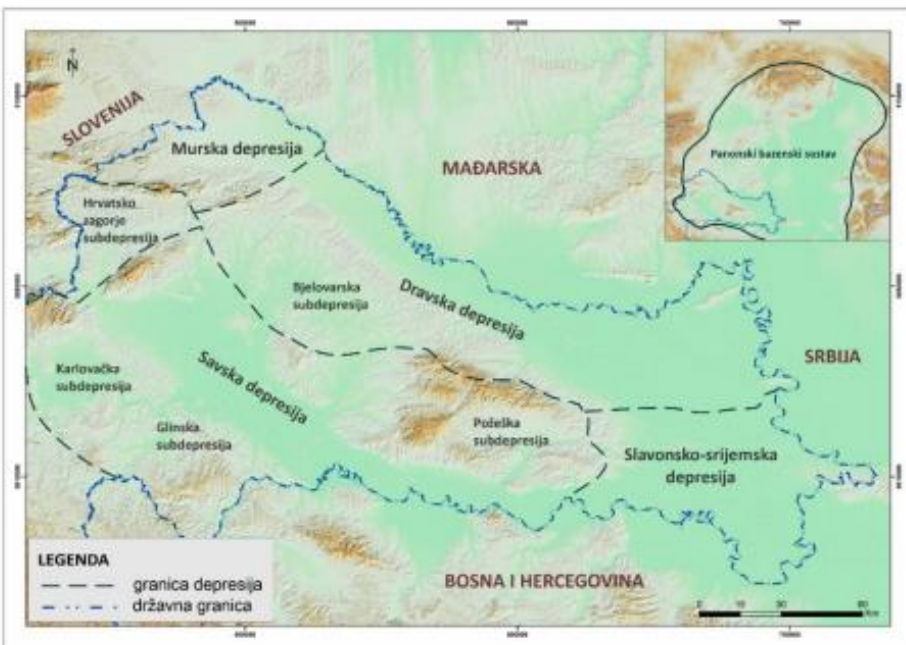


Izvor: PLAN RAZVOJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030. GODINE, Zagreb, listopad 2022. godine, preuzeto: 17.12.2023

(https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA%20ZA%20ENERGETIKU/Naftno%20rudarstvo%20i%20geotermalne%20vode/Plan%20razvoja%20geotermalnog%20potencijala%20Republike%20Hrvatske_0510_1033.pdf)

Hrvatski dio Panonskog bazena nalazi se na jugozapadu velike tektonske jedinice Panonskog bazenskog sustava te se prostire na 26.000 km² unutar kojega su smještene četiri glavne depresije: Murska, Dravska, Savska, Slavonsko-srijemska s pripadajućim depresijama.

Slika 2. Depresije Hrvatskog dijela Panonskog bazena.



Izvor: PLAN RAZVOJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030. GODINE, Zagreb, listopad 2022. godine, preuzeto:17.12.2023

(https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA%20ZA%20ENERGETIKU/Naftno%20rudarstvo%20i%20geotermalne%20vode/Plan%20razvoja%20geotermalnog%20potencijala%20Republike%20Hrvatske_0510_1033.pdf)

Depresije su izgrađene od dvaju kompleksa stijena, čija podloga neogena čini magmatsko-metamorfni kompleks paleozojske starosti te sediment mezozojske i paleogenske starosti, te sedimenti mezozojske i paleogenske starosti, dok sedimentnu ispunu bazena karakteriziraju naslage neogena i kvartara. Važno je za naglasiti kako podjelom na četiri geotermalna play-a načinjena prema različitim vrstama stijena i različitim fazama razvoja Panonskog bazena. Ovakvom podjelom potvrđena je činjenica kako se geotermalne vode u energetske svrhe već pridobivaju iz sva četiri geotermalna play-a na postojećim eksploatacijskim poljima geotermalne vode.

Od 1976. godine INA, uz istraživanje nafte i plina, obavlja i istraživanja geotermalnih ležišta, tako da je energijski potencijal geotermije u Hrvatskoj dobro utvrđen. Potencijal geotermije u Hrvatskoj 2002 iznosio je oko 2% i to samo za proizvodnju toplinske energije.²⁸

Geotermalna energija u Hrvatskoj se iskorištava za toplinske potrebe na tek 18 lokacija od 160 utvrđenih nalazišta, s prosječnim gradijentom od 50 °C/km. Kontinentalni dio Hrvatske je iznad svjetskog prosjeka koji iznosi 30°C/km. S obzirom na to da je prema Zakonu o rudarstvu Republike Hrvatske geotermalna energija svrstana u rudno blago, a istraživanja uglavnom vrši INA u sklopu istraživanja nafte i plina. Na bazi istraživanja rekapitulirana je u NEP GEON potencijalna snaga: toplinska energija 812 MWt i električna energija 45,8 Mwe.

²⁸ Vladimir Potočnik, Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb 2002.

Stacionirana geotermalna energija u kontinentalnom dijelu Hrvatske procijenjena je do dubine od 5 km na iznos od 39.000 EJ, a za cijelu Hrvatsku se iznos penje na približno 50.000 EJ.

5.2. Tehnologije za iskorištavanje geotermalne energije

Geotermalne dizalice topline

Najperspektivnija primjena geotermalne energije koja obuhvaća rad dizalica topline koje energiju iz plitkog tla koriste za zagrijavanje i hlađenje zgrada. Temperatura do tri metra ispod Zemljine površine iznosi između 10 i 16 °C. Ovaj sustav se geotermalne dizalice topline sastoji se od kolektora ili mreže cijevi položenih plitko u tlo ili bunare izbušene u blizini zgrade. Zimi se toplina iz relativno toplijeg tla kroz izmjenjivač doprema do zgrade koju grijemo, dok ljeti se vrući zrak kroz izmjenjivač odvodi u relativno hladnije tlo. Većina kolektora u stambenim zgradama polaže horizontalno ili vertikalno u tlo, ali moguće je izvršiti i podvodnu instalaciju u barama ili jezerima. Velikom većinom tekućine koje se nalaze u cijevima kolaju u zatvorenom sustavu, ali kada lokalni propisi dopuštaju mogu se montirati i otvoreni sustavi.²⁹

Horizontalni zatvoreni sustavi

Prilikom montaže horizontalnih kolektora, iskapaju se kanali na dubinu od jednog do dva metra, u koje se polaže niz paralelno povezanih plastičnih cijevi. Uobičajena dužina horizontalnog kolektora iznosi 120 do 200 metara po toni kapaciteta grijanja i hlađenja. Cijevi se mogu postaviti u spirale, čime se štedi zemljana površina potrebna za postavljanje kolektora.

Vertikalni zatvoreni sustavi

Prilikom postavljanja vertikalnih zatvorenih kolektorskih polja, izvođači buše rupe u tlu dubine od 50 do 140 metara. U rupe se polaže jedna dvostruko savijena cijev u obliku slova U, s koljenom na donjoj strani. Svaka cijev se zatim spaja na horizontalnu cijev koja se također polaže u zemlju. Horizontalna cijev provodi tekućinu u zatvorenom sustavu prema geotermalnoj dizalici topline i od nje. Ovakva vrsta sustava idealna je za prostore gdje ne postoji dovoljno prostora za horizontalne sustave kolektora. Općenito njihova montaža je dosta skuplja zbog troškova bušenja ali zato zahtjeva manje cijevi od horizontalnih kolektora.

Podvodni zatvoreni sustavi

Voda u podvodnim kolektorima zatvorenog tipa cirkulira kroz polietilenske cijevi u zatvorenom sustavu, kao i u zemljanim kolektorskim poljima. Ovakva vrsta kolektora može biti dobro rješenje ako se sami objekat nalazi u blizini vodenih površina. Sustav ove vrste koristi se samo u slučaju kada vodostaj nikada ne pada ispod vrijednosti od 2 metra, čime osigurava dovoljan prijenos topline. Isto tako ovakav sustav kada se valjano izvede nema nikakav utjecaj na okoliš

²⁹ Michael Hamilton; Analiza energetske politike- pojmovni okvir; izdavač: Visoka škola međunarodnih odnosa i diplomacije Dag Hammarskjöld, ožujak 2018. godine

Otvoreni sustav.

U ovakvim se kolektorima podzemna voda crpi iz same bušotine i dovodi do objekta, gdje svoju toplinu prenosi dizalica topline. Nakon kruženja napusti objekt te se kroz drugu bušotinu koja se naziva otpusnom ili ponorom odvodi natrag u isti vodospremnik. Kolektor ove vrste rjeđe se koristi od ostalih, no može biti prilično ekonomično rješenje u slučaju da je područje bogato podzemnim vodama.

Poluotvoreni sustav

Poluotvoreni sustavi postali su općeprihvaćena tehnologija. Postavljaju se bušotinski stupovi promjera 15-a centimetara i postavljaju se na dubinu od 450 metara. Voda umjerene temperature dovlači se s dna bušotine, te cirkulira kroz izmjenjivač dizalice topline i vraća se s dna na vrh vodnog stupa u istoj bušotini. Pritom bušotina obično osigurava i pitku vodu, te se postavlja na prostorima gdje se obiluje podzemnim vodama. Tekućina koja kruži kolektorom prenosi toplinu do objekta. Unutrašnja geotermalna dizalica topline tada pomoću električnih kompresora i izmjenjivača topline u kružnom procesu kompresije vlage sabija Zemljinu energiju i otpušta je unutar grijanog objekta pri višoj temperaturi. Sustavi pod tlakom u kojima cirkulira zrak ili topla voda potpuno distribuiraju toplinu do pojedinih prostorija unutar objekta.

Geotermalne elektrane

Iskorištava se visokotemperaturna podzemna ležišta geotermalne vode ili pare u procesu pretvorbe toplinske energije u električnu energiju. Geotermalna postrojenja za proizvodnju električne energije obično se postavljaju u neposrednoj blizini izvora toplinske energije kako bi se smanjili gubici toplini tijekom njezina transporta, te zahtijevaju površinu od 0,5 do 3,5 hektara po megavatu. Postoje dvije vrste geotermalnih resursa pogodnih za proizvodnju električne energije a to su suha para i vruća voda. U postrojenjima sa suhom parom ona se koristi za direktno pokretanje generatora turbina, dok u postrojenjima s toplom vodom iz bušotina se dobiva voda vrlo visoke temperature iznad 180 °C, ako je temperatura ispod 180°C proizvodnju struje moguće je ostvariti pomoću binarnog ciklusa i korištenjem sekundarnog fluida. Danas postoje sljedeće mogućnosti proizvodnje električne energije.³⁰

- postrojenja sa suhom geotermalnom parom koja izravno koriste geotermalnu paru za pokretanje turbina
- postrojenja sa separiranjem pare vruće vode pod visokim tlakom šalje se u niskotlačne spremnike i dobiva se vlažna para koja zatim pokreće turbine.
- Postrojenja s binarnim ciklusom umjereno topla geotermalna voda prenosi se do sekundarnog fluida s mnogo nižim vrelištem od izmjenjivača topline. Zbog toga sekundarni fluid isparava i pokreće turbinu. Kada se temperatura spusti ispod 180 °C koristi lako hlapljivu tekućinu niskog vrelišta, izobutan, pentafluoropropan ili smjesu amonijaka i vode kako bi se prenijela s toplih geotermalnih fluida na turbine. Dvije tekućine potpuno su odvojene tijekom rada izmjenjivača

³⁰ Michael Hamilton; Analiza energetske politike- pojmovni okvir; izdavač: Visoka škola međunarodnih odnosa i diplomacije Dag Hammarskjöld, ožujak 2018. godine

topline, koji koristi toplinsku energiju prenosi s geotermalne vode na radni fluid. Čime se sekundarni fluid širi u plinovitu paru, čime pokreće turbine koje pokreću generatore.

- Postrojenja s zajedničkim korištenjem separiranja pare i binarnih ciklusa, kako bi se povećala ukupna učinkovitost proizvodnje električne energije.

Nekoliko kilometara ispod zemljine površine diljem Zemljine kugle prostiru se vruće i suhe stijene ispod kojih se giba rastaljena magma i neprestano ih zagrijava. Što je potaknulo na razvoj tehnologije koja omogućava bušenje tih stijena, uštrcavanje hladne vode kroz bušotinu, koja se zatim vraća kroz napuknutu stijenu te crpljenje zagrijane vode kroz drugu bušotinu.

5.3. Troškovi korištenja geotermalne energije

Troškovi ovise o „gorivnim ciklusima“ geotermalne energije te čine dva različita ciklusa, ovisno o tome koja se tehnologija proizvodnje koristi. Gorivni ciklus geotermalne dizalice topline sličan je jednostavnom solarnom gorivom ciklusu. Uzmemo li u obzir opskrbu materijalima, proizvodnju i montažu opreme za geotermalne dizalice topline, pogon, odlaganje ili recikliranje otpadnog materijala iz proizvodnog procesa. Proizvodnja obuhvaća izradu dijelova od industrijskog aluminija i metalnih ploča, postavljanje cijevi, kompresora i električnih komponenti ovisno o vrsti konstrukcije. Postavljanje uključuje iskapanje kanala ili bušenej bušotina, što uzrokuje niske okolišne troškove.³¹

Dok gorivni ciklus geotermalne elektrane poprilično je sličan gorivnom ciklusu nafte i plina, u prvim i posljednjim fazama, koje uključuju istraživanje, razvoj geotermalnog područja, gradnju elektrane, proizvodnju i prijenos električne energije, primjenu, obnavljanje i odlaganje opasnih nusproizvoda. Ekološki troškovi geotermalnih elektrana industrijskih razmjera obuhvaćaju značajne promjene u okolišu i narušavanje zemaljskih resursa, onečišćenje zraka, odlaganje opasnih materijala, buku te moguće utjecaje na vodu i ostale resurse sve ovisno o tome na kojoj se lokaciji nalazi samo postrojenje. Okolišni troškovi geotermalne proizvodnje električne energije kreću se u istom rasponu vrijednosti kao i troškovi uobičajnih tehnologija za masovnu proizvodnju električne energije. Proizvodnja električne energije u geotermalnim elektranama podrazumjeva značajne troškove za okoliš od korištenja geotermalnih dizalica topline.

Troškovi masovne primjene geotermalnih toplinskih pumpi za grijanje stambenih, poslovnih, industrijskih objekata su niski i konkurentni uobičajenim načinima grijanja i hlađenja. Dok su geotermalne elektrane strogo ograničene s obzirom na lokaciju ležišta pare visoke temperature i vodnih resursa. Novčani troškovi proizvodnje električne energije u geotermalnim elektranama su konkurentni uobičajenim vrstama goriva za proizvodnju struje. Troškovi nacionalne sigurnosti za sve geotermalne tehnologije su vrlo niski ili neznatni jer su resursi domaći. Značajna prednost koju geotermalne tehnologije posjeduju u odnosu na druge tehnologije je ta što se ne mora namirivati iz stranih izvora, koji pridonose klimatskim promjenama i iza sebe ne ostavlja otpad koji bi mogao biti zanimljiv terorističkim skupinama.

³¹ Michael Hamilton; Analiza energetske politike- pojmovni okvir; izdavač: Visoka škola međunarodnih odnosa i diplomacije Dag Hammarskjöld, ožujak 2018. godine

5.4. Negativne strane razvoja geotermalnih postrojenja

Onečišćenje zraka može nastati zbog ispuštanja velikih količina otopljenih metala i plinova, kao što su metan, amonijak, vodik, dušik, ugljikov dioksid i vodikov sulfid, koji se mogu prikupljati u jamama, ulegućima ili zatvorenim prostorima. Samim time predstavljaju veliku opasnost za ljude koji rade u geotermalnim elektranama ili bušotinama. Zbog toga se otpadne vode i plinovi injektiraju u ležište ili njegova rubna područja. U nekim slučajevima potrebno je izgraditi rashladne i taložne jame ispunjene vodom i prekrivene zaštitnim pokrovom kako bi se spriječilo istjecanje otrovnih plinova. Injektiranjem fluida u samo ležište može se spriječiti slijeganje tla. Izvlačenjem geotermalnih fluida brže nego li se dopunjava, može doći do pada tlaka te tako prouzroči ulijeganje tla. Također velika većina geotermalnih izvora nalaze se u područjima iznimne prirodne ljepote gdje se nalaze brojni topli izvori, muljevite bare, vapnenačke terase, gejziri, fumarole. Takva područja mogu se lako uništiti samim razvojem geotermalne energije. Većina takvih geotermalnih nalazišta nalaze se u blizini turističkih mjesta kao što je Dolina gejzira na Novom Zelandu koja je zbog iskorištavanja energije za potrebe geotermalnih elektrana zatvorena za turiste. Isto tako da bi funkcionirale geotermalne elektrane potrebne su velike količine vode, što može dovesti do sukoba s drugim korisnicima vodnih resursa. Da se otpadne vode ne utiskuju natrag u podzemlje zbog svojih kemijskih svojstava, mogle bi nauditi flori i fauni u rijekama, jezerima. Prilikom izrade bušotina potrebno je ispuhivati geotermalnu paru i plinove izravno u atmosferu, što proizvodi glasno pištanje i zavijajuće zvukove koji mogu smetati stanovnicima te domaćim i divljim životinjama obližnjeg područja.³²

5.5. Razvoj geotermalne energije u budućnosti

Novim pristupom iskorištavanju topline u suhim područjima poznat pod nazivom unaprijeđeni geotermalni sustavi EGS ili hot dry rock. Podzemna ležišta vrućih suhих stijena, koja se obično nalaze na većim dubinama od uobičajenih nalazišta, probijaju se utiskivanjem vode na većim dubinama od uobičajenih nalazišta. Kroz dobivene pukotine ubrizgava se još vode koja se zatim zagrijava i vraća na površinu u obliku vodene pare koja pogoni turbine za proizvodnju električne energije. Zatim se voda vraća u ležište te na taj način zatvara kružni ciklus. Jedino činjenica vezana uz ovu tehnologiju je mogućnost izazivanja seizmičkih aktivnosti koje bi mogle izazvati potrese kao posljedica bušenja i iskorištavanja ležišta toplih suhих stijena.³³

Potencijal svakako predstavljaju naftna i plinska polja koja su već eksplantirana. U mnogim takvim poljima pojavljuju se značajne količine vode visoke temperature što može omogućiti proizvodnju električne energije ali i dobivanje nafte i plina.

³² Michael Hamilton; Analiza energetske politike- pojmovni okvir; izdavač: Visoka škola međunarodnih odnosa i diplomacije Dag Hammarskjöld, ožujak 2018. godine

³³ Michael Hamilton; Analiza energetske politike- pojmovni okvir; izdavač: Visoka škola međunarodnih odnosa i diplomacije Dag Hammarskjöld, ožujak 2018. godine

5.6. Strateški i zakonodavni okvir istraživanja i eksploatacije geotermalnih voda za energetske svrhe

„ Plan razvoja geotermalnog potencijala Republike Hrvatske do 2030. godine izrađuje se sukladno članku 5. stavka 5. Zakona o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika (Narodne novine, 52/18,52/19 i 30/21). Ovaj plan je usklađen sa strategijom energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu (Narodne novine, 25/20).“³⁴

Donošenjem ovoga plana nastoji se osigurati daljnji razvoj i korištenje geotermalne energije kao domaćeg obnovljivog izvora energije koji se treba šire koristiti u energetskim transformacijama za proizvodnju električne energije odnosno za grijanje i hlađenje. Planom se određuje prostor na kojem će se istraživati, razvijati i eksploatirati geotermalni potencijal, metode pridobivanja geotermalne vode u energetske svrhe, tehniku i tehnologiju pridobivanja, način upotrebe od strane krajnjeg korisnika te usmjeravanje energetskog razvoja Republike Hrvatske u smjeru zelene energije. Planom se razmatra prostor panonskog bazena Republike Hrvatske i obuhvaća sljedeće županije: Karlovačka županija, Grad Zagreb, Zagrebačka županija, međimurska županija, Krapinsko-zagorska županija, Varaždinska županija, Koprivničko- križevačka županija, Sisačko – moslavačka županija, Bjelovarsko- bilogorska županija, Virovitičko- podravska županija, Brodsko- posavska županija, Osječko- baranjska županija, Požeško- slavonska županija i Vukovarsko- srijemska županija.

Geotermalne vode jedan su od obnovljivih izvora energije čiji je doprinos ugrađen u ostvarenje ciljeva Strategije i tranzicije na niskougljično gospodarstvo. Geotermalna energija sadrži sve ključne elemente oblikovanja nacionalne i zelene politike sadržane u pet dimenzija energetske unije a to su : dekarbonizacija, energetska učinkovitost, unutarnje energetske tržište, te istraživanje, inovacije i konkurentnost. Geotermalna energija predstavlja izvor energije baznog tipa, što znači da je proizvodnja omogućena 24/7 kroz cijelu godinu, čime se doprinosi visokoj učinkovitosti geotermalnih postrojenja. Ovakvim sustavima dobivamo na povećanju ekonomičnosti i učinkovitosti cjelokupnog geotermalnog projekta. Smanjuje se ovisnost o fosilnim gorivima što značajno utječe na okoliš.

Zakonom se potiče ulaganje u geotermalne izvore koji trenutno predstavljaju jedan od najiskorištenijih energetskih potencijala u Republici Hrvatskoj, uspostavljanjem jedinstvenih baza geoloških i geofizičkih podataka i podataka o bušotinama s ugljikovodičnim, geološkim i geotermalnim potencijalima. Čime dobivamo da na jednom mjestu imamo objedinjene energetske resurse Hrvatske, čime se povećava učinkovitost administracije u upoznavanju potencijalnih investitora s mogućim ulaganjem.

³⁴ PLAN RAZVOJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030. GODINE, Zagreb, listopad 2022. godine, preuzeto:17.12.2023
(https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA%20ZA%20ENERGETIKU/Naftno%20rudarstvo%20i%20geotermalne%20vode/Plan%20razvoja%20geotermalnog%20potencijala%20Republike%20Hrvatske_0510_1033.pdf)

6. Geotermalna energija u turizmu

Mineralno-ljekovite i termalne vode su ključni elementi termalnog turizma, obuhvaćajući prirodne, kulturne i nematerijalne aspekte njihove eksploatacije. Ovaj oblik turizma obuhvaća širok spektar aktivnosti uključujući zdravstveni, rekreacijski i turistički sektor, te integrira povijesne i kulturne kontekste različitih teritorija i regija kroz vremenske epohe.

Geotermalna energija koristi se za zagrijavanje prostora, bazena, staklenika, proizvodnju električne energije kao i u različitim industrijskim procesima. Geotermalne vode pripadaju obnovljivim izvorima energije, a iskorištavaju se za zatvoreni krug, s pomoću kojega dobivamo energetski dugovječan režim, bez negativnih utjecaja na okoliš. Geotermalni resursi koriste se u turizmu za razvoj balneoloških ustanova, toplica, područja rekreacije i sporta. Korištenje geotermalne vode na području Republike Hrvatske zastupljeno je još od davnina, s obzirom na značajan potencijal prije svega geotermalna energija mogla bi se koristiti za grijanje, posebice onih zgrada koje se već kriste u zdravstveno- turističke svrhe.³⁵

Prema dosadašnjim istraživanjima u Hrvatskoj bi se trebalo lako slijediti predviđene europske trendove korištenja ovog značajnog resursa. Dobro vođenom energetskom politikom i zakonskom regulativom kojom bi se išlo u smjeru većeg iskorištavanja ovog resursa, Hrvatska bi mogla imati veći prosjek iskorištenosti geotermalne energije od prosjeka Europske unije. S obzirom na to da na Području Hrvatske imamo dva bazena koji zahvaćaju skoro cjelokupno područje Hrvatske, dijele se na Panonski bazen čiji je prosječan geotermalni gradijent ($0,049\text{ }^{\circ}\text{C/m}$) i bazen Dinaridi s prosječnim geotermalnim gradijentom od ($0,018\text{ }^{\circ}\text{C/m}$). Dinaridi su područje gdje bi se mogla ostvariti značajna geotermalna ležišta, gdje je moguće pronaći ležišta s vodom pogodnom za rekreativne namjene. Panonski bazen ima značajno veći geotermalni gradijent, veći nego što je europski prosjek te su takva nalazišta pogodnija za proizvodnju električne energije, ali i uporabu u industriji. Geotermalne potencijale u Hrvatskoj možemo stoga podijeliti u tri skupine:³⁶

- srednje temperature rezervoare- 100 do $200\text{ }^{\circ}\text{C}$
- nisko temperaturne rezervoare- 65 do $100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- geotermalne izvore temperature ispod $65\text{ }^{\circ}\text{C}$

Geotermalna energija iz srednje temperaturnih potencijala može se koristiti za grijanje prostora hotela, u različitim tehnološkim procesima, te proizvodnju električne energije binarnim procesom. Dok geotermalna energija iz nisko temperaturnih potencijala za grijanje prostora hotela, i određene tehnološke procese. Dok geotermalni izvori s temperaturama manjim od $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ su izvori koji se koriste u rekreativne svrhe u većem broju toplica i rekreacijskih centara. Stoga energetska učinkovitost ima posebno značenje u poslovanju svakog eko-hotela, kao velikog potrošača energije u okviru turističke ponude. Pravilno dimenzioniranje potrošnje energije i njezino

³⁵ Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g.; str.238

³⁶Ibid, str. 239

učinkovito korištenje posebice su važni u uvjetima kada se pojavljuju visoke cijene energije radi same rentabilnosti ukupnog poslovanja.

6.1. Geotermalna energija u turizmu Europe

Izvješće Europske komisije o zdravstvenom turizmu ističe kako postoji hitna potreba za stvaranjem zajedničkih strategija vezanih uz europski termalni turizam, s obzirom na to da ne postoje stvarni i iscrpni podaci o termalizmu na europskoj razini, što stvara prepreku za stvaranje kvalitetnog i konkurentnog proizvoda. Nepoznat je točan broj toplica i lječilišta na području Europe, kao i priroda, količina eksploatirane vode te njihova gospodarska implikacija u industrijskom sektoru, njihov društveni odjek kao i stanje termalne baštine u najširem smislu.³⁷

Stoga na području Europe značajnu ulogu igra osnivanje koje je osnovano 2009. godine. Djeluje kao međunarodna neprofitna udruga koja predstavlja povijesne gradove, termalnih lječilišta diljem Europe, te je usmjerena na poticanje, zaštitu i poboljšanje termalne baštine. Danas udruženje obuhvaća 41 termalni grad koji je član, udruženje je usmjereno samo na ona mjesta gdje je prisutnost mineralno-ljekovitih voda značila stvaranje malog/srednjeg/velikog grada. Gdje je voda bila snažno zastupljen kao agens koji je utjecao na razvoj samoga grada te generirao urbano društvo i baštinu najkasnije do 19 stoljeća. Neka od najznačajnijih termalnih lječilišta koja su utjecala i na stvaranje urbanih središta su:³⁸

- Italija: Italija Acqui Terme, Bagnoles de l'Orne,Castrocaro Terme e Terra del Sole, Châtel-Guyon, La Bourboule, Fiuggi, Loutra Pozar, Montecatini Terme, Montegrotto Terme, Salsomaggiore Terme, Telesse Terme
- Njemačka: Bad Ems, Bad Kissingen, Baden-Baden, Bad Homburg, Baden bei Wien, Ladek-Zdrój, Le Mont-Dor, Royat Chamalières, Wiesbaden
- Francuska: Bagnoles de l'Orne,Enghien-les-Bains,Vichy
- Turska: Bursa Metropolitan Municipality
- Portugal: Caldas da Rainha, São Pedro do Sul
- Španjolska: Caldes de Montbui, Mondariz Balneario, Ourense
- Grčka: Loutraki-Perachora
- Belgija :Spa

6.2. Geotermalna energija u turizmu Republike Hrvatske

U Hrvatskoj postoji višestoljetna tradicija iskorištavanja geotermalne energije iz prirodnih izvora u medicinske svrhe i za kupanje u brojnim toplicama. Kao turističke destinacije danas se u Hrvatskoj koriste: izvori Daruvar (Daruvarske toplice), Krapinske Toplice, Lipik (Lipičke toplice), Livade (Istarske toplice), Samobor (ŠimidhenSRC), Stubičke Toplice, Sveta Jana (Sveta Jana

³⁷ Thermal Tourism And Spa Heritage In Europe; The Case Of Ehta European Historic Thermal Towns Association; Mario Crecente Maseda, Silvia González Soutelo I Paul Simons; Ehta 2018; preuzeto 22.12.2023; Izvor: <https://historicthermaltowns.eu/downloads/ThermalTourismAndSpaHeritageEurope-ehta.pdf>

³⁸ Historic thermal towns.eu; preuzeto 13.02.2024; izvor: <https://historicthermaltowns.eu/our-members/>

RC) Topusko (toplice Topusko),Tuhelj (Tuheljske toplice), Varaždinske toplice, Velika (Toplice RC), Zelina (Zelina RC), Zlatar (Sutinske toplice). Sve ove navedene destinacije zahvaljujući geotermalnim izvorima šire svoju turističku ponudu, baziraju se na aktivnom odmoru i razvoju zdravstvenog turizma, koji postaje sve značajniji motiv prilikom dolaska domaćih i stranih gostiju.³⁹

Kako bi osigurali dugoročno budućnost primjene prirodnih ljekovitih činitelja u Hrvatskoj potrebno je :⁴⁰

- Zaštititi nalazišta primjene ljekovitih činitelja.
- Redovito ispitivati sastave prirodnih činitelja.
- Istraživati i ocijeniti povoljne učinke prirodnih ljekovitih činitelja na zdravi i bolesni organizam.
- Potaknuti i usmjeriti izgradnju lječilišnih i zdravstveno- turističkih objekata u samoj blizini nalazišta prirodnih ljekovitih činitelja.
- Korištenje prirodnih ljekovitih činitelja u medicini, zdravstvenom i lječilišnom turizmu te prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji.

Lječilišta moraju biti upoznata sa standardima kvalitete za predikatizaciju samih lječilišta, oporavišta i ljekovitih vrela. Krapinsko- zagorska županija posjeduje osnovu za razvoj onih oblika turističke djelatnosti koji odgovaraju njenim prirodno-geografski i kulturno povijesnim uvjetima. Termalni izvori Krapinskih, Stubičkih i Tuheljskih toplica predstavljaju značajan turistički resurs. Radi se o rekreacijskim sadržajima vezanim uz bazene s termalnom vodom kao i sportskim sadržajima uobičajenim u sklopu turističkog boravka. Pridonosi tome svakako i sama priroda kojom su okružene ove toplice, ali i kulturno povijesni spomenici koji dodatno nadopunjuju sami brend Krapinsko- zagorske županije.

Značajno za hrvatski termalni turizam je to da u EHTTA-e (Europsko povijesno udruženje termalnih gradova) spadaju tri Hrvatska termalna lječilišta a to su Varaždinske toplice, Daruvarske toplice i Lipičke toplice

EHTTA (Europsko povijesno udruženje termalnih gradova) je Europska ruta povijesnih termalnih gradova, jedna je od 45 ruta koje je certificiralo Vijeće Europe, a sve se temelji na temama važnim za kulturnu baštinu Europe. Program Kulturnih ruta pokrenulo je Vijeće Europe 1987 godine rutom Santiago de Compostela, jednom od najpoznatijih hodočasničkih ruta u Europi, kao simbolom europskog ujedinjenja. Certifikat „ Kulturna ruta Vijeća Europe“ jamstvo je izvrsnosti, znanstveni odbor EHTTA-e procjenjuje sve potencijalne članove Udruge i Rute prema strogim kriterijima kako bi se osigurala izvrsnost.Udruženje se zalaže za razmjenu znanja, iskustava i najboljih praksi među članicama radi unaprjeđenja termalnog turizma i razvoja lokalnih

³⁹ Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g.; str.240

⁴⁰ Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g.; str.240

zajednica. EHTTA potiče suradnju između članica radi zajedničkog promoviranja termalne baštine kao važnog tijela europske kulturne i turističke ponude.⁴¹

7. Usporedba Daruvarskih toplica i Bad Ems (Njemačka)

Grad Daruvar je naselje s dugom urbanom povijesti, koje već postoji bliže dvije tisuće godina kao cjelina, dok se njegova sama urbana cjelina mijenjala u skladu s procesima koje su nosila različita povijesna razdoblja. Dio je Bjelovarsko-bilogorske županije, nalazi se u zapadnom dijelu Slavonije, smješten je u brežuljkastom predjelu podno planine Papuk. Sam grad broji 8.567 stanovnika. Regionalno je središte županije u turizmu, vinogradarstvu i voćarstvu. Jedno je od najstarijih naselja smještenih pored geotermalnih izvora na prostoru daruvarske kotline, te datira od 4.stoljeća prije Krista, iako arheološki nalazi kazuju da su ovi krajevi bili nastanjeni od kamenog doba. Kroz povijest veliku zaslugu imaju geotermalna vrela čija ljekovitost je poznata od početka postojanja i života na ovim prostorima. Još od vremena Rimljana kada je na ovim prostorima obitavalo panonsko-keltsko pleme, koje su grčki i rimski pisci nazivali „Iasi“, što je u prevedenom značenju „Topličani ili Iscjelitelji“ a sve zbog velikog broja geotermalnih vrela. Rimljani su osnovali svoje naselje pod nazivom „Aquae Balissae“ što znači „Vrlo jaka vrela“, tj današnji Daruvar. Čak su tri rimska cara posjetila ove toplice Hadrijan, Komod i Konstantin Veliki. Presudna godina za razvoj grada i ljekovitih kupki je 1745.g. i dolazak grofa Antuna Jankovića. Zaslužan je za današnji izgled grada, naseljava prostor grada vlastelinstvom, obrtnicima i poljoprivrednicima s područja cijele tadašnje Austro- Ugarske, te započinje gradnju blatnih kupki na ljekovitim geotermalnim izvorima. Prva kupka je izgrađena 1772 godine i poznata je pod nazivom Antunova kupka. Time je Daruvar postao poznato termalno lječilište, čiji su prirodni faktori vrela presudni za kontinuitet lječilišta, s temperaturama vode koja je 35-46°C, te bogatstvo mineralnog blata i djelovanje termalne vode je fizikalno, biološko i kemijsko.⁴²

Daruvarske toplice značajne su i zbog svoje arhitektonske i parkovne baštine, imaju jedan od najstarijih pejzažnih perivoja kontinentalne Hrvatske koji se prostire na 10 hektara. U kupališnom perivoju, nalaze se brojne zgrade velike kulturno- povijesne vrijednosti iz 18.,19. i 20.stoljeća: Antunove kupke, Ivanove kupke, Švicarska vila, Vila Arcadia i Centralno blatno kupalište.

Danas Daruvarske toplice su specijalizirane toplice za liječenje reumatskih bolesti, provođenje medicinske rehabilitacije, rekreacije i zdravstvenog turizma, te imaju dugu tradiciju u liječenju uporabom prirodnih ljekovitih čimbenika- termalna voda i termalno blato. Danas su suvremeni centar očuvanja zdravlja s jasnom vizijom budućnosti, gdje se ulaže u suvremenu medicinsku opremu, smještajne kapacitete, sportsko-rekreacijske sadržaje. Daruvarske toplice konstantno nadograđuju kvalitetu pruženih usluga s ciljem povećanja zadovoljstva korisnika, sukladno zahtjevima Sustava upravljanja kvalitetom ISO 9001:2015. Također Daruvarske toplica

⁴¹ EHTTA(Europsko povijesno udruženje termalnih gradova); preuzeto 13.02.2024.izvor: <https://historicthermaltowns.eu/downloads/EHTTA-Cultural-Route-Leaflet-Map-Croatian.pdf>

⁴² Grad Daruvar; Daruvar kroz povijest; preuzeto 23.12.2023. izvor: <https://daruvar.hr/daruvar-kroz-povijest/>

su članica Udruženja europskih povijesnih termalnih gradova čija su članica od 28. studenoga.2011. godine.⁴³

Misija Daruvarskih toplica je poslovati odgovorno,ekonomično i održivo u pružanju zdravstvenih usluga prema najvišim kriterijima struke i etike, kao Ustanova koja s posebnom pažnjom i profesionalnim pristupom brine o svim korisnicima u skladu s međunarodnim standardima kvalitete

Vizija Daruvarskih toplica je postati vodeća kontinentalna destinacija zdravstvenog turizma u Republici Hrvatskoj tj. referentni centar za fizičku pripremu, dijagnostiku i rehabilitaciju sportaša, te glavni subjekt fizikalne medicine i rehabilitacije za područje Hrvatske.

Od smještajnih kapaciteta raspolažu s Hotelom i dependansom. Hotel Termal 3* raspolaže sa 157 smještajnih jedinica i Dependansa Arcadia 3* koja je povijesna zgrada iz 19 stoljeća koja raspolaže s 12 soba.

Tablica 2: Dolasci, noćenja i prosječan boravak turista na području Daruvar- Papuk od siječnja do prosinca 2021-2022. godine.

	Dolasci tusista						Noćenja turista						Prosječan boravak		
	I-XII 2021		I-XII 2022		Indeks		I-XII 2021		I-XII 2022		Indeks		I-XII 2021	I-XII 2022	indeks
	Broj	Udio	Broj	Udio	Broj	Udio	Broj	Udio	Broj	Udio	Broj	Udio	2021	2022	
OBJEKTI	9.825	100,0%	14.391	100%	146,5		48.285	100%	58.902	100%	122,0		4,91	4,09	83,3
Daruvarske toplice	6.710	68,3%	9.725	67,6%	144,9	98,9	29.206	60,5%	39.906	67,7%	136,6	112,0	4,35	4,10	94,3
Ostali objekti	3.115	31,7%	4.666	32,4%	149,8	102,3	19.079	39,5%	18.996	32,3%	99,6	81,6	6,12	4,07	66,5

Izvor: Turistička zajednica grada Daruvara; Statistički podaci; preuzeto 23.12.2023, Izvor:

<http://www.visitdaruvar.hr/EasyEdit/UserFiles/DARUVAR%20-%20Turizam%202022%2001-12.pdf>

Prema podacima s prethodne slike koja prikazuje statističke podatke o dolascima, noćenjima i prosječnom boravku turista na području Daruvar- Papuk od siječnja 2021 do prosinca 2022. Može se uočiti da skoro 70% dolazaka i noćenja upravo otpada na posjetitelje Daruvarskih Toplica te predstavljaju time i značajan gospodarski faktor u sektoru turizma.

Bad Ems ili „Carske toplice“ je grad koji se nalazi u zapadnom dijelu Njemačke, grad broji oko 9000 stanovnika, blizu granice s Luksemburgom, Belgijom i Francuskom. Jedno od najpoznatijih njemačkih kupališta u sedamnaestom i osamnaestom stoljeću. Okupljalo je visoku aristokraciju tadašnje Europe na jednome mjestu, kako bi uživali u elegantnom gradu velebnih zgrada lječilišta, parkovnoj arhitekturi uz obale rijeke Lahn od kuda se pruža pogled na okolne planine i brda kao što su Concordia Heights i greben Baderlei.⁴⁴

Bad Ems kao grad prvi puta se spominje već u 7. stoljeću, a tek se od 14 stoljeće u pisanim izvorima spominje „toplo kupalište u blizini Emsa“, 1382 godine izgrađena je prva kula iznad jednog od izvora, te je 1696 izgrađena jedno od prvih kupališta pod nazivom Kursaal. Do 18.stoljeća Bad Ems bio je posto jedan od najpopularniji lječilišnih gradova u Njemačkoj, te početkom 19.st doživljava novi zamah velikom rekonstrukcijom, te su uvedeni inhalacijski

⁴³ Daruvarske toplice; O nama; preuzeto 23.12.2023; izvor: https://www.daruvarske-toplice.hr/hrvatski/o-nama_3/

⁴⁴ EHHTA; Bad Ems; preuzeto 26.12.2023.; Izvor: <https://historicalthermaltowns.eu/portfolio/bad-ems-germany-2/>

tretmani „ Emser pastillen“, nadahnuti pastilama de Vichey. Emster pastile proizvode se u Bad Esenu više od 150 godina, te su posebne jer Emser sol sadrži više od 20 minerala i elemenata u tragovima zbog čega je izrazito cijenjena.

Bad Ems je oblikovan kao lječilišni grad, od 1972. godine postaje državno lječilište Bad Ems GmbH u kojem savezna država Rajna-Palatinat ima udio od 87,16 posto, dok preostalih 12,84 posto pripada gradu. Promjena u lječilišnoj industriji druge polovice 20. stoljeća bila je prijelaz iz utočišta privatnih gostiju koji su boravili u hotelima do lječilišta za goste koji su poslani u kliniku zbog zdravstvenih problema. Sedamdesetih godina prošlog stoljeća, na Kloppu je izgrađen novi lječilišni dio „Bismarckhohe“; 1976 dovršena je i Hufeland-Klinik, a 1980 godine otvorena je privatna bolnica Paracelsus- Klinik. Zdravstvenom reformom koja je provedena kroz nekoliko faza došlo je do novih promjena devedesetih godina prošlog stoljeća. Tako je 2005. godine klinika Lahntalklinik LVA Rheinprovinz iz Nassaua preseljena u zgradu bivše Dryander-Klinik. U području povijesnog lječilišta ostale su Malberg-Klinik i današnja Vamed- Klinik koja je izgrađena 1992. godine., čime se dodatno ojačala pozicija Bad Emsa kao jednog od središta zdravstvenog turizma u Njemačkoj.⁴⁵

Veliku važnost za gospodarsku strukturu grada ima i dalje zdravstvena zaštita s rehabilitacijskim klinikama. Osim lječilišta, stoljećima je rudarstvo bio drugi ekonomski oslonac za Bad Ems. Bad Ems je također sjedište okružne uprave Rhein-Lahn i općine Bad Ems-Nassau. U lječilišnom gradu duga je tradicija medicinske tehnologije, tvrtke kao što su Hayer Medical AG koji je osnovan 1883. godine i Lowenstein Medica postali su svjetski poznate tvrtke za razvoj medicinske opreme.

Danas posjetitelji mogu uživati u povijesnoj arhitekturi, krajoliku s brojnim vidikovcima i šetnicama, pristup brdima uspinjačom koja na tom prostoru postoji još od 1887. godine. Značaj ovog područja su svakako petnaest toplih izvora koji se nalaze u zemljopisnom dijelu koji je poznat kao „Emser Quellensattel“ ili „ izvorsko sedlo“ u podnožju brda Klopp i Baederlie. Ove ljekovite vode čija temperatura iznosi između 27 °C i 57°C opisuju se kao kiselo-alkalne tipa natrij-hidrokarbonat klorida. Ovi arteški bunari izvire iz dubokih geoloških rasjeda, potpomognuti „plinskim liftom“, najzdašniji izvor je Robert-Kampe Sprudel pokraj Kurhausa. Svojim visokim sadržajem minerala poznate su za liječenje dišnih organa te probavnog trakta, za poboljšanje cirkulacije krvi, a posebno za ublažavanje simptoma astme. Neki od najpoznatijih izvora su Kesselbrunnen, Emser Kranchen, Robert- Kampe- Sprudel, Furstenbrubnnen, Kasiserbrunnen, Neuquelle, Romerquellen. Veliki termalni krajolik napajan velikim količinama vode nudi bazene s različitim temperaturama vode. Nude se biljne parne kupelji, inhalacija Emser, riječna plutajuća sauna. U zdravstvenom i medicinskom sektoru, Bad Ems nudi četiri specijalizirane klinike za rehabilitaciju, akutnu bolnicu, privatnu kliniku za holističku medicinu. Najznačajniji zdravstveni centar je Maharishi AyurVeda koja je jedna od vodećih klinika u Europi.⁴⁶

⁴⁵ Verbandsgemeinde Bad Ems- Nassau, preuzeto 14.02.2024, izvor; <https://www.vgben.de/gemeinden/stadt-bad-ems/>

⁴⁶ Great spa towns of Europe; Health&Wellness; preuzeto 26.12.2023.; Izvor: <https://www.greatspatownsofeurope.eu/discover-experience/bad-ems/health-wellness>

Tablica 3.: Swot analiza Daruvarskih toplica i Bad Ems

	Daruvarske toplice	Bad Ems
Snage	<ul style="list-style-type: none"> • Prirodni ljekoviti faktori: daruvarske toplice imaju bogatu termalnu vodu koja je poznata po svojim ljekovitim svojstvima. • Lokacija: nalaze se u mirnom i ruralnom okruženju, što pruža gostima opuštajuće iskustvo i blizinu prirode. • Povijest i tradicija: duga povijest lječenja i rehabilitacije te su prepoznate kao jedno od vodećih zdravstvenih odmarališta u regiji. • Raznolika ponuda: osim termalnih bazena, nude razne wellness usluge, medicinske tretmane i rekreacijske aktivnosti. 	<ul style="list-style-type: none"> • Povijest: duga povijest Bad Emsa kao prestižno termalno odmaralište, privlačeći goste iz cijelog svijeta. • Termalne vode: poznate po svojim ljekovitim svojstvima, posebno za lječenje reumatski oboljenja. • Kulturna baština: bogata kulturna ponuda uključuje arhitektonske znamenitosti, muzeje i povijesne spomenike. • Lokacija: smještene su u slikovitom brdskom području uz rijeku Lahn, pružajući mirnu i opuštajuću atmosferu.
Slabosti	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastruktura: moguće su potrebe za modernizacijom i poboljšanjem infrastrukture kako bi se osigurala bolja usluga gostima. • Marketing: potreba za jačim marketinškim naporima kako bi se privukli gosti iz drugih regija i zemalja. • Konkurencija: druga termalna odredišta u Hrvatskoj. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cijene: visoke cijene smještaja i usluga, što može ograničiti pristup određenim segmentima tržišta. • Sezonalnost: ovisnost o sezonskim posjetiteljima može uzrokovati oscilacije u приходima i posjećenosti tijekom godine. • Konkurencija: duga termalna odredišta unutar Njemačke i susjednih zemalja.
Prilike	<ul style="list-style-type: none"> • Razvoj wellness turizma: potencijal za proširenje ponude wellness usluga i atrakcija kako bi se privukli novi gosti. • Internacionalizacija: mogućnost privlačenja inozemnih gostiju kroz ciljane marketinške kampanje i suradnju s putničkim agencijama. • Investicije: prilike za ulaganje u nove sadržaje i usluge kako bi se poboljšala konkurentnost i privukli više posjetitelja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversifikacija ponude: postoji mogućnost proširenja ponude i wellness i rekreacijskih aktivnosti kako bi se privukli novi gosti. • Marketinške strategije: razvoj ciljanih marketinških kampanja i suradnji s putničkim agencijama kako bi se privukli inozemni gosti. • Inovacije: investicije u nove tehnologije i atrakcije kako bi se unaprijedila konkurentnost i iskustvo gostiju.
Prijetnje	<ul style="list-style-type: none"> • Sezonalnost: ovisnost o sezonskim turističkim kretanjima može predstavljati izazov u održavanju stabilnosti prihoda tijekom cijele godine. • Ekonomska nestabilnost: fluktuacije u gospodarstvu mogu utjecati na potrošnju i putovanja, što može utjecati na posjećenost. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ekonomska nestabilnost: fluktuacije u gospodarstvu mogu utjecati na putničke budžete i porošnju, što može utjecati na posjećenost i prihode. • Promjene u turističkim trendovima: promjene preferencija i potreba gostiju mogu zahtijevati prilagodbe u ponudi i marketinškim strategijama.

	<ul style="list-style-type: none">• Konkurencija: postoji opasnost od jačanja konkurencije s drugim termalnim destinacijama koje nude slične usluge.	
--	--	--

Izvor: izrada autora; 14.02.2024.

Zaključak

Korištenjem geotermalne energije u turizmu može se u potpunosti doći do održivog i zelenog turizma koji doprinosi očuvanju okoliša i smanjenju emisija CO₂, ali isto tako ima potencijal unaprjeđenja života lokalnog stanovništva u turističkim destinacijama, te doprinosi razvoju samoga gospodarstva. Značajna potrošnja energije, posebno tijekom zimskih mjeseci kada je potrebno zagrijavati velike prostore kao što su hoteli, rezultira generiranjem velikih količina stakleničkih plinova. Stoga je geotermalna energija idealan oblik energije, jer se može upotrebljavati za zagrijavanje prostora velikih površina upotrebom horizontalnih i vertikalnih sustava u područjima gdje nisu dostupni površinski izvori tople vode. U prostorima gdje su dostupni otvoreni ili zatvoreni sustavi tople/vruće vode ona se osim za grijanje turističkih kompleksa može kvalitetno iskoristiti za proizvodnju električne energije. Njezina važnost za turizam osim energetskog smisla u kojemu doprinosi smanjenju potrošnje energije leži u blagodatima voda koje su bogate mineralima koji omogućuju razvoj zdravstvenog i Wellness turizma, ali isto tako danas značajno utječu na razvoj drugih turističkih segmenata kao što je sport i rekreacija te ostali specifični oblici turizma. Na samome primjeru daruvarski toplica i primjera Bad Emsa, možemo uvidjeti upravo kako geotermalna energija može transformirati regiju u vodeću destinaciju zdravstvenog turizma. Služe kao povijesni primjer važnosti geotermalne energije za pojedine zajednice, gdje je ovaj oblik energije upravo bio glavni pokretač lokalne ekonomije.

Samom primjenom geotermalne energije u konačnici ne samo da pridonosimo smanjenju štetnih emisija CO₂ i potrošnji energije. Pridonosimo ukupnom razvoju neke destinacije ili lokalne zajednice, razvojem novi tehnologija i njihovom implementacijom na nekom području. Potičemo razvoj istraživanja i stvaranja novih spoznaja na koje sve nove načine možemo koristiti geotermalnu energiju, te koje blagodati ona ima za ljude. Kroz povijest je ostavila neizbrisiv trag u razvoju turizma, te nam danas uz razvoj novih tehnologija pruža mnoge mogućnosti za daljnji razvoj turizma i stvaranje nekih novih turistički proizvoda.

Bibliografija

Daruvarske toplice; O nama; preuzeto 23.12.2023; izvor: https://www.daruvarske-toplice.hr/hrvatski/o-nama_3/

EHHTA; Bad Ems; preuzeto 26.12.2023.; Izvor: <https://historicthermaltowns.eu/portfolio/bad-ems-germany-2/>

Europska komisija; Ciljevi u pogledu energije iz obnovljivih izvora; preuzeto 13.12.2023, izvor: (https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en?prefLang=hr&etrans=hr)

Europski parlament; Obnovljiva energija:ambiciozni ciljevi za Europu; preuzeto 13.12.2023, izvor:(<https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20171124STO88813/obnovljiva-energija-ambiciozni-ciljevi-za-europu>)

Europska komisija; Mehanizam EU-a za financiranje energije iz obnovljivih izvora; preuzeto 13.12.2023, izvor: (https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/financing/eu-renewable-energy-financing-mechanism_en?prefLang=hr&etrans=hr)

Eko.Zagreb.hr; Energija sunca (<https://eko.zagreb.hr/energija-sunca/85/>); pristupljeno 10.12.2023.

Eko.Zagreb.hr; Energija vjetra (<https://eko.zagreb.hr/energija-vjetra/84/>); pristupljeno 10.12.2023.

Grad Daruvar;Daruvar kroz povijest; preuzeto 23.12.2023. izvor: <https://daruvar.hr/daruvar-kroz-povijest/>

Great spa towns of Europe; Helth&Wellness; preuzeto 26.12.2023.; Izvor: <https://www.greatspatownsofeurope.eu/discover-experience/bad-ems/health-wellness>

Krstinić Nižić, Marinela; Ekonomski učinci obnovljivih izvora energije u turističkoj destinaciji, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu; Opatija 2010.g.

Krstinić Nižić, Marinela; Blažević Branko- Gospodarenje energijom u turizmu, Sveučilište u Rijeci; Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2017.g

Potočnik Vladimir ., Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb 2002.

Michael Hamilton; Analiza energetske politike- pojmovni okvir; izdavač: Visoka škola međunarodnih odnosa i diplomacije Dag Hammarskjöld, ožujak 2018. godine

Narodne novine; Strategija energetske razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050.godinu;preuzeto 14.12.2023.,Izvor:(https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_25_602.html)

PLAN RAZVOJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030. GODINE, Zagreb, listopad 2022. godine, preuzeto:17.12.2023

(https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA%20ZA%20ENERGETIKU/Naftno%20rudarstvo%20i%20geotermalne%20vode/Plan%20razvoja%20geotermalnog%20potencijala%20Republike%20Hrvatske_0510_1033.pdf)

Thermal Tourism And Spa Heritage In Europe; The Case Of Ehtta European Historic Thermal Towns Association; Mario Crecente Maseda, Silvia González Soutelo I Paul Simons; Ehtta 2018; preuzeto 22.12.2023; Izvor: <https://historicthermaltowns.eu/downloads/ThermalTourismAndSpaHeritageEurope-ehtta.pdf>

Popis ilustracija

Slike

Slika 1. Aktivni prostori u 2022.g. na kojima se obavlja gospodarska djelatnost eksploatacije i istraživanja geotermalne vode u energetske svrhe u Republici Hrvatskoj	18
Slika 2. Depresije Hrvatskog dijela Panonskog bazena.....	19

Tablice

Tablica 1.: Ukupan udio obnovljivih izvora energije po segmentima za period od 2020. do 2022. godine	14
Tablica 2: Dolasci, noćenja i prosječan boravak turista na području Daruvar- Papuk od siječnja do prosinca 2021-2022. godine.....	29
Tablica 3.: Swot analiza Daruvarskih toplica i Bad Ems.....	31