

KOLEGJI ESLG

Energjia Gjeotermale Përdorimi dhe Funksonimi i saj

Master Diploma

Agnesa Mazrekaj

Prishtinë, 2022

KOLEGJI ESLG

Energjia Gjeotermale Përdorimi dhe Funksonimi i saj

Master Diploma

Student:	Agnesa Mazrekaj
Enrollment No.:	1008262018
Study Program:	Menaxhimi i Patundshmerive dhe Infrastrukturës
Mentor:	Prof. Dr. Visar Hoxha

Prishtinë, 2022

## DEKLARATA E AUTORSISE

Me këtë nënshkrim konfirmoj se:

Kjo tezë është vetëm rezultat i hulumtimit tim;

- Kjo tezë është përgatitur në përputhje me udhëzimet teknike për përgatitjen e tezave të ESLG dhe është rishikuar siç kërkohet nga mentori im dhe komiteti i tezës;
- Jam siguruar që veprat dhe pikëpamjet e autorëve të tjerë që kam përdorur në këtë tezë janë referuar ose cituar në përputhje me udhëzimet e Fakultetit;
- Unë jam e vetëdijshme se plagjiatura - paraqitja e veprës ose idesë origjinale të një tjetri, qoftë në formën e një citimi, parafrazimi ose paraqitjeje grafike, si vepër ose ide e imja - dënohet me ligj, LIGJI Nr. 04/L-065

PËR TË DREJTAT E AUTORIT DHE TË DREJTAT E PËRAFËRTA.

- Versioni elektronik i kësaj teze është aprovuar teknikisht dhe është i përshtatshëm dhe me këtë jap pëlqimin tim për Bibliotekën e Universitetit që ta publikojë atë në uebfaqe, në varësi të kushteve që lejojnë riprodhimin, shpërndarjen dhe bërjen publike të disponueshme dhe përkthimin për qëllime jo-komerciale dhe me kusht që autorësia e veprës origjinale të jepet në mënyrë të përshtatshme. Në rast se vetëm një pjesë e tezës riprodhohet ose shpërndahet, ajo duhet të akuzohet qartë. Leja për transferimin e mëtejshëm të të drejtave të fituara në përputhje me këtë pikë zbatohet edhe për transferimin e të drejtave në bibliotekat dhe depot dixhitale me qasje të lirë.

Prishtinë, 22.07.2022

Agnesa Mazrekaj

## FALENDERIMET

Gjdo rrugëtimi të suksesshëm i paraprinë mundë dhe vështirësi, të cilat këto nuk kalohen vetëm. Si fillim një falendërim i madhë është për zotin që ma mundësoj të kem sukses në rrugën e dijes, pastajë familjes sime dhe njerëzve që më qëndruan pranë dhe më mbështetën.

Falenderoj mentorin tim, **Prof. Visar Hoxha**, për mbështetjen, inkurajimin dhe udhëzimet e vlefshme të cilat synonin drejtë ngritjes së nivelit të punimit. Një falenderim tjetër shkonë për të gjithë profesorët e Kolegjit ESLG në Prishtinë të cilët kontribuan me njohurit e tyre gjatë kohës së studimit në veçanti për **Prof. Fuat Pallaska** i cili më ka ndihmuar me këshillat e tij rreth punimit të temës së diplomës. Faleminderoj në veçanti të gjithë kolegët e mi të cilët ishin shoqërues të mi gjatë këtij rrugëtimi akademik.

Një falenderim shumë i sinqert i dedikohët familjes sime, për durimin, dhe përkrahjen në të gjitha etapat e ngritjes sime akademike. Ky rrugëtim nuk do të ishte i mundur pa përkrahjen e tyre.

*Ky titull akademik ju dedikohet Gjyshës dhe Nënës sime pa mbështetjen e te cilave nuk do të ishte i realizueshëm, ju jam mirënjohëse përherë.*

## **ABSTRAKT**

Energjia Gjeotermale është burim nga Toka, përmes këtij burimi nëntoksor buron ujë të nxehtë nga i cili kemi të mira dhe mundësi për shfrytëzim, po ashtu dhe të ardhura e përfitime të mira, sepse energjin gjeotermal e shfrytëzojm edhe për energji elektrike dhe burimin e ujit të nxehtë për ngrohje të objekteve të banimit, duke shtuar kështu edhe përdorimin në bujqësi. Energjia Gjeotermale është një teknologji pak e shfrytëzuar me potenciale të konsiderueshme për furnizim të energjisë pa karbon, mirëpo mbartë rreziqet komerciale. Po ashtu përdorimi i drejtpërdrejtë i energjisë gjeotermale është një nga format më të vjetra, më të gjithanshme dhe më të zakonshme të përdorimit të energjisë gjeotermale. Ndërsa pompat e nxehtësisë gjeotermale (me burim tokësor) kanë përdorimin më të madh të energjisë dhe kapacitetin e instaluar në mbarë botën, duke zënë 70,95% të kapacitetit të instaluar dhe 55,30% të përdorimit vjetor të energjisë. Energjia Gjeotermale është një kategori që ka aplikime në 15 vende te botës, njësoj si në vitin 2010 e tutje, këto operacione priren të jenë të mëdha dhe të kenë konsum të lartë energjie, shpesh duke funksionuar gjatë gjithë vitit, ndërsa nuk jepet asnjë arsye për uljen e përdorimit vjetor të energjisë dhe faktorit të kapacitetit, megjithatë, kjo mund të jetë për shkak të funksionimit dhe përdorimit më efikas të energjisë, ose për shkak të më pak orësh pune në vit. Energjia Gjeotermale është një burim i brendshëm i energjisë së qëndrueshme dhe të rinovueshme, mund të zëvendësojë forma të tjera të përdorimit të energjisë, veçanërisht lëndët djegëse fosile, gjithashtu për shumë vende, energjia gjeotermale çon në një reduktim të varësisë së tyre nga karburantet e importuara dhe për të gjitha vendet nënkupton eliminimin e ndotësve si grimcat dhe gazrat e ndryshëm.

**Fjalët kyçe:** Energjia gjeotermale, burimi, toka, përdorimi, funksionimi, ngrohja

## **ABSTRACT – Geothermal Energy**

Geothermal energy is a source from the Earth, through this underground source springs hot water from which we have goods and opportunities for use, we use geothermal energy for electricity and a source of hot water for heating residential buildings, we can also to use and for agriculture. Geothermal energy is a little-used technology with significant potential for carbon-free energy supply, but it carries commercial risks. Direct use of geothermal energy is also one of the oldest, most comprehensive and most common forms of geothermal energy use. While geothermal (ground source) heat pumps have the largest energy use and installed capacity worldwide, accounting for 70.95% of installed capacity and 55.30% of annual energy use. Geothermal energy is a category that has applications in 15 countries around the world, the same as in 2010 onwards, these operations tend to be large and have high energy consumption, often operating throughout the year, while giving no reason for reduction of annual energy use and capacity factor, however this may be due to more efficient operation and use of energy, or due to fewer working hours per year. Geothermal energy is an internal source of sustainable and renewable energy, it can replace other forms of energy use, especially fossil fuels, also for many countries, geothermal energy leads to a reduction of their dependence on imported fuels and for all countries means the elimination of pollutants such as various particles and gases.

**Keywords:** Geothermal energy, source, land, use, operation, heating

## PËRMBAJTJA E PUNIMIT

1 KAPITULL .....	11
1.1 HYRJE .....	11
1.1.1 Analizë e hyrjes .....	11
1.2 QËLLIMI DHE RËNDËSIA E PUNIMIT .....	12
1.3 OBJEKTIVAT E PUNIMIT .....	12
1.4 METODA E PUNIMIT .....	12
1.5 PYETJA KËRKIMORE DHE HIPOTEZAT .....	13
2 KAPITULL .....	14
2.1 RISHIKIMI I LITERATURËS.....	14
2.1.1 Hyrje.....	14
3 KAPITULL .....	17
3.1 BURIMI I ENERGJIS GJEOTERMALE .....	17
3.1.1 Definicioni i përgjithshëm.....	17
3.2 SISTEMET HIDROTERMALE NATYRORE .....	20
3.3 SISTEMET ME GJEOPRESION .....	21
3.4 GURI I THATË I NXEHTË.....	22
3.5 MAGMA .....	23
3.6 SISTEMET ULTRA TË SHKALLËS SË ULTË.....	23
3.7 MARKETET PËR ENERGJI GJEOTERMALE .....	24
4 KAPITULL .....	26
4.1 MADHËSIA DHE SHPËRNDARJA E BURIMEVE GJEOTERMALE.....	26
4.1.1 Korniza e përgjithshme e punës dhe termonologjia .....	26
4.2 CILËSIA E ENERGJISË GJEOTERMALE.....	26
4.3 BAZA TË BURIMEVE DHE VLERËSIMI REZERVË .....	26
4.4 OPERACIONI PRAKTIK DHE PAJISJET PËR RIKTHIM TË ENERGJISË .....	29
4.4.1 Shpimi dhe fushat e zhvillimit.....	29
4.4.2 Prodhimi i fluidit të rezervuarit.....	30
4.4.3 Shfrytëzimi i drejtpërdrejtë jo elektrik i ngrohjes .....	33
4.4.4 Aplikimet e ngrohjes direkte .....	33
4.4.5 Gjenerimi i energjisë elektrike.....	35
4.4.6 Zgjedhja e punës lëngut.....	36
4.4.7 Kriteret inxhinierike të projektimit .....	37
4.4.8 Turbina.....	38
4.4.9 Pompat .....	39
4.4.10 Ngrohja e dërguar dhe shpërndarja e energjisë .....	40
4.4.11 Përparimet e nevojshme për hulumtim dhe zhvillim .....	40
4.4.12 Teknologjia hulumtuese dhe e rezervuarit.....	41
4.4.13 Potenciali për afat të gjatë.....	41
5 KAPITULL .....	42
5.1 NATYRA E BURIMEVE GJEOTERMALE.....	42

5.1.1 Motori termik i tokës .....	42
5.2 SISTEMET GJEOTERMALE PËRCAKTIMI DHE KLASIFIKIMI .....	44
5.3 BURIMET GJEOTERMALE.....	45
5.4 OBJEKTIVAT E EKSPLORIMIT TË ENERGJISË GJEOTERMALE .....	47
5.4.1 Metodatat e eksplorimit .....	47
5.4.2 Program eksplorimi.....	49
5.4.3 Pëdorimi dhe shfrytëzimi i burimeve gjeotermale.....	50
5.4.4 Përdorimi i drejtpërdrejtë i nxehtësisë .....	52
5.5 MENAXHIMI PËRDORIMI DHE KLASIFIKIMI I RESURSEVE ENERGJETIKE .....	55
5.5.1 Përdorimi i resurseve energjetike.....	56
5.5.2 Klasifikimi i resurseve energjetike .....	57
5.5.3 Energjia gjeotermale.....	57
5.5.4 Ekonomia e Energjisë Elektrike.....	58
5.5.6 Veçoritë termike të ujit dhe avullit.....	59
5.5.7 Nxehtësia dhe Temperatura.....	60
5.5.8 Transferimi i nxehtësisë .....	60
5.6 ENERGJIA GJEOTERMALE DHE NXJERRJA E NXEHTËSIS.....	62
5.6.1 Nxjerrja e nxehtësisë nga një akuifer.....	63
5.6.2 Nxjerrja e nxehtësisë nga gurrët e nxehtë dhe të thatë.....	64
5.6.3 Pompat gjeotermale të nxehtësisë.....	64
5.6.4 Ekonomia dhe potenciali i energjisë gjeotermale .....	65
6 KAPITULL .....	67
6.1 TEKNOLOGJIA E POMPËS SË NXEHTËSISË GJEOTERMALE .....	67
6.1.1 Teknologjia për përdorimin e drejtpërdrejt të nxehtësisë .....	71
6.2 PRODHIMI I ENERGJISË.....	75
6.3 ZHVILLIMI I PROJEKTIT GJEOTERMAL.....	79
6.4 NDIKIMI NË MJEDIS .....	82
6.5 E TASHMJA DHE E ARDHMJA .....	83
7 KAPITULL .....	86
7.1 ANALIZIMI I METODOLOGJISË HULUMTUESE.....	86
7.1.1 Hyrje .....	86
7.2 KONCEPTI I INSTRUMENTIT HULUMTUES.....	86
8 KAPITULLI .....	93
8.1 ANALIZIMI I HIPOTEZAVE .....	93
8.1.1 Përshkrimi i hyrjës .....	93
8.2 GJETJET NË BAZË TË HIPOTEZËS SË PARË.....	93
9 KAPITULL .....	94
9.1 KONTRIBUTET DHE KUFIZIMET .....	94
9.2 KONTRIBUTET E STUDIMIT.....	94
9.3 KUFIZIMET E STUDIMIT .....	94
10 KAPITULL 1.....	95



10.1 KONKLUSIONE DHE REKOMANDIME .....	95
10.2 REKOMANDIME .....	95
11 KAPITULL .....	96
11.1 LITERATURA DHE BURIMET E KËRKUARA.....	96
11.2 MONOGRAFITË DHE LIBRA.....	96
11.3 ARTIKUJ DHE REVISTA SHKENCORE .....	96
Pyetësor rreth shfrytëzimit të Energjisë Gjeotermale në Kosovë.....	98

APPENDIX 1: Formati i struktures të Temës së Diplomës Master

APPENDIX 2: Ballina e struktures së brëndshme të Temës së Diplomës Mastër

APPENDIX 3: Pyetësori për Përdoirmin e Energjisë Gjeotermale

APPENDIX 4: Tabela e Figurave, Tabela e Tabelave, Lista e Akronimve

## TABELA E FIGURAVE

Figura 1. Vazhdimësia gjeotermale karakterizon burime në tre dimensione: temperatura e gradientit (VT), sasia geofluidë dhe përshkrushmëria / poroziteti. ....	18
Figura 2. Karakteristikat tipike të një sistemi të rezervuarit natyror hidrotermal gjeotermal.....	20
Figura 3. Koncepti i rezervuarit të gurit të thatë të nxehtë me formacion të ulët të depertueshmërisë.....	22
Figura 4. Thellës të idealizuara kundrejt profilit të temperaturave për një burim hipotetike 40 °C / km gjeotermale.....	24
Figura 5. Përdorimi franksional i energjisë së shpërndarë si një funksion i përdorimit të temperaturave për aplikacione jo – elektrike nën 300 °C, funksioni $fE_i$ të $T_i$ është thjesht derivat i përdorimit të energjisë kumulative në atë temperatur të veçant. ....	25
Figura 6. Shpenzimet e shpimit për pusët e përfunduara duke treguar efektin e teknologjisë së përparuar lineare të shpimit.....	31
Figura 7. Kufizimi i rasteve të idealizuara të përdorura në modelimin tërheqja termike e rezervuarit gjeotermal (a) media isotropike dhe (b) fraktura e rrafshët më një hapje drejtkëndëshe. ....	31
Figura 8. Kthesat e tërheqjes parametrike të energjisë termike për një thyerje të vetme të idealizuar rrethore me rreze R.....	32
Figura 9. Nomogramë konceptuale e projektimit për formacione të përshkrushmërisë së ulët me një nivel të caktuar të tërheqjes (50% në 20 vjet punë), distancat e ndarjes puslindjes (d) që përcaktojnë madhësinë e vetme ose të shumëfishta të thyerjes janë treguar si një funksion i nivelit fillestar të energjisë termike ( $P(t = 0)$ ), normat e rrjedhës dhënë në kg/s dhe në gal/min (gpm).....	33
Figura 10. Mundësitë e shfrytëzimit të energjisë për burimet gjeotermale. ....	34
Figura 11. Varg tipik i efikasitetit të ciklit të parashikuara central të energjisë gjeotermale.....	36
Figura 12. Seksioni kryq skematik që tregon proceset tektonike të pllakave. ....	43
Figura 13. Modeli botëror i pllakave, kreshtave oqeanike, llogore oqeanike, zona subduksioni dhe fusha gjeotermale. Shigjetat tregojnë drejtimin e lëvizjes së pllakave drejt zonave të nënshtrimit. (1) Fushat gjeotermale që prodhojnë energji elektrike, (2) kreshtat mes-oqeanike të kryqëzuara nga defekte transformuese (thyerje të gjata tërthore), (3) zonat e nënshtrimit, ku pllaka nënshtruese përkulet poshtë dhe shkrihet në asthenosferë.....	44
Figura 14. Paraqitja skematike e një sistemi gjeotermal ideal. ....	45
Figura 15. Modeli i një sistemi gjeotermal. Kurba 1 është kurba e referencës për pikën e vlimit të ujit të pastër. Kurba 2 tregon profilin e temperaturës përgjatë një rruge tipike qarkullimi nga rimbushja në pikën A deri në shkarkimin në pikën E (Nga White, 1973). ....	45
Figura 16. Diagrami që tregon kategoritë e ndryshme të burimeve gjeotermale. (Nga Muffler dhe Cataldi, 1978). Aksi vertikal është shkalla e realizueshmërisë ekonomike; aksi horizontal është shkalla e sigurimit gjeologjik.....	46
Figura 17. Burimi i energjisë gjeometrike.....	57

Figura 18. Prodhimi i energjisë elektrike nga burimet gjeotermale .....	58
Figura 19. Sistemet me lak te hapur dhe te mbyllur GSHP. ....	67
Figura 20. Sistemi GSHP me lak të hapur në detaje: a) shkëmbyesi i nxehtësisë. b) pus abstraksioni, c) injeksion i mirë.....	68
Figura 21. GSHP me lak të mbyllur, sistem linear horizontal.....	68
Figura 22. GSHP me lak të mbyllur, sistem vertikal.....	69
Figura 23. GSHP me lak të mbyllur, sistem shportash. ....	69
Figura 24. Skica e Magazinimit të Energjisë Termike të Borehole, BTES, në fazën e ftohjes së verës (majtas) dhe fazën e ngrohjes të dimrit (djathtas). ....	70
Figura 25. Skica e Depozitimit të Energjisë Termike të Aquifer, ATES, në fazën e ftohjes së verës (majtas) dhe fazën e ngrohjes të dimrit (djathtas). ....	71
Figura 26. Diagrami i thjeshtuar i rrjedhës për avullin e drejtpërdrejtë, termocentralin gjeotermik atmosferik të shkarkimit. ....	75
Figura 27. Diagrami i thjeshtuar i rrjedhës për avullin e drejtpërdrejtë, kondensimin e termocentralit gjeotermik. ....	76
Figura 28. Diagrami i thjeshtuar i rrjedhës për termocentralin gjeotermal me ndezje të vetme. ....	76
Figura 29. Diagrami i thjeshtuar i rrjedhës për termocentralin binar gjeotermik ORC.....	77
Figura 30. Fazat e zhvillimit të një projekti gjeotermik. ....	80
Figura 31. Histogrami .....	86
Figura 32. G. i probabilitetit .....	87
Figura 33. G. i normalitetit pa prirje .....	87

## **TABELA E TABELAVE**

Tabela 1. Vlersimet e bazës së burimeve gjeotermale në mbarë botën – përbërja totale e energjisë termike në vend (Q). ....	29
Tabela 2. Aksionet Kosto e teknologjisë të ndryshme gjeneruese elektrike.....	59
Tabela 3. Energjia gjeotermale, gjenerimi i energjisë elektrike dhe përdorimi i drejtpërdrejtë në fund të vitit 1999.....	66
Tabela 4. Statistika deskriptive.....	88
Tabela 5. Testet e normalitetit.....	89
Tabela 6. Model Summary .....	89
Tabela 7. Koeficientet.....	90
Tabela 8. ANOVA .....	90
Tabela 9. Koeficientet.....	91
Tabela 10. Korrelacioni.....	92

## **LISTA E AKRONIMEVE**

HDR: Guri i Nxet i Thatë

GHP: Pompa gjeotermle e Ngrohjes

COP: Koeficienti i Përformancës

ERPI: Institut i Kërkimeve të Energjisë Elektrike

CSAMT: Metoda Audiomegnetotelurike e Burimit të Kontrolluar

MT: Metoda Kla

# 1 KAPITULL 1

## 1.1 HYRJE

### 1.1.1 Analizë e hyrjes

Që nga lashtësia e deri më sot energjia ka ndikuar në ndryshimin dhe përmirësimin e kushteve të jetesës së njerzimit, po ashtu për plotësimin e këtyre nevojave njeriu shfrytëzon në mënyrë të pandërprerë resurset natyrore.

Sipas autorit të njohur për menaxhimin e resurseve natyrore Ibrahim Ramadani shfrytëzimi i resurseve energjetike nga ana e njeriut është faktor themelor që përcakton nivelin e zhvillimit të përgjithshëm shoqëror – ekonomik, pe randaj ardhmja e njerzimit nuk mund të paramendohet pa shfrytëzimin permanent dhe racional të resurseve natyrore, mirëpo gjatë evolucioni të njerzimit ekzistonin sisteme të ndryshme shoqërore – ekonomike që dallonin për nga niveli i përdorimit të energjisë.<sup>1</sup>

Është më rëndësi të ceket se përdorimi i resurseve energjetike ka filluar para 460 mijë vjetë më parë, atëherë kur në territorin e Kinës së sotme për herë të parë në historinë e njerzimit përdoret zjarri, mirëpo zjarri në fillimë u përdorë për ngrohje e pastaj për përgaditjen e ushqimit e të tjera gjera.

Sipas autorve Kroat Sljivac dhe Simic në librinë burimet e ripërtrishme të energjis ku duke marrë parasysh përdorimin e resurseve natyrore në prodhimin e energjis, tani rreth 66.9% e energjisë elektrike në botë përfitohet nga termocentralet, rreth 17% nga hidrocentralet, rreth 15.8% nga centralet bërthamore dhe 3% nga centralet gjeotermale etj.<sup>2</sup>

Ndërsa Energjia gjeotermike ka një llojshmeri të gjerë përdorimesh, mund të përdoret në centrale të mëdha gjeotermik për prodhimin e elektriciteti ose ne impiante te vogla gjeotermike, ato mund të vendosen në shtepite e secilit prej nesh që deshironë, gjithashtu energjia gjeotermike është burim i energjis më i përhapur në krahasim me resurset e tjera të cilat nuk gjenden në çdo vend të botës.

Për miliona vjet ndikimi i jetës në Tokë ishte neutral ndaj energjisë, mirëpo përgjatë historisë shfrytëzimi i energjisë në forma të ndryshme ka paraqitur sfidë të madhe dhe ka stimuluar zbulimin shkencor, mirëpo teknologjit e sotme janë rezultat i përparimeve në të kuptuarit e shkencës, inspirimit, dhe përmirësimit gradual në dizajnimin inxhenerik gjatë shumë shekujve.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Ramadani, 2013, p. 219.

<sup>2</sup> Sljivac, Simic, 2009, p. 37.

<sup>3</sup> Andrews, Jelley, 2007, p. 16.

## **1.2 QËLLIMI DHE RËNDËSIA E PUNIMIT**

Kur kemi të bëjmë me punime shkencore qëllimi ynë është të arrijmë majat e synimeve tona në lidhje me temat që i kemi vënë synim ti studiojmë. Finalizimi sa më i suksesshëm do arrihet kur kemi bërë një hulumtim të mirëfilltë në lidhje me temën dhe kemi arritë rezultat.

Rëndësia e këtij punimi është që përmes hulumtimit dhe analizës të njihemi sa më shumë me burimet alternative të energjisë, si dhe të japim ide të cilat mundë të hynë në funksion që një ditë të kemi burime alternative të mjaftueshme energjetike të shfrytëzueshme ku dëmet mjedisore të jenë minimale.

Qëllimi primar është të njihemi me energjinë gjeotermale e cila përcaktohet si nxehtësi natyrore nga brenda tokës dhe është prezente kudo nën të, do njihemi më rëndësinë e saj, mënyrën se si mund të kemi qasje, si dhe kapacitetet që i ofron vendi i ynë për shfrytëzim.

## **1.3 OBJEKTIVAT E PUNIMIT**

Objektiv kryesor kemi që hulumtim ynë të jetë në nivel të lartë akademik, të jetë i dobishëm edhe për të tjerët, literatura të jetë e klasifikuar dhe cilësore që nga hulumtimi të nxjerrim sa më shumë të dhëna të sakta se si duhet ti qasemi energjisë gjeotermale në vendin tonë. Edhe pse në mungesë të informatave tek ne kemi marr si shembull vendet fqinjë dhe modelet që ata kanë aplikuar në lidhje me energjinë gjeotermale.

## **1.4 METODA E PUNIMIT**

Për kryerjen e këtij studimi është grumbulluar dhe studiuar literaturë, që ka për qëllim analizën e arritjeve të deri tanishme dhe krijimin e bazës teorike për hulumtim të mëtejshëm. Metodologjia e studimit konsiston në një kërkim primar, dhe sekondar nëpërmjet shqyrtimit të literaturës, studimeve empirike.

Gjatë punimit kam përdorur metodën përshkruese, është bërë rishikimi i literaturës së autorëve të ndryshëm ndërkombëtar dhe atyre shqiptarë.

Metodë tjetër e përdorur në punim është metoda sasiore të mbledhjes së të dhënave, gjegjësisht është përdorur pyetësori për mbledhjen e të dhënave.

## **1.5 PYETJA KËRKIMORE DHE HIPOTEZAT**

Në bazë të hulumtimit shkencorë të literaturës së rishikuar, ne e formulojmë pyetjen kryesore hulumtues ku pyetja është:

Pyetja kerkimore: Cilat janë burimet e energjisë gjeotermale, madhësia dhe shpërndarja e burimit të energjisë cilësia dhe veçorit e energjis gjeotermale?

Hipoteza: Burimet e energjis gjeotermale janë të ndryshme dhe madhësia e shpërndarjes së energjisë është e plotë dhe cilësore.

## 2. KAPITULL 2

### 2.1 RISHIKIMI I LITERATURËS

#### 2.1.1 Hyrje

Duke krahasuar përfitimet e energjisë gjeotermale me burimet e tjera të rinovueshme të energjisë, avantazhi kryesor i energjisë gjeotermale është se ngarkesa e saj bazë është e disponueshme 24 orë në ditë, 7 ditë në javë, ndërsa dielli dhe era janë të disponueshme vetëm rreth një të tretën e kohës. Përveç kësaj, kostoja e energjisë gjeotermale varion midis 5 dhe 10 cent për kilovat-orë, e cila mund të jetë konkurruese me burimet e tjera të energjisë, si qymyri. Disavantazhi kryesor i zhvillimit të energjisë gjeotermale është kostoja e lartë e investimit fillestar në ndërtimin e objekteve dhe infrastrukturës dhe rreziku i lartë i provës së burimeve. Megjithatë, pasi të vërtetohet burimi nën tokë, kostoja është e ulët dhe priret të mos përshkallëzohet në çmim.<sup>4</sup>

Në përgjithësi energjia gjeotermale përbëhet nga energji termike të ruajtura në koren e tokës. Praktikisht specifikimet e sakta të një burimi gjeotermal varet pjeserisht nga aplikimi i veçantë ose nga shërbimet e energjisë që ofrohet. Energjia termike në tokë shpërndahet në mes të shkëmbit përbërës pritës dhe lëngut natyror që është përfshirë në frakturat e saja dhe poret në temperaturat mbi nivelet e ambientit. Këto lëngje janë kryesisht të ujit më kripra të tretura të ndryshme të shumta. Në mënyrë tipike në gjëndjen e tyre *situ* natyrale, mirëpo ata janë të pranishëm si lëng ose si një fazë e lëngshme superkritike, por nga njëherë mund të përbëhet nga një fazë e ngopur ose e tej nxehur e vaporit të avullit. Burimet aktualisht më të përdorshme gjeotermale për prodhimin e energjisë elektrike rezultojnë nga ndërhyrja e magmës (shkëmbinjëve të shkrirë që derdhen) nga thellësit e mëdha (> 30 km) në korën e tokës, mirëpo këto ndërhyrje zakonisht arrijnë thellësinë prej 0 deri në 10km.<sup>5</sup>

Fenomenet lokale dhe rajonale gjeologjike dhe tektonike luajnë një rol të madh në përcaktimin e lokacionit (thellësis dhe pozitën) dhe cilësisë (kimi fluide dhe temperatura) për një burimë të veçant. Për shëmbull, rajonet me rrjedhojë më të lartë se normale të ngrohjes janë të lidhura me kufijët e pllakave tektonike dhe me zonat e ngjarjeve të fundit gjeologjike vullkanike (më të rini se rreth një milion vjet në rastin e ndërhyrjeve të mëdha magmatike të 10 – 100 km). Kjo është arsyeja pse njerëzit shpesh asocojnë energji gjeotermale me vende të veçanta si Islanda, Zelanda e Re apo Japonia (kufijt pjatë) ose me Yellowstone National Park apo në fushën Larderello në Itali (vulkanizmi i fundit), dhe ata shpërfillin të marrin në konsideratë mundësitë e energjisë gjeotermale për rajonet e tjera.<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> Rafferty, 1994, p. 82.

<sup>5</sup> Tester et al., 2014, p. 545.

<sup>6</sup> Ibid.



Dallimi në temperaturën midis zonave të thella të nxehta dhe zonave më të ftohta të cekëta gjeneron një rrjedhë përcjellëse të nxehtësisë nga e para drejt kësaj të fundit, me një tendencë për të krijuar kushte uniforme, edhe pse, siç ndodh shpesh me fenomenet natyrore, kjo situata nuk arrihet kurrë në të vërtetë. Rrjedha mesatare e nxehtësisë tokësore e kontinenteve dhe oqeanet janë 65 dhe 101 mWm<sup>-2</sup>, respektivisht, të cilat, kur ponderohen, japin një nivel global mesatarja prej 87 mWm<sup>-2</sup>. Këto vlera bazohen në 24,774 matjet në 20,201 vende që mbulojnë rreth 62% të sipërfaqes së Tokës. Empirike vlerësuesit, referuar njësisë të hartave gjeologjike, mundësuan që prurja e nxehtësisë të vlerësohet në zona pa matje. Analiza e rrjedhës së nxehtësisë nga Pollack et al. (1993) është më i shumti e fundit në formë të shtypur. Universiteti i Dakotës së Veriut aktualisht po siguron qasje përmes internet në një bazë të dhënash të azhurnuar të rrjedhës së nxehtësisë që përfshin të dhëna për oqeanet dhe kontinentet zonat. Temperatura rritet me thellësinë, si dhe vullkanet, gejzerët, burimet e nxehta, etj., janë në një kuptim shprehja e dukshme ose e prekshme e nxehtësisë në brendësi të Tokës, por kjo nxehtësi krijon edhe fenomene të tjera që janë më pak të dallueshme nga njeriu, por të madhësi të tillë që Toka është krahasuar me një 'motor termik' të madh. Ne do të përqipemi të përshkruajmë këto fenomene, të referuara kolektivisht si tektonika e pllakave në terma të thjeshtë dhe lidhjen e tyre me burimet gjeotermale.<sup>7</sup>

Kriteri më i zakonshëm për klasifikimin e burimeve gjeotermale është, ai bazuar në entalpinë e lëngjeve gjeotermale që veprojnë si bartëse të transportimit të nxehtësisë nga shkëmbinjtë e thellë të nxehtë në sipërfaqe. Entalpia, e cila mund të konsiderohet pak a shumë proporcional me temperaturën, përdoret për të shprehur përmbajtjen e nxehtësisë (energjisë termike) të lëngjeve, dhe jep një ide të përafërt të 'vlerës' së tyre. Burimet ndahen në të ulëta, burimet e entalpisë së mesme dhe të larta (ose temperaturës), sipas kriterëve që janë përgjithësisht bazuar në përmbajtjen e energjisë të lëngjeve dhe format e tyre të mundshme të shfrytëzimi.<sup>8</sup>

Për të ngrohur ose ftohur një hapësirë duhet të transferojmë nxehtësinë. Për këtë qëllim, ne mund të përdorim energjinë termike të ruajtur në tokë në thellësi të cekët, zakonisht 50-100 m në një maksimum prej 250 m. Nën një thellësi prej disa metrash temperatura nuk ndikohet nga ndryshimi sezonal i temperaturës së ajrit dhe është në thelb konstante dhe e barabartë me temperaturën mesatare vjetore të ajrit. Energjia termike e tokës mund të shfrytëzohet duke përdorur pompat e nxehtësisë, të cilat konvertojnë energjinë gjeotermale të temperaturës së ulët në energji termike në një temperaturë më të lartë duke shfrytëzuar vetinë fizike të lëngjeve për të thithur dhe lëshuar nxehtësi kur avullojnë ose kondensohen, respektivisht. Ata punojnë si frigorifer, duke lëvizur nxehtësinë nga një hapësirë (për ta mbajtur atë të freskët) dhe duke shkarkuar nxehtësi në temperaturë më të lartë. Ato janë bërë nga një qark i mbyllur ku qarkullon një lëng ftohës, zakonisht ujë ose lëngje të tjera jo të rrezikshme

---

<sup>7</sup> Dickson, Fanelli, 2004, p. 17.

<sup>8</sup> Ibid.

për mjedisin. Në varësi të temperaturës dhe gjendjes së presionit, lëngu ftohës është në gjendje të lëngët ose avull, dhe ngjeshet ose zgjerohet duke përdorur një energji të jashtme, zakonisht elektrike, për të lëvizur nxehtësinë. Sistemet e zakonshme të ajrit të kondicionuar funksionojnë në këtë mënyrë dhe shkëmbejnë nxehtësi me ajrin e jashtëm.<sup>9</sup>

Prodhimi i energjisë elektrike kryesisht ka nevojë për avull për të rrotulluar një turbinë që aktivizon një gjenerator, i cili prodhon energji elektrike. Shumica e termocentraleve përdorin akoma lëndë djegëse fosile për të zier ujë avulli, ndërsa termocentralet gjeotermale përdorin avullin e prodhuar ose të nxehtë nga lëngjet e nxehta nëntokësore. Tre lloje kryesore të teknologjisë janë në dispozicion: avulli i thatë, avulli i ndezur dhe ciklit binar, në varësi të karakteristikave të lëngut gjeotermik.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Manzella, 2017, p. 28.

<sup>10</sup> Ibid.

## 3 KAPITULL 3

### 3.1 BURIMI I ENERGJIS GJEOTERMALE

#### 3.1.1 Definicioni i përgjithshëm

Lëngjet gjeotermale me origjinë natyrore janë përdorur për gatime dhe larje që para fillimit të historisë së regjistruar, por kjo nuk kishte ndodhur deri në fillim të shekullit të 19-të që energjia gjeotermale të shfrytëzohet për qëllime industriale. Një nga rastet e para ishte përdorimi i avullit gjeotermal për ngrohjen e pondeve të avullimit në veprat acid borik pranë Larderello, Itali. Në vitin 1902 energjia elektrike ishte prodhuar për herë të parë duke përdorur avull gjeotermike në Larderello, mirëpo që nga ajo kohë zhvillime të tjera ishin të tilla si fushë më avull në Geysers, Kaliforni dhe sistemet e ujit të nxehtë në Wairakei, Zeland e Re, Cerro Prieto, Meksikë dhe Reikjavik, Islandë dhe në Indonezi dhe Filipine, ku kanë arritur një kapacitet të instaluar elektrik që gjeneronë për më shumë se 10,000 MW dhe një përdorim të drejtpërdrejtë, kapaciteti joelektrik prej më shumë se 100,000 MW (megavatërnik të energjisë) në fillim të shekullit të 21.<sup>11</sup>

Mekanizmat e burimit dhe transportit të ngrohjes gjeotermale janë unike për këtë burim energjie, ku nxitësia rrjedh nëpër koren e tokës me një normë mesatare prej  $5.9 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$  [ $1.4 \times 10^{-6} \text{ cal/(cm}^2 \cdot \text{s)}$ ] mbi mesataren. Ndërsa ndërhyrja e masave të mëdha të shkëmbinjëve të shkrirë që derdhën mund të rrisin këtë rrjedhë normale të ngrohjes në nivel lokal, por për shumicën e korës kontinentale, rrjedha e ngrohjes është për shkak të konvertimit të lart dhe realizimit të ngrohjes nga thelbi mbulesës tokës dhe të ngrohjes së gjeneruar nga prishja e elementeve radioaktive në kore, veçanërisht izotopet e kaliumit, uranimit dhe toriumit. Fenomenet lokale dhe rajonale gjeologjike dhe tektonike luajnë një rol të madh në përcaktimin e lokacionit (thellësis dhe pozitën) dhe cilësisë (kimi fluide dhe temperatura) për një burimë të veçant. Për shëmbull, rajonet me rrjedhojë më të lartë se normale të ngrohjes janë të lidhura me kufijt të pllakave tektonike dhe me zonat e ngjarjeve të fundit gjeologjike vullkanike (më të rini se rreth një milion vjet në rastin e ndërhyrjeve të mëdha magmatike të 10 – 100 km). Kjo është arsyeja pse njerëzit shpesh asocojnë energji gjeotermale me vende të veçanta si Islanda, Zelanda e Re apo Japonia (kufijt pjatë) ose me Yellowstone National Park apo në fushën Larderello në Itali (vulkanizmi i fundit), dhe ata shpërfillin të marrin në konsideratë mundësitë e energjisë gjeotermale për rajonet e tjera.<sup>12</sup>

Në të gjitha rastet disa kushte duhen të përmbushen para se të ketë një burim të qëndrueshëm gjeotermal, mirëpo kërkesa e parë është e aksesit, ndërsa kjo është arritur zakonisht nga shpimet në thellësitë e interesit shpesh duke përdorur metodat konvencionale të ngjashme me ato të përdorura për nxjerrjen e naftës dhe gazit nga

---

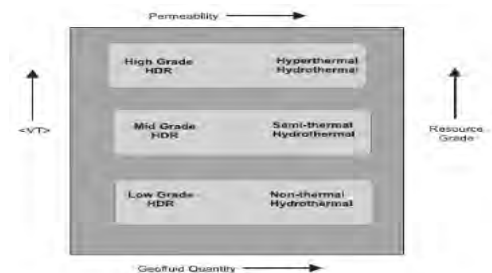
<sup>11</sup> Tester et al., 2014, p. 546.

<sup>12</sup> Ibid.

rezervuaret nëntokësore, ndërsa kërkesa e dytë është e produktivitetit i mjaftueshme i rezervuarit i cili varet nga lloji i sistemit gjeotermal që është duke u shfrytëzuar. Normalisht për burimet vendas duhet të ketë sasi të mjaftueshme të lëngut të nxehtë me presion natyror të përfshirë në një akuiferi të kufizuar me përshkrueshmëri të lartë të shkëmbit dhe porozitet për të siguruar prodhimin afat – gjatë në nivele të pranueshme ekonomikisht, mirëpo në situata të tjera vetem duhet të ketë një rezervuar mjaft të nxehtë guri që mund të stimulohet artificialisht për të prodhuar një sistem për nxjerrjen me norma të pranueshme.<sup>13</sup>

Termi “të nxehta” është një term relativ pasi varet nga aplikimi i veçant, mirëpo burimet gjeotermale në fakt përfshin një vazhdimësi në të paktën tre dimensione: temperatura, thellësia dhe përshkrueshmëria/poroziteti (shih figuren më poshtë), ndërsa sistemet e gradës më të ultë përfshijnë temperaturë pak më shumë se të ambientit për rreth 150 °C, e cila mund ose nuk mund të përmbaj lëngje natyrore, mirëpo gardienti gjeotermal  $VT = dT / dZ$  në mënyrë sasiore përcaktonë marëdhëniet ndërmjet temperaturës (T) dhe thellësisë (Z), në përgjethësi sistemet e klasit të ulët kanë gradientë të ulët dhe janë të vendosur thellë në kore, ndërsa nëse lëngjet nuk janë të pranishme, pastaj në situpermaabilitetet dhe porozitetet janë tërësisht të ulta, ose sistemi i rezervuarit është vendosur mbi tryezën natyrale të ujit, e kundërta është e vërtetë se lëngjet natyrore janë në dispozicion për nxjerrjen e ngrohjes, kurse burimet e gradës së lartë janë në anën tjetër të vazhdimësisë të karakterizuar nga lëngjet e nxehtë të përfshira në përshkrueshmërin e lartë dhe porozitetin e gurit pritës dhe në thellësin relativisht të cekët (zakonisht më pak se 3 km). Kimia e tokës gjithashtu luan një rol, ndërsa rezervuaret që sponatnisht prodhojnë lëngje të kripura nën presion artesian dhe përqëndrime të ulëta të tretjes së pakondenzuar të gazeve janë më të lehta për tu shfrytëzuar, mirëpo nese sistemet e tilla janë formuar me temperatura të larta (> 250 °C) në thellësi të cekët, mirëpo atëherer klasa e burimeve është në gjendjen e saj më të lartë.<sup>14</sup>

Figura 1. Vazhdimësia gjeotermale karakterizon burime në tre dimensione: temperatura e gradientit (VT), sasia geofluide dhe përshkrushmëria / poroziteti.



Burimi: Tester et al., 2014, p. 547.

Energjia termike është nxjerrë nga rezervuari ose nga proceset e transportit, të tilla si transferimi i nxehtësis konvektive në rajonet poroze dhe / ose ato të kurve të coptuar,

<sup>13</sup> Ibid., p. 547.

<sup>14</sup> Ibid.

dhe realizimi nëpërmjet vetë shkëmbit, mirëpo nëse masa fizike dhe përmbajtja e ngrohjes së një depoziti janë mjaft të mëdha dhe depoziti është pranë sipërfaqes, skema e nxjerrjes së ngrohjes duhet të jetë e dizajnuar në bazë të situatës hidrologjike dhe gjeologjike, duke përfshirë edhe pronat e gurve situ, mirëpo pasi një skemë e tillë është zbatuar me sukses, uji i ngrohtë ose më avull është prodhuar normalisht në sipërfaqe dhe është konvertuar në një produkt të shitshëm (p.sh. energji elektrike, proces ngrohje, ose ngrohje hapësirore). Gjithashtu duhet cekur se lëngjet e shpenzuara janë ri injektuar normalisht për të shmangur shkarkimet e sipërfaqes që mund të ketë ndikime mjedisore, ndërsa shumë aspekte të nxjerrjes së ngrohjes gjeotermale janë të ngjashme me ato që gjenden të nafta, gazi, thëngjilli dhe industria e minierave, mirëpo për shkak të këtyre ngjashmërive pajisjet, teknikat dhe terminologjia kanë qenë të huazuar ose të përshtatshme për përdorim në zhvillimin gjeotermal, një fakt që ka përsheptuar zhvillimin e burimeve gjeotermale.<sup>15</sup>

Shfrytëzimi komercial i burimeve kërkon që procesi të jetë ekonomikisht konkurrues. Si pasojë, sistemet komerciale gjeotermale të zhvilluara deri me sot kanë qenë të kufizuara në numër shumë të vogël, të arritshëm, të gradës së lartë të depozitave të shpërndara në të gjithë botën. Përmirësimet në teknologjinë e nxjerrjes për të ulur kostot e prodhimit ose për të rritur çmimet të karburanteve konvencional do të bëjë burime gjeotermale të shkallës më të ulët komerciale të realizueshme.<sup>16</sup>

Ka dy lloje themelore të sistemeve gjeotermale: ato që prodhojnë lëng të nxehtë spontanisht (me avull ose me uj) nga një rezervuar dhe ato që nuk prodhojnë, mirëpo sistemet që prodhojnë fluide spontanisht janë padyshim më të lehta për tu shfrytëzuar. Megjithatë këto sisteme natyrore hidrotermale nuk janë të vendosura gjithmonë pranë një përdoruesit, për shëmbull, nga 11 fusha më premtuese të reja gjeotermike në SHBA, gjashtë janë brenda rreth 400 km të Los Angeles, Kaliforni, mirëpo pesë të tjera janë të gjitha më shumë se 400 km nga çdo qytet me një popullsi më të madhe se 300.000, e për më tepër nëntë nga 10 qytetet më të populluar në SHBA janë më shumë se 800 km nga çdo temperaturë e lartë e sistemit të njohur natyror gjeotermal. Shfrytëzimet ekonomike të këtyre sistemeve të largëta hidrotermale domosdoshmërisht përfshijnë prodhimin dhe transmetimin e energjisë elektrike në vend se përdorimin e dretpërdrejtë të lëngjeve gjeotermale për hapësirat apo proceset e ngrohjeje. Një sistem i të tipit të dytë në mungesë të sasisë së mjaftueshme të lëngjeve të nxehta, paraqet sfida disi të ndryshme në lidhje me nxjerrjen e ngrohjes, por për shkak të lokacionit të gjerë në bazë të burimeve të tilla, problemi i largësisë lehtësohet pjesërisht. Burimet gjeotermale zakonisht janë të ndara në katër kategori: hidrotermale, gjeopresione, shkëmbi nxehtë dhe i thatë dhe magma. Karakteristikat e secilit janë diskutuar në seksionet që vijojnë.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> Ibid., p. 548.

<sup>16</sup> Ibid.

<sup>17</sup> Ibid., p. 549.

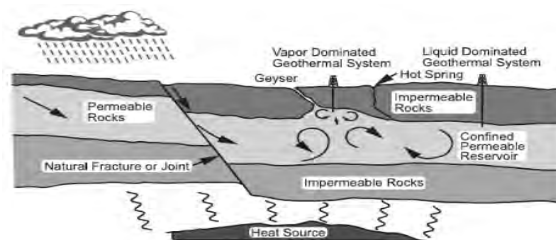
### 3.2 SISTEMET HIDROTERMALE NATYRORE

Sistemet që spontanisht prodhojnë lëngje të nxehta quhen hidrotermale konvekcione të dominuar. Sistemi hidrotermal kërkojnë një burim të ngrohjes (zakonisht një ndëhyrje magmatike në thellësi), formacione më përshkrushmeri të mjaftueshme për të lejuar levizjen fluide, një furnizim adekuat i lëngjeve indigjene (ujë apo avull), sipërfaqe të mjaftueshme kontaktuese, kohë për lëngun që të ndizet dhe një rrugë të kthehet në sipërfaqe (shih figurën më posht). Këto sisteme shpesh janë të vendosura në zonat apo afër zonave më vullkanizëm dhe tektonike (ndërtimi i malit) në kohën e fundit që janë të lidhura me kufijtë e targave të kores. Përveç kësaj për të siguruar burime të ngrohjes, kufijt e korës se pllakave janë fusha ku forcat tektonike kanë shkaktuar frakturim të konsiderueshëm të gurit dhe përshkrueshëmeri të lart lokale. Në të vertet besohet që kontributet e gabimeve dhe nyjeve në depertueshmëri *situ* janë shumë më të rëndesishme se ato në përshkrimëri intergranulare (matricë).<sup>18</sup>

Uji ose avulli në sisteme hidrotermale është zakonisht me origjinë meteorike, të vendosura zakonisht në thellësi prej 1 – 4 km në temperatura deri në 350 °C. Uji bie si shi apo borë dhe përshkohet teposht me anë të sedimenteve ose fisurave deri sa vjen të burimi i ngrohjes. Atje nxehet dhe në mënyrë gjalleruese ngrihet mbi sipërfaqe ku zakonisht paraqitet si ngrohës i ujit, burime të nxehta, fumarole ose solfatara.<sup>19</sup>

Fushat me cilësi të lartë të lëngshëm – dominuara që përmbajnë realitivisht ujë më kripshmëri të ultë nën presion në temperatura deri në 350 °C janë identifikuar në shumë rajone duke përfshirë SHBA – perëndimore, Zelanda e Re, Islanda, Indonezi, Filipine, Itali, Turqi dhe disa vendeve në Afrikën lindore. Burimi lëngshëm të dominuara me temperatura të lëngut duke filluar nga rreth 80 – 300 °C janë duke u përdorur në mënyrë komerciale në të gjithë botën për prodhimin e energjisë elektrike dhe për procesin e ofrimit dhe të ngrohjes banesore.<sup>20</sup>

Figura 2. Karakteristikat tipike të një sistemi të rezervuarit natyror hidrotermal gjeotermal.



Burimi: Tester et al., 2014, p. 550.

<sup>18</sup> Muffler, 1975, p. 61.

<sup>19</sup> Mock, Tester, Wright, 1997, p. 17.

<sup>20</sup> Tester et al., 2014, p. 550.

Siç shihet në figurën më sipër shumë aspekte të një sistemi tipik hidrotermal gjeotermal janë të ngjashme me atë të një rezervuari të naftës tipike, dhe një numër i teknikave për matjen e pronave në terren, të tilla si përshkrueshmëria, poroziteti, madhësia e rezervuarit dhe përmbajtje e lëngjeve në rezervuar të naftës, kanë qenë të aplikuara direkt në sistemet hidrotermale me sukses. Kërkimet gjeofizike që përfshijn rrjedhjen e nxehtesis, rezistencën elektrike, hartën e gravitetit dhe metodat tjera ofrojnë të dhëna eksplorimit për të deshmuar shtrirje dhe thellësin e një anomalie termike. Teknikat gjeokimik, duke përfshirë gjeotermometria, qëndrueshmëria izotope e gjeokimisë, analiza e gazeve të tretura, dhe raportet e elementeve të mëdha në burimet e nxehta janë përdorur gjithashtu për të gjetur dhe përcaktuar fushat gjeotermale.<sup>21</sup>

### 3.3 SISTEMET ME GJEOPRESION

Rezervualet e mëdha të sendimenteve të mbushura që përmbajnë lëngje pore nën presion të kufizuar më të mëdha se koka hidraulike quhen basene me gjeopresion. Sendimentet zakonisht përbëhet nga ranor dhe shista argjilore së bashku me llojet e tjera të gurit sedimentar qa janë pak a shumë interbeduara. Në përgjithësi lëngu i përfshirë në sedimentet ranore masive është nën presion afër – hidrostatik dhe është i lëvizshëm, për shkak të depërtueshmëris relativisht të lartë. Lëngjet e përfshira në ranor – shistë argjirore dhe pamjet masive shistë argjirore janë në mbi presion në përgjithësi deri në 60 MPa (600 bar) në temperatura prej 150 – 180 °C. Këto temperatura të larta janë të shkaktuara të pakten pjesërisht nga përçueshmëria e ulët termike e shistë argjirore e cili jep një gradient dukshëm të lartë gjeotermal. Rrjedhja e nxehtësisë është në të vërtet afër normales. Presionet në rezervualet e gjeopresionuar në Teksas dhe Luiziana pritet të arrijnë presion litostatik. Gradienti i presionit litostatik në këtë rajon Gulf Cose është rreth 23 kPa / m (1 psi / ft).<sup>22</sup>

Përveç ujit të ngrohtë nën presion rezervualet me gjeopresion zakonisht përmbajnë metan në zgjidhje. Për qëllime të vlerësimit të burimeve me gjeopresion, gjeofluidet zakonisht supozohet të jenë të ngopura më metan me  $(6.9 - 8.9) \times 10^3 \text{ m}^3$  ujë  $\text{CH}_4/\text{kg}$  (rreth 40 – 50 SCF e  $\text{CH}_4/\text{bbl}$  të ujit). Fusha e testimit të një pusi me gjeopresion në Luiziana jugore tregojnë se kjo mund të jetë çështja. Kripëshmëria relativisht e lartë (100.000 ppm gjithsej të tretura solide – TDS) dhe efektet e prishme të burimeve me gjeopresion mund të kufizojnë seriozisht përdorimin e tyre.<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> White, 1973, p. 74; Rowley, 1982, p. 58.

<sup>22</sup> Tester et al., 2014, p. 551.

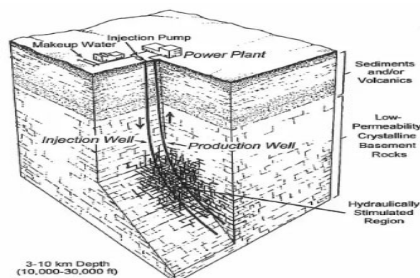
<sup>23</sup> Ibid.

### 3.4 GURI I THATË I NXEHTË

Përgjatë gjithë shumicës së botës një ose më shumë nga komponentet e nevojshme të një rezervuari hidrotermal mungon. Në veçanti shkëmbi rezervuar shpesh është mjaft i nxeht ( $\geq 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), por prodhon lëngun e pamjaftueshëm për nxjerrjen e ngrohjes komerciale ose për shkak të formimit përshkrushmëris së ultë apo mungesës së lëngjeve që përmban natyrshëm. Formacionet e tilla formojnë një pjesë e burimeve gjeotermale të referuara si gur i nxehtë i thatë (HDR) ose sisteme të zgjeruara gjeotermale. Nga fillimi të viteve 1970 e deri rreth 2000, HDR termi është përdorur për të përfaqësuar edhe kryerjen e dominuar të përshkrushmëris së ulët dhe formacione të ulëta të porozitetit dhe sistemeve joproduktive hidrotermale në margjinat e ose brenda fushave të njohura gjeotermale.<sup>24</sup>

Në parim sistemet HDR janë në dispozicion kudo vetëm nga shpimet në thellësitë mjaft të thellë për të prodhuar temperatura shkëmb të dobishme për nxjerrjen e ngrohjes që zakonisht merret si  $> 150\text{ }^{\circ}\text{C}$  për prodhimin e energjisë elektrike,  $> 50 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  për përdorim të drejtpërdrejt të ngrohjes. Prandaj për prodhimin e energjisë elektrike ngarkesë bazë të gradës së ulët, rajonet e gradientit të ulët ( $20 - 40\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{km}$ ), thellësisë prej  $4 - 8\text{ km}$  janë të nevojshme, ndërsa për klasën e lartë, sistemeve Gradientit të lartë ( $60\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{km}$ ),  $2 - 5\text{ km}$  janë të mjaftueshme. Burimi HDR kanë potencial për të siguruar një sasi të lartë të energjisë primare me një bazë të burimeve më të mëdha se 106 quads dhe nëse zhvillohen ekonomikisht mund të japin një alternativë për lëndën djegëse fosile dhe bërthamore. Ndërsa teknikat për nxjerrjen e ngrohjes nga HDR përshkrueshmërisë të ulët kanë qenë nën hetim në një numër të laboratorve në të gjithë botën. Për formacionet e përshkrueshmëris së ulët koncepti bazë është i thjeshtë: shpimi i një pusi në thellësi të mjaftueshme për të arritur një temperatur të dobishme, po ashtu të krijojnë zona të mëdha transferimi të ngrohjes të sipërfaqes nga frakturimi hidraulik i gurit dhe ndërprerje e fractures (ve) me një pus të dytë. Duke qarkulluar ujë nga një pus në tjetërin nëpër rajonin e ndarë, ngrohja mund të nxirret nga shkëmbi, figura më poshtë tregon mënyrën e nxjerrjes.<sup>25</sup>

Figura 3. Koncepti i rezervuarit të gurit të thatë të nxehtë me formacion të ulët të depertueshmërisë.



Burimi: Mock, Tester, Wright, 1997, p. 54.

<sup>24</sup> Ibid.

<sup>25</sup> Armstead, Tester, 1987, p. 92.



Edhe pse koncepti është thjeshtë, mirëpo shumë pyetëje mbeten për tu përgjigjur para se të mund të konsiderohet ekonomikisht i mundshëm, përparimi i rëndësishëm është bërë megjithatë në të kuptuarit e karakteristikave të rezervuarit përfshirë edhe fillimin e frakturimit dhe përhapjen, detaje të veçanta të gjeometrisë së frakturimit (zona, shpërndarja aperturë, lidhja, etj), tërheqja termale e tij, niveli humbjeve të ujit, rezistenca e plotë e rrjedhjes, përzierja e lëngut dhe gjeokimike e lëngut në testimet e fushave të një rezervuari HDR në përshkrueshmëri të ulët të gurit kristal. Krahas kësaj frakturimi hidraulik, përshkrueshmëria dhe sipërfaqja mund të krijohen nga eksplozivi frakturues, kullimi kimik dhe plasaritje termale stresit. Për shkak se shumë prej këtyre metodave përfshijnë krijimin e përshkrueshmërisë shkëmb, sistemet HDR nuk janë të kufizuar në parametrat e veçanta tektonike, deri sa teknologjia e ngrohjes – nxjerrjes është zhvilluar në mënyrë të përshtatshme dhe ekonomit janë demonstruara në një shkallë të lartë, sistemet e para komerciale HDR do të jenë me më shumë gjasa të mbyllura për rajonet e gradient të lartë gjeotermale (> nën 50 °C / km).<sup>26</sup>

### **3.5 MAGMA**

Burimet e magmes përbëhen nga shkëmbi që është pjesërisht ose tërësisht prej metalit të shkrirë, që hasen në thellësi të arritshme. Zhvillimi i konsiderueshëm i shpimit dhe koncepteve të nxjerrjes së ngrohjes dhe teknologjisë duhet të kryhen para se ngrohja të nxirret në mënyrë të dobishme nga magma. Qendra për problemin e nxjerrjes se ngrojës është aftësia për të gjetur një trup të magmës në thellësi të shpueshme, për fat të keq shumë sisteme të përshtatshme të magmes janë të vendosura brenda kufijve të rajoneve të mbrojtura, si Parku Kombëtar Yellowstone në Wyoming. Shpimi në magmë kërkonë zhvillimin e pajisjeve, lubrifikanteve dhe çmentos që mund të veprojnë në rreth 700 – 1.000 °C dhe në thellësi rreth 7 km. Ndërsa kjo thellësi është substanciale, ajo nuk është përtej aftësive të shpimit komercial të sotëm, mirëpo tempertaurat e larta të Magma-ës, normalisht më të mëdhaja se 650 °C, e bejnë këtë burim veçanërisht tërheqës për prodhimin efikas të energjisë elektrike ose për aplikim të procesit industrial të ngrohjes në temperatura të larta.<sup>27</sup>

### **3.6 SISTEMET ULTRA TË SHKALLËS SË ULTË**

Përdorimi direkt i shkallës së ulët të energjis gjeotermale zakonisht manifeston veten si një burim i energjis termike ose lavaman për aplikimet e pompave të ngrohjes apo për përdorime bujqësore si për ngrohjen e serrës ose shpërndarje peshkimi. Pompat gjeotermale të ngrohjes (GHPs) normalisht veprojnë në thellësi të cektë (2 – 4 km), ku temperatura e tokës është relativisht konstante. Koeficienti i performancës (COP) e një GHP tipike është rreth 4 ose më shumë, do të thotë se 4 njësit e energjisë termike janë transferuar për çdo njësi 1 të punës elektrike, kështë që efikasiteti i shfrytëzimit të

---

<sup>26</sup> Ibid.

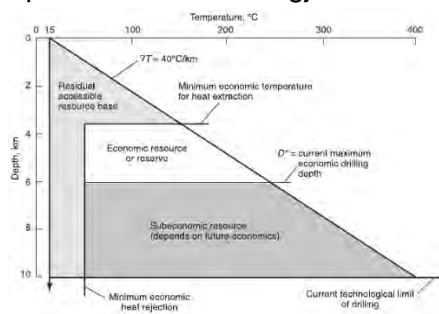
<sup>27</sup> Tester et al., 2014, p. 552.

energjisë elektrike është rritur më shumë se katër here duke përdorur një GHP në ngrohje të kombinuar të tillë dhe aplikime të energjisë.<sup>28</sup>

### 3.7 MARKETET PËR ENERGJI GJEOTERMALE

Edhe pse magma natyrore hidrotermale dhe sistemet me gjeopresion kanë baza të arsyeshme të mëdha të burimeve dhe do të shfrytëzohen kur kushtet teknike dhe ekonomike të jenë të favorshme, shpërndarja e tyre në mbarë botën është e kontrolluar nga mbizotërues të kushteve natyrore gjeologjike. Edhe pse burimet e gjeopresionuara dhe të magmës kanë potencial të konsiderueshëm, në mënyrë që energjia gjeotermale bëhet një lojtar i madh në furnizimin e energjisë elektrike në mbarë botën në dekadën e ardhshme, sistemet HDR duhet të shfrytëzohen. Për fat të mirë HDR është burim më i madhë dhe më i shpërndarë gjerësisht, por teknologjia e përshtatshme e ngrohjes së minierave nuk është komercialisht në dispozicion. Konkurrues të energjisë gjeotermale universale kërkojnë zhvillimin e teknikave të përparuara për nxjerrjen e ngrohjes HDR për të stimuluar prodhimin dhe metodat e përmirësuara të shpimit për të zvogluar shpenzimet e zhvillimit në mënyrë që edhe rajonet me gradient të ulët të mund të zhvillohen ekonomikisht.<sup>29</sup>

Figura 4. Thellësi të idealizuara kundrejt profilit të temperaturave për një burim hipotetike 40 °C / km gjeotermale.



Burimi: Tester et al., 2014, p. 553.

Duke pasur parasysh natyrën e energjisë gjeotermale në formën e ujit të ngrohtë ose me avull, aplikacionet të drejtpërdrejta të ngrohjes kanë vazhduar kohë para se energjia elektrike të ishte prodhuar nga avulli gjeotermik në vitin 1902 në fushën e Lardarello. Gjeofluidet e temperaturës së ulët ku janë në dispozicion kanë sjell përdorim të gjerë për ngrohje, ftohje dhe banje me shekuj.<sup>30</sup>

Kohët e fundit madje kapaciteti termik i tokës në thellësi të cekët është duke u përdorur në GHPs operati. Në fakt një program mjaft agresiv vendosjeje në SHBA në vitet 1990

<sup>28</sup> Ibid.

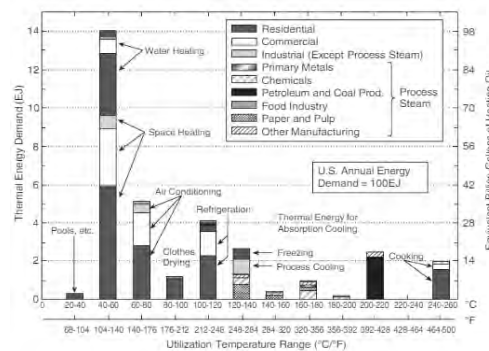
<sup>29</sup> Ibid., p. 553.

<sup>30</sup> Armstead, 1983, p. 64.

e rriti miratimin e GHPs në ndërtesat rezidenciale dhe komerciale nga 40.000 njësi në vit në vitin 1994 në rreth 400.000 njësi në vit në vitin 2000.<sup>31</sup>

Reistas (1975) diskuton përdorimin e energjisë si një funksion i shfrytëzimit të temperaturave dhe arrinë në përfundim se rreth 40% të konsumit tonë vjetor të energjisë fosil është termodinamikisht seriozisht i degraduar, një shumëllojshmeri e gjerë aplikacioneve janë të përfshira në EJ 32 (30 quads) të energjisë së përdorur nën 250 °C, aplikimet industriale dhe të tjera të ngrohjes gjeotermale janë diskutuar edhe nga Armstead në vitin 1983 dhe Lindal në vitin 1973.<sup>32</sup>

Figura 5. Përdorimi funksional i energjisë së shpërndarë si një funksion i përdorimit të temperaturave për aplikacione jo – elektrike nën 300 °C, funksioni fEi te Ti është thjesht derivat i përdorimit të energjisë kumulative në atë temperatur të veçant.



Burimi: Tester, 1982, p. 94.

<sup>31</sup> Mock, Tester, Wright, 1997, p. 81.

<sup>32</sup> Ibid.

## 4 KAPITULL 4

### 4.1 MADHËSIA DHE SHPËRNDARJA E BURIMEVE GJEOTERMALE

#### 4.1.1 Korniza e përgjithshme e punës dhe terminologjia

Burimet gjeotermale shpesh llogariten si resurse miniralesh si nafta, gazi dhe qymyri, megjithatë për shkak se ato përmbajnë ujë dhe prodhimi i tyre mund të ndikojë në ujërat nëntokësorë, burimet gjeotermale mund të klasifikohen si tip i veçantë i burimit të ujit. Përveç kësaj ekziston jo – njëtrajtëshmeri në terminologjinë e cila shfrytëzohet për të përshkruar burimet gjeotermale. Për shembull, baza e burimeve gjeotermale është definuar në disa mënyra: (1) të përfshijë të gjithë nxehtësinë e ruajtur mbi 15 °C deri në 10 km thellësi e cekur nga White dhe Williams në vitin 1975, (2) nxehtësinë potencialisht të shfrytëzueshëm në sipërfaqen e tokës në temperatura më të larta se 80 °C dhe thellësin më të vogël se 6 km e cekur nga Armstead në vitin 1983, ose (3) tërë nxehtësinë e përmbajtur në nënsipërfaqen e gurëve dhe fluideve deri në thellësin prej 3 km dhe në temperatura mbi 15 °C. Terminologjia për burimet gjeotermale që është e pranuar më gjerë është ajo e propozuar nga Muffer dhe Guffanti në vitin 1978 dhe e përshkruar më poshtë.<sup>33</sup>

#### 4.2 CILËSIA E ENERGJISË GJEOTERMALE

Investimet në shfrytëzimin e burimeve natyrore zakonisht vazhdojnë atëherë kur mundësia e kthimit të kapitali të investuar është lartë. Rrjedhimisht cilësia e burimeve duhet karakterizohet më kujdes, mirëpo të pasurit akses në lëngjet apo shkëmbinjet e nxehtë është çelsi për vlersimin e cilësisë të çdo burimi gjeotermal. Zakonisht thellësia është parametri kritik. Kimia e lëngjeve natyrore gjeotermale mund të paraqesë sfida të rëndësishme për shfrytëzim. Për shembull, përmbajtja e kripërave një rezervuar fluid hidrotermal të dominuar nga lëngu mun + d të ndryshojnë nga disa qindra ppm solide në përgjithësi (cilësia e ujit të pijshëm, 100 ppm = 0.01% ndaj peshës), në një oqean të përqendruar (> 30% nga pesha e solideve). Fakti që ajo është e nxehtë dhe nën presion kontribuon në vështësitë gjatë përpunimit. Prania e gazerave të tretura, të tilla si H<sub>2</sub>S dhe NH<sub>3</sub>, zakonisht kërkojnë procedurë të veçanta zvoglimi që të përmbushin standardet e emisionit të ajrit.<sup>34</sup>

#### 4.3 BAZA TË BURIMEVE DHE VLERËSIMI REZERVË

Së pari do të konsiderojmë përmbajtjen e ngrohjes të një mase të shkëmbinjve në një thellësi të veçantë në lidhje me përdorimin e saj të planifikuar si energjia primare si një masë e bazës së burimeve, pastaj do të diskutojmë se sa energjisë të depozituar termike mund të hiqet nga nxjerrja e një pjese të lëngjeve hidrotermal të përfshira në

---

<sup>33</sup> Tester et al., 2014, p. 553.

<sup>34</sup> Ibid.

një rezervuar të natyrshme ose nga nxjerrja e energjisë nga një rezervuar inxhinierik i përshtatshëm artificial në HDR.<sup>35</sup>

Baza e arritshme Gjeotermale e burimeve: Vlersimet e të gjitha ose një pjese të bazës së burimeve të arritshme gjeotermike janë të shumta, dhe çdo vlerësim është i bazuar në supozime paksa të ndryshme, nëse përcaktimi i bazës së burimeve të arritshme siç është dhënë më lartë është ndjekur në mënyrë rigoroze, shuma totale e ngrohjes Q e përfshirë në shkëmb nën sipërfaqen e tokës në një thellësi është shprehur nga:

$$Q = \sum A_i \left[ \int_0^Z (\phi \rho_f C_{p,r} + (1 - \phi) \rho_r C_{p,r}) (\nabla T_i \cdot Z + T - T_{ref}) dZ \right] \quad (1)$$

ku Z= thellsia, km; T = temperatura e shkëmbit, °C; A<sub>i</sub> = sipërfaqja që ka një gradient karakteristik rajonal, VT<sub>i</sub>; T\* = sipërfaqja e ambientit të temperatures së korës, rreth 15 °C;  $\phi$  = poroziteti i gurit;  $\rho_f$  = denziteti i fluidit, kg/m<sup>3</sup>;  $\rho_r$  = denziteti i gurit, kg/m<sup>3</sup>; C<sub>p,r</sub> = kapaciteti i ngrohjes të fluidit, J/(kg·K); C<sub>p,r</sub> = kapaciteti i ngrohjes së gurit, J/(kg·K); VT<sub>i</sub> = gradienti gjeotermal, °C/km; dhe T<sub>ref</sub> = temperatura e referuar, °C. Intergrimi i ekuacionit (më sipër) për çdo njësi të fsa A duke sopuzuar një gradient konstant gjeotermal dhe duke marr T\* = T<sub>ref</sub> = 15 °C, jep:

$$Q_i = A_i [\phi \rho_f C_{p,f} + (1 - \phi) \rho_r C_{p,r}] \nabla T_i \frac{Z^2}{2} \quad (2)$$

Më poshtë se 3 km,  $\phi$  Qasje 0, dhe Ekuacioni (2) mund të thjeshtësohet që të japë:

$$Q_i = A_i (\phi \rho_r C_{p,r}) \nabla T_i \frac{Z^2}{2} \quad (3)$$

Duke pasur parasysh shpërndarjet e zonave të tokës që mbishtrinë në çdo varg të gradientit gjeotermalë, baza e burimeve në një thellësi të caktuar mund të llogaritet, gjithashtu duke pasur parasysh ngrohjen që përmbanë në njësi të zones në një thellësi të caktuar mund të nxirret një tjetër thellësi për të gjetur bazë të arritshme të burimeve nga zëvendësimi i thjeshtë i thellësisë së re në ekuacion, për shembull, Instituti i Kërkimeve të Energjisë Elektrike, përdor 15 °C dhe një thellësi prej 3 km duke supozuar (1) një gradient normal i 25 °C/km për të gjitha zonat jo – gjeotermale, (2) gradient një prej 40 °C/km për 90% të sipërfaqes së një vendi që shtrihet në brendësi të një brezi gjeotermal dhe (3) një lakore e 90 °C/km për 10% e mbetur të zonës brenda një zone gjeotermale, mirëpo vlerat tipike për gurin (r) dhe lëngun (f) pronat e përdorur në këto llogaritje janë të:  $\rho_r = 2.000 - 2.800 \text{ kg/m}^3$ ,  $C_{p,r} = 800 - 1.200 \text{ J/kgK}$ ,  $\lambda_r = 2.5 - 3.0 \text{ W/mK}$ ;  $\rho_f = 800 - 1.000 \text{ kg/m}^3$ ;  $C_{p,f} = 4.000 - 4.200 \text{ J/kgK}$ .<sup>36</sup>

Rezervat Gjeotermike: Disa faktorë kufizojnë sasin e energjisë që mund të nxirren ekonomikisht nga toka, mirëpo baza e burimeve është përcaktuar nga ana e trekëndshit të madh i mbyllur nga linjat që shtrihen nga 15 °C në 0 km në 400 °C në

<sup>35</sup> Ibid.

<sup>36</sup> Ibid., p. 554.

thellësinë 10 km, ndërsa burimi ose rezerva ekonomike është e përfshirë në bazë të burimeve nga temperaturat minimale e imponuar dhe kufizimet maksimale të shpimit në thellësi, ndërsa kufizimi i parë i madhë për vlersimet e sasis së nxehtësis që mund të nxirret ekonomikisht është gradient efektiv gjeotermal, ndërsa kjo në masë të madhe përcaktonë potencialin për një zonë të caktuar. Nëse gradienti është i vogël thellësia deri në temperatura e pranushme minimale fillestare e gurit është e madhe, mirëpo nese një temperatur minimale fillestare e gurit ( $T_{ref}$ ) prej 150 °C supozohet që të siguroj efikasitet të arsyeshëm të konvertimit termodinamik. Një gradient normalë (25 °C/km) kërkonë shpim të paktën 5.4 km për të arritur 150 °C, mirëpo nëse gradient është 40 °C/km janë të nevojshme vrime të thella vetëm 3.4 km, nëse një tjetër kufizim i madh është shpimi maksimalisht i thellë ekonomikë  $D^*$ , ndërsa për një mori shpimesh në thellësi maksimale prej 6 km, vetëm gradientët mbi rreth 40 °C/km përfaqesojn sasi të konsiderueshme të energjisë të depozituar, ndërsa kufizimi final është imponuar nga kushtet e refuzimit të ngrohjes për lëngun gjeotermal në energjinë e termocentralit (marrë këtu të jetë 50 °C), ndërsa vendosja e këtyre kufizime në një sipërfaqe prej 1 km<sup>2</sup> me një gradient prej 40 °C/km, të burimeve të përgjithshme gjeotermale për 6 km (duke supozuar vlera mesatare e  $C_{p,r} = 772 \text{ J}(\text{kg}\cdot\text{K})$  dhe  $\rho = 2.500 \text{ kg/m}^3$ ) është:

$$\left[ \frac{Q_i}{A_i} \right] = \rho r C_{p,r} \left[ \frac{\nabla T_i Z^2}{2} + (T^* - T_{ref}) Z \right]_{3.4 \text{ km}}^{6 \text{ km}} \quad (4)$$

$$\left[ \frac{Q_i}{A_i} \right] = 0.81 \text{ EJ/km}^2 \text{ ose } 0.77 \text{ quad/km}^2$$

Energjia totale në dispozicion deri në thellësinë ekonomike  $D^* = 6$  është 0.81 EJ/km ose 0.77 quads/km<sup>2</sup>, mirëpo fraksioni i kësaj shume që mund të nxirret ekonomikisht do të varet nga çmimet për forma të tjera energjisë dhe shkalla e suksesit në zhvillimin e sistemeve të mesme komerciale. Vlerësimi i burimeve ekonomike ose rezervë për një lloj të veçantë të aksioneve të burimeve gjeotermale është shumë i përbashkët me rezervat e vlersimit për naft dhe gaz dhe stoqeve të tjera minerale, mirëpo përmirësimi i teknologjisë për të ulur kostot e prodhimit të ngrohjes gjeotermale apo energjisë elektrike do të rrisin rezervat, me uljen e çmimit të energjisë për lëndët djegëse fosile dhe fisile do të zvoglohen rezervat, ndërsa në këtë fazë të zhvillimit ne vetëm mund të themi se baza e burimeve gjeotermale është e madhe dhe u garanton R&D shpenzimeve të rrisin fraksionine bazës së burimeve që mund të prodhohen në tregjet konkurruese të energjisë botërore.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Ibid., p. 555.

Tabela 1. Vlersimet e bazës së burimeve gjeotermale në mbarë botën – përbërja totale e energjisë termike në vend (Q).

Lloji i burimit	Total Q në 10 <sup>3</sup> quads <sup>1</sup>	
	SHBA	Bota
Hidrotermale (të dominuar më avull dhe më ujë)	9.6	130
Me gjeopresion <sup>2</sup>	170	540
Magma <sup>3</sup>	500 – 1.000	5.000
Guri i nxehtë dhe i thatë <sup>4</sup>	30.000	105.000
Moderuar në shkallë të lartë (▼T> 40 °C/km)	6.000	26.500
Shkalla e ulët (▼T≤ 40 °C/km)	24.000	78.500

Burimi: Tester et al., 2014, p. 555.

1. Q = 1 quad = 10<sup>15</sup> BTU= 10<sup>18</sup>J me 2003 këkesa komerciale e energjis ne mbare boten = 400 quads and 2003 US kerkesa komerciale e energjis = 100 quads.

2. Në thellësi të 10 km dhe temperaturë fillestare të gurit > 85 °C.

3. Në thellësi të 10 km dhe temperaturë fillestare të gurit >650 °C.

4. Përfshin përmbajtjen e energjisë hidraulike dhe të metanit.4.4 OPERACIONI PRAKTIK DHE PAJISJET PËR RIKTHIM TË ENERGIJË

#### 4.4.1 Shpimi dhe fushat e zhvillimit

Hapi i parë në zhvillimin e një fushë gjeotermale shtjellohet nëpërmjet vlerësimit të vëndeve të mundshme duke përdorur të gjitha të dhënat në dispozicion litologjike, hidrologjike, gjeofizike dhe gjeokimike. Gjetja dhe vlerësimi i një rezervuari mund të jetë i vështirë dhe i shtrenjtë, veçanarisht në rajonet që nuk janë shpuar gjerësisht ose nuk janë të pranishëm manifestimet të aktiviteteve në sipërfaqen gjeotermale, mirëpo pasi që një vënd ka qenë i vendosur ai duhet të blihet ose të merret me qira për të drejtat e tij gjeotermale para se të fillojë shpimi eksplorues dhe prodhues.<sup>38</sup>

Shpimi dhe kompletimi i puseve për aplikim të energjisë gjeotermale përfshijnë metoda të ngjashme me ato të përdorura në shpimet për naftë dhe gaz, por në përgjithësi janë më të veshtira dhe më të shtrejta sepse temperturat e formimit janë më të larta dhe vetë shkëmbi zakonisht është më i vështirë për tu shpuar, më fraktura të shumta, humbje të rajoneve të qarkullimit, ose çështja minerale më abraziv, mirëpo në fakt shpenzimet në lidhje me shpimin zakonisht janë vetëm komponenti më i madhë o koston në çdo zhvillim gjeotermal, ndërsa shpimi është i natyrës i rezikshëm duke përfshirë më shumë “art” se shkencë. Shpenzime mesatare për shpimin tentojnë të rangohen në mënyrë eksponenciale me thellësi nëse ato janë puse të naftës konvencionale dhe të gazit apo puse gjeotermale, në koordinatat gjysmë – logaritmatike linjat e drejtë rezultojnë për kostonë mesatare të një pusi gjeotermal kundrejt thellësisë e tillë që rezultojnë një raport empirik eksponencial për koston e pusit si një funksion i thellësisë:

<sup>38</sup> Tester et al., 2014, p. 557.

$$F_{pus} = \text{harxhimet për pus në } 10^6 \text{ dollarë} = (2 - 3)(0.082)\exp[7.51 \times 10^{-4}Z] \quad (5)$$

Pa përjashtim të gjitha kostot e puseve hidrotermale dhe aHDR janë më të larta se një pus i shpuar i naftës tipike ose e gazit për të njëjtën thellësi, sepse linja për “mesataren e naftës dhe gazit” është bazuar në shpenzimet për qindra puse të hartuaranga Anketa e Shoqatës së Përbashkët. Diametrat e kompletuara të pusit e për puse gjeotermike rangohen prej 8 e deri 12 inç (20 – 30 cm), i cili është disi më i madhë se sa ai për puset e naftës dhe gazit, mirëpo shpenzimet më të mëdha për rritje të diametrave, ashtu si edhe normat e ngadalshme penetrimi hasen shpesh në shpimin gjeotermal, ndërsa për thellësin në mes të 1 dhe 5 km, puset gjeotermale janë rreth 2 – 4 herë më të shtrejta në krahasim me puset e vajit ose gazit, në thellësin më të mëdha, ne presim që shpenzimet gjeotermale të arrin ato të puseve të naftës dhe gazit për shkak se çmimet e naftës ultra të thella dhe gazit shpesh ballafaqohen me një sërë problemesh të ngjashme me ato të shpimit gjeotermal, duke përfshir edhe kolaps vrime, gurë të fortë, dhe temperatura të larta dhe presione, gjithashtu vargu i kostove zmadhohet për puset më të thella se 6 km, me puset më të shtrejtë për një faktorë prej 10 më të kushtueshmet se sa ato pak të shtrejta.<sup>39</sup>

#### 4.4.2 Prodhimi i fluidit të rezervuarit

Për të justifikuar shpenzimet e zhvillimit të një fushe gjeotermale duhet të bëhet vlerësimi i sasisë totale të energjisë në gjendje ekstratuese dhe shkalla e prodhimit, në mënyrë tipike modelet kompjuterike janë përdorur për të simuluar performancat për një grup të caktuar të pronave të rezervuarit, dy kategori të përgjithshme të modeleve të rezervuarit hasen zakonisht një që përfshin matric dhe një rrjedhje thyerje të dominuar, lloji i parë aplikohet të formacionet e përshkrueshmërisë hidrotermale me matricë të lartë dhe e dyta për ndarje, media të zakonshme të ulët përshkrueshmërie në rezervuare HDR, ndërsa një shembull i thjeshtë i çdo rasti me histori të kthesave skematike termike është paraqitur në figurën më poshtë.<sup>40</sup>

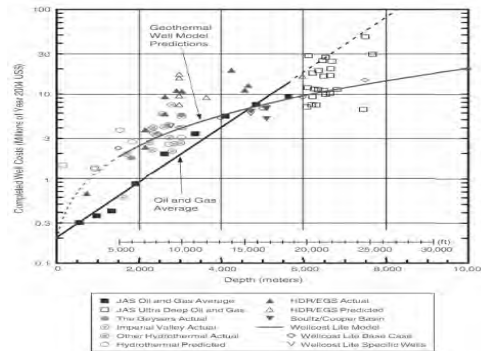
---

<sup>39</sup> Ibid.

<sup>40</sup> Ibid., p. 558.



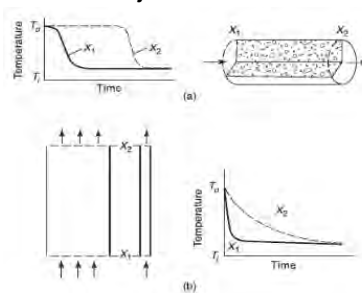
Figura 6. Shpenzimet e shpimit për pusët e përfunduara duke treguar efektin e teknologjisë së përparuar lineare të shpimit.



Burimi: Tester et al., 2014, p. 558.

Rezervuari porozë dhe i depërtueshëm nxjerrja e ngrohjes nga sistemet hidrotermale tani është i hapur në operacion, mirëpo për shkak se rezervaret janë nën presion, lëngu kalon direkt në sipërfaqen nën rrjedhën artesiane kur rezervuari është penetruar. Produktiviteti i puseve herë pas here mund të rritet nga stimulimi në puslindje ose në biren e poshme të pompimit, por kjo është shpesh e pa nevojshme. Prodhimi efikas i një fushe nënpresion është kryesisht një çështje ndarjeje dhe për një sërë të caktuar në pronat situ. Kur presioni i fushës së till bie në pikën ku ajo është e pamjaftueshme për të prodhuar lëng të nxehtë, mirëpo përdoren teknikat e stimulimit të tilla si futja e ujit për të represionuar sistemin dhe në të vërtetë të detyroj fluidin që të lëvizë nëpër shkëmbin porozë të nxehtë përgjatë rrjedhës në drejtim të prodhimit të pusit. Gjithashtu mund të themi se në sistemet nën presion gjeotermal, shumica e energjisë termike gjendet në shkëmb dhe jo në poren e lëngjeve, kështu që metoda e zgjerimit mund të zgjasë jetë e një fushe në masë të madhe.<sup>41</sup>

Figura 7. Kufizimi i rasteve të idealizuar të përdorura në modelimin tërheqja termike e rezervuarit gjeotermal (a) media isotropike dhe (b) fraktura e rrafshët më një hapje drejtkëndëshe.



Burimi: Tester et al., 2014, p. 559.

Ndarja diskrete e rezervuarit më përshkrueshmeri të ulët ku shumë sisteme hidrotermale dhe shumë rezervuare HDR përbëhen nga thyerje të hapura të hapsirës

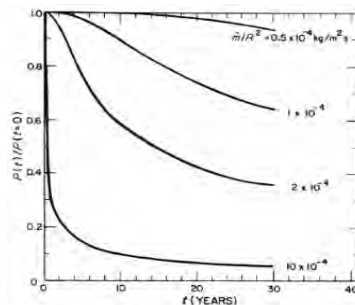
<sup>41</sup> Ibid.

së gjerë midis seksioneve të përshkrueshmërisë së ulët dhe të porozitetit të ulët të shkëmbit, ndërsa efikasiteti i prodhimit të energjisë elektrike gjatë 20 – 40 vjetve të jetës së një termocentrali HDR varet kryesisht nga temperatura dhe përbërja e lëngut gjeotermal që prodhohet. Parashikimi i jetës dhe shkallës në të cilën energjia mund të nxirret nga një frakturë e vetme varet nga disa faktorë kryesorë: (1) vetit termike të shkëmbit, (2) zonat e arritshme të sipërfaqes të frakturës, dhe (3) shpërndarjen dhe rezistenca e plotë e rrjedhjes fluide në të gjithë sipërfaqen e thyer. Duke marr përçueshmërin e vetme të ngrohjes drejt sipërfaqes me thyerje dhe rritjen e plasaritjes jo termike – stresi, fuqia e rikuperueshme termike  $P(t)$  mund të shprehet si:

$$P(t) = \eta m_w C_{p,w} (T - T_{min}) \operatorname{erf} \left( \frac{\sqrt{\lambda_r \rho C_p}}{t} \cdot \frac{A}{m_w C_{p,w}} \right) \quad (6)$$

ku  $A = \pi R^2$  = fusha e një fytyre të frakturës,  $m^2$  për një frakturë rrethore ose  $A=L \times H$  për një frakturë drejtkëndëshe (shih foton më sipër);  $C_{p,w}$  = kapaciteti i ngrohjes së ujit, rreth 4.2 kJ/(kg·K);  $C_{p,r}$  = kapaciteti i ngrohjes së granitit, rreth 1.000 J/kgK;  $m_w$  = norma e rrjedhës e ujit përmes frakturës, kg/s;  $t$  = koha, s;  $T$  = nënkuptonë temperaturën e shkëmbit, °C;  $T_{min}$  = temperatura e reinjektimit të fluidi, °C;  $\lambda_r$  = përçueshmëria termike e granitit, rreth 3 W/(m·K); dhe  $\rho_r$  = densiteti i granitit, rreth 2.7 g/cm<sup>3</sup>. Kujdes se “erf” tregon gabimin e funksionit të sasisë së përmbajtur në kllapa të më mëdha.<sup>42</sup>

Figura 8. Kthesat e tërheqjes parametrike të energjisë termike për një thyerje të vetme të idealizuar rrethore me rreze R.



Burimi: Tester et al., 2014, p. 560.

Ekuacioni (6) më sipër ofronë vlerësime të jetës së rezervuarit për një sistem ideal të ndarë me një zonë të caktuar A dhe shkallë të prodhimit, mirëpo disa llogaritje të thjeshta tregojnë se zona të mëdha sipërfaqje janë të nevojshme për norma të ulëta tërheqje me flukës të puslindjes më të madhe se 40 kg/s shih foton më sipër, po ashtu për një grup të caktuar të pronave të shkëmbit parametri  $MW / A$  do të përcaktojë norma termike tërheqjes. Figura më poshtë tregonë distancën e nevojshme të ndarjes të puslindjes si një funksion të fuqisë së parë termike ose norma e masës së rrjedhjes dhe numri i thyerjeve, në këtë rast tërheqja prej 50% është arritur pas 20 viteve të funksionimit të vazhdueshëm me një  $m_w/R^2$  të përgjithshme prej rreth  $2 \times 10^{-4}$  kg/(m<sup>2</sup>·s), për shkak të përçueshmërisë të ulët termike të shkëmbit, frakturat ndahen

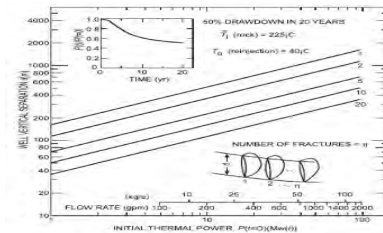
<sup>42</sup> Ibid., p. 559.

horizontalisht nga më shumë se 50 m tregojnë ndërhyrje të papërfillshme termike gjatë një periudhe 20 vjeçare.<sup>43</sup>

#### 4.4.3 Shfrytëzimi i drejtpërdrejtë jo elektrik i ngrohjes

Burimet hidrotermale me temperatura të ulët në formën e ujit të ngrohtë ose me avull janë përdorur në aplikimet komerciale të drejtpërdrejtë të ngrohjes duke filluar nga ngrohja e tokës (10 °C) të ngrohjes (60 – 90 °C), mirëpo figurat më poshtë do të ilustrojnë tre menyrat e shfrytëzimit: për ngrohje me gjeofluidë të nxjerra në mënyrë indirekte duke përfshirë një shkëmbyes të ngrohjes dhe pompa për ujin nëntokësor dhe burimet e ngrohjes së tokës. Çmimi i naftës godet interesin e katalizuar të viteve 1970 në aplikim jo – elektrik të energjisë gjeotermale në të gjithë botën, në SHBA për shembull, programet kreditare të ndryshme federale dhe shtetërore janë miratuar për stimulimin e përdorimit të drejtpërdrejtë të burimeve gjeotermale. Në vitin 1994 energjia gjeotermale ka siguruar  $1.4 \times 1.016 \text{ J}$  (13.000.000.000.000 Btus) në vitë e për aplikim të ngrohjes së drejtpërdrejtë në SHBA, edhe pse baza e burimeve të përdorshme të burimeve me temperaturë të ulët dhe të moderuar gjeotermal është e madhe, zhvillimi i përdorimit të ngrohjes të drejtpërdrejtë po ecën ngadalë, mirëpo çdo sistem i ngrohjes të drejtpërdrejtë është një dizajn i veçantë dhe disa këshilltarë apo kontraktues që janë të trajnuar dhe më provojnë në përdorimin e drejtpërdrejtë të burimeve gjeotermale.<sup>44</sup>

Figura 9. Nomogramë konceptuale e projektimit për formacione të përshkrushmërisë së ulët me një nivel të caktuar të tërheqjes (50% në 20 vjet punë), distancat e ndarjes puslindjes (d) që përcaktojnë madhësinë e vetme ose të shumfishta të thyerjes janë treguar si një funksion i nivelit fillestar të energjisë termike ( $P(t = 0)$ ), normat e rrjedhës dhënë në kg/s dhe në gal/min (gpm).



Burimi: Tester et al., 2014, p. 560.

#### 4.4.4 Aplikimet e ngrohjes direkte

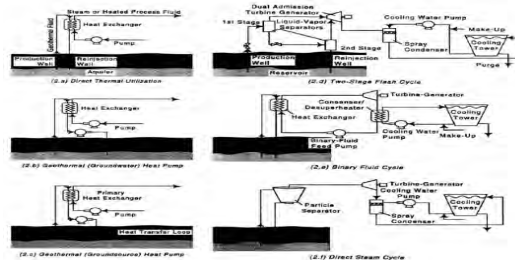
Aplikime industriale në përgjithësi duhet moderuar të burimet gjeotermale me temperaturë të lartë, ndërsa përdorimi industrial përfshijnë: rimëkëmbjen e rritur të naftës (90 °C), operacionet minerale ose të kullimit grumbull duke përdorur shpërndarjen selektive kimike për nxjerrjen e metaleve të çmuara (110 °C), dehidratim

<sup>43</sup> Ibid., p. 560.

<sup>44</sup> Ibid.

të perimeve (130 °C), rritje të kërpudhave (60 °C), përpunimin e pulpë dhe letrës (200 °C), tharjen e barit (60 °C), tharjen e drurit (90 °C) dhe tharjen diatomaceous të tokës (182 °C). Përdorimi i parë modern industrial në SHBA ishte një central i dehidrimit të perimeve në Fernley, Nevada. Kur fabrika është ndërtuar në vitin 1978 për të procesuar qepë, lëngu gjeotermal është përdorur vetëm për të furnizuar ngrohje për procesin e dehidratimit. Avantazhet e përdorimit të lëngjeve gjeotermale përfshijnë normat e rritura dukshëm të prodhimit, eliminimin e rreziqeve të mundshme të zjarrit karburanteve të tjera dhe jo degradimin e produkteve përmes nxehjes.<sup>45</sup>

Figura 10. Mundësitë e shfrytëzimit të energjisë për burimet gjeotermale.



Burimi: Tester et al., 2014, p. 561.

Serat janë në mesin e palikacioneve më të shpejtë të rrijës, ku shumë të korra komerciale (duke përfshira të luleve, bimve shtëpiake, perimeve dhe fidanëve pemë), mund të rriten me fitim, duke i bërë burimet gjeotermale ekonomikisht tërheqëse, sidomos në klimat e ftohta, serrat e mëdha dhe të nxeha gjeotermale aktualisht janë operuar në Itali, Islandë, Hungari dhe SHBA (New Mxico, Utah dhe Kaliforni). Aktualisht janë 23 sisteme gjeotermale të ngrohjes qendrore në SHBA, duke përfshirë dhe të kombit më të vjetër në Boise, Idaho, 65.000 m<sup>2</sup> (700.000ft<sup>2</sup>) sistemi në Institutin e Oregon të Teknologjisë kampusit, objekti i paraburgimit të sistemit komunal në Yakima, Washington dhe sistemi i ngrohjes qendrore më i madhe gjeotermale i kombit në San Bernadino, Californi. Për ti ndimuar komunitetet dhe zhvilluesit në vlersimin e kostojes dhe përfitimeve të sistemeve të tilla, Universiteti Shtetro i Washingtonit dhe Qendra Gjeongrohje kanë përgaditur programe të kuptueshme për vlersimin gjeotermal të drejtpërdrejt me përdorim të kostos. Ndërkombëtarisht ngrohja gjeotermale distriktit ka qenë e popullarizuar ku ka afërsi të një burimi të mirë hidrotermalë në një qendër të arsyeshme të ngarkesës. Reykjavik, Island, Paris Francë dhe shumë vendenë Rusi, Japoni dhe Hungari japin shembuj të mirë të zhvillimeve të tilla.<sup>46</sup>

Pompat e ngrohjes gjeotermale termi “pompat e ngrohjes gjeotermale” (GHP) është i përgjithshëm për të gjitha pompat e ngrohjes që shfrytëzojnë kapacitete termike të tokës si një burim energjik (për ngrohje) ose lavaman të energjis (për ftohje), në thellësi të cekët më të madhe se rreth 1 – 2 metra (3-6 ft), toka mban një temperaturë relativisht

<sup>45</sup> Ibid.

<sup>46</sup> Edwards et al., 1982, p. 58.

konstante, mesatarisht më të ngroht se ajri mbi të në dimër, në verë më të ftoht, duke bërë të mundur GHP COPs tipike të 4.0 ose më mirë. Efikasiteti i tillë i lartë mund të reduktojë konsumin e energjisë nga 23 – 44% gjatë ngrohjes pumpës burimit ajrore dhe nga 63 – 72% rreth ngrohjes rezistencës elektrike dhe standardet të pajisjeve të ajrit kondicionuar. Kapaciteti termik i tokës mund të përdoret drejtpërdrejt ose tërthorazi në mënyrë të tillë si duke përdorur ujin nëntokësor si një agjent ndërmjetës të transferimit të ngrohjes, koncepti i GHPs është zgjeruar relativisht për të përfshirë herë pas here disa pompa të ngrohjes që të shfrytëzojë liqenet ose ujin e lumit.<sup>47</sup>

#### 4.4.5 Gjenerimi i energjisë elektrike

Shumica e burimeve gjeotermale, diellore termike jo të përqëndruar, dhe burimet termike të oqeanit ndajnë në dëm të përbashkët të pasurit e temperaturave të ulëta thelbësore. Një teknik për të rritur cilësinë e tyre, si dhe aftësinë transportuese të tyre, është kthyerja e energjisë së tyre në energjinë elektrike. Efikasiteti për konvertimin e burimeve gjeotermike në temperatura nën 200 °C në energji elektrike janë shumë më pak se ato të centralave të karburantit fosil shkarkuar ose centralave me fuqi berthamore, zakonisht 5 – 20% kundraj 35 – 60% në kushte të raportit të punës së prodhuar të ngrohjes së furnizuar. Puna e përgjithshme maksimale që mund të prodhohet nga një ftohje gjeofluidë e kondensuar nga gjendja e tij burim  $T_{gf}$  për të ashtu quajtur gjendja e vdekur, ose gjendja e ambientit  $T_0$ , është dhënë nga disponueshmëria termodinamike B. Puna maksimale për njësi masë të gjeofluidit dhënë pastaj nga:

$$\Delta B = \frac{[\Delta H - T_0 \Delta S] T_{gf}}{T_0} = W_{max}/m_{gf} \quad (7)$$

Ku  $\Delta H$  është dallimi entalpi dhe  $\Delta S$  është dallimi entropies në mes të gjendjes për gjeofluid në një bazë në masë për njësi, kjo sasi maksimale e punë pastaj mund të krahasohet me shumën aktuale të punës së prodhimit nga çdo proces i konvertimit të vertet të emergjisë  $W_{net}$ . Krahasimet e këtij lloji zakonisht janë arritur me përcaktimin e një efikasitetit të ciklit  $\eta_{cyclet}$  që përfaqëson punën  $W_{net}$  të dobishëm të marr nga sistemi i ndarë nga sasia e ngrohjes së transferuar nga lëngu gjeotermale  $Q_H$ .<sup>48</sup>

$$\eta_{cikli} = \frac{W_{net}}{Q_H} \quad (8)$$

Siç ulet efikasiteti i ciklit, sasia e ngrohjes refuzohet nga rritet mjedisore, për një lavaman të fundit me 25 °C me një burim të ngrohjes gjeotermale fluide në 50 °C, efikasitetet e ciklit do të jenë më pak 5% me 95% të energjisë se nxjerrë gjeotermale të refuzuar në mjedis, si nxehtësi, gjithashtu siç rritet temperatura e një burimit, rritet

<sup>47</sup> L'Ecuyer, Zoi, Hoffman, 1993, p. 68.

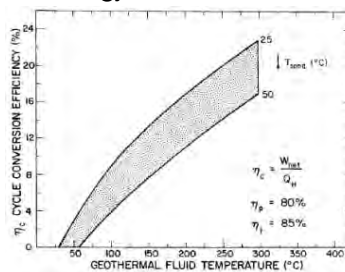
<sup>48</sup> Tester et al., 2014, p. 562.

edhe efikasitetit, mirëpo një qasje alternative për të përdorur efikasitetin e ciklit do të jetë për të krahasuar drejtpërdrejt punën e vertet me punën maksimale të mundshme duke përcaktuar një efikasitet të shfrytëzimit  $\eta_u$ , si,

$$\eta_k \equiv \frac{W_{net}}{W_{max}} = \frac{P}{m_{gf}\Delta B} \quad (9)$$

ku  $P$  = rrjeti i energjisë së nxjerrë,  $\Delta B$  = disponueshmëria për njësi masë, dhe  $m_{gf}$  = norma e rrjedhjes fluide gjeotermale, pastaj  $\eta_u$  është masa direkte e një efikasiteti të shfrytëzimit të burimeve, sepse në  $T_{gf}$  të fiksuar, vlera e lart të  $\eta_u$  korrespondojnë me normat e ulta të rrjedhjes së positt për një prodhim të dhënë të fuqisë. Frakcioni i avullit është zgjeruar më pas në një avull kondensimi turbin / gjenerator për të prodhuar energji elektrike, pjesa e lëngshme është shkrepur përsëri për një presion më të ulët me avujt e gjeneruara të zgjeruar në turbinë nga një presion më i ulët fillestar, edhe pse procesi mund të përsëritet për faza të shumta, sistemet me dy faza janë zakonisht zgjidhja më e mirë ekonomike.<sup>49</sup>

Figura 11. Varg tipik i efikasitetit të ciklit të parashikuara central të energjisë gjeotermale.



Burimi: Tester et al., 2014, p. 563.

Për burimet me avull të dominuar, siç janë ato në fushën Geysers në Kaliforni, është përdorur një turbinë më avull të drejtpërdrejt të ciklit të kondensimit. Grimca është larguar nga avulli para se të hyn në një turbinë më presionit të ulët që punëson material konvencionale dhe dizajne. Kur gjeofluidet natyrore përmbajnë sasi të konsiderueshme të gazeve jo të kondenzueshme, një avull i drejtpërdrejtë ose cikli i ndezjes nuk është një zgjedhje e mirë, mirëpo lëngu binare ose ciklet e zgjerimit dy fazorë janë më të efekshme për këto zbatime.<sup>50</sup>

#### 4.4.6 Zgjedhja e punës lëngut

Vlera e saktë të pronave termodinamike të lëngjeve të propozuara të punë janë të nevojshme për të llogaritur ciklin e performances së energjisë elektrike. Kapaciteti i ngrohjes në presion të vazhdueshëm në gjendje ideale të gazit  $C^*_p$ , mbushja presion avulli  $P^{sat}$  presion vëllimi temperatura (PVT) sjellja, entalpi dhe entropi ndryshime, dhe densiteti i lëngshëm në mbushje  $p_1^{sat}$  mund të shprehet me ekuacionin semiempirike.

<sup>49</sup> Ibid.

<sup>50</sup> Tester, 1982, p. 16.

Shumë hidrokarbure, fluorokarbur edhe lëngje tjera organike të punës janë shqyrtuar për tu përdorur si një zëvendësim për ujë në temperatura të ulët të ciklit konvertimit të energjisë, për shembull, R-600a (isobutane,  $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ ), R-32 ( $\text{CH}_2\text{F}_2$ ), R-717 (amoniakut  $\text{NH}_3$ ), RC-318 ( $\text{C}_4\text{F}_8$ ), R-114 ( $\text{C}_2\text{C}_{12}\text{F}_4$ ) dhe R-115 ( $\text{C}_2\text{C}_1\text{F}_5$ ) janë studiuar për të ofruar një gamë të pronave, duke përfshirë peshën molekulare dhe temperaturat kritike dhe presionin. Të gjitha këto komponimet e kanë relativisht të lartë dendësin e avullit në temperatura të refuzimit të ngrohjes të ulët si  $20\text{ }^\circ\text{C}$ .<sup>51</sup>

Faktorë të tjerë nga pronat e dëshirueshme termodinamike shpesh përcaktojnë lëngje praktike të punës, këto përfshijnë stabilitetin fluid termik dhe kimik, ndezshmëria, toksicitetin, materiale kompatible (p.sh. rezistenca ndaj korrizionit) dhe kostoja. Dëm i madh i hidrokarbureve të tilla si propan, penta dhe isobutan, është ndezshmëria e tyre, e cila kërkon pajisje të kushtueshme në mbrojtjen nga shpërthi dhe sisteme ventilimi. Situata me fluorokarbur është më e ndërlikuar, por paqëndrueshmëria termike është një çështje e rëndësishme.<sup>52</sup>

#### 4.4.7 Kriteret inxhinierike të projektimit

Çdo proces i vërtetë për gjenerimin e enegjisë elektrike ose ngrohjes ka mangësi apo hapa të pakthueshëm që rezultojnë në një punërrjet më pak se sa është në ekuacionin (7). Përdorimi efikas i burimeve mund të jetë i nevojshëm për fizibilitetin tregtarë, nëse kostot e zhvillimit të rezervuarit janë të larta, ndërsa shfrytëzimi i efektshëm kërkonë që:

1. Shumica e ngrohjes është nxjerrë nga uji gjeotermal para asgjësimit ose reinjektimit,
2. Diferencat e temperatures në transferim e ngrohjes së sipërfaqes janë mbajtur në nivele minimale praktike,
3. Turbina dhe pompa ushqyese janë dizajnuara me kujdes për efikasitet optimal,
4. Nxetësia është refuzuar nga cikli termodinamik në një temperaturë pranë temperaturës minimale të ambientit  $T_o$ .<sup>53</sup>

Nëse mund apo nuk mund këto kushte të plotësohen varet nga zgjedhja e ciklit termodinamik dhe punës së mesme të lëngut, temperaturës fluide, dhe temperaturës të ftohsit (uji apo ajri), te të cilat termocentrali refuzon humbjen e ngrohjes.<sup>54</sup>

Këmbimi i ngrohjes dhe prodhimi i lëngut kryesor të forces lëvizëse, ku një sistem i ngrohjes gjeotermale elektrike ose mund të kërkojë një shumëllojshmeri të hapave të transferimit të ngrohjes për të prodhuar një lëng të përshtatshëm forca – primare lëvizëse, për shembull, për cikle binare të lëngut, një shkëmbyes primar i ngrohjes që vepronë si një parangrohës i kombinuar, kaldarje dhe tejngrohës në presione subkritike ose si një avullues në presion superkritik do të jetë e nevojshëm për të hequr ngrohjen nga fluidi gjeotermal dhe të gjeneroj avujt organik për injeksion në turbinë, mirëpo në

---

<sup>51</sup> Milora, Tester, 1976, p. 28.

<sup>52</sup> Tester et al., 2014, p. 564.

<sup>53</sup> Ibid.

<sup>54</sup> Ibid.

një cikël ndezje, forcës primare lëvizëse me avull është prodhuar duke ulur presionin e lëngjeve në një ose më shumë hapa. Këmbyesit e mëdhenjë janë të nevojshëm me kosto të konsiderueshëm, për shembull, një 100 MW fabrikë gjeotermale me një efikasitet të ciklit 12% kërkon rreth 60.000 m<sup>2</sup> (650.000 ft<sup>2</sup>) të shkëmbit të ngrohjes së sipërfaqes ku kështu do të shfrytëzohen të shumta njësi paralele të 1.900 – 5.500 m<sup>2</sup> (20.000 – 60.000 ft<sup>2</sup>). Për një shkëmbyes primar të ngrohjes në një cikël binar, në sipërfaqen e përgjithshme të shkëmbimit të ngrohjes, A, mund të shprehet si një funksion i ngarkesës së ngrohjes, Q, një mjet i përshkrueshëm  $\Delta T = \langle T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}} \rangle$ , si dhe një koeficient efektiv i përgjithshëm ngrohje transferuar U:

$$A = \frac{Q}{U\Delta T} \quad (10)$$

$\Delta T$  praktike duhet të zgjidhen për të mbrojtur koston e shkëmbimit të ngrohjes në një nivel të arësyeshëm, në disa raste shkëmbyesit mund të arrijë një gjendje të rrudhur ku  $\Delta T$  i afrohet zeros në një ose më shumë vende, pastaj një minimum  $\Delta T$  do të duhet të jetë e specifikuar për çdo majë të pikës së mundshme, në përputhje me kërkesat e këmbimit të ngrohjes praktike të zonës.<sup>55</sup>

Një sistem dy faza flash mund të prodhijë 20 – 30% energji më shumë se një njësi një fazore, në të njëjtën normë të përgjithshme gjeotermale fluide – rrjedhore, por performanca e përmirësuar e sistemeve të multifazore duhet të balançohet kundrejt kompleksitetit shtesë dhe koston së shfrytëzuar me avull sekondar.<sup>56</sup>

#### 4.4.8 Turbina

Në zgjedhjen e lëngjeve që nuk punojnë me uj për aplikimin energji – cikli, madhësia e turbinës duhet të jetë e vogël për të zvogluar shpenzimet dhe për të kompensuar shtesë zonën e ngrohjes shkëmbim të sipërfaqes të nevojshme për cikle binare të lëngjeve, është e rëndësishme për të vepruar turbinat gjeotermike me efikasitet të lartë nëse ata përdorin avull ose lëngje organike binare, një analizë e ngjashme e performancës tregon se efikasiteti i turbinës është kontrolluar kryesisht nga dy numra në lidhje me katër parametra padimension: diametrik i tehut të katranit, shpejtësia rrotulluese, rënja e fazes entalpi dhe norma e vëllimit gazi që rrjedh.<sup>57</sup>

Efikasiteti maksimal i turbinë kërkon një marrëdhënie të caktuar në mesin e këtyre parametrave, prandaj madhësia e turbinës, kushtet operative, dhe si pasoj mund të vlerësohen shpenzimet, për qëllim shqyrtimit të lëngut është zhvilluar një figurë e përgjithshme e meritës që lidhjet dretjepërdrejtë me madhësin e turbinës. Shumë lëngje organike një reduktim të ndjeshëm në madhësin e turbinës, për shembull, një 100 MW

<sup>55</sup> Ibid., p. 565.

<sup>56</sup> Eskesen, 1980, p. 46.

<sup>57</sup> Balje, 1962, p. 37.



e kapacitetit të fabrikes të projektuar për një 150 °C burimet dominuar lëngshë do të kërkojnë vetëm një fund të vetëm shter.<sup>58</sup>

Turbinat më avull nën presion të ulët për operim gjeotermal me 50 MW kapacitetet ose më të mëdha janë prodhuar komercialisht për disa vjetë, ciklet binare organike që shfrytesojnë energji gjeotermale janë vendosur në operacion komercial dhe pse në një shkallë më të vogël se sa sistemet e ndezjes.<sup>59</sup>

#### 4.4.9 Pompat

Kërkesat për sistemet gjeotermale të pompimit janë katër lloje kryesore:

1. Pompa për prodhimin e lëngjeve vrimposht,
2. Pompa fluid – reinjektim,
3. Pompa e ushqimit të energji – ciklit,
4. Pompa transportuese të fluidit – gjeotermal.<sup>60</sup>

Sipas një studimit të publikuar dhe vlersuar të pajisjeve ekzistuese gjeotermale të pompimit, sipërfaqes – montuar, dizajnet multifazore konvencionale centrifugale mund të përdoret për aplikimet komerciale të madhësis për më sipër se 2 – 4, pompat reinjektuese mund të paraqesin probleme ku janë përdorur shëllira tepër gërryes dhe erosive gjeotermike, problemet me sfiduese janë më pompimin vrimposht, për shkak të kufizimeve të rënda të mjedisit dhe dizajnit.<sup>61</sup>

Disa lloje të sistemit të pompimit vrimposht janë propozuar, mirëpo këto përfshijnë dizjane boshti të nxitura dhe zhytëse elektrike – motor – drejtuar, multi – fazore, vertikale centrifugale që janë komerciale në dispozicion dhe janë testuar nga një numër i kompanive, mirëpo ka kompleksitete lidhur me bosht pumpën vrimëposhtë të drejtuar mekanikisht në sipërfaqe, për shembull, linja – bosht kushineta duhet të jetë e efkshme për shërbimin e temperaturave së larta. Zhyteset e drejtuara në mënyrë elektrike gjithashtu kanë probleme serioze në temperatura që veprojnë mbi 180 °C për shkak të efekteve të ngrohjes, lagështisë dhe shëllirës në motorë. Llojet tjera të përgjithshme të pompës në zhvillim përfshijn avullosjen organike – lëng – drejtuar, turbinë pompa vrimposht dhe sistemet e drejtuara hidraulike, në këto raste problemet e njësisë bosht apo elektrike – motor – drejtuar janë zëvendësuar me një sistem kompleks koncentrik të puslindjes – tubacioneve.<sup>62</sup>

---

<sup>58</sup> Milora, Tester, 1976, p. 99.

<sup>59</sup> Mock, Tester, Wright, 1997, p. 84.

<sup>60</sup> Tester et al., 2014, p. 566.

<sup>61</sup> Nichols, Malgieri, 1987, p. 27.

<sup>62</sup> Tester et al., 2014, p. 567.

#### 4.4.10 Ngrohja e dërguar dhe shpërndarja e energjisë

Një nga karakteristikat tërheqëse të energjisë gjeotermale është se ajo mund të aplikohet për ngarkesat bazë si dhe për nevojat që arrin kulmin për energji elektrike dhe proces ngrohjeje, e për më tepër rezervuari vetë ka ndërtuar kapacitetin e ruajtjes së lëngut nxehtë dhe shkëmbit që e përbënë atë. Për aplikimin elektrike, me efikasitetin e konvertimit në thelb të ulët të sistemeve gjeotermale (10 – 20%), prodhimet e shumta dhe pusët e reinjektuara janë përdorur në instalimet për furnizimin e termocentralit, zakonisht me një kapacitet gjenerues prej 10 – 60 MWe. Prandaj në qoftë se termocentrali është i dizajnuar si duhet, do të jetë e mundur që të ul prodhimin nga rreziku poshtë rrjedhës në një ose më shumë puse të prodhimit. Përveç kësaj për aplikim HDR, një periodik injeksion – prodhimi i ciklit të mund të përdoret me rezervuar që sigurojnë magazinimin dinamik.<sup>63</sup>

#### 4.4.11 Përparimet e nevojshme për hulumtim dhe zhvillim

Rritja e zhvillimit të energjisë gjeotermale nuk është e kufizuar nga disponueshmëria e burimeve, përkundrazi ajo është e kufizuar nga teknologjia e pamjaftueshme. Vetëm burimet të gradës më të lartë gjeotermale mund të përdoren ekonomikisht sot për prodhimin e energjisë elektrike. Zhvillimi i pjesës më të madhe të burimeve gjeotermale nuk është i mundur sepse në vëndet e burimeve më të mëdha, shpenzimet e gjenerimit të energjisë janë më të larta se sa ato për lëndët djegëse fosile konkurruese, të gazit natyror në veçanti. Me supozime të arsyshme në lidhje me normat e skontimit, kapitali dhe shpenzimet e shpimit, dhe të ndërtimit termocentralit dhe periudha e zhvillimit të fushë, shpenzimet gjeotermale sot shkojnë nga 4c në 7c për kWh për zhvillimin e energjisë të reja në shkallën e lartë të faqeve të burimeve gjeotermale, ndërsa kapacitet e reja gjeneruese nga gazi natyror, ku është në dispozicion, prodhon fuqi në 2.6c për 6.2c për kWh, mirëpo operacioni dhe mirëmbajtja në termocentral gjeotermale kapitalizmi i cili është paguar mund të jetë aq i ulët sa 0.3c për kWh. Fuqia e gjeneratës së shpenzimeve të gradës shumë më të ulët në vëndet e shumta të burimeve gjeotermale nuk janë në gjendje të konkurrojnë sot me kostot natyrore të gazit gjeneruar në SHBA. Një R & D program thëlbësorë që synon përmirësimin e teknologjisë ekzistuese dhe zhvillime të reja, teknologjia e avancuar është kritike për të mundësuar industrinë gjeotermale për të konkurruar në sheshet e energjisë së brendëshme dhe globale. Programet e financimit të puseve R & D në Japoni dhe Evropë kanë për qëllim avancimin e teknologjisë së ngrohjes të minierave prej atyre të SHBA-ve.<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup> Ibid.

<sup>64</sup> Tester et al., 2014, p. 568.

#### 4.4.12 Teknologjia hulumtuese dhe e rezervuarit

Problemi kryesor në eksplorimin është se si në zona të largëta të zbulohet prodhimi i thellë në nënujor në mënyrë që vrima stërvtise mund të vendoset dhe të drejtohet për të ndërprer keto zona prodhimi, po ashtu duhet cekur se nuk ka dy rezervuare gjeotermike që janë të njëjtë, dhe përshkrueshmeria e tyre ndryshonë shumë në distanca të shkurta. Teknikat e eksplorimit të pranishëm sipërfaqësor nuk janë mjaft specifike, dhe ata i çojnë në zhvilluesit të shpojnë puse shumë të thata, duke rritur kostot e zhvillimit, më tej njohrit të pamjaftueshme nga vetit fizike dhe kimike nënujore e bëjnë të pamundur për të minuar ngrohjen në mënyrë sa më efikase dhe për të siguruar qëndrueshmërinë e rezervuarit gjeotermal, mirëpo rritja e njohrive të mekanikes se shkëmbit është e nevojshme për të siguruar përmirësime të teknikave për të krijuar thyerje të reja dhe metoda më të mira dhe nxitje për të hapur fraktura ekzistuese dhe rezistencë të plotë të rrjedhës ulët. Teknikat më të mirë gjeokimike dhe gjeofizike, si dhe metodat e përmirësuara kompjuterike për strategjitë e ngrohjes – nxjerrjes të modelit nga rezervuaret gjeotermal janë të nevojshme, është e mundur që kosotoja e zhvillimit gjeotermal të mund të ulët me 10 – 20% dhe jetëgjatësia e rezervuarit të zgjerohet dukshëm me përmirësimin në teknikat shkencore të tokës.<sup>65</sup>

#### 4.4.13 Potenciali për afat të gjatë

Baza globale e burimeve të energjisë gjeotermale është e madhe dhe e shpërndarë, energjia gjeotermale e prodhuar në këto burime është rritur vazhdimisht që nga fillimi i vitit 1920 me një normë mesatare prej 8.5% në vitë.<sup>66</sup>

Termocentralet gjeotermale të energjisë ofrojnë disa avatazhe, ata janë të thjeshta, të sigurt, modulare (10 – 50 MWe), mund të ndërtohen me shpejtësi (afërsisht një vitë një termocentral 50 MWe), dhe janë në gjendje të provojnë bazën e ngarkeses, rritja e kapacitetit të energjisë gjeotermale ka qenë e bazuar ekskluzivisht në përdorimin e temperaturës së lartë ( $T > 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), gradës lartë, burimeve gjeotermale, mirëpo burimet hidrotermale të temperaturës së ulët ( $T < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) përfshin burim ekonomik të energjisë për pompa të ngrohjes gjeotermale (GHPs) dhe për përdorim direkt në aplikim shtëpiak, industrial, agrikulturore dhe ngrohje të qarkut, për shembull, idea e përdorimit të një 25 km verilindje si një këmbues i ngrohjes së thellë GHP për ngrohje dhe ftohje aplikime më komplekse të ndërtesave të mëdha është duke u ndjekur në Gjermani.<sup>67</sup>

---

<sup>65</sup> Ibid., p. 569.

<sup>66</sup> Ibid.

<sup>67</sup> Fell, 2003, p. 16.

## 5 KAPITULL 5

### 5.1 NATYRA E BURIMEVE GJEOTERMALE

#### 5.1.1 Motori termik i tokës

Gradienti gjeotermal shpreh rritjen e temperaturës me thellësinë në koren e tokës. Deri në thellësitë e arritshme duke shpuar me teknologji moderne, d.m.th. mbi 10.000 m, gradienti mesatar gjeotermal është rreth 2.5-3 °C/100m. Për shembull, nëse temperatura brenda disa metrave të parë nën nivelin e tokës, e cila mesatarisht korrespondon me temperaturën mesatare vjetore të ajrit të jashtëm, është 15 °C, atëherë në mundemi në mënyrë të arsyeshme supozoni se temperatura do të jetë rreth 65 -75 °C në 2000 m thellësi, 90 - 105 °C në 3000 m dhe kështu me radhë për disa mijëra metra të tjerë. Sidoqoftë, janë të mëdha zonat në të cilat gradienti gjeotermal është larg vlerës mesatare. Në zonat në të cilat bodrumi i thellë shkëmbor ka pësuar fundosje të shpejtë dhe pellgu është i mbushur me sedimentet gjeologjike 'shumë të rinj', gradienti gjeotermik mund të jetë më i ulët se 1 - 10C/100 m, nga ana tjetër, në disa 'zona gjeotermale' gradienti është më shumë se dhjetë herë vlera mesatare.<sup>68</sup>

Planeti ynë përbëhet nga një kore, e cila arrin një trashësi prej rreth 20-65 km në zonat kontinentale dhe rreth 5-6 km në zonat oqeanike, një mantel, i cili është afërsisht 2900 km e trashë, dhe një bërthamë, rreth 3470 km në rreze. Fizike dhe kimike karakteristikat e kores, mantelit dhe bërthamës ndryshojnë nga sipërfaqja e Tokës në të qendra. Predha më e jashtme e Tokës, e njohur si litosferë, përbëhet nga kore dhe shtresa e sipërme e mantelit. Duke filluar në trashësi nga më pak se 80 km në zonat oqeanike në mbi 200 km në zonat kontinentale, litosfera sillet si e ngurtë trup. Nën litosferën është zona e njohur si asthenosfera, 200-300 km në trashësi, dhe të një sjelljeje 'më pak të ngurtë' ose 'më shumë plastike'. Me fjalë të tjera, nga shkalla gjeologjike në të cilën koha matet në miliona vjet, kjo pjesë e Tokës sillet në të njëjtën mënyrë si një lëng në procese të caktuara. Për shkak të ndryshimit të temperaturës midis pjesëve të ndryshme të asthenosfera, lëvizjet konvektive dhe, ndoshta, qelizat konvektive u formuan disa dhjetëra miliona vjet më parë. Lëvizja e tyre jashtëzakonisht e ngadaltë (disa centimetra për vit) mbahet nga nxehtësia e prodhuar vazhdimisht nga prishja e radioaktivitetit elementet dhe nxehtësia që vjen nga pjesët më të thella të Tokës. Vëllime të mëdha të shkëmbinjëve të thellë më të nxehtë, më pak të dendur dhe më të lehtë se materiali përreth, ngrihen me to lëvizjet drejt sipërfaqes, ndërsa shkëmbinjët më të ftohtë, më të dendur dhe më të rëndë pranë sipërfaqja tenton të fundoset, të nxehet përsëri dhe të ngrihet në sipërfaqe edhe një herë, shumë e ngjashme me atë ndodh me ujin që vlon në një tenxhere ose kazan.<sup>69</sup>

Në zonat ku litosfera është më e hollë, dhe veçanërisht në zonat oqeanike, litosfera shtyhet lart dhe thyhet nga materiali shumë i nxehtë, pjesërisht i shkrirë duke u ngjitur

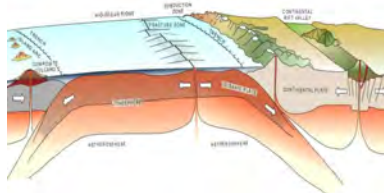
<sup>68</sup> Dickson, Fanelli, 2004, p. 65.

<sup>69</sup> Ibid.

nga asthenosfera, në përputhje me degën ngjitëse të qeliza konvektive, është ky mekanizmi që krijoi dhe ende krijon kreshtat përhapëse që shtrihen për më shumë se 60,000 km nën oqeane, duke dalë në disa vende (Azoret, Islanda) dhe madje zvarriten midis kontinenteve, si në Detin e Kuq. Një relativisht një pjesë e vogël e shkëmbinjve të shkrirë që dalin nga asthenosfera del nga kreshtat e këtyre kreshtave dhe, në kontakt me ujin e detit, ngurtësohen për të formuar një oqeanik të ri kore. Shumica e materialit që del nga asthenosfera, megjithatë, ndahet në dysh degët që rrjedhin në drejtime të kundërta nën litosferë. E vazhdueshme gjenerimi i kores së re dhe tërheqja e këtyre dy degëve në o drejtimet e kundërta ka bëri që shtretërit e oqeanit në të dyja anët e kreshtave të ndaheshin në një shkallë prej disa centimetra në vit. Rrjedhimisht, zona e shtretërve të oqeanit (litosfera oqeanike) tenton të rritet. Kreshtat priten pingul me thyerje të mëdha, në disa raste disa mijë kilometra në gjatësi, të quajtura defekte transformimi.<sup>70</sup>

Këto fenomene çojnë në një vëzhgim të thjeshtë: pasi me sa duket nuk ka rritje në sipërfaqen e Tokës me kalimin e kohës, formimi i litosferës së re përgjatë kreshtave dhe Përhapja e shtretërve të oqeanit duhet të shoqërohet me një tkurrje të krahasueshme të litosferë në pjesë të tjera të globit. Kjo është me të vërtetë ajo që ndodh në zonat e nënshtrimit, më e madhja prej të cilave tregohet nga llogore të mëdha oqeanike, siç janë ato që shtrihen përgjatë kufiri perëndimor i Oqeanit Paqësor dhe bregu perëndimor i Amerikës së Jugut. Në zonat e nënshtrimit litosfera paloset poshtë, zhytet nën ngjitur litosferë dhe zbret përsëri në zonat e thella shumë të nxehta, ku "tretet" nga mantel dhe cikli fillon nga e para. Një pjesë e materialit litosferik kthehet në a gjendje të shkrirë dhe mund të ngrihet përsëri në sipërfaqe përmes thyerjeve në kore. Si nje si pasojë, harqe magmatike me vullkane të shumta formohen paralelisht me llogore, në anën e kundërt me atë të kreshtave. Aty ku ndodhen llogoret në oqean, si në Paqësorin Perëndimor, këto harqe magmatike përbëhen nga zinxhirë vullkanikë ishujt; ku llogoret rrjedhin përgjatë margjinave të kontinenteve prej të cilave përbëhen harqet zinxhirë malesh me vullkane të shumta, siç janë Andet.<sup>71</sup>

Figura 12. Seksioni kryq skematik që tregon proceset tektonike të pllakave.



Burimi: Dickson, Fanelli, 2004, p. 66.

Përhapja e kreshtave, transformimi i defekteve dhe zonat e nënshtrimit formojnë një rrjet të gjerë që me ndan planetin tonë në gjashtë zona të mëdha dhe disa zona të tjera më të vogla litosferike ose pllaka. Për shkak të tensioneve të mëdha të krijuara nga

<sup>70</sup> Ibid., p. 66.

<sup>71</sup> Ibid.

motori termik i Tokës seksioni kryq skematik që tregon proceset tektonike të pllakave dhe asimetria e zonave që prodhojnë dhe konsumojnë material litosferik, këto pllakat lëvizin ngadalë kundër njëra -tjetrës, duke ndryshuar pozicionin vazhdimisht, kufijtë e pllakave korrespondojnë me zona të dobëta, të thyera dendur të kore, e karakterizuar nga një sizmicitet i fortë, nga një numër i madh vullkanesh dhe, për shkak të ngjitjes së materialeve shumë të nxehta drejt sipërfaqes, nga një nxehtësi e madhe tokësore rrjedhin. Siç tregohet në Figurën më posht, zonat gjeotermale më të rëndësishme janë të vendosura përreth kufijtë e pllakave.<sup>72</sup>

Figura 13. Modeli botëror i pllakave, kreshtave oqeanike, llogore oqeanike, zona subduksioni dhe fusha gjeotermale. Shigjetat tregojnë drejtimin e lëvizjes së pllakave drejt zonave të nënshtrimit. (1) Fushat gjeotermale që prodhojnë energji elektrike, (2) kreshtat mes-oqeanike të kryqëzuara nga defekte transformuese (thyerje të gjata tërthore), (3) zonat e nënshtrimit, ku pllaka nënshtruese përkulet poshtë dhe shkrihet në asthenosferë.



Burimi: Dickson, Fanelli, 2004, p. 67.

## 5.2 SISTEMET GJEOTERMALE PËRCAKTIMI DHE KLASIFIKIMI

Sistemet gjeotermale mund të gjenden në rajone me një normale ose pak më lart gradient normal gjeotermik, dhe veçanërisht në rajonet rreth kufijve të pllakave ku gradientet gjeotermale mund të jenë dukshëm më të larta se vlera mesatare. Në rastin e parë sistemet do të karakterizohen nga temperatura të ulëta, zakonisht jo më të larta se 100 °C në thellësitë ekonomike; në rastin e dytë temperaturat mund të mbulojnë një gamë të gjerë nga e ulët në shumë e lartë, dhe madje edhe mbi 400 °C.<sup>73</sup>

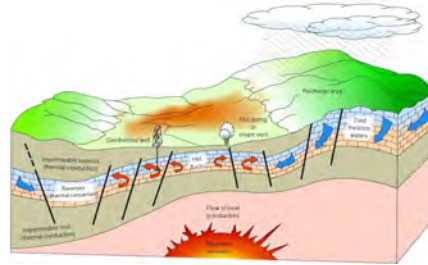
*Çfarë është një sistem gjeotermik dhe çfarë ndodh në një sistem të tillë? Mund të përshkruhet skematikisht si 'përcjellje uji në koren e sipërme të Tokës, e cila në një hapësirë të kufizuar, transferon nxehtësinë nga një burim nxehtësie në një lavaman, zakonisht sipërfaqja e lirë'. Një sistem gjeotermal përbëhet nga tre elementë kryesorë: një burim të nxehetësisë, një rezervuar dhe një lëng, i cili është bartësi që transferon nxehtësinë. Nxehtësia burimi mund të jetë ose një ndërhyrje magmatike me temperaturë shumë të lartë (> 600 °C) që ka arriti thellësi relativisht të cekëta (5-10*

<sup>72</sup> Ibid., p. 67.

<sup>73</sup> Ibid.

km) ose, si në disa sisteme të temperaturës së ulët, temperatura normale e tokës, e cila, siç e shpjeguem më herët, rritet me thellësinë.<sup>74</sup>

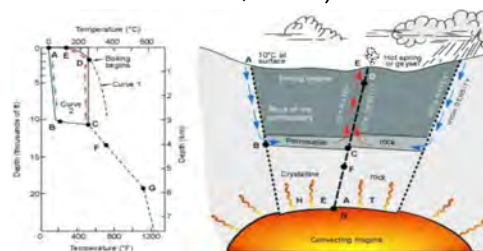
Figura 14. Paraqitja skematike e një sistemi gjeotermal ideal.



Burimi: Dickson, Fanelli, 2004, p. 68.

Rezervuari është një vëllim shkëmbinjsh të përshkueshëm nga nxehtësia nga të cilët rrjedhin lëngjet nxjerr nxehtësi. Rezervuari në përgjithësi mbulohet nga një mbulesë shkëmbinjsh të papërshkueshëm dhe lidhur me një zonë rimbushëse sipërfaqësore përmes së cilës ujërat meteorikë mund të zëvendësojnë ose zëvendësoni pjesërisht lëngjet që dalin nga rezervuari përmes burimeve ose nxirren nga puset. Lëngu gjeotermal është ujë, në shumicën e rasteve ujë meteorik, në faza e lëngshme ose e avullit, në varësi të temperaturës dhe presionit të tij. Ky ujë shpesh mbart me vete kimikate dhe gazra si CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, etj.<sup>75</sup>

Figura 15. Modeli i një sistemi gjeotermal. Kurba 1 është kurba e referencës për pikën e vlimit të ujit të pastër. Kurba 2 tregon profilin e temperaturës përgjatë një rruge tipike qarkullimi nga rimbushja në pikën A deri në shkarkimin në pikën E (Nga White, 1973).



Burimi: Dickson, Fanelli, 2004, p. 68.

### 5.3 BURIMET GJEOTERMALE

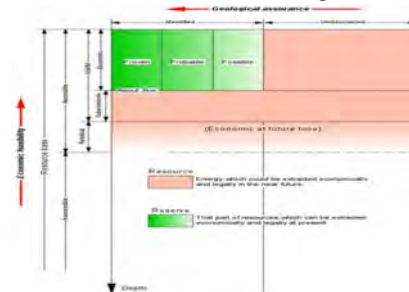
Nuk ka asnjë terminologji standarde ndërkombëtare në përdorim në të gjithë gjeotermën komunitetit, gjë që është për të ardhur keq, pasi kjo do të lehtësonte të kuptuarit reciprok. E më poshtë janë disa nga përkufizimet dhe klasifikimet më të zakonshme në këtë disiplinë. Sipas Muffler dhe Cataldi (1978), kur flasim në mënyrë të përgjithshme burimet gjeotermale, asaj që ne zakonisht i referohemi është ajo që

<sup>74</sup> Ibid.

<sup>75</sup> Ibid., p. 68.

duhet të jetë më saktë quhet baza e burimeve të arritshme; domethënë, e gjithë energjia termike e ruajtur midis sipërfaqës së tokës dhe një thellësi e caktuar në koren, nën një zonë të caktuar dhe të matur nga temperatura mesatare vjetore lokale. Baza e arritshme e burimeve përfshin të dobishmen bazën e burimeve të arritshme (= Burimi) - ajo pjesë e bazës së burimeve të arritshme që mund të nxirren ekonomikisht dhe ligjërisht në një kohë të caktuar në të ardhmen (më pak se njëqind vjet). Kjo kategori përfshin burimin ekonomik të identifikuar (= Rezervë) - ajo pjesë e burimeve të një zone të caktuar që mund të nxirren ligjërisht në a kosto konkurruese me burimet e tjera komerciale të energjisë dhe që janë të njohura dhe karakterizohet me shpime ose me dëshmi gjeokimike, gjeofizike dhe gjeologjike.<sup>76</sup>

Figura 16. Diagrami që tregon kategoritë e ndryshme të burimeve gjeotermale. (Nga Muffler dhe Cataldi, 1978). Aksi vertikal është shkalla e realizueshmërisë ekonomike; aksi horizontal është shkalla e sigurimit gjeologjik.



Burimi: Dickson, Fanelli, 2004, p. 69.

Shpesh bëhet një dallim midis gjeotermalit të mbizotëruar nga uji ose lëngu dhe sistemet gjeotermale të dominuara nga avulli (ose avulli i thatë). Në sistemet e mbizotëruara nga uji i lëngshëm është lëngu i vazhdueshëm, që kontrollon presionin faza. Disa avuj mund të jenë të pranishëm, përgjithësisht si flluska diskrete. Këto gjeotermale sistemet, temperaturat e të cilëve mund të variojnë nga <125 në > 225 °C, janë më të përhapurat shpërndarë në botë. Në varësi të kushteve të temperaturës dhe presionit, ato mund të prodhojnë përzierje të ujit të nxehtë, ujë dhe avull, avull të lagur dhe, në disa raste, avull të thatë. Në sistemet e mbizotëruara nga avulli, uji i lëngshëm dhe avulli normalisht bashkëjetojnë në rezervuar, me avull si faza e vazhdueshme e kontrollit të presionit. Sistemet gjeotermale të kësaj lloji, më të njohurit prej të cilëve janë Larderello në Itali dhe The Geysers në Kaliforni, janë disi të rralla, dhe janë sisteme të temperaturës së lartë. Ata normalisht prodhojnë avull të thatë-të nxehtë.<sup>77</sup>

<sup>76</sup> Ibid.

<sup>77</sup> Ibid., p. 69.



## 5.4 OBJEKTIVAT E EKSPLORIMIT TË ENERGJISË GJEOTERMALE

Objektivat e eksplorimit gjeotermal janë:

- Të identifikojë dukuritë gjeotermale.
- Për të siguruar që ekziston një fushë e dobishme gjeotermale e prodhimit.
- Për të vlerësuar madhësinë e burimit.
- Për të përcaktuar llojin e fushës gjeotermale.
- Për të gjetur zonat prodhuese.
- Për të përcaktuar përmbajtjen e nxehtësisë së lëngjeve që do të shkarkohen nga pusët në fusha gjeotermale.
- Përpilimi i një grupi të të dhënave bazë, kundrejt të cilave mund të jenë rezultatet e monitorimit të ardhshëm të shikohet.
- Përcaktimi i vlerave të para-shfrytëzimit të parametrave të ndjeshëm ndaj mjedisit.
- Të fitojë njohuri për çdo karakteristikë që mund të shkaktojë probleme gjatë fushës zhvillimi.<sup>78</sup>

Rëndësia relative e secilit objektivi varet nga një numër faktorësh, shumica të cilat janë të lidhura me vetë burimin. Këto përfshijnë shfrytëzimin e parashikuar, teknologjinë në dispozicion, ekonomike, si dhe situatën, vendndodhjen dhe kohën, të gjitha këto ndikojnë në program eksplorimi. Për shembull, zbulimi paraprak i gjeotermës manifestimet marrin një rëndësi shumë më të madhe në një zonë të largët, të pashkelur sesa në një zonë e njohur; vlerësimi i madhësisë së burimit mund të jetë më pak i rëndësishëm nëse është përdoret në një aplikim në shkallë të vogël që padyshim kërkon shumë më pak nxehtësi sesa tashmë shkarkimi natyral; nëse energjia do të përdoret për ngrohje qendrore ose ndonjë tjetër aplikim që ka nevojë për nxehtësi të shkallës së ulët, atëherë një lëng me temperaturë të lartë nuk është më një objektivi i rëndësishëm. Një numër i madh i metodave dhe teknologjive janë në dispozicion për t'i arritur ato objektivat. Shumë nga këto metoda janë në përdorim aktual dhe tashmë janë përdorur gjerësisht eksperimentuar në sektorë të tjerë të kërkimit. Teknikat dhe metodologjitë që kanë u tregua i suksesshëm në kërkimin e mineraleve dhe naftës ose gazit megjithatë nuk do të jetë domosdoshmërisht zgjidhja më e mirë në eksplorimin gjeotermik.<sup>79</sup>

### 5.4.1 Metodatat e eksplorimit

Studimet gjeologjike dhe hidrogjeologjike janë pika fillestare e çdo eksplorimi program, dhe funksioni i tyre bazë është ai i identifikimit të vendndodhjes dhe shtrirjes së fushat që ia vlen të hulumtohen në detaje dhe të rekomandohen më të përshtatshmet metodat e eksplorimit për këto zona. Studimet gjeologjike dhe hidrogjeologjike kanë një rol të rëndësishëm në të gjitha fazat pasuese të kërkimit gjeotermik, deri në vendndodhjen

---

<sup>78</sup> Ibid., p. 70.

<sup>79</sup> Ibid.

e gropa eksploruese dhe prodhuese. Ato gjithashtu japin informacionin bazë për duke interpretuar të dhënat e marra me metodat e tjera të eksplorimit dhe, më në fund, për ndërtimi i një modeli realist të sistemit gjeotermal dhe vlerësimi i potencialit të burim. Informacioni i marrë nga studimet gjeologjike dhe hidrogjeologjike mund të gjithashtu të përdoret në fazën e prodhimit, duke siguruar informacion të vlefshëm për rezervuarin dhe inxhinierë të prodhimit. Kohëzgjatja dhe kostoja e eksplorimit mund të jenë të konsiderueshme reduktuar nga një program i mirë eksplorimi dhe një koordinim efikas i kërkimit.<sup>80</sup>

Sondazhet gjeokimike (përfshirë gjeokiminë izotopike) janë një mjet i dobishëm i duke përcaktuar nëse sistemi gjeotermal është i dominuar nga uji ose avulli, i vlerësimin e temperaturës minimale të pritur në thellësi, të vlerësimin të homogjenitetit të furnizimit me ujë, duke nxjerrë në pah karakteristikat kimike të lëngut të thellë, dhe të përcaktimi i burimit të ujit të rimbushur. Informacion i vlefshëm gjithashtu mund të merret në lloji i problemeve që ka të ngjarë të shfaqen gjatë fazës së ri-injektimit dhe bimës shfrytëzimi (p.sh. ndryshimet në përbërjen e lëngut, korrozioni dhe shkallëzimi në tuba dhe impiante instalimet, ndikimi në mjedis) dhe si të shmangen ose luftohen ato. Gjeokimike studimi konsiston në marrjen e mostrave dhe analizat kimike dhe/ose izotopike të ujit dhe gazit nga manifestimet gjeotermale (burimet e nxehta, fumarole, etj.) ose pusët në zonën e studimit.<sup>81</sup>

Ndërsa studimi gjeokimik siguron të dhëna të dobishme për planifikimin e eksplorimit dhe kostoja e tij është relativisht e ulët në krahasim me metodat e tjera më të sofistikuar, siç është gjeofizika sondazhet, teknikat gjeokimike duhet të përdoren sa më shumë që të jetë e mundur më parë duke vazhduar me metodologji të tjera më të shtrenjta. Sondazhet gjeofizike drejtohen në marrjen indirekte, nga sipërfaqja ose nga intervalet e thellësisë afër sipërfaqes, parametrat fizikë të thellë gjeologjikë formacionet. Këta parametra fizikë përfshijnë: temperatura (matje termike) Conduct përçueshmëri elektrike (metoda elektrike dhe elektromagnetike) Ve shpejtësia e përhapjes së valëve elastike (studimi sizmik) dendësia (studimi i gravitetit) Sus ndjeshmëria magnetike (studimi magnetik).<sup>82</sup>

Disa nga këto teknika, të tilla si sizmika, graviteti dhe magnetika, të cilat janë miratuar tradicionalisht në kërkimin e naftës, mund të japë informacion të vlefshëm për formën, madhësinë, thellësinë dhe karakteristikat e tjera të rëndësishme të strukturave të thella gjeologjike që mund të përbëjnë një rezervuar gjeotermik, por ato japin pak ose aspak indikacion nëse këto strukturat në fakt përmbajnë lëngjet që janë objektivi kryesor i hulumtimit. Këto prandaj, metodologjitë janë më të përshtatshme për përcaktimin e detajeve gjatë fazave përfundimtare të eksplorimit, para se të vendosen pusët eksplorues. Informacion mbi ekzistencën e lëngjet gjeotermale në strukturat gjeologjike mund të merren me ato elektrike dhe perspektivat elektromagnetike, të cilat

---

<sup>80</sup> Ibid., p. 71.

<sup>81</sup> Ibid.

<sup>82</sup> Ibid.

janë më të ndjeshme se sondazhet e tjera ndaj prania e këtyre lëngjeve dhe ndryshimet në temperaturë; këto dy teknika kanë qenë aplikuar gjerësisht me rezultate të kënaqshme. Metoda magnetotelurike, e cila shfrytëzon valët elektromagnetike të krijuara nga stuhitë diellore, janë përmirësuar shumë mbi vitet e fundit, dhe tani ofron një spektër të gjerë aplikimesh të mundshme, pavarësisht faktit se kërkon instrumente të sofistikuar dhe është i ndjeshëm ndaj zhurmës së sfondit në zonat e urbanizuara. Avantazhi kryesor i metodës magnetotelurike është se mund të përdoret për të përcaktuar struktura më të thella sesa janë të arritshme me teknikat elektrike dhe elektromagnetike të tjera. Metoda Audiomagnetotelurike e Burimit të Kontrolluar, zhvilluar kohët e fundit, përdor valë të shkaktuara artificialisht në vend të elektromagnetike natyrore dallgët. Thellësia e depërtimit është më e vogël me këtë teknikë, por është më e shpejtë, më e lirë, dhe jep shumë më tepër detaje sesa metoda klasike MT.<sup>83</sup>

Teknikat termike (matjet e temperaturës, përcaktimi i gjeotermalit gradienti dhe rrjedha e nxehtësisë tokësore) shpesh mund të sigurojnë një përafrim të mirë të temperatura në krye të rezervuarit. Të gjitha teknikat gjeofizike janë të shtrenjta, edhe pse disa më shumë se të tjerat. As nuk mundet ato përdoren pa dallim në çdo situatë apo gjendje, si një metodë që prodhon rezultate të shkëlqyera në një mjedis gjeologjik të përcaktuar mund të japin shumë të pakënaqshme rezulton në një tjetër. Për të zvogëluar kostot, është shumë e rëndësishme që metodat (et) gjeofizike të përzgjidhen me shumë kujdes paraprakisht nga gjeofizikanët që punojnë në bashkëpunim të ngushtë me gjeologët. Shpimi i puseve eksplorues paraqet fazën përfundimtare të çdo eksplorimi gjeotermik program dhe është mjete i vetëm për përcaktimin e karakteristikave reale të rezervuari gjeotermik dhe kështu vlerësimi i potencialit të tij. E të dhënat e siguruara nga puset eksplorues duhet të jenë në gjendje të verifikojnë të gjitha hipotezat dhe modele të përpunuara nga rezultatet e eksplorimit sipërfaqësor dhe të konfirmimit se rezervuari është produktiv dhe se përmban mjaft lëngje me karakteristika adekuate për shfrytëzimi për të cilin synohet. Prandaj, vendosja e puseve eksplorues është shumë operacion delikat.<sup>84</sup>

#### 5.4.2 Program eksplorimi

Para hartimit të një programi eksplorimi gjeotermik, të gjitha gjeologjike ekzistuese, të dhënat gjeofizike dhe gjeokimike duhet të mbledhen dhe integrohen me çdo të dhënë në dispozicion nga studimet e mëparshme mbi ujin, mineralet dhe burimet e naftës në zonën e studimit dhe zonat ngjitur. Ky informacion shpesh luan një rol të rëndësishëm në përcaktimin e objektivat e programit të eksplorimit gjeotermik dhe mund të çojnë në një domethënës ulja e kostove.<sup>85</sup>

---

<sup>83</sup> Ibid.

<sup>84</sup> Ibid., p. 72.

<sup>85</sup> Ibid.

Programi i eksplorimit zakonisht zhvillohet hap pas hapi: zbulimi, para-fizibiliteti dhe realizueshmëria. Gjatë secilës prej këtyre fazave ne gradualisht eliminoni zonat më pak interesante dhe përqendrohuni në ato më premtuese. E metodat e përdorura gjithashtu bëhen gradualisht më të sofistikuar dhe më të detajuara si programi zhvillohet. Madhësia dhe buxheti i të gjithë programit duhet të jetë proporcional me objektivat e tij, me rëndësinë e burimeve që presim të gjejmë, dhe te format e planifikuara të shfrytëzimit. Orari i programit duhet të jetë fleksibël dherivlerësuar pasi rezultatet vijnë nga sondazhet e ndryshme të secilës fazë; në mënyrë të ngjashme modeli gjeologjiko-gjeotermik duhet të azhurnohet dhe përmirësohet në mënyrë progresive. Këto rivlerësime periodike të programit duhet të eliminojnë në mënyrë ideale çdo operacion që nuk janë më të nevojshme dhe futin të tjera, sipas rezultateve të arritura në secilën fazë. Është e qartë se çdo ulje në numrin dhe madhësinë e perspektivave do të çojë në një ulje në kosto, dhe gjithashtu një rritje përkatëse në rrezikun e gabimit ose dështimit. Anasjelltas, ngaduke ulur rrezikun e gabimit ne rrisim koston e përgjithshme. Suksesi ekonomik i programi i eksplorimit gjeotermik varet nga gjetja e ekuilibrit të duhur midis dy.<sup>86</sup>

#### **5.4.3 Përdorimi dhe shfrytëzimi i burimeve gjeotermale**

Prodhimi i energjisë elektrike është forma më e rëndësishme e përdorimit të temperaturës së lartë burimet gjeotermale (> 150 °C). Burimet e temperaturës mesatare-të ulët (<150 °C) janë të përshtatshme për shumë lloje të ndryshme aplikimesh. Diagrami klasik Lindal, e cila tregon përdorimet e mundshme të lëngjeve gjeotermale në temperatura të ndryshme, akoma vlen e nxjerrë nga diagrami Lindal origjinal, me shtimin e prodhimi i energjisë elektrike nga ciklet binare. Lëngjet në temperatura nën 20 °C janë të rrallatë përdorura dhe në kushte shumë të veçanta, ose në aplikimet e pompës së nxehtësisë. Diagrami Lindal thekson dy aspekte të rëndësishme të shfrytëzimit të burimeve gjeotermal: (a) me përdorime kaskaduese dhe të kombinuara është e mundur të përmirësohet fizibiliteti i projekteve gjeotermale dhe (b) temperatura e burimeve mund të kufizojë përdorimet e mundshme. Megjithatë, modelet ekzistuese për proceset termike mund të modifikohen për shfrytëzimi i lëngjeve gjeotermale në raste të caktuara, duke zgjeruar kështu fushën e aplikimit të tij.<sup>87</sup>

Prodhimi i energjisë elektrike bëhet kryesisht në turbinat konvencionale me avull dhe binar bimët, në varësi të karakteristikave të burimit gjeotermik. Turbinat konvencionale me avull kërkojnë lëngje në temperatura të paktën 150 °C dhe janë i disponueshëm me shkarkime atmosferike (presion të kundërt) ose kondensues. Atmosferike turbinat e shkarkimit janë më të thjeshta dhe më të lira. Avulli, drejtpërdrejt nga pusët e avullit të thatë ose, pas ndarjes, nga pusët e lagësht, kalohet përmes një turbine dhe shterohet në atmosfera. Me këtë lloj njësie, konsumi i avullit (nga e njëjta presion

---

<sup>86</sup> Ibid.

<sup>87</sup> Ibid., p. 73.

hyrës) për kilovat-orë e prodhuar është pothuajse dyfishi i një njësie kondensimi. Megjithatë, turbinat e shkarkimit atmosferik janë jashtëzakonisht të dobishme si impiante pilot, impiante gatishmërie, në rast i furnizimeve të vogla nga pusët e izoluar, dhe për gjenerimin e energjisë elektrike nga pusët e proves gjatë zhvillimit të terrenit. Ato përdoren gjithashtu kur avulli ka një përmbajtje të lartë gazi të pakondensueshëm (> 12% në peshë). Njësitë e shkarkimit atmosferik mund të jenë ndërtuar dhe instaluar shumë shpejt dhe vënë në punë në pak më shumë se 13-14 muaj nga data e porosisë së tyre. Ky lloj makine është zakonisht i disponueshëm në madhësi të vogla (2.5 - 5 MWe). Njësitë e kondensimit, që kanë më shumë pajisje ndihmëse, janë më komplekse se ato njësitë e shkarkimit atmosferik dhe madhësitë më të mëdha mund të kërkojnë dy herë më shumë kohë për t'u ndërtuar dhe instaluar. Konsumi specifik i avullit të njërive të kondensimit është, megjithatë, rreth gjysma atë të njërive të shkarkimit atmosferik. Impiantet kondensuese me kapacitet 55 - 60 MWe janë shumë të zakonshme, por kohët e fundit janë ndërtuar dhe instaluar edhe impiante prej 110 MWe.<sup>88</sup>

Gjenerimi i energjisë elektrike nga lëngjet gjeotermike me temperaturë të ulët deri në mesatare dhe nga ujërat e nxehta të ndotura që vijnë nga ndarësit në gjeotermale të dominuara nga uji fushat ka manjë përparim të konsiderueshëm që kur janë bërë përmirësime në lëngun binar teknologji. Bimët binare përdorin një lëng pune dytësor, zakonisht një lëng organik (zakonisht n-pentan), që ka një pikë të ulët vlimi dhe presion të lartë të avullit në të ulët temperaturat kur krahasohen me avullin. Lëngu dytësor operohet përmes a cikli konvencional Rankine: lëngu gjeotermal i jep nxehtësi sekondarit lëngu përmes shkëmbyesve të nxehtësisë, në të cilët ky lëng nxehet dhe avullon; avulli prodhuar drejton një turbinë me rrjedhje aksiale normale, më pas ftohet dhe kondensohet dhe cikli fillon përsëri.<sup>89</sup>

Me përzgjedhjen e lëngjeve dytësore të përshtatshme, sistemet binare mund të projektohen për t'u përdorur lëngjet gjeotermale në rangun e temperaturës 85-170 ° C. Kufiri i sipërm varet nga qëndrueshmëria termike e lëngut binar organik, dhe kufiri më i ulët tekniko-ekonomik faktorët: nën këtë temperaturë madhësia e shkëmbyesve të nxehtësisë të kërkuar do ta bënte atë projekt joekonomik. Përveç lëngjeve gjeotermike me temperaturë të ulët dhe të mesme dhe lëngjet e mbeturinave, sistemet binare gjithashtu mund të përdoren kur ndizen lëngjet gjeotermale preferohet të shmanget (për shembull, për të parandaluar mbylljen e pusit). Në këtë rast, pompat e gropës mund të përdoren për të mbajtur lëngjet në një gjendje të lëngshme nën presion, dhe energjinë mund të nxirret nga lëngu qarkullues me anë të njërive binare. Bimët binare zakonisht ndërtohen në njësi të vogla modulare prej disa qindra kWe në disa kapacitet MWe. Këto njësi pastaj mund të lidhen për të krijuar termocentrale prej disa dhjetëra megavat. Kostoja e tyre varet nga një numër faktorësh, por veçanërisht nga temperatura e lëngut gjeotermal të prodhuar, i cili ndikon në madhësinë e turbinës,

---

<sup>88</sup> Ibid.

<sup>89</sup> Ibid., p. 74.

shkëmbyesit e nxehtësisë dhe sistemi i ftohjes. Madhësia e përgjithshme e bimës ka pak efekt në 35 kosto specifike, pasi një seri njësisish standarde modulare bashkohen së bashku për të marrë më të mëdha kapacitetet.<sup>90</sup>

Teknologjia e bimëve binare është një mjet shumë kosto-efektiv dhe i besueshëm i konvertimit në energji elektrike energjia e disponueshme nga fushat gjeotermale të mbizotëruara nga uji (nën 170 °C). Një sistem i ri binar, cikli Kalina, i cili përdor një përzierje ujë-amoniak si lëngu i punës, u zhvillua në vitet 1990. Lëngu i punës zgjerohet, në kushte të nxehta, përmes turbinës me presion të lartë dhe më pas nxehet para se të hyjë turbina me presion të ulët. Pas zgjerimit të dytë avulli i ngopur lëviz përmes një kazani rikuperues para se të kondensohet në një kondensator të ftohur me ujë. E Cikli Kalina është më efikas se termocentralet binare ORC ekzistuese, por është me dizajn më kompleks. Impiantet e vogla të lëvizshme, konvencionale dhe jo vetëm që mund të zvogëlojnë rrezikun e qenësishëm shpimi i puseve të rinj, por, ajo që është më e rëndësishme, ato mund të ndihmojnë në përmbushjen e energjisë kërkesat e zonave të izoluar. Standardi i jetesës së shumë komuniteteve mund të jetë përmirësuar ndjeshëm nëse ishin në gjendje të mbështeteshin në burimet lokale të energjisë. Elektricitet mund të lehtësojë shumë operacione në dukje banale, por jashtëzakonisht të rëndësishme, si p.sh pompimi i ujit për ujitje, ngrirja e frutave dhe perimeve për konservim më të gjatë.<sup>91</sup>

#### 5.4.4 Përdorimi i drejtpërdrejtë i nxehtësisë

Përdorimi i drejtpërdrejtë i nxehtësisë është një nga format më të vjetra, më të gjithanshme dhe gjithashtu më të zakonshme të shfrytëzimit të energjisë gjeotermale. Banja, hapësira dhe ngrohja qendrore, aplikimet bujqësore, akuakultura dhe disa përdorime industriale janë format më të njohura pompat e nxehtësisë janë më të përhapurat (12.5% e përdorimit të përgjithshëm të energjisë në 2000). Ka shumë lloje të tjera të përdorimit, në një shkallë shumë më të vogël, disa prej tyre të cilat janë të pazakonta. Hapësira dhe ngrohja qendrore kanë bërë përparim të madh në Islandë, ku gjithsej kapaciteti i sistemit të ngrohjes gjeotermale të qarkut ishte rritur në rreth 1200 MWt deri në fund të vitit 1999, por ato janë gjithashtu të shpërndara gjerësisht në Lindje Vendet evropiane, si dhe në Shtetet e Bashkuara, Kina, Japonia, Franca, etj.<sup>92</sup>

Sistemet gjeotermale të ngrohjes qendrore janë me kapital intensiv. Kostot kryesore janë fillestarekostot e investimit, për prodhimin dhe puset e injektimit, gropën e poshtme dhe transmetimin pompat, tubacionet dhe rrjetet e shpërndarjes, pajisjet e monitorimit dhe kontrollit, duke arritur kulmin stacione dhe tanke magazinimi. Shpenzimet operative, megjithatë, janë relativisht më të ulëta se në sistemet konvencionale, dhe përbëhen nga fuqia e pompimit, mirëmbajtja e sistemit, kontrolli

---

<sup>90</sup> Ibid.

<sup>91</sup> Ibid.

<sup>92</sup> Ibid., p. 86.

dhe menaxhimin. Një faktor vendimtar në vlerësimin e kostos fillestare të sistemit është dendësia e ngarkesës termike, ose kërkesa për nxehtësi e ndarë me sipërfaqen tokësore të rrethit. A dendësia e lartë e nxehtësisë përcakton realizueshmërinë ekonomike të një projekti të ngrohjes qendrore, meqenëse rrjeti i shpërndarjes është i shtrenjtë. Disa përfitime ekonomike mund të arrihen duke kombinuar ngrohjen dhe ftohjen në zonat ku e lejon klima. Faktori i ngarkesës në a sistemi me ngrohje dhe ftohje të kombinuar do të ishte më i lartë se faktori për ngrohje vetëm, dhe çmimi i njësisë së energjisë do të përmirësohej rrjedhimisht.<sup>93</sup>

Ftohja e hapësirës është një opsion i mundshëm ku makinat absorbuese mund të përshtaten përdorimi gjeotermik. Teknologjia e këtyre makinave është e njohur, dhe ato janë të gatshme të disponueshme në treg. Cikli i thithjes është një proces që përdor nxehtësinë në vend të energjia elektrike si burim energjie. Kondicionimi i hapësirës gjeotermale (ngrohja dhe ftohja) është zgjeruar në mënyrë të konsiderueshme nga vitet 1980, pas futjes dhe përdorimit të gjerë të pompave të nxehtësisë. Sisteme të ndryshme të pompave të nxehtësisë në dispozicion na lejojnë të nxjerrim dhe përdorim ekonomikisht përmbajtja e nxehtësisë e trupave me temperaturë të ulët, të tilla si toka dhe akuiferet e cekët, pellgje, etj. Siç e dinë tashmë inxhinierët, pompat e nxehtësisë janë makina që lëvizin nxehtësinë në një drejtim e kundërt me atë në të cilën do të kishte tendencë të shkonte natyrshëm, domethënë nga një hapësirë ose trup i ftohtë në një më të ngrohtë. Një pompë nxehtësie nuk është asgjë më shumë se një njësi ftohëse. Çdo pajisje ftohëse (kondioner dritare, frigorifer, frigorifer, etj.) lëviz nxehtësinë nga një hapësirë (për ta mbajtur atë të freskët) dhe shkarkon atë nxehtësi në më të lartë temperaturat. Dallimi i vetëm midis një pompë nxehtësie dhe një njësie ftohëse është efekti i dëshiruar, ftohja për njësinë e ftohjes dhe ngrohja për pompën e nxehtësisë. Faktori dallues i shumë pompave të nxehtësisë është se ato janë të kthyeshme dhe mund të sigurojnë ose ngrohje ose ftohje në hapësirë. Pompat e nxehtësisë, natyrisht, kanë nevojë për energji për të funksionojnë, por në kushte të përshtatshme klimatike dhe me një dizajn të mirë, bilancin e energjisë do të jetë pozitive. Sistemet e pompave të nxehtësisë të lidhura me tokën dhe tokën janë instaluar tani një numër i madh në të paktën 30 vende, për një kapacitet të përgjithshëm termik prej më shumë se 9500 MWt (në 2003). Shumica e këtyre instalimeve janë në SHBA (500,000 instalime për një total prej 3730 MWt), Suedia (200,000 instalime në total 2000 MWt), Gjermani (40,000 instalime gjithsej 560 MWt), Kanada (36,000 instalime gjithsej 435 MWt), Zvicra (25,000 instalime gjithsej 440 MWt) dhe Austria (23,000 instalimet në total 275 MWt). Akuiferët dhe tokat me Temperaturat në intervalin 5 deri në 30 ° C po përdoren në këto sisteme.<sup>94</sup>

Aplikimet bujqësore të lëngjeve gjeotermale konsistemi i bujqësisë në terren të hapur dhe ngrohjen e serrës. Uji termal mund të përdoret në bujqësinë në terren të hapur për ujitje dhe/ose ngroh tokën. Pengesa më e madhe në ujitje me ujëra të ngrohta është ajo, të merrni çdo ndryshim të vlefshëm në temperaturën e tokës, sasi të tilla të mëdha uji janë kërkohe në temperatura mjaft të ulëta për të parandaluar dëmtimin e bimëve

---

<sup>93</sup> Ibid.

<sup>94</sup> Ibid., p. 87.

që fushat do të përmyte. Një zgjidhje e mundshme për këtë problem është miratimi i një sipërfaqe nëntokësore sistemi i ujitjes i shoqëruar me një pajisje për ngrohjen e tokës të tubacionit të varrosur. Ngrohja e tokës brenda tubacioneve të varrosura pa sistemin e ujitjes mund të ulin përçueshmërinë e nxehtësisë të tokës, për shkak të rënies së lagështirës rreth tubave, dhe rrjedhimisht termike izolimi. Zgjidhja më e mirë duket të jetë ajo e kombinimit të ngrohjes së tokës dhe ujitjes.<sup>95</sup>

Përbërja kimike e ujërave gjeotermal të përdorur në vaditje duhet të monitorohet me kujdes për të shmangur efektet negative në bimë. Përparësitë kryesore të kontrolli i temperaturës në bujqësinë e fushës së hapur janë: (a) parandalon çdo dëm që pasohet nga temperaturat e ulëta të mjedisit, (b) zgjat sezonin e rritjes, rrit bimën, dhe rrit prodhimin, si dhe (c) sterilizon tokën. Zbatimi më i zakonshëm i energjisë gjeotermale në bujqësi është, megjithatë, në ngrohja e serrës, e cila është zhvilluar në një shkallë të madhe në shumë vende. E kultivimi i perimeve dhe luleve jashtë sezonit, ose në një klimë të panatyrshme, tani mundet të mbështetet në një teknologji të eksperimentuar gjerësisht. Zgjidhje të ndryshme janë në dispozicion për arritja e kushteve optimale të rritjes, bazuar në temperaturën optimale të rritjes së çdo bimë, dhe në sasinë e dritës, në përqendrimin e CO<sub>2</sub> në mjedisi serë, mbi lagështinë e tokës dhe ajrit dhe mbi lëvizjen e ajrit. Shfrytëzimi i nxehtësisë gjeotermale në ngrohjen e serrave mund të zvogëlojë ndjeshëm atë kostot e funksionimit, të cilat në disa raste përbëjnë 35% të kostove të produktit (perime, lule, bimë shtëpie dhe fidanë pemësh). Temperaturat e kërkuara për speciet ujore janë përgjithësisht në rangun 20 - 30 °C.<sup>96</sup>

Një sistem burimesh-centrale (struktura e energjisë gjeotermale) përbëhet nga pusët gjeotermale, tubacionet që transportojnë lëngjet gjeotermale, impiantin e shfrytëzimit dhe shpesh, një sistem ri-injektimi gjithashtu. Ndërveprimi i të gjithë këtyre elementëve mbart mbi kostot e investimit, dhe për këtë arsye duhet t'i nënshtrohen një analize të kujdeseshme. Te jepni një shembull, në prodhimin e energjisë elektrike, një impiant shkarkimi në atmosferë është zgjidhja më e thjeshtë, dhe për këtë arsye është më e lirë se një impiant kondensimi i së njëjtës kapaciteti. Sidoqoftë, do të kërkojë pothuajse herë më shumë avull sesa kondensimi impianti për të funksionuar, dhe, rrjedhimisht, dy herë më shumë puse për ta ushqyer atë. Meqenëse pusët janë shumë e shtrenjtë, një termocentral kondensues është efektivisht një opsion më i lirë se ai impianti i shkarkimit në atmosferë. Kjo e fundit, në fakt, zakonisht zgjidhet për arsye të tjera sesa ekonomia. Flu Lëngjet gjeotermale mund të transportohen në distanca mjaft të gjata në mënyrë termike tubacionet e izoluara. Në kushte ideale, tubacionet mund të jenë të gjata deri në 60 km. Sidoqoftë, tubacionet, pajisjet ndihmëse të nevojshme (pompas, valvulat, etj.), dhe mirëmbajtja e tyre, të gjitha janë mjaft të shtrenjta dhe mund të rëndojnë shumë mbi kryeqytetin kostoja dhe kostot e funksionimit të një impianti gjeotermal. Distanca midis burimit dhe vendi i shfrytëzimit duhet të mbahet sa më i vogël të jetë e mundur. Kostoja kapitale e një impianti gjeotermal është zakonisht më

---

<sup>95</sup> Ibid.

<sup>96</sup> Ibid.



e lartë, dhe nganjëherë shumë më e lartë, sesa ajo e një impianti të ngjashëm që funksionon me një lëndë djegëse konvencionale. Anasjelltas, energjia drejtimi i një impianti gjeotermal kushton shumë më pak se karburanti konvencional, dhe korrespondon kostoja e mirëmbajtjes së elementeve gjeotermale të uzinës (tubacionet, valvulat, pompat, shkëmbyesit e nxehtësisë, etj.). Shpenzimet më të larta të kapitalit duhet të mbulohen nga kursime në kostot e energjisë. Prandaj sistemi i burimeve-burimeve duhet të projektohet për zgjasin mjaftueshëm për të amortizuar investimin fillestar dhe, kudo që të jetë e mundur, madje më gjatë. Për të zvogëluar kostot e mirëmbajtjes dhe mbylljet, kompleksiteti teknik i impianti duhet të jetë në një nivel që është i arritshëm për personelin teknik lokal ose përekspertë të cilët janë në dispozicion. Teknikë shumë të specializuar ose në mënyrë ideale prodhuesit duhet të jenë të nevojshëm vetëm për operacionet e mirëmbajtjes në shkallë të gjerë ose avari të mëdha.<sup>97</sup>

## **5.5 MENAXHIMI PËRDORIMI DHE KLASIFIKIMI I RESURSEVE ENERGJETIKE**

Për resurset energjetike të menaxhimit, përdorimit dhe klasifikimit mund të themi se që nga lashtësia e deri më sot energjia ka ndikuar në ndryshimin dhe përmirësimin e kushteve jetësore të njerëzimit, mirëpo për plotësimin e nevojave të veta njeriu shfrytëzon në mënyrë të pandërprerë resurset natyrore, ndërsa themi se shfrytëzimi i resurseve energjetike nga ana e njeriut është faktorë themelor që përcaktonë nivelin e zhvillimit të përgjithshëm shoqëror – ekonomik, prandaj është më rëndësi të ceket se ardhmëria e njerëzimit nuk mund të paramendohet pa shfrytëzimin permanent dhe racional të resurseve natyrore, po ashtu duhet të ceket se gjatë evolucionit të njerëzimit ekzistonin sisteme të ndryshme shoqërore – ekonomike që dallonin për nga niveli i përdorimit të energjisë, mirëpo përdorimi i energjis në njerën anë shkaktoj progres dhe mirëqenie, por nga ana tjetër shkaktoj edhe konflikte, lufta dhe shkatrime, ndërsa një gjë e tillë ndodhi edhe në të kaluarën e lashtë që nga zbulimi i zjarrit kur njeriu filloi të ndihej më i sigurt në natyrë, ndërsa konfliktet ndërnjerëzore filluan atëherë kur shprehej ruajtja e zjarrit ose mbrojtja nga grupet të ndryshme shoqërore.<sup>98</sup>

Menaxhimi i resurseve energjetike ku prodhimi i ushqimit, eksploatimi i burimeve natyrore, ndikimet politike dhe ekonomike, kapitali dhe armatimi janë karakteristika të njohura të shoqërive të ndryshme, ku të cilat lidhën me energjinë, prandaj për mbajtjen dhe funksionimin normal të një sistemi nevojitet sasi e caktuar e energjisë, gjithashtu duhet të ceket se bazë e energjisë janë resurset natyrore ku materia dhe energjia janë të lidhura ngushtë, ngase materia shndërohet në energji dhe energjia mund të kalojë nga një formë në tjetrën, po ashtu duhet të dihet se çdo veprim me të cilin kryhet ndonjë punë shpenzohet energjia në sasi të caktuar, mirëpo për prodhimin e kësaj energjie nevojitet sasi e konsiderueshme e resurseve natyrore të cilat gjatë përdorimit shfrytëzohen, ndërsa nga kjo arsye resurset natyrore duhet shpenzuar më kujdes dhe

---

<sup>97</sup> Ibid., p. 88.

<sup>98</sup> Ramadani, 2013, p. 220.

në sasi të caktuar, duke respektuar parimet e zhvillimit të qëndrueshëm, mirëpo krahas rritjes së numrit të popullsisë dhe standardit jetësor rritet edhe kërkesat për energji, prandaj duhet cekur se energjia dhe zhvillimi i qëndrueshëm janë domosdoshëmi e kohës, ku kjo nënkupton edhe faktin se krahas shfrytëzimit efikas të resurseve aktuale duhet të insistohet në përdorimin e burimeve rigjeneruese afatgjata dhe në format e reja energjetike.<sup>99</sup>

### 5.5.1 Përdorimi i resurseve energjetike

Koha e përdorimit të resurseve energjetike fillon para 460 mijë vjet më parë atëherë kur në territorin e Kinës së sotme për herë të parë në historinë e njerëzimit përdoret zjarri, mirëpo zjarri në fillim u përdorë për ngrohje e pastaj për përgaditjen e ushqimit, shkatërrimin e pyjeve për zgjerimin e sipërfaqeve bujqësore dhe të kullosave etj, po ashtu të gjitha ndikimet mjedisore ishin të përmasave lokale, ndërsa hapësirat e djegura rigjeneroheshin në mënyrë natyrore, gjithashtu edhe zbutja dhe kultivimi i bimëve dhe kafshëve rreth 12 mijë vjet më parë paraqet vazhdimin e përdorimit të resurseve natyrore biologjike, ndërsa ndikimi negativ në mjedis fillon të ndihet me revolucionin industrial rreth 250 vjet më parë, mirëpo përveç kësaj rreth 11 mijë vjet më parë fillon të përdoren burimet termale për larje dhe zierjen e ushqimeve në Japoni, pastaj më vonë shfrytëzimi i erës për lëvizjen e anijeve me vela në lumin Nil, mirëpo energjia solare pasive për ngrohjen e shtëpive në Greqinë e lashtë, minierat e para të thëngjillit në Kinë, përdorimi i mullinjve me erë në kohën e mesjetës në Evropë, përdorimi i thëngjillit në shekullin e 12 në Evropë, eksploatimi i parë i naftës në Pensilvani në vitin 1835, nxjerrja e naftës për herë të parë nga deti në Kaliforni në vitin 1900, si dhe qeliat e para solarenë vitin 1950.<sup>100</sup>

Duke marrë parasysh përdorimin e resurseve natyrore në prodhimin e energjisë ku tani rreth 66.9% e energjisë elektrike në botë përfitohet nga termocentralet, 17% nga hidrocentralet, 15.8% nga centralet bërthamore dhe 0.3% nga centralet gjeotermale etj, mirëpo prodhimi i përgjithshëm i energjisë elektrike në botë në vitin 2009 ishte 16 miliard e 600 milion KWh, mirëpo nga kjo sasi 10.9 miliard KW prodhohen nga termocentralet, 2.8 miliard KWh nga hidrocentralet dhe 2.6 miliard KW nga centralet nukleare, ndërsa pesë vendet e para në prodhimin e përgjithshëm të energjisë elektrike janë: SHBA, Kina, Japonia, Rusia dhe India. Ndërsa në prodhimin e hidroenergjisë në botë udhëheq Kanadaja, pastaj vijnë Kina, Brazili, SHBA-ja, Rusia dhe Norvegjia, kurse në termoenergjetike dominojnë SHBA-ja, Kina, Japonia, Rusia dhe India, ndërsa në fushën e energjisë bërthamore dominojnë: SHBA-ja, Franca, Japonia, Gjermania dhe Rusia.<sup>101</sup>

---

<sup>99</sup> Odum, Zieman, 1975, p. 93.

<sup>100</sup> Ramadani, 2013, p. 221.

<sup>101</sup> Sljivac, Simic, 2009, p. 80.

### 5.5.2 Klasifikimi i resurseve energjetike

Në klasifikimi e resurseve energjetike ku sipas autorit Ramadani ato mund të ndahen në dy grupe të mëdha:

- Primare, dhe
- Sekondare.<sup>102</sup>

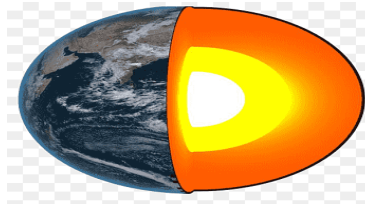
1. Në grupin e resurseve energjetike primare bëjnë pjesë: resurset e papërtërira fosil (thëngjilli, nafta, gazi natyror) dhe energjia nukleare (xeherorët radioaktiv), mirëpo disa nga këto resurse formohen edhe sot me procesin e fosilizimit të bimëve dhe shtazëve, mirëpo ky proces zgjatë shumë madje me miliona vjet, prandaj nafta, thëngjilli dhe gazi natyror konsiderohen si resurse të papërtërira. Resurset e përhershme dhe të përtërira ose alternative janë: energjia kinetike e ujit, dielli, era, rrymat dhe velët e detit, burimet gjeotermale dhe biomasa.

2. Në grupin e resurseve energjetike sekondare bëjnë pjesë ato resurse të cilat pas përdorimit të ndonjërit resurs primar përfitohen produkte të reja si: energji elektrike, dhe hidrogjeni i cili konsiderohet te jetë karburant i së ardhmes. Në grupin e resurseve sekondare llogariten edhe produktet e tjera të përfituara si: kokosi, briketi, produktet e tjera të gazit të përpunuar, derivatet e naftes dhe nxehtësia.<sup>103</sup>

### 5.5.3 Energjia gjeotermale

Në koren e tokës në thellsin deri në 10 km është akumuluar energji e madhe e cila është 50 mijë herë më e madhe se e të gjitha rezervave fosile ekzistuese, mirëpo kjo energji paraqitet në formë të ujrave të nxehta apo në formë të magmës, llaves vullkanikes, gazrave të nxehta etj, ndërsa kjo energji është e shpërndarë në mënyrë të pabarabartë, mirëpo kjo mundë të përdoret për ngrohje por edhe mund të shndërrohet në energji elektrike.<sup>104</sup>

Figura 17. Burimi i energjis gjeometrike



Burimi: Elliott, 2001, p. 32.

Energjia gjeotermale është nxehtësia e Tokës e cila ndodhet në shkëmbinj nëpër të cilët kalon uji nëntokësor dhe merr një pjesë të kësaj energjie në formë të nxehtësisë,

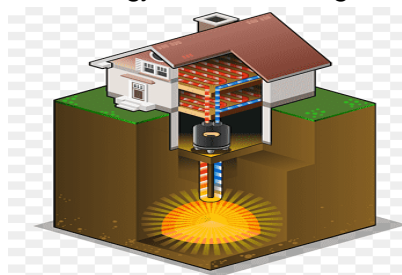
<sup>102</sup> Ramadani, 2013, p. 223.

<sup>103</sup> Ibid.

<sup>104</sup> Elliott, 2001, p. 32.

ndërsa pjesëmarrja e energjisë gjeotermale në prodhimin e përgjithshëm të energjisë në botë është 0.06%, është vlerësuar se BE-ja ka instaluar aktualisht rreth 380.000 pompa të ngrohjes të cilat me energji gjeotermale ngrohin objektet e banimit, mirëpo në vitin 2004 BE-ja me anë të energjisë gjeotermale ka prodhuar 2058 MWh energji elektrike, ndërsa tani në botë më ndihmën e energjisë gjeotermale prodhohen 8000 MW energji elektrike. Duhet të ceket se Islanda plotëson 85% të nevojave të veta nga energjia gjeotermale, mirëpo Islanda është një nga vendet më të njohura në botë që përdorë këtë resurs natyrore për prodhimin e energjisë, ndërsa burimet e ujit të ngrohtë të gejzerëve në Islandë janë të përshtashëm për prodhimin e energjisë gjeotermale, ndërsa avulli i ujit nga gejzerët kalon në turbina dhe prodhonë energji elektrike ekologjikisht të pastër. Islanda pra është vendi që në këtë mënyrë siguron energjinë, gjithashtu energjia gjeotermale përdoret edhe në Zelandë të Re, në Japoni, në Itali, në Filipine, në SHBA etj.<sup>105</sup>

Figura 18. Prodhimi i energjisë elektrike nga burimet gjeotermale



Burimi: Sljivac, Simic, 2009, p. 55.

Vendi ynë është relativisht i pasur me ujëra gjeotermale por kjo energji përdoret vetëm në aspektin e turizmit dhe rekrativ dhe jo për furnizimin me ngrohje dhe prodhimin e energjisë, ku e cila ka avantazhe mjedisore dhe ekonomike ndaj resurseve energjetike fosile, po ashtu energjia gjeotermale përdoret edhe në bujqësi për rritjen e prodhimit, ku uji i ngrohtë nga rezervuarët gjeotermik përdoren për ngrohjen e serrave për kultivimin e luleve dhe perimeve, mirëpo në serra nuk ngrohet vetëm ajri në periudhat e ftohta, por ngrohet edhe toka nëpërmjet gypave ku kalon uji i ngrohtë dhe më çka stimulohet rritja e bimëve.<sup>106</sup>

#### 5.5.4 Ekonomia e Energjisë Elektrike

Ekonomia e energjisë elektrike është prekur nga kostot e prodhimit të energjisë, transmetimit, dhe shpërndarjes, sjelljes konsumatore dhe përdorimin e energjisë elektrike si një mjet të inxhinierisë sociale, mirëpo kostot e prodhimit janë të përcaktuara në të njëjtën mënyrë si kostot e mbajtjes së një automobili, ndërsa keto kosto përfshijnë kosto kapitale, shpenzimet operative dhe shpenzimet e karburantit, kurse shpenzimet e kapitalit janë të ndikuar fuqishëm në sasin e hardverit në fabrikë

<sup>105</sup> Sljivac, Simic, 2009, p. 55.

<sup>106</sup> Ramadani, 2013, p. 273.

dhe në kohëzgjatje e nevojshme për të ndërtuar centralin, ndëra shpenzimet e karburantit pasqyrojnë çmimet e tregut të karburantit përdorur, dhe kostot operacionale (kryesisht për mirëmbajtje) reflektojnë kompleksitetin e uzinës dhe gjendjen materiale, deshtimet tipike të kostos për teknologjitë e ndryshme elektrike do të paraqiten në tabelen në vijim. Nga katër teknologjitë e para të listuara, secila mund të jetë ekonomikisht konkurruese në disa rrethana, në mënyrë tipike në varësi nga kostot e lëndëve djegëse fosile, kërkesat për zvogëlimin e ndotjes dhe kosto të tjera, internalizimin, kohëzgjatjen e ndërtimit, si dhe kapacitetin e centralit. Shpenzimet e karburantit varet nga çmimi i tregut të karburantit dhe efikasitetit termik i centraleve, veprime e shpenzimeve pasqyrojnë sasinë e punës së nevojshme për mirëmbajtjen e centraleve, shumica e centraleve gjeotermale dhe diellore (përveç eres), ende nuk janë ekonomikisht konkurruese.<sup>107</sup>

Tabela 2. Aksionet Kosto e teknologjisë të ndryshme gjeneruese elektrike

Teknologjia	% Kapital	% Karburant	% Operacione	Fusha e shpenzimit Special
Thëngjill	45	40	15	Releases minierat e qymyrit të CO <sub>2</sub> , të grimcave, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>
Gaz Natyror	35	30	35	Deklarata e CO <sub>2</sub> , NO
Naftë	40	40	20	Deklarata e CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>
Energji nukleare	60	15	25	Aksident i reaktorit rrezikon nivelin e lartë e deponimit të mbeturinave
Energji e diellit	75	0	25	konsumi toka
Energji gjeotermale	75	0	25	Ujë dhe ndotja e ajrit

Burimi: Tester et al., p. 583.

Në një treg, konkurrues i prodhimit të energjisë, kostot e prodhimit janë vendimtare për zgjedhjen e burimit.<sup>108</sup>

### 5.5.6 Veçoritë termike të ujit dhe avullit

Deri tani janë aplikuar konsiderata të përgjithshme termodinamike pa e specifikuar natyrën fizike të lëngut në funksion, mirëpo në një cikël të punës të një termocentrali konvencional lëngu në funksion është uji dhe në faza të ndryshme të cikilit, ndërsa lëngu e ndryshon gjendjen agregate nga uji në një përzierje dy – fazore të ujit dhe avullit, pastaj në avull të thatë dhe në fund përsëri në ujë, po ashtu disa njohuri të veçorive termike të ujit dhe avullit janë thelbësore në mënyrë që të kuptojmë funksionimin e një fabrike të tillë, mirëpo ka tri regjione të dallueshme të interesit: Uji, Përzierja e dy gjendjeve agregate të ujit dhe avullit, Avulli i thatë. Mirëpo vëllimi specifik  $v$  i përzierjes ujë – avull është dhënë nga:

$$v = \frac{V}{m} = \frac{m_f v_f + m_g v_g}{m} = \frac{(m - m_g) v_f}{m} + \frac{m_g v_g}{m} = \left(1 - \frac{m_g}{m}\right) v_f + \frac{m_g}{m} v_g \quad (1)$$

<sup>107</sup> Tester et al., 2014, p. 583.

<sup>108</sup> Ibid.

Raporti

$$x = \frac{mg}{m} \quad (2)$$

përfaqëson propocionin sipas masës të avullit në përzjerje dhe quhet cilësi e avullit.<sup>109</sup>

### 5.5.7 Nxehtësia dhe Temperatura

Temperatura është një karakteristik e energjisë termike të trupit për shkak të lëvizjes së brendshme të molekulave, kur dy trupa në kontakt reciprok termik thuhet se janë në ekuilibër termik nëse ata janë të dy me temperaturë të njëjtë. Temperatura fillimisht ishte definuar në lidhje me pikën e ngrirjes dhe pikën e vlimit të ujit, por përkufizimi bashkohor i temperaturës është i bazuar mbi efikasitetin e një lëngu ideal të angazhuar në një cikël Carnot, të pavarur nga veçorit e ndonjë materiali të veçantë.

Në përgjithësi përveç kur një material e ndryshon gjendjen agregate (p.sh. nga e ngurta në të lëngshme), temperatura e çdo materiali rritet pasi që ajo përthith nxehtësi, mirëpo nxehtësia  $\Delta Q$  kërkohet për të rritur temperaturën e njësisë së masës të një materiali nga një sasi  $\Delta T$  është dhënë nga  $\Delta Q = c\Delta T$ . Koeficienti  $c$  është afërsisht i pavarur nga temperatura dhe quhet nxehtësia specifike e materialit. Njësia origjinale e energjisë termike ishte kaloria, e përcaktuar si energji e nevojshme për të ndryshuar temperaturën e një grami të ujit të lëngshëm për një shkallë Celsius, por tani energjia termike zakonisht matet në xhul, mirëpo ekuivalenca e energjisë së dy njësive është përafërsisht e dhënë nga 1 kalori = 4.2 xhul. Gjatë ndryshimit të gjendjes agregate të një materiali nxehtësia është absorbuar dhe temperatura mbetet konstante, ndërsa nxehtësia  $\Delta Q$  që nevojitet për ta ndryshuar gjendjen agregate të njësisë së masës të materialit quhet nxehtësi latente  $L$ , kështë  $\Delta Q = L$ , nxehtësia latente e evaporimit – zhdukjes (nga gazi në lëng) është zakonisht një ose dy rradhë të magnitudës më e madhe se nxehtësia latente e fuzionit (nga e ngurta në të lëngshme).<sup>110</sup>

### 5.5.8 Transferimi i nxehtësisë

Ekzistojnë tri forma themelore të transferimit të nxehtësisë: përçueshmëria, oscilimi, dhe rrezatimi. Përçueshmëria është transferimi i energjisë termike brenda një trupi për shkak të lëvizjes së zakonshme të molekulave, energjia mesatare e molekulave është në proporcion me temperaturën, duhet merret parasysh një shtyllë me gjatësi  $d$  dhe sipërfaqja ndër – seksionale  $A$ , njëra me fund të fiksuar në një temperaturë  $T_1$  dhe tjetra në një temperaturë të caktuar  $T_2$ , ku  $T_1 > T_2$ . Molekulat më energjike të fundit të nxehtë transferojnë energji kinetike të molekulat më pak energjike të fundit të ftohtë, në gjendje të gatshme norma e rrjedhjes së nxehtësisë është konstante përgjatë gjatësisë së shtyllës dhe është dhënë nga *Ligji i përçueshmërisë së nxehtësisë së Fourier*.<sup>111</sup>

<sup>109</sup> Andrews, Jelley, 2007, p. 92.

<sup>110</sup> Ibid.

<sup>111</sup> Ibid., p. 93.

$$Q = kA \frac{(T_1 - T_2)}{d} \quad (3)$$

ku  $k$  është quajtur përçueshmëri termike, po ashtu duhet të theksohet se formula me sipër aplikohet vetëm gjendje gadishmerisë, mirëpo në praktik nevojitet kohë që një trup i ngurtë të krijojë një shpërndarje të temperaturës në gjendje të qëndrueshme, ndërsa për përçueshmërisë e paluhatshme të nxehtësisë, koha karakteristike për të krijuar një gjendje të qëndrueshme është e përcaktuar me kohën  $t$  e marrë nga një izoterm për të përhapur një distancë  $x$ , të dhënë nga:

$$t = \frac{x^2}{K} \quad (4)$$

ku  $K = k/\rho c$  ( $m^2 s^{-1}$ ) quhet shpërdarja termike e materialit. Vlefshmëria e barazimit të formulës më sipër mund të gjenden në librat e matematikës për përçueshmërinë e nxehtësisë (p.sh. Carslaw dhe Jaeger 1959), por në formë algjebrike mund të nxjerren nga analizat dimensionale. Oscilimi është lëvizja e nxehtësisë për shkak të lëvizjes masive të një lëngu, marrim parasysh një lëng me dendësi  $\rho$  dhe temperaturën  $T$  që lëviz me shpejtësi  $u$ , mirëpo rrjedhja e masës për njësi sekondë është  $\rho u$  dhe energjia termike për njësi të masës është  $cT$ , mirëpo shkalla e rrjedhjes së nxehtësisë për njësi fushë nga oscilimi është produkt i  $\rho u$  dhe  $cT$ , domëthënë:

$$\frac{Q}{A} = (\rho u)(cT) = \rho u c T \quad (5)$$

kur një lëng i ftohtë e rrjedh mbi një sipërfaqe të nxehtë (oscilimet detyruara) shkalla e transferimit të nxehtësisë nga sipërfaqja nga lëngu është më e madhe se sa në rastin e një lëngu të palvizshëm, shkallëzimi i temperaturës në sipërfaqe është shumë i madhë, kështë që shtresa e lëngut ngjitur me murin është nxehur shpejt nga nxehtësia e oscilacionit, mirëpo në oscilimet e detyruara shkalla e transferimit të nxehtësisë për njësi të zonës është shprehur shpesh në formë:

$$\frac{Q}{A} = Nu \frac{k(T_s - T_\infty)}{L} \quad (6)$$

ku  $T_s$  është temperatura e sipërfaqes,  $T_\infty$  është në temperatura në trupin e lëngshëm gaztë,  $L$  është gjatësia karakteristike, dhe  $Nu$  është një parametër pa përmasa i njohur si *numri Nusselt*. Numri i Nusselt është një funksion  $Nu = f(Pr, Re)$  i dy parametrave të tjerë jo dimensional: numrit të Prandtl,  $Pr = cu/k$ , dhe numri Reynolds,  $Re = \rho u L / \mu$ , ku  $\mu$  është koeficienti i dendësisë dinamike. Transferimi i nxehtësisë rrezatuese është transporti i energjisë përmes valëve elektromagnetike, ndryshe nga përçueshmëria dhe oscilimet, nxehtësia nga rrezatimi mund të transferohen në vakum, energjia e rrezatuar për njësi zonë për sekondë (dmth fuqia për njësi të zonës) nga një sipërfaqe në temperaturën  $T$  është dhënë nga ligji i Stefan Boltzmann-it:

$$Pe = \epsilon \sigma T^4 \quad (7)$$

ku  $\varepsilon$  është emitueshmëria e sipërfaqes dhe  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$  është konstanta e Stefan Boltzman.  $\varepsilon$  është një numër pa përmasa dhe lëkundet nga 0 në 1, në varësi të natyrës së sipërfaqes, mirëpo sipërfaqet e padukshme e thithin rrezatimin nga mjedisi, ndërsa kapaciteti i absorbimit të një sipërfaqeje është i njëjtë sa kapaciteti të emisionit të saj, norma e përthithjes për njësi të sipërfaqes është  $P_a = \varepsilon\sigma T_o^4$ , ku  $T_o$  është temperatura e mjedisit, andaj shkalla e neto e emisioneve për njësi sipërfaqes për sekondë është dhënë nga:

$$P = P_e - P_a = \varepsilon\sigma(T^4 - T_o^4) \quad (8)$$

një sipërfaqe që përthith të gjithë rrezatimin incidental është e njohur si *trup i zi*.<sup>112</sup>

## 5.6 ENERGJIA GJEOTERMALE DHE NXJERRJA E NXEHTËSIS

Temperatura në brendinë e Tokës në thelbin e saj është rreth 4000 °C, mirëpo si rezultat i kësaj ka një dalje të ngrohjes përmes lëvozhgës së Tokës, dhe mesatarja e temperaturave gradiente në sipërfaqen e Tokës është zakonisht rreth 30 °C km<sup>-1</sup>. Rrjedhja e nxehtësisë është e mbështetur nga prodhimi i nxehtësisë së prodhuar nga emitimi radioaktiv i isotopëve të bërthamës së rëndë dhe nga ftohja e thelbit dhe të mbulesës. Pjesët gjeologjike aktive të botës si Islanda, Kalifornia, Italia dhe Zelanda e Re janë afër me mesfaqet midis pllakave tektonike, mirëpo ajri natyror me avull (gejzeri) dhe burimet e nxehtë deri në 350 °C sigurojnë burime të gatshme të energjisë termike, po ashtu edhe në rajonet gjeologjike të qëndrueshme të botës, energjia gjeotermike mund ende të nxjerret me shpuarje të thellësive të maleve në thellësi të disa kilometra dhe nëpërmjet nxjerrjes së ujit të ngrohtë nëpërmes formacioneve të shkëmbëve të nxehta, mirëpo për deri rreth 150 °C energjia gjeotermale në radhë të parë është përdorur për ngrohje qendrore, industri dhe qëllime bujqësore, por mbi 150 °C mund të përdoret si furnizues e nxehtësisë së ujit për termocentralet. Ka dy lloje themelore të formacioneve të shkëmbinjve që janë të përshtatshme për “mihje” të nxehtësisë gjeotermale: akuiferët dhe gurët e thatë dhe të ngrohtë. Një akuifer është një shtresë e një shkëmbi poroz i bllokuar mes shtresave kompakte të shkëmbijve, p.sh. një shtresë e rërës në trashësi të disa dhjetra metrave, akuiferët pranë sipërfaqes sigurojnë rezervuarë të mëdhenj të ujit të shiut, të cilët janë nxjerrë nga autoritetet e ujit. Akuiferët në thellësi të 2 – 3 km janë zakonisht në 60 – 90 °C, uji i ftohtë është injektuar në një pikë në akuifer nëpërmjet një vrime, uji rrjedh nëpër akuifer dhe përthith nxehtësinë nga shkëmbi poroz, mirëpo uji i nxehtë largohet nëpërmjet një vrime të dytë. Në nxjerrjen e nxehtësisë nga gurët e nxehtë të thatë, uji është derdhur në presion të lartë nëpërmjet të çarave të ngushta të formacioneve të gurëve të nxehtë. Një lloj i veçanarishëm i përshtatshëm i shkëmbit është graniti, i cili është gjetur në blloqet e mëdha zakonisht të dimensioneve 10 – 100 m, ndërsa graniti përmbanë uranium dhe torium në përqendrim prej rreth 10 ppm, e cila liron nxehtësinë të

<sup>112</sup> Ibid., p. 95.



energjisë radioaktive dhe ngrit temperaturën e shkëmbit, mirëpo si rezultat i kësaj, temperatura e gardiente në granitë është më e lartë se ajo në një shkëmb jo – radioaktiv, kështu që është e mundur të arrihen temperatura të larta në thellësitë më të ulëta dhe kjo i zvogëlon harxhimet e shpuarjes më të thellë.<sup>113</sup>

### 5.6.1 Nxjerrja e nxehtësisë nga një akuifer

Në aquifer nxjerrja e nxehtësisë është hequr nga guri poroz që ndodhet midis shtresave të forta kompakte të gurit, ndërsa përçueshmeria e nxehtësisë nga shkëmbi kompakt sipër dhe nën akuifer zakonisht është i papërfillshëm në shkallën kohore për nxjerrjen e nxehtësisë nga një akuifer, për të thjeshtëzim ne konsiderojmë një rrjedhje të thjeshtë një – dimensionale të një lëngu për largim të nxehtësisë nga një akuifer, mirëpo fusha e rrjedhjes në fushën e akuiferit është dy – dimensionale, por një model një – dimensinal jep një njehsim të dobishëm dhe ilustron tiparet kryesore fizike. Uji i ftohtë është injektuar në vrimën hyrëse  $x = 0$  dhe uji është nxjerrë nga vrima dalëse  $x = L$ , ndërsa supozojmë se akuiferi është fillimisht në temperaturën  $T_1$  dhe uji i ftohtë në vrimën dalëse është në temperaturën  $T_0$ , kështu nxehtësia në dispozicion për njësi vëllimi nga shkëmbi është  $\rho_r c_r (T_1 - T_0)$ , mirëpo fuqia e prodhimit të sistemit është produkti i ngrohjes për njësi vëllimi i fituar nga uji,  $\rho_w c_w (T_1 - T_2)$ , dhe shkalla e vëllimit të rrjedhjes  $Q$ , dmth:

$$P = \rho_w c_w (T_1 - T_0) Q \quad (9)$$

pasi që uji i ftoht rrjedh nëpërmjet akuiferit, ai përthith nxehtësi nga shkëmbi i nxehtë poroz, një “front i ftoht” shkon nga vrima hyrëse në vrimën dalëse gjatë jetëgjatjes së sistemit, shpejtësia e frontit të ftohtë  $V_f$  është dhënë nga:

$$V_f = \lambda V_w \quad (10)$$

ku  $\lambda = \rho_w c_w / [(1 - \phi)\rho_r c_r]$  është një parameter jo – dimensional dhe  $V_w = Q/A$  është shpejtësia shumicë e ujit në akuiferin u është pjesa nga volumi i zënë nga porosit, e njohur si *porozitet*, ndërsa jetëgjatësia e sistemit është koha e marrë për frontin e ftohjes për të arritur në vrimën dalëse dhe është dhënë nga:

$$t_{jetë} = \frac{L}{V_f} = \frac{(1 - \phi)\rho_r c_r A L}{\rho_w c_w Q} \quad (11)$$

për këtë arsye, për një jetëzgjatje të gjatë është e dëshirueshme që të kemi porozitet të ulët  $u$ , kapacitetit të lartë të nxehtësisë për njësi vëllimi  $\rho_r c_r$ , fushë të madhe ndër – sektorial të akuiferit  $A$ , shkalla të ulët të vëllimit të rrjedhjes  $Q$ , dhe hapësirë të madhe  $L$  midis dy vrimave, që kur sasia totale e energjisë termike në dispozicion nga sistemi,  $E = \rho_r c_r (T_1 - T_0) A L$ , është fikse, zgjedhja e  $Q$  dhe jetëzgjatja e sistemit janë të

<sup>113</sup> Ibid., p. 96.

përcaktuara nga ekonomia e sistemit. Së fundi në mënyrë që të marrin një normë të caktuar të vëllimit të rrjedhjes  $Q$  është e nevojshme për të aplikuar një rënie të presionit  $\Delta p$  midis vrimave, sipas *ligjit të Darcy*, norma e vëllimit të rrjedhjes  $Q$  nëpërmjet një pllakë të shkëmbit poroz të një zone ndër – sektoriale  $A$  dhe trashësisë  $L$ , është dhënë nga:

$$Q = kA \frac{\Delta p}{L} \quad (12)$$

ku  $k$  është një konstante e njohur si depërtueshmëri, me rishikimin e barazisë në formulën më sipër, rënian e presionit të nevojitur për vëllimin e dhënë të normës së rrjedhjes  $Q$  është dhënë nga:

$$\Delta p = \frac{QL}{kA} \quad (13)$$

### 5.6.2 Nxjerrja e nxehtësisë nga gurët e nxehtë dhe të thatë

Në sistemet e shkëmbijëve të nxehtë dhe të thatë, gjithashtu të quajtuara sisteme të zgjeruara gjeotermale, uji është derdhur në presion të lartë nëpërmjet pasazheve të ngushta midis plasjeve natyrore, edhe në akuifer edhe në nxjerrjen e gurrëve të thatë të nxehtë është e zakonshme që të thehen shkëmbinjtë rreth hyrjes dhe dalje të vrimave duke përdorur eksploziv të kontrolluar në mënyrë që të reduktojë rënie e përgjithshme të presionit. Uji përthith nxehtësinë nga sipërfaqja e gurit të ngjitur dhe nxehtësia është transportuar nga lëngu në vrimë dalje, mirëpo nxehtësia është humbur nga shkëmbinjtë rrethues përmes lëkundshëm përçueshmërisë lëkundese të nxehtësisë, fluksi i nxehtësisë drejt ujit fluksit zvogëlohet me kalimin e kohës ashtu siç trashet shtresa e ftoht e shkëmbit, ashtu si në rastin e një akuiferi, një “front i ftohtë” shkonë nga hyrja në dalje, por temperatura prapa frontit është më difuze për shkak se një sasi e nxehtësisë vazhdon të furnizohet nga muret prapa frontit të ftohtë, mirëpo për temperaturat në rangun 100 – 150 C është e mundur për të gjeneruar energji elektrike duke përdorur një cikël binar në të cilin lëngu me pikë vlimi të ulët (p.sh. amoniaku) është nxehtur nëpërmjet një ndërrueso të nxehtësisë dhe avulli i prodhuar përdoret për ta verë në funksion turbinën.<sup>114</sup>

### 5.6.3 Pompat gjeotermale të nxehtësisë

Një përdorim i rëndësishëm i energjisë gjeotermale të përfitojë nga fakti që temperaturat poshtë terrenit është relativisht konstante, dhe është më e nxehtë se temperatura e ajrit në sipërfaqe gjatë dimrit dhe më e ftohtë gjatë verës, mirëpo ky ndryshimë mund të shfrytëzohet për të nxehtur dhe për të kondicionuar ndërtesat duke përdorur pompat e nxehtjes, një pompë e nxehtjes përdor parimin e njëjtë të veprimit si një frigorifer, ndërsa në një frigorifer lëngu në presion të lartë dhe afër temperaturës së dhomës zgjerohet dhe ftohet. Lëngu i ftohtë transportohet nëpërmjet frigoriferit ku

<sup>114</sup> Ibid., p. 97.

ai e ftoh përmbajtjen, lëngu pastaj është ngjeshur me presion të lartë dhe gjatë këtij procesi ai nxehet, lëngu është ftohur përseri deri në temperaturë të dhomës në ndërruesin e nxehtësisë, dhe është ftohur me ajër në anën e pasme të frigoriferit dhe kështu cikli përsëritet.<sup>115</sup>

Ne mund ta llogarisim përafërsisht procesin nga një cikël i Carnot ku nxehtësia  $P_2$  është nxjerrë në një temperaturë  $T_2$ , nxehtësia  $Q_1$  është debuar në një temperaturë më të lartë  $T_1$  (afër temperaturës së dhomës), dhe puna  $W$  është bërë nga kompresori  $W = Q_1 - P_2$  dhe për një cikël të Carnot  $Q_1/T_1 = Q_2/T_2$ , kështu që nxehtësia e nxjerrë është dhënë nga:

$$Q_2 = T_2 W / (T_1 - T_2) \quad (14)$$

kështu, një faktor  $T_2 / (T_1 - T_2)$  nxjerrë më shumë nxehtësi se puna e bërë nga ana e kompresorit, mirëpo një pompë e nxehtësisë punon në të njëjtin parim, nxehtësia  $Q$  është ose e transferuar ose e nxjerrë nga ndërtesa, ndërsa raporti  $Q/W$  për një pompë të nxehtësisë quhet koeficient i performancës, CoP, dhe për një nxehtësi ideale me pompë që e nxehtë një ndërtesë  $COP = T_1 / (T_1 - T_2)$ , si p.sh., për  $\Delta T = (T_1 - T_2) = 31^\circ\text{C}$  dhe një temperaturë e terrenit  $T_2 = 6^\circ\text{C} = 279\text{K}$ , ne kemi  $CoP = 10$ , COP aktuale për njësi të nxehtësisë apo ftohjes njësi për ndërtesat zakonisht shtrihen ndërmjet 3 dhe 4.5, edhe me këto COP, shumë më pak energji është e nevojshme për të ngrohur ose ftohur ndërtesat në krahasim me përdorimin e njësive të drejtpërdrejta për ngrohje ose për ftohje që e liminojnë nxehtësinë në ajrin e nxehtë më shumë se sa në terrenin më të ftohtë. Uji ose përzirja ujë – antifriz përzierje qarkullonë nëpërmjet qypave që janë varrosur në terren në një thellësi zakonisht prej 100 – 400 ft, aty ata e nxjerrin ose e transferojnë nxehtësinë në tokë në varësi prej asaj që ndërtesa është duke nxehtë ose ftohur, brenda në ndërtesë gypat janë përdorur për të transportuar ajrin e nxehtë apo të ftohtë nëpër gjithë godinën, mirëpo pompa e nxehtësisë mund të përdoret gjithashtu për të siguruar ujë të ngrohtë, në Shtetet e Bashkuara të Amerikës rreth 500.000 njësi gjeotermale janë përdorur për ngrohje dhe ftohje, ndërsa mbi 40% të energjisë elektrike të konsumuar dhe gati 40% të emisioneve të  $\text{CO}_2$  dhe SHBA janë nga hapësira për ngrohje dhe ftohje dhe për ngrohjen e ujit në godina komerciale dhe banesore, për Agjencinë për Mbrojtjen e Mjedisit në SHBA vlerëson së 100.000 njësi të nxehtësisë nga pompat gjeotermale vendase do të kursejnë rreth 1.1 milion ton të karburantit mbi një periudhë 20 vjeçare.<sup>116</sup>

#### 5.6.4 Ekonomia dhe potenciali i energjisë gjeotermale

Shuarja për energji gjeotermale është një aksion spekulativ, kostoja e e shpimeve të vrimave në thellësi prej disa kilometrave është shumë e lartë dhe natyra e formimit dhe e temperaturës së shkëmbijve paraprakisht është e panjohur, një projekt i gurëve të

<sup>115</sup> Ibid.

<sup>116</sup> Ibid., p. 98.

thatë dhe të nxehtë në Camborne në Cornwall (UK) më në fund u braktis në vitin 1989 për shkak të problemeve të paparashikuara për shkak të strukturës së shkëmbijve, megjithatë energjia gjeotermale është teknologji relativisht e padëmshme dhe me pak ndikim mbi mjedisin, nuk ka emision të dioksid karboni (përveç gjatë procesit të shpuarjes) por ka shpesh një lirim të gazit H<sub>2</sub>S dhe ujit tashmë i bllokuar në aquiferë mund të përmbajnë metale të rënda, si pasojë është normale për të punësuar ndërruesit e ngrohjes për të mbajtur ujin e nxjerrur të veçantë nga ai që përdoret për ngrohje qendrore ose për prodhim të energjisë elektrike.<sup>117</sup>

Tabela 3. Energjia gjeotermale, gjenerimi i energjisë elektrike dhe përdorimi i drejtpërdrejtë në fund të vitit 1999

Vendi	Gjenerimi i Elektricitetit (MWe)	Përdorimi i drejtpërdrejt (MWt)
Islanda	170	1.469
Indonezia	590	7
Italia	621	680
Japonia	547	258
Meksika	750	164
Zelanda e Re	410	308
Filipinet	1.863	1
SHBA	2.228	5.366
Gjithsej Bota	7.704	16.649

Burimi: Andrews, Jolley, 2007, p. 47.

Energjia gjeotermale është kryesisht një burim i pashfrytëzuar i energjisë pa karbon, dhe vetëm një pjesë e vogël e burimeve të disponueshme (rreth 1 TW) aktualisht është duke u shfrytëzuar, ai mund të sigurojë energji elektrike dhe nxehtësi në fusha të botës pa energji elektrike dhe në rajonet ku gjenerimi i saj është nga nafta. Tabela më sipër tregon eksplotimin për të prodhimin e energjisë elektrike për përdorimin të drejtpërdrejt në fund të vitit 1999, është llogaritur se fuqia gjeotermale mund të ofrojë 5% të energjisë elektrike globale deri në 2020, por perspektiva e teknologjisë së energjisë gjeotermale varet nga ekonomizimi me lëndët djegëse fosile dhe mbi politikat në të ardhmen mbi trajtimin e ngrohjes globale, nese do të vendoseshinë masa të ashpra kufizimi për mjedisin jetësorë mbi djegien e karburanteve fosile, atëherë energjia gjeotermale mund të bëjë një kontribut të dobishëm për skenën e përgjithshme të energjisë, R&D në rritje, veçanërisht në teknologjinë e mihjes (shpuarjeve të tokës), do të ndihmojë në uljen e kostove dhe të bëjë energjinë gjeotermale më ekonomike, kombinimi i teknologjisë së pompave me nxehtësi dhe energjisë gjeotermale është një teknologji me rritje të shpejtë në mbi 20% në vit.<sup>118</sup>

<sup>117</sup> Ibid., p. 47.

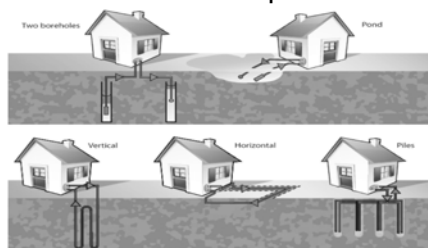
<sup>118</sup> Ibid.

## 6 KAPITULL 6

### 6.1 TEKNOLOGJIA E POMPËS SË NXEHTËSISË GJEOTERMALE

Në Pompat e Ngrohjes të Burimit Tokësor (GSHP) lëngu ftohës shkëmben nxehtësi me tokën, duke përfituar nga fakti që toka ka një temperaturë të qëndrueshme gjatë gjithë vitit. Në dimër, kur ajri i jashtëm është i ftohtë, toka ka një temperaturë më të lartë dhe shkëmbimi i nxehtësisë është më efikas. Me teknologjinë e duhur procesi mund të përmbysset, dhe pompa e nxehtësisë mund të punojë gjithashtu si frigorifer në verë, duke përdorur temperaturën e ftohtë të tokës për të ftohur hapësirën. Komponenti kryesor i shtuar është shkëmbyesi i nxehtësisë nëntokësore, përmes të cilit nxehtësia absorbohet ose lëshohet në tokë. Ekzistojnë dy lloje kryesore të GSHP: sistemet me lak të hapur dhe të mbyllur (figura me posht). Sistemet e hapura fizikisht nxjerrin ujin nga burimi. Ujërat nëntokësore nxirren (zakonisht pompohen) nga burimet, vrimat e shpuara ose minierat e përmbytura. Në sistemet me lak të mbyllur, një lëng bartës qarkullon në një lak të mbyllur të tubit të varrosur nën tokë dhe nuk është në kontakt të drejtpërdrejtë me tokën ose shkëmbin. Ky i fundit shpesh quhet shkëmbyes nxehtësie nën -sipërfaqësor ose gjeo shkëmbyes.<sup>119</sup>

Figura 19. Sistemet me lak të hapur dhe të mbyllur GSHP.



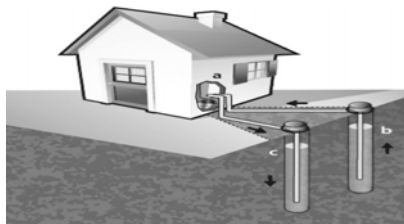
Burimi: Manzella, 2017, p. 5.

Sistemet me lak të hapur janë bërë nga një shkëmbyes nxehtësie (në ndërtesën që do të nxehet/i ftohur), një pus abstraksioni, një pus injeksioni. Në disa raste abstrakte uji nuk ri-injektohet në tokë por lëshohet në sipërfaqe (në sistemet e ujërave të zeza, për shembull), duke shmangur kështu koston e një pusi të dytë. Kjo praktikë rekomandohet vetëm kur nuk ekziston rreziku i zvogëlimit të ujërave nëntokësore në akuifer, dhe duhet të jetë bëhet me kujdesin e duhur për të shmangur ndikimin në mjedis. Ri-injektimi i abstrakteve uji rregullohet gjithashtu nga ligjet vendore, të cilat përcaktojnë kufizimet e përdorimit. Sasia e ujit në abstrakt, shkalla e nxjerrjes dhe distanca midis tyre dy pusët duhet të planifikohen siç duhet. Ato varen nga kërkesa për ngrohje dhe nga vetitë termale dhe hidraulike të tokës. Planifikimi i saktë shmang ftohjen (ose nxehtësia në verë) toka me një normë më të lartë sesa lejon ekuilibri natyror, prandaj duke garantuar qëndrueshmërinë e sistemeve dhe ekuilibrin termik në akuifer. Bilanci rritet kur sistemi punon në mënyrë të kundërt, domethënë ngrohje në dimër (ftohja e tokës) dhe ftohja në verë (ngrohja e tokës). Abstraksioni dhe pusët e injektimit duhet

<sup>119</sup> Manzella, 2017, p. 5.

të jenë aq larg sa të shmangët qarku i shkurtër termik midis të dyjave gjatë jetës së instalimit, zakonisht 20-30 vjet. Sistemet e hapura kanë përparësinë e përdorimit të ujit natyror, dhe mund të përdoren gjithashtu për ftohje "falas" (natyrore) ose për pirje, lotim në varësi të cilësisë së tij. Por me teper, ata thithin më shumë nxehtësi nga toka sesa një gjeo -shkëmbyes me të njëjtën madhësi, dhe për kërkesa të barabarta për ngrohje ato kushtojnë më pak pasi kërkojnë më pak shpime.<sup>120</sup>

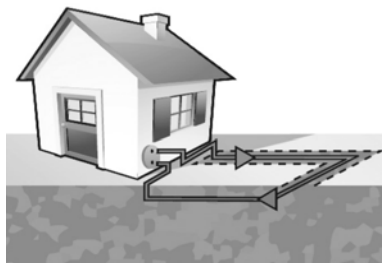
Figura 20. Sistemi GSHP me lak të hapur në detaje: a) shkëmbyesi i nxehtësisë. b) pus abstraksioni, c) injeksion i mirë.



Burimi: Manzella, 2017, p. 6.

Sistemet e lakut të mbyllur ose të pompës së nxehtësisë me tokëzim (GCHP) janë të mbyllura tub lak që mund të instalohet horizontalisht si një fushë lak në llogore, vertikalisht në puse ose si shporta. Lak është bërë zakonisht nga polietileni me densitet të lartë tub dhe përmban një përzierje uji dhe anti-ngrirje. Madhësia e fushës së lakut varet mbi llojin e tokës dhe përmbajtjen e lagështirës, temperaturën mesatare të tokës dhe humbjen e nxehtësisë ose të fitojnë karakteristika të ndërtesës që kushtëzohet. Mund të përdoren sythe horizontale kudo ku ka sipërfaqe të mjaftueshme në dispozicion për instalimin e tyre, dhe janë më shumë instaluar rrallë për ngrohjen dhe ftohjen e hapësirave të ndërtesave sesa nxehtësia vertikale e puseve këmbyesit. Shkëmbyesi vertikal zakonisht përbëhet nga një ose disa tuba U ose koaksial tuba, që përdoren më shpesh për puset më të thella.<sup>121</sup>

Figura 21. GSHP me lak të mbyllur, sistem linear horizontal.

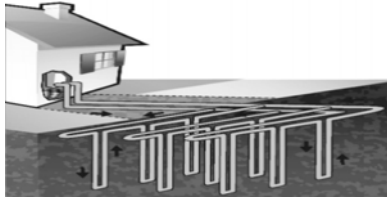


Burimi: Manzella, 2017, p. 7.

<sup>120</sup> Ibid., p. 6.

<sup>121</sup> Ibid.

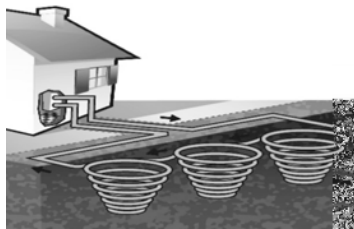
Figura 22. GSHP me lak të mbyllur, sistem vertikal.



Burimi: Manzella, 2017, p. 8.

Vrimat e vrimave janë të vendosura së paku 5-6 m ndarasë dhe thellësia varet nga karakteristikat e tokës dhe ndërtesës. Për shembull, një shtëpi që ka nevojë për 10 kW kapacitet ngrohjeje mund të ketë nevojë për tre gropa 80-110 m të thellë në shkëmbinj sedimentarë. Sistemet e tubave të shkëmbyesve të nxehtësisë mund të integrohen drejtpërdrejt në themelet e betonit të ndërtesave dhe konstruksioneve të tjera për ngrohje dhe ftohje dhe quhen grumbuj nxehtësie. Nëse është projektuar dhe integruar siç duhet në një ngrohje të kombinuar dhe sistemi i ftohjes që në fillim, këto sisteme mund të jenë një pjesë e dobishme e modernes ndërtesa dhe ndërtime me energji të ulët, emetim të ulët të CO<sub>2</sub>.<sup>122</sup>

Figura 23. GSHP me lak të mbyllur, sistem shportash.



Burimi: Manzella, 2017, p. 8.

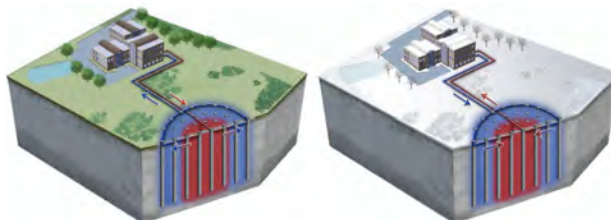
Efikasiteti termik neto i një pompë nxehtësie duhet të marrë parasysh efikasitetin e prodhimit dhe transmetimin e energjisë elektrike, zakonisht rreth 30%. Meqenëse lëviz një pompë nxehtësie 3 deri në 5 herë më shumë energji ngrohëse sesa energjia elektrike që konsumon, energjia totale dalja është shumë më e madhe se hyrja elektrike. Kjo rezulton në efikasitet termik neto më e madhe se 300% në krahasim me nxehtësinë elektrike rrezatuese duke qenë 100% efikase. Tradicionale furrat me djegie dhe ngrohësit elektrikë kurrë nuk mund të tejkalojnë efikasitetin 100%. Pompat e nxehtësisë gjeotermale mund të zvogëlojnë konsumin e energjisë - dhe ajrin përkatës emetimet e ndotjes - deri në 44% në krahasim me pompat e nxehtësisë me burim ajri dhe deri në 72% në krahasim me ngrohjen me rezistencë elektrike me pajisje standarde të kondicionimit. E performanca e pompave të nxehtësisë zakonisht shprehet si Koeficienti i Performancës, i cili është raporti i prodhimit të ngrohjes ose heqjes së nxehtësisë me hyrjen e energjisë elektrike. Performanca e ftohjes zakonisht shprehet si Raporti i Eficiencës së Energjisë gjatë ngrohjes dhe Performanca ftohëse e pompave të nxehtësisë përmbysëse në mënyrë tipike shprehet si Faktori i

<sup>122</sup> Ibid., p. 8.

Performancës Sezonale, mesatarja e COP dhe EER. Performanca ndikohet nga të gjithë përbërësit e sistemit të instaluar, përfshirë token kushtet, shkëmbyesi i nxehtësisë i lidhur me tokën, pajisja e pompës së nxehtësisë dhe shpërndarja e ndërtesës, por përcaktohet kryesisht nga ndryshimi midis hyrjes (tokës) temperatura dhe temperatura e daljes (dhomës). GSHP në treg sot kanë COP standarde që variojnë nga 2.4 në 5.0 dhe EER që variojnë nga 10.6 në 30.<sup>123</sup>

Teknologjia e pompës së nxehtësisë gjeotermale përdoret për ngrohjen dhe ftohjen e hapësirës së vetme ndërtesa, të vogla dhe të mëdha, dhe në sistemet e ngrohjes qendrore. Pompat e nxehtësisë me burim tokësor karakterizohen nga kosto të larta kapitale dhe kosto të ulëta operacionale në krahasim me të tjerat burim konvencional i ngrohjes. Meqenëse përfitimi i përgjithshëm ekonomik varet kryesisht nga kostot relative të energjisë elektrike dhe karburanteve, të cilat janë shumë të ndryshueshme me kalimin e kohës dhe në të gjithë territorin botë, një vlerësim konstant dhe i përgjithshëm nuk është i mundur. Bazuar në çmimet e fundit, terren pompat e nxehtësisë me burim kanë kosto operative më të ulëta se çdo ngrohje tjetër konvencionale burim përveç gazit natyror dhe pothuajse kudo në botë, duke përjashtuar një pjesë të vogël të vendet ku gazi natyror është jashtëzakonisht i lirë, ose ku energjia elektrike është jashtëzakonisht te shtrenjta. Kostot kapitale, të cilat mund të arrijnë në 10-15 mijë dollarë amerikanë për një shtëpi të vetme sistem, dihet se përfitojnë nga ekonomitë e shkallës kështu që ato janë më kosto-efektive për ndërtesa më të mëdha tregtare dhe klimë më të ashpër. Kostoja e instalimit, e cila mund të jetë dy deri në pesë herë më shumë se ai i një sistemi konvencional të ngrohjes në shumicën e aplikimeve të banimit, është ndikuar nga madhësia e zonës së banimit, mosha e shtëpisë, karakteristikat e izolimit, gjeologjia të zonës dhe vendndodhjes së pronës. Edhe pse pompat e nxehtësisë me burim tokësor janë të njohura si një nga sistemet më efektive të ngrohjes dhe ftohjes në treg, ato njihen dhe reklamohen vetëm në disa vende, dhe rrallë përfitojnë nga tarifatat dhe stimuj që ndihmojnë në mbajtjen e koston kapitale dhe të bazuara në leximet e matura në një vit bazë për 1 ose 2 dekada.<sup>124</sup>

Figura 24. Skica e Magazinimit të Energjisë Termike të Borehole, BTES, në fazën e ftohjes së verës (majtas) dhe fazën e ngrohjes të dimrit (djathtas).



Burimi: Manzella, 2017, p. 9.

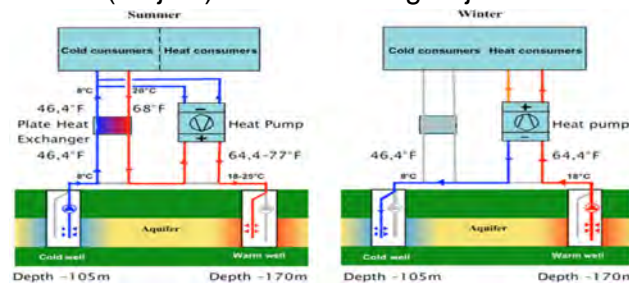
<sup>123</sup> Ibid.

<sup>124</sup> Ibid., p. 9.



Kufijtë teknologjikë në sektorin e pompave të nxehtësisë gjeotermale i kushtohen optimizimit të ruajtjes së energjisë termike sezonale dhe transferimit të nxehtësisë ndër -sezonale. Nxehtësia kapur dhe ruajtur në bankat termale gjatë verës mund të merren me efikasitet në dimër. Koncepti i ruajtjes së energjisë termike nëntokësore (UTES) shkon përtej energjinë gjeotermale dhe konsideroni ruajtjen e energjisë termike të prodhuar nga burimi diellorose humbja e nxehtësisë nga proceset industriale, për shembull. UTES mund të mbyllet (Vrima Magazinimi i Energjisë Termike, BTES, figura me sipër tregon) ose sisteme të hapura (Aquifer Thermal Energy Storage, ATES, figura me posht tregon), si për teknologjinë GSHP. Efikasiteti i ruajtjes së nxehtësisë rritet me shkallën, kështu që ky avantazh është më domethënës në sistemet komerciale ose të ngrohjes qendrore.<sup>125</sup>

Figura 25. Skica e Depozitimit të Energjisë Termike të Aquifer, ATES, në fazën e ftohjes së verës (majtas) dhe fazën e ngrohjes të dimrit (djathtas).



Burimi: Manzella, 2017, p. 9.

Kufijtë e tjerë teknologjikë i referohen optimizimit të teknologjisë së procesit të nxehtësisë pompat, të tilla si për pompën e nxehtësisë thithëse, dhe kombinimin e gjeotermale dhe teknologji të tjera të energjisë së rinovueshme për ngrohje dhe ftohje.<sup>126</sup>

### 6.1.1 Teknologjia për përdorimin e drejtpërdrejt të nxehtësisë

Një sërë procesesh kërkojnë një temperaturë e krahasueshme me atë të lëngjeve gjeotermale në dispozicion. Uji i ngrohtë që qarkullon në tuba dhe pajisjet për sigurimin e nxehtësisë në këto procese nxehen në mënyrë konvencionale me një kazan, duke përdorur gaz ose lëndë djegëse të tjera fosile si burim energjie. Kur përdoren lëngjet gjeotermale, ato mund të qarkullojë drejtpërdrejt në sistemin e ngrohjes ose, më shpesh, uji i pastër nxehet përmes një shkëmbyesi të nxehtësisë dhe pastaj qarkullohet, ndërsa lëngjet gjeotermale ri-injektohen nëntoka. Përdorimi i nxehtësisë gjeotermale jo vetëm që rrit pjesën e energjisë së gjelbër dhe zvogëlon Emetimet e gazrave serrë, por në planin afatgjatë gjithashtu kontribuon në efikasitetin e energjisë të bimore pasi detyron dimensionimin e sistemit të ngrohjes në nivelin e vërtetë të temperaturës kërkuar nga procesi. Shumica e sistemeve të ngrohjes janë të

<sup>125</sup> Ibid.

<sup>126</sup> Ibid.

dimensionuara për temperaturë shumë të lartë ujërat, të arritshme lehtësisht nga kaldaja, por jo me gjeotermale. Nuk ka qenë e lehtë ose i përshtatshëm për të përshtatur një sistem ekzistues të ngrohjes në një sistem shkëmbimi gjeotermik, dhe shumica e impianteve të përdorimit të drejtpërdrejtë gjeotermal janë projektuar si gjeotermale që nga viti fillim. Falë teknologjisë së pompës së nxehtësisë ne tani kemi shumë më tepër fleksibilitet.<sup>127</sup>

Llojet kryesore të aplikimeve të drejtpërdrejta të energjisë gjeotermale janë ngrohja e hapësirës (përfshirë pompat e nxehtësisë të përshkruara më parë), larja dhe noti (përfshirë balneologjinë), bujqësore (serrat dhe ngrohja e tokës), industria dhe akuakultura (kryesisht blegtoaria). Në Evropë pjesa kryesore e potencialit termik të instaluar është për nxehtësinë gjeotermale sistemi i pompës (68%) dhe ngrohja qendrore (15%), ndërsa balneologjia, akuakultura dhe deicing arrijnë në 11% dhe proceset industriale dhe bujqësore në 6%. Ka shume lloje të tjera të shfrytëzimit, në një shkallë shumë më të vogël, disa prej të cilave janë të pazakonta dhe të rralla raportuar. Hapësira dhe ngrohja dhe ftohja qendrore ka shprehjen e saj më të rëndësishme në Islandë, ku mbi 98% e ngrohjes së hapësirës sigurohet nga gjeotermale. Gjithashtu është shpërndarë gjerësisht në vendet e Evropës Lindore (Panonike), si dhe në Shtetet e Bashkuara, Kinë, Japonia, Franca (pellgu i Parisit). Sistemet e ngrohjes qendrore gjeotermale (GDH) janë me kapital intensiv. Kostot kryesore janë kostot fillestare të investimit për puset e prodhimit dhe injektimit, dhe pompat me vrima poshtë. Këto kostot shtojnë koston e lartë të sistemeve konvencionale të distriktit, për pompat e transmetimit, tubacionet dhe rrjetet e shpërndarjes, pajisjet e monitorimit dhe kontrollit, stacionet e pikut dhe rezervuarët e magazinimit. Shpenzimet operative, megjithatë, janë relativisht më të ulëta se në sistemet konvencionale, dhe përbëhen nga fuqia e pompimit, mirëmbajtja e sistemit, kontrolli dhe menaxhimit. Një përfitim i rëndësishëm arrihet duke kombinuar ngrohjen dhe ftohjen në zonat ku e lejon klima, pasi faktori i ngarkesës do të ishte më i lartë se faktori për ngrohje vetëm, dhe çmimi i njësisë së energjisë do të përmirësohej rrjedhimisht. Shpërndarja rrjeti është veçanërisht i shtrenjtë, dhe një faktor vendimtar në vlerësimin e koston fillestare të sistemi është dendësia e ngarkesës termike, e cila është kërkesa për ngrohje dhe ftohje e ndarë me sipërfaqja tokësore e rrethit. Një densitet i lartë i kërkesës për ngrohje dhe ftohje përcakton fizibiliteti ekonomik i një projekti të ngrohjes qendrore gjeotermale. Në Evropë ka një interes në rritje për sistemet GDH. Nga rreth 5000 zona sistemet e ngrohjes të Evropës, 237 janë GDH (197 në BE-28) dhe mbulojnë rreth 10% të nxehtësisë treg, me një kapacitet total termik prej 4.3 GW dhe rreth 12883 GWh të prodhimit.<sup>128</sup>

Aplikimet bujqësore të lëngjeve gjeotermale përbëhen nga kontrolli i temperaturës së rritjes së bimëve në fusha të hapura dhe serra. Uji termal mund të përdoret në terren të hapur bujqësia për të ngrohur tokën dhe, dikur, për ta ujitur aty ku nuk janë pellgje

---

<sup>127</sup> Ibid., p. 10.

<sup>128</sup> Ibid.

dhe lumenj në dispozicion. Ngrohja e tokës sigurohet duke varrosur tubacione të holla ku qarkullojnë lëngje të ngrohta. Pengesa më e madhe në këtë ngrohje është kostoja, dhe kjo teknikë rezulton ekonomike vetëm në disa raste. Ngrohja e tokës në tubacionet e varrosura pa ujitje sistemi gjithashtu mund të zvogëlojë përçueshmërinë e nxehtësisë së tokës, për shkak të rënies së lagështisë rreth tubave, dhe si pasojë izolimit termik. Zgjidhja më e mirë duket jetë ai i kombinimit të ngrohjes dhe ujitjes së tokës. Përbërja kimike e ujërat gjeotermale të përdorura në vaditje duhet të monitorohen me kujdes për të shmangur efektet negative mbi bimët. Kontrolli i temperaturës në bujqësinë e fushës së hapur parandalon çdo dëm që vjen nga temperaturat e ulëta të mjedisit, zgjat sezonin e rritjes, rrit bimët rritje, dhe rrit prodhimin. Gjithashtu sterilizon tokën, duke rritur produktivitetin.<sup>129</sup>

Zbatimi më i zakonshëm i energjisë gjeotermale në bujqësi është në ngrohja e serrës, e cila është zhvilluar në një shkallë të madhe në shumë vende. Ngrohja e serrës përfshin kultivimin e perimeve dhe luleve jashtë sezonit ose brenda një klime të panatyrshme, dhe tani mund të mbështetet në një teknologji të eksperimentuar gjerësisht. Ekzistojnë zgjidhje për arritjen e kushteve optimale të rritjes, bazuar në atë temperatura e rritjes së secilës bimë dhe sasia e dritës është e rëndësishme, si dhe CO<sub>2</sub> përqendrimi në mjedisin serë, në lagështinë e tokës dhe ajrit, dhe mbi lëvizjen e ajrit. Ngrohja e serrës mund të arrihet me qarkullim të detyruar të ajrit në shkëmbyesit e nxehtësisë, tubat ose kanalet qarkulluese të ujit të nxehtë të vendosura brenda ose në dysheme, me finesë njësi të vendosura përgjatë mureve dhe nën stola, ose një kombinim i këtyre metodave. Kostot e funksionimit të ngrohjes së serrave, të cilat në disa raste përbëjnë 35% të kostot e produktit (perimet, lulet, bimët e shtëpisë dhe fidanët e pemëve), mund të reduktohen në mënyrë të konsiderueshme nga nxehtësia gjeotermale. Ky është rasti veçanërisht kur lëngjet gjeotermale rrjedh natyrshëm në sipërfaqe dhe pompat abstrakte nuk janë të nevojshme. Shëllirë gjeotermale shpesh kërkojnë trajtim, pasi përbërja e tyre kimike mund të prodhojë depozita në tuba, pompa dhe pllaka të shkëmbyesit të nxehtësisë. Kjo teknologji ka përfituar maksimalisht nga teknologjia e pompës së nxehtësisë, dhe ujërat nëntokësore të cekëta ose energjia tokësore përdoret gjithnjë e më shumë. Në Holandë, për shembuj, ka pasur një nxitje të madhe të prodhimit vendor të domates falë teknologjia gjeotermale.<sup>130</sup>

Nxehtësia gjeotermale përdoret me përfitim në blegtorinë. Energjia e nevojshme për të ngrohur instalimin është rreth 50% i atij që kërkohet për një serë me të njëjtën sipërfaqe zonë, kështu që një shfrytëzim kaskade mund të miratohet. Mbarështimi në një temperaturë të kontrolluar mjedisi përmirëson shëndetin e kafshëve të fermës, dhe lëngjet e nxehta gjithashtu mund të përdoren për të pastruar, dezinfektoj dhe thaj strehët e kafshëve dhe produktet e mbeturinave. Akuakultura, e kontrolluar shumimi i formave ujore të jetës, është aplikimi më i zakonshëm i kafshëve gjeotermale blegtori, për shkak të kërkesës në rritje të tregut dhe rëndësisë së madhe të mbarështimit

---

<sup>129</sup> Ibid., p. 11.

<sup>130</sup> Ibid.

temperaturat për speciet ujore në lidhje me speciet e tokës. Duke ruajtur artificialisht një temperaturë optimale, ne mund të krijojmë specie më ekzotike, përmirësojnë prodhimin dhe madje, në disa raste, dyfishojnë ciklin riprodhues. Speciet që rriten zakonisht janë krap, mustak, bas, tilapia, barbun, ngjala, salmon, sturgji, karkaleca, karavidhe, karkaleca, gaforre, goca deti, molusqe, fiston, midhje dhe abalone. Akuakultura përfshin gjithashtu mbarështimin e aligatorit dhe krokodilit, si atraksione turistike dhe për të lëkurat, të cilat mund të provojnë një aktivitet fitimprurës.<sup>131</sup>

Temperaturat e kërkuara për speciet ujore janë përgjithësisht në rangun 20-30 °C. Madhësia e instalimit do të varet nga temperatura e burimit gjeotermal, temperatura e kërkuar në pellgjet e peshkut dhe humbjet e nxehtësisë nga këto të fundit. Energjia gjeotermale është përdorur me sukses për të siguruar nxehtësinë e nevojshme për rritjen e Spirulinës gjatë gjithë vitit në vendet e buta. Ky është një qelizor, në formë spirale, mikro-alga blu-jeshile, në të kaluarën e quajtur "super-ushqim" për shkak të densitetit të saj ushqyes, edhe pse për momentin po tregtohet si një shtesë ushqimore ushqyese. Spirulinan është duke u kultivuar në një numër vendesh tropikale dhe subtropikale, në liqene ose artificiale pellgje, ku kushtet janë ideale për rritjen e saj të shpejtë dhe të përhapur (të nxehtë, alkaline mjedis i pasur me CO<sub>2</sub>). Aplikimet industriale, duke përfshirë ngrohjen e procesit, avullimin, tharjen, distilimin, sterilizimi, larja, heqja e akullit dhe nxjerrja e kripës janë raportuar deri më tani në 14 vende, ku instalimet priren të jenë të mëdha dhe konsumi i energjisë i lartë. Shembuj të aplikimit përfshijnë gjithashtu mbushjen e ujit dhe pijeve të gazuara, letrës dhe pjesëve të automjeteve prodhimi, rikuperimi i vajit, përpunimi i ushqimit dhe pasterizimi i qumështit, industria e lëkurës, nxjerrja kimike, nxjerrja e CO<sub>2</sub>, përdorimi i rrobave, përpunimi i tullit dhe letrës, dhe borati dhe prodhimi i acidit borik. Shembulli më i mirë në botën e aplikimeve industriale janë tharja diatomace në N´amafjall (Islandë), përpunimi i tullit dhe letrës në Kawerau (E Re Zelandë), dhe industria 50-vjeçare e produkteve të qumështit Medo-Bel Creamery of Klamath Falls (Oregon). Shkripëzimi duke përdorur nxehtësinë gjeotermale është propozuar në shumë vende, ishull kryesisht vullkanik, për zgjidhjen e një problemi tipik të mungesës së ujit të pijshëm në turistë sezon në ishullin e largët. Asnjëherë nuk është provuar të jetë ekonomike dhe propozimet kurrë arriti në fazën e demonstrimit, por, me ndihmën e pompave të nxehtësisë, bimët mund shihni një aplikim në rritje në të ardhmen. Gjithnjë e më shumë kantinat po miratojnë gjeotermale sisteme për kontrollin e temperaturës së fazave të ndryshme të prodhimit të verës, veçanërisht tanise teknologjia e pompave të nxehtësisë kontribuon gjithashtu në kontrollin e lagështisë.<sup>132</sup>

Elementet që duhen marrë parasysh në vlerësimin e kostos së një sistemi gjeotermal për aplikimin e nxehtësisë janë të shumta dhe shpesh më të komplikuar sesa për format e tjera të energjisë. Bimore kostoja e instalimit dhe operimit duhet të vlerësohen me kujdes para se të bëhet një projekt gjeotermik nisur, dhe ndryshojnë nga rasti në

---

<sup>131</sup> Ibid.

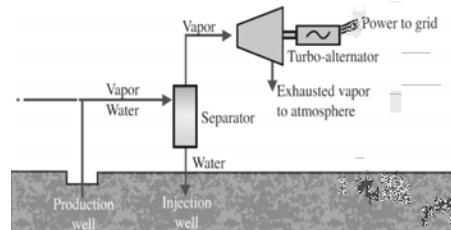
<sup>132</sup> Ibid., p. 12.

rast. Kostoja e përgjithshme varet nga burimi (shuma e nxehtësisë, shkalla e shkarkimit të lëngjeve, thellësia në stërvitje), kostoja e instalimit dhe funksionimit, dhe kushtet financiare duke përfshirë tarifat dhe stimujt në dispozicion, çmimi i të tjerave në dispozicion burimet e energjisë, efikasiteti i impiantit, koha e ngarkesës. Kostot e nivelit të ngrohjes së hapësirës qendrore shkojnë nga 45 dollarë amerikanë/MWht deri në 85 dollarë amerikanë/MWht. Kostot e ngrohjes së serave ndryshojnë midis 40 dollarë amerikanë/MWht dhe 50 dollarë amerikanë/MWht.<sup>133</sup>

## 6.2 PRODHIMI I ENERGJISË

Në impiantet e avullit të thatë, avulli tubohet drejtpërdrejt nga pusët nëntokësorë në energji impianti ku drejtohet në një njësi turbine/gjeneruese. Për të përdorur këtë bimë, gjeotermale lëngjet duhet të jenë në gjendje avulli kur arrijnë në sipërfaqe. Në disa raste (The Geysers in Kaliforni, Larderello në Itali, Matsukawa në Japoni, Kamojang dhe Darajat në Indonezi) lëngu gjeotermal është në gjendje avulli tashmë në rezervuar. Këto sisteme, të emërtuarasistemet e mbizotëruara nga avulli, karakterizohen nga temperatura shumë të larta (mbi 300 °C) dhe prodhim i lartë por janë shumë të lokalizuara. Rasti më i zakonshëm është ai i ujit-sisteme të dominuara, që kanë një përzierje të lëngut dhe avullit në rezervuar.<sup>134</sup>

Figura 26. Diagrami i thjeshtuar i rrjedhës për avullin e drejtpërdrejtë, termocentralin gjeotermik atmosferik të shkarkimit.



Burimi: Manzella, 2017, p. 13.

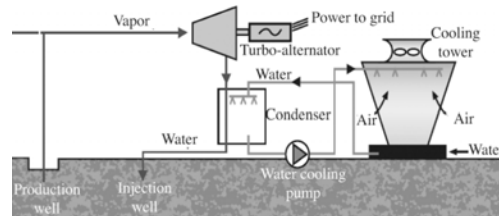
Kur kjo përzierja arrihet nga një pus që rrjedh lart nga presioni i vet. Rrjedha rezulton në një rënie presioni. Për lëngjet shumë të nxehta, zakonisht mbi 250 °C, presioni i lëngut në sipërfaqe rezulton shumë më e ulët se presioni i ngopjes që korrespondon me temperaturën e lëngut, dhe përzierja e ujit dhe avullit avullohet plotësisht para se të arrijë në sipërfaqe. Në këtë rast mund të përdoret një impiant me avull të thatë. Turbinat me avull janë të disponueshme me atmosferë (presion të kundërt) ose kondensim shteron. Njësitë e shkarkimit atmosferik (figura me sipër) janë të thjeshta dhe të lira dhe instalohen shpejt, por konsumi i avullit (nga i njëjti presion hyrës) për kilovat-orë të prodhuar është pothuajse dyfishi i njësisë së kondensimit. Avulli, direkt nga pusët e avullit të thatë ose, më pas ndarja, nga pusët e lagësht, kalohet përmes një turbine dhe shterohet në atmosferë. Turbinat e shkarkimit atmosferik përdoren si

<sup>133</sup> Ibid.

<sup>134</sup> Ibid., p. 13.

impiante pilot, impiante gatihmërie, në rast të furnizimeve të vogla nga pusët e izoluar, dhe për gjenerimin e energjisë elektrike nga pusët e provës gjatëzhvillimin e terrenit. Në njësitë e kondensimit me kondensator në daljen e turbinës, avulli futet turbina zgjerohet në vlerën e presionit (të ulët) të kondensatorit (figura me posht). Në kondensator avulli ftohet duke spërkatur ujë ftohës. Uji ftohës dhe i kondensuar avulli përzihet dhe pompohet drejtpërdrejt në kullën ftohëse për qarkullim.<sup>135</sup>

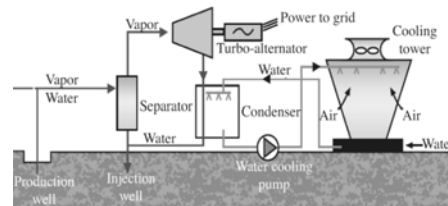
Figura 27. Diagrami i thjeshtuar i rrjedhës për avullin e drejtpërdrejtë, kondensimin e termocentralit gjeotermik.



Burimi: Manzella, 2017, p. 14.

Duke pasur më shumë pajisje ndihmëse, njësitë e kondensimit janë më komplekse se ato atmosferike njësitë e shkarkimit dhe madhësive më të mëdha mund të kërkojnë dy herë më shumë kohë për t'u ndërtuar dhe instaluar. E kapaciteti rezultues i fuqisë së njësive të kondensimit është, megjithatë, shumë më i lartë se ai të njësive të shkarkimit atmosferik. Impiantet kondensuese kanë një madhësi mesatare prej 45 MWe. Njësitë me kapacitet 40-60 MWe janë shumë të zakonshme, por gjithashtu kanë qenë edhe impiante prej 110 MW ndërtuar dhe instaluar.<sup>136</sup>

Figura 28. Diagrami i thjeshtuar i rrjedhës për termocentralin gjeotermal me ndezje të vetme.



Burimi: Manzella, 2017, p. 14.

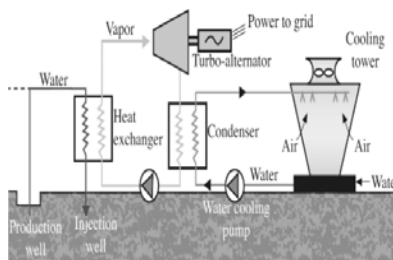
Turbinat me avull flash janë më të zakonshmet dhe përdorin lëngje gjeotermale shumë të nxehta, me temperatura më të larta se 180 °C. Kur rezervuari arrihet nga pusët, përzierja uji dhe avulli i sistemeve të mbizotëruara nga lëngu rrjedhin lart nëpër puse në tokë nën presionin e vet. Ndërsa rrjedh lart, presioni zvogëlohet dhe një pjesë e nxehtë uji vlon në avull. Ky ndryshim i gjendjes për rënien e presionit, i quajtur flash, jep emrin e teknologjisë. Avulli origjinal dhe i ndezur më pas ndahet nga uji dhe përdoret për të fuqizuar një turbinë/gjenerator. Faza e lëngshme ndahet nga avulli dhe të tubuar për t'u ri-injektuar përsëri në nën sipërfaqen e tokës. Nga kjo pikë pajisjet

<sup>135</sup> Ibid.

<sup>136</sup> Ibid., p. 14.

janë njësoj si një fabrikë me avull të thatë, dhe kjo bimë quhet bimë me një ndezje të vetme (figura me sipër). Në varësi mbi gjendjen termodinamike të lëngjeve, mund të jetë ekonomike të merret një sekondë (diku edhe një e treta) shkëlqen nga lëngu i ndarë, duke prodhuar më shumë avull nga ai duke zier. Ky lloj i fuqisë së avullit me ndezje të dyfishtë ndryshon nga ato të mëparshme për pajisjet e nevojshme për ndezjen dytësore. Impiantet me avull flash kanë një madhësi mesatare prej 30 MW<sub>e</sub>. Gjenerimi i energjisë elektrike nga lëngjet gjeotermike me temperaturë të ulët deri në mesatare dhe nga ujërat e nxehta të mbeturinave që vijnë nga ndarësit në fushat gjeotermale të mbizotëruara nga uji ka bërë përparim të konsiderueshëm që kur janë bërë përmirësimet e para në lëngun binar teknologji. Bimët e ciklit binar përdorin nxehtësinë nga uji i nxehtë për të zier një lëng pune, zakonisht një lëng organik me një pikë vlimi të ulët dhe presion të lartë të avullit në temperatura të ulëta në krahasim me avullin. Lëngu i punës avullohet në nxehtësi shkëmbyes; avulli i prodhuar drejton një turbinë normale të rrjedhës aksiale, pastaj ftohet dhe kondensohet, dhe cikli fillon përsëri (figura me poshtë). Më pas injektohet uji gjeotermik përsëri në tokë. Uji dhe lëngu i punës qarkullojnë të ndarë gjatë gjithë procesit, dhe lëngu i punës qarkullon në një lak të mbyllur, kështu që ka pak ose aspak emetimet e ajrit dhe uji gjeotermal ri-injektohet plotësisht.<sup>137</sup>

Figura 29. Diagrami i thjeshtuar i rrjedhës për termocentralin binar gjeotermik ORC.



Burimi: Manzella, 2017, p. 15.

Dy kategoritë e ndryshme të cikleve binare zakonisht të disponueshme, Rankine Organike Ciklet (ORC) dhe ciklet Kalina, kryesisht ndryshojnë për sa i përket lëngut të punës: në ORC përdoret një lëng i pastër pune, (ose rrallë një përzierje azeotropike), ndërsa në ciklin Kalina dhe ciklet e nxjerra nga Kalina, përzgjidhet një përzierje uji dhe amoniaku. Me përzgjedhjen e lëngjeve dytësore të përshtatshme sistemet binare të instaluar përdorin lëngjet gjeotermale në intervalin e temperaturës 73 °C (në Chena Hot Springs, Alaska) dhe 180 °C. E sipërmja kufiri varet nga qëndrueshmëria termike e lëngut organik binar, dhe kufiri i poshtëm mbi faktorët tekniko-ekonomikë: nën një temperaturë të caktuar dhe në varësi të ajrit temperatura në kondensator madhësia e shkëmbyesve të kërkuar të nxehtësisë do ta bënte atë projekt joekonomik. Përveç prodhimit nga temperatura të ulëta në të mesme gjeotermale lëngjet dhe lëngjet e mbeturinave, sistemet binare mund të përdoren gjithashtu për të shmangur ndezjen e lëngjeve gjeotermale (për shembull, për të parandaluar mbylljen e puseve). Në këtë

<sup>137</sup> Ibid., p. 15.

rast, mund të jenë pompa me vrima poshtë përdoret për të mbajtur lëngjet në një gjendje të lëngshme nën presion, dhe energjia mund të nxirret nga lëngu qarkullues me anë të njësive binare.<sup>138</sup>

Bimët binare zakonisht ndërtohen në njësi të vogla modulare prej disa qindra kWe në disa kapacitet MWe. Madhësia e përgjithshme e uzinës ka pak efekt në koston specifike, si një seri njësish standarde modulare janë bashkuar së bashku për të krijuar termocentrale deri në disa dhjetëra megavat. Kostoja e tyre varet nga një numër faktorësh, por veçanërisht nga temperatura e lëngut gjeotermal të prodhuar, i cili ndikon në madhësinë e turbinës, këmbyesit e nxehtësisë dhe sistemi i ftohjes. Këto njësi të kombinuara janë në zhvillim për optimizim të mëtejshëm. Skema e kogjenerimit, pra prodhimi i nxehtësisë (zakonisht për ngrohjen qendrore) dhe energjisë, është gjithashtu e realizueshme, si dhe bimët hibride që përdorin burimin gjeotermal përveç një tjetri burim termik (p.sh. diellor ose biomasë ose mbeturina). Çdo ujë i mbetur dhe avulli i kondensuar injektohen përsëri në rezervuar, për njëpërdorimi i qëndrueshëm i burimeve. Një bimë gjeotermale karakterizohet nga një mori tuba që lidhin pusët e prodhimit me stacionin e energjisë për shndërrimin e energjisë, dhe tubat shpërndarja e ujit të kondensuar për ri-injektim.<sup>139</sup>

Në ditët e sotme, prodhimi i energjisë në botë ka një kapacitet total prej 12.6 GW. Beqare termocentralet flash janë teknologjia më e përdorur për energjinë gjeotermale, duke përbërë 41% (~ 5.079 MWe) të Kapacitetit të Instaluar në nivel global. Avulli i thatë ndjek në 22% (8 2.863 MW) dhe ndezja e dyfishtë renditet e treta me 21% (~ 2.544 MW) të kapacitetit global të instaluar. Së fundi, binar është 12% (~ 1.790 MW) të kapacitetit global të instaluar. 3% e fundit e termocentraleve janë blic i trefishtë, presioni mbrapa, hibridi blic/binar, EGS (i përshkruar në të tashmen dhe Kapitulli i ardhshëm), ose ndonjë teknologji tjetër gjeotermale. Prodhimi i energjisë gjeotermale ka një histori shumë më të shkurtër sesa përdorimet e drejtpërdrejta. Prodhimi i energjisë komerciale filloi në Itali në fillim të shekullit të 20 -të, kur Princi Ginori Conti, trashëgimtar i objekteve industriale të Larderello (Toskana, Itali) përprodhimi i acidit borik, kishte idenë e përdorimit të lëngjeve të nxehta për të gjeneruar fuqinë e kërkuar nga fabrika. Prodhimi i energjisë në Itali u rrit për një kohë dhe pushoi gjatë Lufta e Dytë Botërore, kur objektet u shkatërruan nga bombat. Pas luftës, pushteti prodhimi u rrit në mënyrë të qëndrueshme në Itali, së shpejti i shoqëruar me një rritje të shpejtë të prodhimit në Kaliforni, Zelandën e Re dhe Japoni. Në ditët e sotme, 27 vende prodhojnë energji nga burimet gjeotermale. SHBA ka zonën më të madhe të prodhimit të energjisë gjeotermale (3.45 GW), kryesisht nga The Geysers, California, e ndjekur nga Filipinet (1.87 GW), Indonezia (1.34 GW), Meksika (1.017 GW), Zelandë e Re (1.005 GW).<sup>140</sup>

---

<sup>138</sup> Ibid.

<sup>139</sup> Ibid., p. 16.

<sup>140</sup> Ibid.



Kostoja kapitale e centraleve të prodhimit të energjisë gjeotermale është e lartë, si për çdo përdorim tjetër të energjia gjeotermale. Sidoqoftë, meqenëse energjia gjeotermale sigurohet vazhdimisht, gjeoterma ka një prodhim të ngarkesës bazë dhe Faktori i Kapacitetit (CF, dmth prodhimi aktual energjia në lidhje me energjinë me kapacitet të plotë) është shumë më e lartë se sa për të tjera të rinovueshme energjitë, duke rezultuar në një kosto të nivelit të energjisë të krahasueshme me burimet e tjera të energjisë. Kostoja e prodhimit paraprak të energjisë mund të ndryshojë shumë, nga 2.8 milion dollarë në 5.5 milion dollarë për MWe (vlerësohet për një fabrikë referimi prej 50 MWe kapacitet të instaluar), në varësi mbi faktorë të tillë si gjeologjia e një vendi ose rajoni, cilësia e burimit (p.sh., temperatura, shkalla e rrjedhjes, kimia) dhe infrastruktura në vend. Megjithatë, gjeotermale fuqia mund të jetë konkurruese dhe të plotësojë burimet e tjera të prodhimit falë nivelit të lartë faktorët e kapacitetit, jetëgjatësia e gjatë e uzinës dhe mungesa e kostove të përsëritura të karburantit. I niveluar kostot e energjisë nga burimet hidrotermale zakonisht gjenden në mes 50 dollarë amerikanë dhe 80 për MWe. Bimët binare kanë kufij të sipërm më të lartë: kosto të nivelizuara për greenfield të ri bimët mund të jenë aq të larta sa 120 dollarë amerikanë për MWe në Shtetet e Bashkuara dhe 200 dollarë amerikanë për Mwe në Evropë, për bimët e vogla dhe burimet e temperaturës më të ulët. Ndarja e kostos së investimit të zhvillimit të energjisë gjeotermale në shkallë të shërbimeve (bazuar në të dhënat nga Islanda) tregon se 35% e kostos totale lidhet me ndërtimin e termocentralit, dhe 34% me shpimin. Pjesa e mbetur 31% është bërë nga sistemi i grumbullimit të avullit (13%), ndërlihdja (6%), zhvillimi i hershëm (5%), të ndryshme (5%) dhe infrastruktura (2%) kushton.<sup>141</sup>

### 6.3 ZHVILLIMI I PROJEKTIT GJEOTERMAL

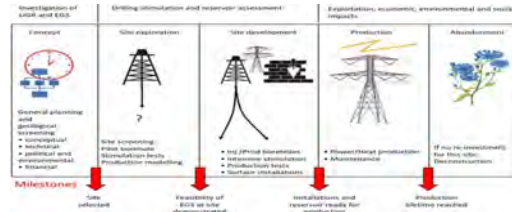
Për të realizuar një fabrikë gjeotermale, duke përdorur sisteme të cekëta dhe të thella, një numër i aktiviteteve janë të nevojshme dhe një projekt gjeotermik është bërë në thelb nga faza standarde (figura me posht). Para së gjithash, burimi gjeotermal vlerësohet përmes eksplorimit, me qëllim të duke përcaktuar sasinë e nxehtësisë dhe karakteristikat fiziko -kimike të nëntokës. E këto të fundit kërkohen për planifikimin e saktë të aktiviteteve të mëvonshme. Paralelisht, veçanërisht për përdorimi i nxehtësisë, është e nevojshme të përcaktohet sasia dhe shkalla e energjisë termike të kërkuar. Pasfaza e vlerësimit, vrimat (për sistemet e cekëta) dhe pusët janë shpuar dhe burimi arrihet dhe verifikohet. Teknologjia që do të përdoret në uzinë përcaktohet në bazën e informacionit të marrë gjatë vlerësimit dhe të rafinuar në fazat e shpimit. Gjithashtu bëhet një analizë e ndikimit në mjedis, siç kërkohet nga ligji pothuajse kudo. Përfundimisht, ndërtohen objekte dhe uzina operohet dhe menaxhohet.<sup>142</sup>

---

<sup>141</sup> Ibid.

<sup>142</sup> Ibid., p. 18.

Figura 30. Fazat e zhvillimit të një projekti gjeotermik.



Burimi: Manzella, 2017, p. 18.

Programi i eksplorimit zakonisht zhvillohet hap pas hapi: zbulimi, para-fizibilitetit dhe realizueshmërisë. Para hartimit të një projekti të plotë të kërkimit gjeotermikë gjitha të dhënat ekzistuese gjeologjike, hidrogjeologjike, gjeofizike dhe gjeokimike të zona e studimit dhe zonat ngjitur duhet të mblidhen. Për vlerësimin e gjeotermalit të thellës së sistemeve kjo analizë e para-fizibilitetit i referohet një fushe të gjerë në mënyrë që të eliminojë më pak zona interesante dhe përqendrohuni në ato më premtuese (zbulimi) dhe preferueshmëria kryhet në zonat e zgjedhura prej disa kilometrash katrorë. Ky informacion shpesh luan një rol të rëndësishëm në përcaktimin e objektivave të programit të kërkimit gjeotermik dhe mund të çojë në një ulje të konsiderueshme të kostove. Kur të gjitha informacionet është marrë dhe sistemet gjeotermale janë përcaktuar përafërsisht, të dhëna të reja janë marrë për të plotësoni figurën dhe vendosni se ku të shpuni pusët ose pusët (fizibiliteti). Zakonisht, faza e eksplorimit përfundon me pusin e parë, të shpuar mirë dhe të drejtpërdrejtë karakterizimi i gjendjes nëntokësore. Madhësia dhe buxheti i eksplorimit duhet të jetë proporcional me objektivat e tij, me rëndësinë e burimeve që presim të gjejmë, dhe format e planifikuara të shfrytëzimit. Orari i eksplorimit duhet të jetë fleksibël, pasi shpesh rivlerësohet kur dalin rezultatet nga sondazhet e ndryshme, në mënyrë të ngjashme modeli gjeologjiko-gjeotermik duhet të azhurnohet dhe përmirësohet në mënyrë progresive. Këto rivlerësime periodike eliminojnë çdo operacion që nuk janë më të nevojshme dhe futin të tjerët, sipas rezultateve të arritura, në rregull për të shmangur kostot e panevojshme, dhe gjithashtu për të zvogëluar rrezikun e gabimit ose dështimit në vlerësim dhe marrja e burimeve. Anasjelltas, duke zvogëluar rrezikun e gabimit koston e përgjithshme rritet. Suksesi ekonomik i një eksplorimi gjeotermik varet nga gjetja e duhur ekuilibri midis të dyve.<sup>143</sup>

Shpimi paraqet një nga kostot kryesore të një impianti gjeotermik, dhe numrin e pusët ose pusët duhet të mbahen në minimum, vetëm të nevojshme për të kënaqur burimin kërkuar nga uzina për të prodhuar energjinë e kërkuar. Shpimi dhe përfundimi i puseve janë operacione shumë kritike, që do të kryhen me një sy në sigurinë e pusit dhe të mjedisin përreth, dhe me shpejtësi, në mënyrë që të ulen të dyja kostot operacionale dhe koha e shqetësimit për fqinjët. Vrimat e cekëta janë shpuar me të njëjtën gjë teknologji për pusët e ujit të ëmbël, me masa të ngjashme sigurie. Më e veçanta një pjesë e shpimit të cekët gjeotermik lidhet me përfundimin e gjeo -shkëmbyesve, për të siguruar shkëmbimi përçues. Pusët gjeotermale të thella përdorin teknologji të ngjashme me shpimin rrotullues për naftën dhe gazin. Dallimet kryesore janë për shkak

<sup>143</sup> Ibid., p. 19.

të kushteve të ndryshme gjeomekanike, fizike dhe kimike. Shkëmbinj të në sistemet gjeotermale përfshijnë shkëmbinj sedimentarë (si në naftë dhe gaz) në shkëmbinj metamorfikë, kristalorë dhe vullkanikë, zakonisht shumë më të vështirë për t'u shpuar. Temperatura e lartë ndikon në sistemin e qarkullimit dhe procedurën e çimentimit. Balta e rëndë përdoret shpesh, për shkak të ngarkesës së madhe të mbeturinave që nxirren gjatë shpimit. Kur është e mundur, ajri është gjithashtu përdoret pasi e bën shpimin shumë më të shpejtë dhe më të lirë, por përdoret me kujdes në formacion që mban ujë të tepërt ose të prirur për shembje. Gjendja kimike duhet të kontrollohet, veçanërisht në temperaturë të lartë, për të shmangur nënshkrimin produktiv të thyerjeve, tharjen e baltës, dëmtiminnë zorrë ose copa shpimi për shkak të përbërësve agresivë. Parandaluesit e shpërthimit janë përdoret shpesh, veçanërisht në gjendjen vullkanike dhe magmatike ku mund të ketë lëngje gjeotermale të jetë i pasur me gazra.<sup>144</sup>

Përdoret shpimi i drejtuar, megjithëse pusët nën-vertikalë janë të zakonshëm. Ndonjëherë mund të jetë tërheqës apo edhe i nevojshëm për të shpuar pusët nga e njëjta platformë dhe për të devijuar ato në drejtime të ndryshme. Zorra është zakonisht e nevojshme, por në shkëmbinj të fortë, ku rreziku i shembjes është minimal, mund të shmanget. Menjëherë pas përfundimit të pusit, pusi testohet për të marrë informacion në lidhje me gjendjen fiziko - kimike të lëngjeve dhe shkëmbinjve në thellësi. Në varësi të gjendjes së pusit, bëhen analiza gjeologjike dhe fizike (shkrime) jashtë në pus, mostrat e shkëmbinjve dhe lëngjeve merren për analiza të mëtejshme në laboratorë. Më së shumti informacion i rëndësishëm janë temperatura, thellësia, gjendja e thyerjeve prodhuese të lëngjeve, presionet në thellësi të ndryshme, llojet e shkëmbinjve dhe përshkueshmëria, poroziteti, përmbajtja e lëngjeve dhe përbërja e tij kimike. Ky informacion përdoret për të rafinuar interpretimin e thellësisë strukturat gjeologjike, gjendja e tyre termike dhe hidraulike. Modelimi i rezervuarit është atëherë kryer, për të vlerësuar rrjedhjen e mundshme të lëngut nga pusi, potencialin e energjisë dhe parashikimin performanca e mirë (presioni, temperatura, entalpia e lëngut). Aty ku pusët rezultojnë produktive, sistemi gjeotermal shfrytëzohet. Modelet e rezervuarit, pas vlefshmërisë kundrejt të dhënave në terren, më pas futen në simulimin e përgjithshëm të rezervuarit përdoret për hartimin e zhvillimit të fushës gjeotermale. Vendndodhja e mirë dhe sistemi i grumbullimit dizajni duhet të planifikohet me kujdes. Disa shembuj të konsideratës: preferohet pusët të vendosura më lart në peizazh sesa stacioni ndarës dhe termocentrali; nëse është e mundur, termocentrali duhet të vendoset pak më poshtë se stacioni ndarës, për të lehtësuar rrjedhjen natyrore të lëngut; kërkon bashkimin e puseve të shumtë në një sistem të grumbullimit të avullit vendimi i presionit optimal të ndarësit. Optimizimi kërkon balancimin teknik dhe aspektet ekonomike: për shembull, presioni optimal i ndarësit mund të llogaritet nga pikëpamja termodinamike që maksimizon prodhimin e energjisë së prodhuar, por konsideratat e kostos (kostoja kapitale e termocentralit rritet me uljen e presionit të avullit) dhe kufizimet e tjera gjithashtu diktojnë zgjedhjen e presionit. Zhvillimi i terrenit

---

<sup>144</sup> Ibid.

përfshin, pas rezervuarit modelimi, shpimi i mëtejshëm dhe ndërtimi i impianteve dhe pajisjeve sipërfaqësore.<sup>145</sup>

## 6.4 NDIKIMI NË MJEDIS

Shfrytëzimi i energjisë gjeotermale ka një ndikim në mjedis, por është një nga format më pak ndotëse të energjisë. Shkalla në të cilën shfrytëzimi gjeotermik ndikon në mjedis duket proporcional me shkallën e shfrytëzimit të tij dhe thellësinë të burimeve, dhe sistemet e cekëta gjeotermale lehtë mund të shmangin për të prodhuar mjedisin ndikimi duke përshtatur masat paraprake më elementare. Rreziku potencial më kritik është ndotja termike, kur pusët janë lokalizuar gabimisht ose shkalla e nxjerrjes është shumë e lartë. Efekti i parë i dizajnit të gabuar është, megjithatë, një efikasitet i ulët i uzinës, një problem që zakonisht gjen një zgjidhje teknike. Prodhimi i energjisë elektrike në ciklin binar bimët do të ndikojnë në mjedis në të njëjtën mënyrë, të kufizuar si përdorimi i drejtpërdrejtë i nxehtësisë. Efektet janë potencialisht më të mëdha në rastin e presionit konvencional ose kondensimit termocentralet, veçanërisht për sa i përket cilësisë së ajrit, por mund të mbahen brenda kufijve të pranueshëm. Aspektet e mëposhtme në thelb i referohen vendosjes së thellë të sistemit gjeotermal. Çdo modifikim i mjedisit tonë duhet të vlerësohet me kujdes, duke respektuar ligjet dhe rregulloret përkatëse (të cilat në disa vende janë shumë të rënda), por gjithashtu sepse një modifikim në dukje i parëndësishëm mund të shkaktojë një zinxhir ngjarjesh, të cilin ndikimi është i vështirë të vlerësohet plotësisht paraprakisht. Për shembull, vetëm një rritje prej 2-3 °C në temperatura e një trupi uji si rezultat i shkarkimit të ujërave të zeza nga impianti i shfrytëzimit mund të dëmtojë ekosistemin e tij.<sup>146</sup>

Efekti më i perceptueshëm në mjedis është ai i shpimit, nëse vrimat janë të cekëta për gjeo-shkëmbyes ose puse me prodhim të thellë. Instalimi i një shpimi rig dhe të gjitha pajisjet ndihmëse kërkojnë ndërtimin e një jastëku shpimi dhe aksesit rrugët nëse nuk janë të disponueshme. Këto operacione do të modifikojnë morfologjinë e sipërfaqes së zonës dhe mund të dëmtojë bimët vendase dhe kafshët e egra. Në rast të shpërthimit të lëngjeve nga pusët, lëngjet mund të ndotin ujërat sipërfaqësore dhe ajrin. Ky eventualitet sot është zgjidhur mirë nga prania në thelb konstante e parandaluesve të fryrjes ku temperaturat e larta dhe presionet, dhe kimikatet agresive priten. Gjatë testeve të rrjedhës gazra të padëshirueshëm mund të shkarkohet në atmosferë, por vetëm për një kohë shumë të kufizuar. Zhurma mund të jetë i bezdisshëm, dhe teknologjia e shpimit përpiqet shumë për të mbajtur zhurmën në nivelin më të ulët të mundshëm me silenciatorë. Zgjidhja më e mirë, me të vërtetë, është të shmangni qëndrimin shumë pranë zonave urbane dhe për ta mbajtur kohën e shpimit sa më të shpejtë të jetë e mundur. Ndikimi në mjedis i shkaktuar nga shpimi është i përkohshëm, dhe kryesisht përfundon sapo të përfundojë shpimi. Instalimi i tubacioneve që do të

---

<sup>145</sup> Ibid., p. 20.

<sup>146</sup> Ibid.

transportojnë lëngjet gjeotermale, dhe ndërtimi të bimëve të shfrytëzimit, gjithashtu mund të ndikojnë në jetën e kafshëve dhe bimëve dhe morfologjinë sipërfaqësore.<sup>147</sup>

## 6.5 E TASHMJA DHE E ARDHMJA

Energjia termike e pranishme në nëntokë është e madhe. Nëse shfrytëzohet si duhet, energjia gjeotermale sigurisht që mund të marrë një rol të rëndësishëm në bilancin e energjisë dhe burimet gjeotermale në shkallë të vogël janë të afta të përmirësojnë efikasitetin e energjisë në shumë aplikime. Sot kapaciteti global i instaluar i energjisë gjeotermale arrin në rreth 60 GW në të gjithë botën me aksione prej 18%, 26% dhe 56% për prodhimin e energjisë, përdorimin e drejtpërdrejtë, dhe pompat e nxehtësisë me burim tokësor (GSHP), respektivisht. Tregjet kryesore për energjinë gjeotermale janë në Amerikë, Evropë dhe Azi. Pengesat kryesore për vendosjen gjeotermale janë kostoja e lartë e investimit dhe rreziku i shpimit pa arritur burime gjeotermale komerciale. Ulja e kostos së shpimit janë një çështje kryesore për uljen e kostove paraprake. Përpjekjet e R&D janë gjithashtu të fokusuar në uljen e kostove të shkëmbyesit të nxehtësisë, që nga dizajni dhe paraqitja e shkëmbyesit të nxehtësisë shumë ndikojnë në kostot e investimit dhe funksionimit të impianteve gjeotermale. Optimizimi i nxehtësisë këmbyesit luajnë një rol qendror në termocentralet binare gjeotermale, por edhe për përdorim të drejtpërdrejtë dhe aplikacionet GSHP. Lidhur me rrezikun e mos gjetjes së lëngjeve të mjaftueshme për të drejtuar një impianti gjeotermik, R&D në teknologjinë e kërkimit dhe zbatimin e një sigurimi rreziku fondi janë në shqyrtim.<sup>148</sup>

Zhvillimi i Burimeve Gjeotermale Jokonvencionale (UGR), i cili kërkon zhvillimi teknologjik për tu bërë ekonomikisht produktiv, do të rriste jashtëzakonisht pjesën e energjisë së shfrytëzuar gjeotermale. Ndër UGR, projektet kërkimore kanë i fokusuar deri më tani në dy lloje burimesh: Sistemet gjeotermale të prodhuara dhe të zgjeruara.<sup>149</sup>

Sistemet e Përmirësuara Gjeotermale (EGS) kuptojnë zhvillimin e gjeotermalit sisteme ku kapaciteti i rrjedhjes natyrore të sistemit nuk është i mjaftueshëm për të mbështetur në mënyrë adekuate prodhimin e energjisë por kur thyerja artificiale e sistemit nga stimulimi kimik dhe/ose hidraulik mund të lejojë prodhimin në një nivel komercial. Rezervuarët janë krijuar për të prodhuar energji nga burimet gjeotermale që përndryshe nuk janë ekonomike për shkak të mungesa e ujit dhe/ose përshkueshmëria. Teknologjia EGS kërkon validim dhe vendosje, uljen e kostos dhe përmirësimin e performancës. Ndërsa arritja e prodhimit të energjisë elektrike me kosto konkurruese nga EGS është një qëllim afatgjatë, në R&D dhe demonstrim afatshkurtër projektet do të lëvizin industrinë përgjatë kurbës së të mësuarit drejt gatishmërisë teknologjike. Një herë sfidat teknike dhe ekonomike për EGS janë kapërcyer, ose

---

<sup>147</sup> Ibid.

<sup>148</sup> Ibid., p. 22.

<sup>149</sup> Ibid.

metoda të tjera të shfrytëzimit burimet e shkëmbinjve të nxehtë bëhen të disponueshëm (p.sh. pa thyerjen e shtratit nëntokësor), vendosja gjeotermale mund të ndiqet kudo ku temperaturat e shkëmbinjve dhe pronat e tjera nëntokësore lejojnë shitjen ekonomike të energjisë. Kjo do të thotë se e avancuar sistemet gjeotermale mund të vendosen aty ku ekziston kërkesa për energji elektrike dhe ngrohje. Në burimet e prodhuara së bashku fuqia mund të gjenerohet nga lëngu i nxehtë i naftës, gazit dhe të tjera proceset e nënprodukteve të vjeljes së materialit. Ndërsa cilësia e burimit varet në vëllimin dhe temperaturën e ujit, këto teknologji kanë potencialin të zgjerojnëjete ekonomike e fushave të naftës dhe gazit. Hulumtimi është kryer kryesisht në SHBA, ku qindra mijëra puse naftë dhe gazi prodhojnë ujë të nxehtë njëkohësisht me naftën dhe prodhimin e gazit. Vlerësohet se uji prodhohet çdo vit nga fushat e naftës dhe gazit mund të gjenerojë deri në 3 GWe fuqi të pastër, me ngarkesë bazë duke përdorur njësi gjeotermale binare.<sup>150</sup>

Përdorime të tjera, të tilla si ngrohja dhe ftohja qendrore, mund të merren parasysh kur përdoret nafta dhe gazi fushat janë afër cilësimeve urbane. Këto teknologji ofrojnë një mundësi për të zgjeruar fosilet nxit zhvillimin në sektorin e energjisë së rinovueshme. Burimet e prodhuara së bashku përfshijnë gjithashtu rikuperimi i mineraleve nga lëngjet gjeotermale. Kogjenerimi i nxehtësisë dhe fuqisë (Kombinuar nxehtësia dhe fuqia, CHP) nga akuiferët e thellë dhe teknologjia hibride që integron gjeotermale me burime të tjera të energjisë së gjelbër janë të rëndësishme objektiva për teknologji inovative. Shitja e nxehtësisë nga zhvillimi i CHP (p.sh. për ngrohja qendrore) rrit qëndrueshmërinë ekonomike të burimeve të temperaturës më të ulët. Do të jetë gjithashtu e rëndësishme për të optimizuar më tej përdorimin e kaskadës së energjisë gjeotermale. Kapaciteti i instaluar i energjisë elektrike gjeotermale globale i vlerësuar me 2050 sasi në 200 GWe, përfshirë 100 GWe kapacitet elektrik hidrotermal dhe 100 GWe nga EGS. Skenari referues supozon se teknologjia e hot rock do të bëhet komerciale e zbatueshme shpejt pas vitit 2030. Ky prodhim i energjisë pritet të shmangë rreth 760 megatone (Mt) të emetimeve të CO<sub>2</sub> në vit në të gjithë botën. Pjesa më e madhe e kësaj rritjeje pritet të ndodhë në Azinë e Paqësorit, kryesisht Indonezi; Lugina e Riftit Afriko-Lindor; Qendrore dhe Amerika Jugore; si dhe në Shtetet e Bashkuara, Japoni, Zelandën e Re dhe Islandë.<sup>151</sup>

Shuma e vlerësuar globale e përdorimit vjetor të nxehtësisë gjeotermale deri në vitin 2050 arrin në 5.8 EJ (rreth 1 600 TWh energji termike), duke hequr kontributet nga nxehtësia e burimit tokësor pompat dhe duke supozuar përdorimin e plotë të potencialit të gjenerimit të CHP përmes teknologjisë EGS. Nën kushtet e supozuara, përdorimi i nxehtësisë nga formacionet e thella të shkëmbinjve duhet teorikisht bëhet e mundur kudo ku temperaturat e shkëmbinjve dhe vetitë e nëntokës lejojnë shitjen ekonomike të energjisë. Potenciali më i madh për nxehtësinë gjeotermale mund të gjendet në rajone me kërkesa të larta për ngrohje: Evropë, Kinë dhe Amerikën e Veriut. Shoqata

---

<sup>150</sup> Ibid.

<sup>151</sup> Ibid., p. 23.

Ndërkombëtare e Energjisë në vitin 2011 renditi kushtet kryesore për të plotë zhvillimi i energjisë gjeotermale deri në vitin 2050:

- Nevojitet një kornizë gjithëpërfshirëse e politikave që adreson barrierat teknike në lidhje për vlerësimin e burimeve, qasjen dhe inxhinierimin e burimeve, nxehtësinë gjeotermale përdorimi dhe teknologjitë e përparuara gjeotermale. Për më tepër, një kornizë e tillë holistike duhet të adresojë barrierat në lidhje me ekonominë, rregulloret, lehtësimin e tregut dhe Mbështetje RD&D.
- Krijuesit e politikave, autoritetet lokale dhe ndërmarrjet duhet të jenë më të vetëdijshëm për tërësinë gamën e burimeve gjeotermale në dispozicion dhe aplikimet e tyre të mundshme në rregull për të zhvilluar politika të qëndrueshme në përputhje me rrethanat. Kjo është veçanërisht e vërtetë për gjeotermale nxehtësia, e cila mund të përdoret në temperatura të ndryshme për një larmi të gjerë detyrash.
- Prioritetet e rëndësishme të R&D për energjinë gjeotermale përfshijnë përshpejtimin e vlerësimit të burimeve, zhvillimin e teknologjisë më konkurruese të shpimit dhe përmirësimin e EGS teknologjisë si dhe menaxhimin e shqetësimeve për shëndetin, sigurinë dhe mjedisin (HSE).
- Teknologji të avancuara për në det të hapur, gjeo-presion dhe super-kritike (ose edhe magma) burimet mund të zhblokojnë një bazë të madhe shtesë burimesh. Aty ku është e arsyeshme, uji i nxehtë i bashkëprodhuar nga pusët e naftës dhe gazit mund të shndërrohet në një ekonomik aset.<sup>152</sup>

---

<sup>152</sup> Ibid.

## 7 KAPITULL 7

### 7.1 ANALIZIMI I METODOLOGJISË HULUMTUESE

#### 7.1.1 Hyrje

Për të bërë analizimi e metodologjis hulumtuese ne kemi përdorur programin SPSS për të analizuar dhe interpretuar të dhënat e marra nga pyetësi i cili është punuar online dhe përgjigjet janë marrë në menyrë anonime.

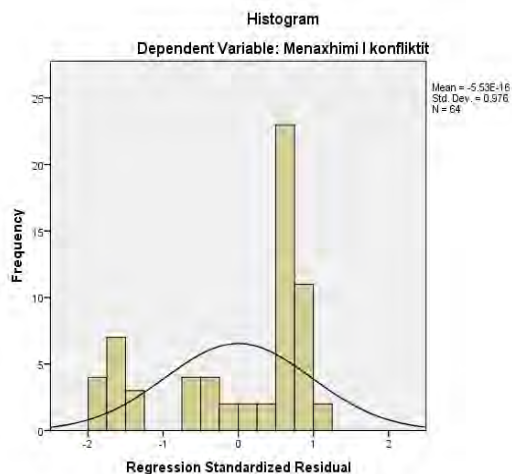
Pyetësi ka pasur 11 pyetje të cilat kanë pasur në fokusë përdorimin e energjisë gjeotermale në vendin tone.

### 7.2 KONCEPTI I INSTRUMENTIT HULUMTUES

Instrument për hulumtim kemi programin e SPSS ku kemi dhe të dhënat e nxjerura dhe të përpunuar mirë nga ky program, në vijim kemi të dhënat që janë nga hulumtimi i bërë.

Histogrami:

Figura 31. Histogrami

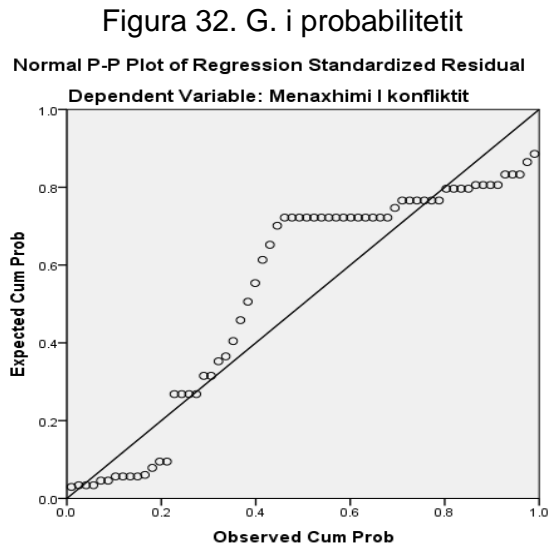


Burimi: I imi.

Duke u bazuar në këtë paraqitje të histogramit mund të themi se të dhënat kanë afërsisht shpërndarje normale të të dhënave pasi lakorja e ka formën e përshtatshme me tendencë nga ana e djathtë.



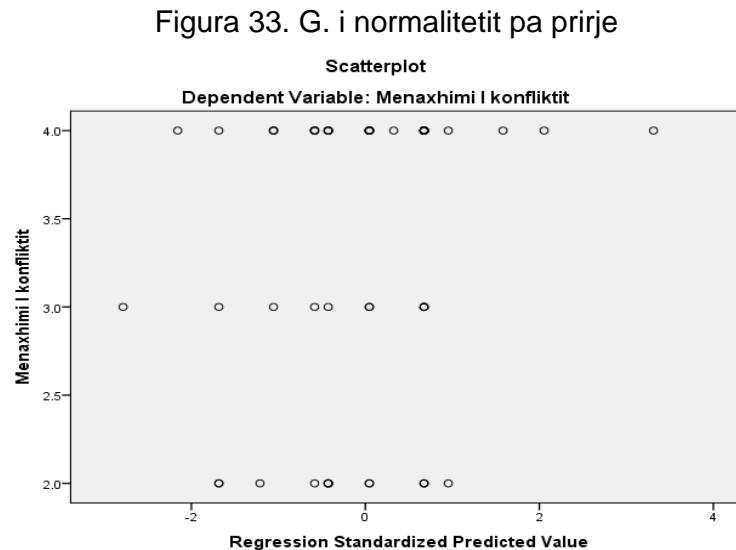
Grafiku i probabilitetit:



Burimi: I imi.

Nga paraqitja grafike e probabilitetit e shohim se të dhënat (pikat) janë të shprëndara afër vijës diagonal me përjashtim të disa pikave ku këto mund të jenë të dhëna iversibile ose të nevojshme por nuk i kemi marrë për bazë.

Grafiku i normalitetit pa prirje:



Burimi: I imi.

Nga paraqitja grafike e normalitetit pa prirje e shohim se pikat pra të dhënat janë të shprëndara në mënyrë të rastësishme dhe si të tilla nuk mund të formohen forma të funksionit dhe si rrjedhojë të dhënat kanë shprëndarje normale.

Statistika deskriptive:

Tabela 4. Statistika deskriptive

**Descriptive Statistics**

	N	Minimum	Maximum	Sum	Mean		Deviation	Variance	Skewness		Kurtosis	
		Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
Energjia gjeotermale	50	1	5	287	4.29	.184	.638	.686	-.850	.299	.348	.610
Eficiensa	50	1	5	292	4.01	.099	.673	.305	-1.034	.299	.098	.610
Efektet mjedisore	50	1	5	264	4.22	.212	.901	.809	-.723	.299	.810	.670
Mirembajtja	50	1	5	202	3.61	.057	.394	.086	-2.855	.299	3.428	.610

Burimi: I imi.

Në vazhdim kam bërë paraqitjen tabelare të statistikës përshkruese, ku si qëllim i paraqitjes së saj është të shohim më zgjerimisht ndryshoret e përzgjedhura. Me termin zgjerimisht nënkuptoj numrin e observimeve, vlerat minimale dhe maksimale, shumën totale, devijimin apo gabimin standard, variancën si dhe dy koeficientët, ai i kurtozës dhe i lakimit. Pos këtij qëllimi, shpalosja detale e tyre shërben si bazë për procesimin tutje të testeve të tjera.

Testet e normalitetit:

SQARIM:

1. Nëse numri i observimeve është më i vogël se 29 ( $n < 29$ ), atëherë përdoret testi i normalitetit Shapiro – Wilk,
2. Nëse numri i observimeve është më i madh se 29 ( $n > 29$ ), atëherë përdoret testi i normalitetit Kolmogrov – Smirnov.

FORMULIMI I HIPOTEZAVE:

H0: Shpërndarja e të dhënave ndjek shpërndarje normale.

H1: Shpërndarja e të dhënave nuk ndjek shpërndarje normale.

Tabela 5. Testet e normalitetit

ests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Perdorimi I energjise gjeotermale	.478	60	.000	.882	84	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Burimi: I imi.

Në bazë të rezultateve të nxjerrura nga gjenerimi dhe procesimi i të dhënave dhe të testuara sipas testit të Kolmogorov – Smirnov pasi që numri i observimeve është 50, pra mbi 29 atëherë me nivel të besueshmërisë 95% mund të themi se shprëndarja e të dhënave ndjek shprëndarjen normale sepse P-value  $0.000 < 0.05$  dhe që nënkupton se pranohet hipoteza zero dhe refuzohet ajo alternative.

Koeficienti i korrelacionit dhe përcaktimit:

Me anë të kësaj pjese ne dëshirojmë që të shohim saktë se sa kanë lidhje statistikore bazuar në teorinë ekonomike në mes të variablave si dhe të shohim saktë se sa këto variabla të pavarura ndikojnë tek ajo e varur.

Tabela 6. Model Summary

Burimi: I imi.

Model Summary <sup>b</sup>										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.710 <sup>a</sup>	.770	-.005	.558	.031	.850	2	98	.512	1.421

Koeficienti i korrelacionit “R”:

Duke u bazuar në rezultatet e koeficientit të korrelacionit mund të vërejmë se vlera e përgjithshme e këtij modeli ekonometrik është **71%**, kjo vlerë tregon një lidhje lineare të lartë pozitive në mes të variablave të varur ( Perdorimi i energjise gjeotermale ) dhe variablave të pavarura.

Koeficienti i përcaktimit “R- Square”

Duke u bazuar në rezultatet e koeficientit të përcaktimit mund të konkludojmë se ekziston një shpjegueshmëri e mesatare në mes të variablave të varur dhe asaj të

pavarur. Kjo nënkupton që variabla e varur shpjegohet për **77%** nga variablat e pavarura.

Regresioni linear:

Tabela 7. Koeficientet

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.802	1.271		4.134	.001
	Eficiensa	.217	.294	.235	1.433	.002
	Efektet mjedisore	.189	.314	.314	.887	.03
	Mirembajtja	.516	.416	-.189	-1.852	.004

a. Dependent Variable: Perdorimi I energjise gjeotermale

Burimi: I imi.

$$Y = 4.802 + 0.217X_1 + 0.189X_2 + 0.516X_3 + 0.27$$

$$e = 100\% - 71\% = 27\% (0.27)$$

Vazhdimisht gjatë hartimit të këtijë punimi e kemi cekur se punimet e tilla normalisht që mbështeten në disa shtylla apo shkenca, ku fillimisht në teorinë ekonomike, matematikë, statistikë dhe ekonometri. Tek pjesa e regresionit linear është koha kur ekuacionit të modelit ekonometrik shumëfaktorësh të i japim vlera numërike.

Testimi i hipotezave përmes signifkances se përgjithshme te modelit ekonometrik:

Përmes këtyre testeve statistikor ne kemi synim që të bëjmë testimin e hipotezave të ngritura tek kapitulli i metodologjisë së hulumtimit shkencor, këto test e kryejm përmes tabelës së gjeneruar nga SPSS përmes të dhënave.

Tabela 8. ANOVA

ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.129	3	.376	.001	.445 <sup>b</sup>
	Residual	38.527	92	.419		
	Total	39.656	95			

a. Dependent Variable: Perdorimi I energjise gjeotermale

b. Predictors: (Constant), Eficiensa, efektet mjedisore, mirembajtja

Burimi: I imi.

Meqenëse P- Value = 0.001 < 0.05 atëherë hipotezat modeli në përgjithësi është i saktë.

Interpretimi: Duke u bazuar në rezultatet e regresionit, ne mund të konstatojmë se ndryshoret e pavarura të marrura (Eficiensa, efektet mjedisore, mirembajtja) ndikojnë

në ndryshoren e varur e që në rastin tonë është Perdorimi i energjise gjeotermale. Pasi që signifikanca gjendet brenda nivelit të rëndësisë statistikore.

Interpretimi i koeficientëve, b0, b1, b2, b3:

Tabela 9. Koeficientet

Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	4.802	1.271		4.134	.001
Eficiensa	.217	.294	.235	1.433	.002
Efektet mjedisore	-.189	.314	.314	.887	.03
Mirembajtja	.516	.416	-.189	-1.852	.004

a. Dependent Variable: Perdorimi I energjise gjeotermale

Burimi: I imi.

B0: Nëse faktorët e tjerë nuk ndryshojnë, atëherë Perdorimi i energjise gjeotermale është 4.803 njësi. Ky interpretim është i saktë sepse niveli i besimit është  $0.001 < 0.05$ .

B1: Nëse eficiensa rritet për një njësi por faktorët e tjerë të mos ndryshojnë atëherë perdorimi i energjise gjeotermale do të rritet për 21.7%. Ky interpretim është i saktë sepse besueshmëria është  $0.002 < 0.05$ .

B2: Nëse efektet mjedisore rritet për një njësi por faktorët e tjerë të mos ndryshojnë atëherë perdorimi i energjise gjeotermale do të zvogelohet për 18.9%. Ky interpretim është i saktë sepse besueshmëria është  $0.03 < 0.05$ .

B3: Nëse mirembajtja rritet për një njësi por faktorët e tjerë të mos ndryshojnë atëherë perdorimi i energjise gjeotermale do te rritej për 51.6%. Ky interpretim është i saktë sepse besueshmëria është  $0.004 < 0.05$ .

Interpretimi i këtyre koeficientëve është në përputhje të plotë me teorinë ekonomike si dhe kanë rrjedhje logjike duke filluar nga reklamimi ku është mjete kryesor pjesëmarrjes ne votime.

Tabela 10. Korrelacioni

		Correlations			
		Pjesemarrja ne votime	Reklamimi	Sponsorizimi	Bindja
Pearson Correlation	Perdorimi i energjise gjeotermale	1.000	.338	.304	.255
	Eficiensa	-.338	1.000	.089	.060
	Efektet mjedisore	-.304	.089	1.000	-.189
	Mirembajtja	.255	.060	-.189	1.000
Sig. (1-tailed)	Perdorimi i energjise gjeotermale	.	.000	.000	.002
	Eficiensa	.000	.	.167	.258
	Efektet mjedisore	.000	.167	.	.019
	Mirembajtja	.002	.258	.019	.
N	Perdorimi i energjise gjeotermale	50	50	50	50
	Eficiensa	50	50	50	50
	Efektet mjedisore	50	50	50	50
	Mirembajtja	50	50	50	50

Burimi: I imi.

- a. Predictors: (Constant), Eficiensa, efektet mjedisore, mirembajtja  
 b. Dependent Variable: Perdorimi i energjise gjeotermale

Y- X1 (33.8%) – Kjo vlerë tregon se kemi një lidhje pozitive lineare në mes të përdorimit të energjisë gjeotermale (Y) dhe eficientes (X1), kjo nënkupton se me një rritje të eficientes rezultojnë një rritje edhe në përdorimin e energjisë gjeotermale dhe anasjelltas.

Y – X2 (30.4%) – Kjo vlerë tregon se ekziston një lidhje pozitive lineare në mes të përdorimit të energjisë gjeotermale (Y) dhe efekteve mjedisore (X2). Kjo nënkupton se me rritjen e sponsorizimit do të rezultojë një rritje në pjesëmarrjen në votime dhe anasjelltas.

Y – X3 (25.5%) – Kjo vlerë tregon se kemi një lidhje pozitive lineare në mes të pjesëmarrjes në votime (Y) dhe bindjes politike (X3). Kjo nënkupton se me rritjen e bindjes politike do të rezultojë një rritje gjithashtu në pjesëmarrjen në votime dhe anasjelltas.

## **8 KAPITULLI 8**

### **8.1 ANALIZIMI I HIPOTEZAVE**

#### **8.1.1 Përshkrimi i hyrjës**

Në përshkrimin e hyrjes së punimit kemi cekur në pika të shkurta se si nga lashtësia e deri në ditet e sotme kanë ndikuar dhe do të ndikojë përdorimi i resurseve natyrore dhe falë përdorimit të tyre na lehtësohet jetesa. Falë hulumtimeve të bëra nga shumë autor të huaj po ashtu dhe vendas kemi marrë më shumë informacione rrethë menaxhimit të energjisë gjeotermale e cila është përdorur para 460 mijë vitesh mirpo njërzimi nuk kanë qenë në dijeni për të, më kalimin e viteve dhe zhvillimin e vendeve si dhe aftësimin e njerëzve ne fusha të ndryshme dhe pjesa e energjisë është zhvilluar ndër vendet e para që kanë filluar më përdorimin e energjisë gjeotermale radhitet Kina pastaj dhe vendet tjera. Në hyrje kemi përshkruar së energjia gjeotermale ka një llojshmeri përdorimesh dhe që ka përfitime të shumta nga llojshmeria e saj.

### **8.2 GJETJET NË BAZË TË HIPOTEZËS SË PARË**

Në bazë të hipotezës së parë është konstatuar se kemi burime të energjis gjeotermale janë të pashtjershme dhe që mund të shfrytëzohen dhe që ka përfitime të mira nga ajo, dhe që janë të llojllojshme dhe funksionale, mirëpo që kanë kosto të lartë të punimi dhe mirëmbajtjes, në punim kemi të cekur madhësit e shpërndajës përmes formulave dhe definimeve të qarta dhe që janë përdorur dhe funksionale, po ashtu në shpërndajën e energjis që fitohet nga nëntoka burimi i energjis është shumë kualitativ dhe arrin në cilësinë e mirë dhe shumë të efekshme po që ka një kosto mjaft të kushtueshëm si në hapjen dhe punimin e saj ashtu dhe në mirëmbajtjen e saj. Përkundër kostonë së lartë fillestare që kërkon instalimi i sistemit gjeotermik, dobitë në një periudhë afatgjatë e tejkalojnë këtë kosto.

## **9 KAPITULL 9**

### **9.1 KONTRIBUTET DHE KUFIZIMET**

### **9.2 KONTRIBUTET E STUDIMIT**

Punimi do të jetë rezultat i përdorimit të literaturës shkencore nga kjo fushë por edhe rezultat i hulumtimit empirik. Duke parë që ka mungesë të hulumtimeve të kësaj fushe konsiderojmë se do të pararqet një kontributë modest në fushën e energjisë gjeotermale dhe përdorimin e saj në vendin tonë .

### **9.3 KUFIZIMET E STUDIMIT**

Për fushën e energjis më saktë energjisë gjeotermale ka mungesë të hulumtimeve në vendin tone si dhe njerëzit nuk janë mirë të informuar rreth sajë, për këtë arsyeje është e domosdoshme që të bëhen hulumtime dhe studime në fushën e energjisë sepse në ditet sotme energjia është pjesë kyqe për prodhim, shërbim e gjëra të tjera, po bëhet pjesë thelbesore për zhvillim.

Kufizmi kryesor që kemi hasur gjatë kohës së hulumtimit ishte që qytetarët tonë nuk ishin shumë të informuar për energjin gjeotermale dhe dobitë e saj.

Tek ne burimet gjeotermale shfrytëzohen vetem si qendra rehabilitimi dhe funksioni i tyre shfrytëzohet vetem si banjë rehabilituese siq i themi ne.

Një nga kufizmet kryesore ishte aplikimi i pakët i energjisë gjeotermale në vendin tone dhe kjo rezultonte në mungesë të informacioneve lidhur më perdorimin dhe shfrytëzimin e saj, si dhe kosto mjaftë e lartë e investimit.



## **10 KAPITULL 10**

### **10.1 KONKLUZIONE DHE REKOMANDIME**

Shfrytëzimi i energjive të rinovueshme është prirja e sotme në të gjitha vendet e përparuara të botës për të plotësuar kërkesat energjetike që nuk plotësohen nga resurset tjera energjetike dhe janë energji miqësore për mjedisin. Gjatë shfrytëzimit të energjive të rinovueshme nuk lirohen gazra që krijojnë efektin serë dhe nuk kanë impakte negative të mëdha mbi mjedisin, madje shpesh here ndikojnë për përmirësimin e ekosistemeve.

Energjia gjeotermike percaktohet si nxehtësi natyrore nga brenda Tokës, që perfitohet për prodhimin e energjise elektrike, ngrohjen ose avullin industrial. Është një burim i rinovueshëm me një ndikim shumë të ulët mjedisor dhe gjurmë të vogël, burimi është në masë të madh të mos themi i pa shtershëm, i sigurt për t'u përdorur dhe i pastër. Ndryshe nga energjia diellore dhe e erës, energjia gjeotermale është e disponueshme 24 orë në ditë, 365 ditë në vit.

Vendi ynë ka kapacitet me burime natyrore energjetike me sakët burime gjeotermale, konsideratë e veçantë duhet ti jepet zonave të nxehta me energji, si dhe ujërave të ngrohët në shtresë të cekët pranë sipërfaqes së tokës të cilat tek ne përdoren vetëm si banjo termale ose derdhen të pa shfrytëzuar në natyrë, e tëra kjo është si rezultat i mos informimit të duhur lidhur me rendësin e shfrytëzimit të kësaj energjie si dhe kostos se lartë të investimeve fillestare

### **10.2 REKOMANDIME**

Pas finalizimit të punimit do të nxjerri disa rekomandime, ato do të jeni si në vijimë:

- Të bëhen hulumtime dhe të informohen qytetarët e vendit tonë më shumë për rendësin e shfrytëzimit të energjive të rinovueshme,
- Të investohët më shumë në fushën e energjisë gjeotermale,
- Të ofrohen subvencione për të interesuarit të cilët duan të investojnë në këtë fushë.

## **11 KAPITULL 11**

### **11.1 LITERATURA DHE BURIMET E KËRKUARA**

#### **11.2 MONOGRAFITË DHE LIBRA**

1. Armstead, H. C. H. (1983). Geothermal Energy. London: E. & F. N. Spon.
2. Armstead, H. C. H., Tester, J. W. (1987). Heat mining. London: E. & F. N. Spon.
3. Andrews, J., Jelley, N. (2007). Energy Science: Principles, Technologies, and Impacts. Oxford University Press.
4. Balje, O.E. (1962). A Study on Design Criteria and Matching of Turbo machines, J. Eng. Power. Trans: ASME
5. Slijvac, D., Simic, Z. (2009). Obnovljivi izvori energije. Zagreb: Kovac Print.
6. Elliott, D. (2001). Energy, Society and Environment. New York: Kiplinger Print.
7. Odum, E.P., Zieman, C. (1975). An Environmental impact Assesment, Austin.
8. Eskesen, J. H. (1980). Flashed Steam – Steam Turbine Cycles, Sourcebook on the Production of Electricity from Geothermal Energy. Washington DC: US Government Printing Office.
9. Fell, N. (2003). Deep heat, new scientist. Australia: Melbourne.
10. L'Ecuyer, M. L., Zoi, C., Hoffman, J. (1993). Space Conditioning: The Next Frontier. 430-R93-004. Washington, DC: US EPA.
11. Mock, J.E., Tester, J. W., Wright, P. M. (1997). Geothermal Energy from the Earth: Its Potential Impact as an Environmentally Sustainable Resource, Annual Reviw of Energy and the Environment. New York: Unitar.
12. Muffler, L. J. P. (1975). Tectonic and Hydrologic Control of the Nature and Distribution of Geothermal Resource Berkeley Laboratory. San Francisco: Rotoura.
13. Rowley, J. C. (1982). World Wide Geothermal resources. Handbook of Geothermal Energy. Houston, TX: Gulf Publishing.
14. Ramadani, I. (2013). Menaxhimi i Resurseve Natyrore. Prishtinë: Vatra.
15. Tester, J. W., et al. (2014). Sustainable Energy, Choosing Among Options. Skopje: Focus Print.
16. Tamrazyan, G. P. (1970). Continental Drift and Thermal Fields. Proceedings of the Frist UN Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources. Italy, Pisa, Geothermics Special Issue: 212.
17. White, D. E. (1973). Characteristics of Geothermal Resources. Geothermal Energy. Stanford, CA: Stanford University Press.

#### **11.3 ARTIKUJ DHE REVISTA SHKENCORE**

1. Dickson, H. M., Fanelli, M. (2004). What is Geothermal Energy. Istituto di Geoscienze e Georisores, 30(7), pp. 65-88.
2. Edwards, L. M., et al. (1982). Handbook of Geothermal Energy, 18(2), pp. 58-59.

3. Manzella, A. (2017). Geothermal Energy. Institut of Geosciences and Earth Resources – Pisa, EPJ Web of Conferences, pp. 5-23.
4. Milora, S.L., Tester, J. W. (1976). Geothermal Energy as a Source of Electric Power. Cambridge, 12(4), pp. 28-99.
5. Nichols, K. E., Malgeri, A. (1978). Technology Assessment of Geothermal Pumping Equipment, Final report, US Department of Energy Contract EG-77-C-04-4162, pp. 27.
6. Rafferty, K. (1994). Greenhouse heating equipment selection spreadsheet. GHC Quarterly Bulletin, 16(1), pp.12–13.
7. Tester, J. W. (1982). Energy conversion and economic issues for geothermal energy. In Handbook of Geothermal Energy, 32(4), pp. 16.

## **Pyetësor rreth shfrytëzimit të Energjisë Gjeotermale në Kosovë**

Pyetësori është për nevojat e përgatitjes së punimit hulumtues me temën "Energjia gjeotermale përdorimi dhe funksionimi i saj".

### **1. Mosha juaj?**

- 18-29
- 30-45
- 46-55
- 56 e tutje

### **2. Gjinia juaj?**

- F
- M

### **3. Niveli më i lartë i arsimit që keni përfunduar?**

- Shkollimi Fillor
- Shkollimi Mesëm
- Shkollimi Bachelor
- Shkollimi Master

### **4. A mendoni se ka kriz energjetike në Kosovë?**

- Aspak
- Pak
- Mesatarisht
- Shumë
- Tepër shumë

### **5. Çfarë energjie përdorni për ngrohje?**

- Energjinë elektrike
- Energjinë gjeotermale
- Energjinë solare
- Energjinë e erës
- Biomasa

### **6. Sa është e aplikueshme energjia gjeotermale në Kosovë?**

- Aspak
- Pak
- Mesatarisht
- Shumë

Tepër shumë

**7.**A mendoni se përdorimi i energjisë gjeotermale është më ekonomik?

Aspak

Pak

Mesatarisht

Shumë

Tepër shumë

**8.**Sa e arsyeton kostoja investimin në energjin gjeotermale?

Aspak

Pak

Mesatarisht

Shumë

Tepër shumë

**9.** A mendoni që ndikon pozitivisht përdorimi i energjisë gjeotermale në mjedis?

Aspak nuk ndikon

Ndikon pak

Mesatarisht

Shumë ndikon

Tepër shumë

**10.** Përdorimi i energjisë gjeotermale sa e zvogëlon shpenzimin e energjisë elektrike?

Aspak

Pak e zvogëlon

Mesatarisht

Shumë e zvogëlon

Tepër shumë

*Faleminderit për bashkëpunimin tuaj dhe ju jemi mirënjohës për përgjigjet e dhëna në Anket, faleminderit që ju tregoni dhe e ndani mirëkuptimin me hulumtuesit të rinjë shkencor.*

