

## Geoterminė energetika Lietuvoje: dabartis ir perspektyvos

Saulius Šliaupa  
Geologijos ir geografijos institutas  
Vilniaus universitetas

Š.m. vasario mėn. 12-15 d. Vilniuje buvo surengta tarptautinė konferencija ENGINE (Europos stimuliuotas geoterminis inovacinis tinklas), skirta geoterminės energetikos plėtrai Europoje ir kitose šalyse. Dalyvavo 130 mokslininkų ir pramonės atstovų iš 31 šalies. Buvo aptariamoms geoterminės energetikos galimybės ne tik tokiose „geoterminėse“ šalyse, kaip Islandija, Filipinai, Centrinė Amerika, bet ir kituose regionuose, kur yra mažiau palankios geologinės sąlygos. Todėl neatsitiktinai tokio stambaus mokslinio forumo rengimui buvo pasirinkta Lietuva, kurioje geoterminė energetika žengia pirmuosius žingsnius, o gelmėse yra nemažas potencialas, kurį galima ekonomiškai racionaliai panaudoti taikant šiuolaikines technologijas.



*1 pav. ENGINE projekto koordinatorius Patrick Ledru (BRGM, Prancūzija) apibendrina pagrindinius projekto rezultatus Vilniaus konferencijoje, š.m. vasario 12-15 d.*

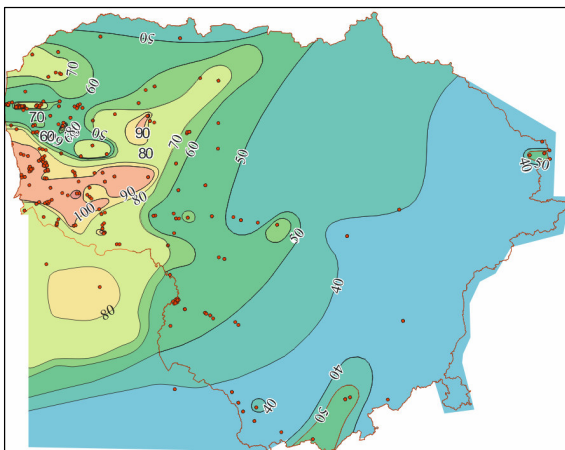
Geoterminė energetika sparčiai plėtojama tik keliose šalyse turinčiose išskirtinai palankias geologines sąlygas, kur aukštos Žemės temperatūros yra nedideliuose gyliuose ir gali būti ekonomiškai efektyviai naudojamos tiek šilumos tiekimui, tiek elektros gamybai. Tačiau sparčiai didėjančios tradicinių energetikos šaltinių kainos, pasaulinių išteklių mažėjimas, nerimas dėl atmosferos teršimo, pirmiausiai anglies dvideginio, kuris didina šiltnamio efektą ir su tuo susijusią klimato kaitą, verčia skubiai ieškoti alternatyvų. Ne išimtis ir Lietuva, kur ši problema yra netgi aštresnė, nei kitose šalyse dėl jau tradiciniu tapusio atominės energetikos sektoriaus uždarymo po dviejų metų. Todėl sparčiai statomos naujos vėjo jėgainės, auga biokuro ir biomasės dalis energetiniame sektoriuje. Tačiau šie energijos šaltiniai turi ribotas galimybes. Kaip žinia, pagrindinis atsinaujinančių energijos šaltinių trūkumas yra didelių žemės plotų poreikis. Akivaizdus tokios veiklos neigiamas efektas šiuolaikinei ekonomikai yra spartus žemės ūkio produktų globalus kainų augimas, kurio viena svarbių priežasčių yra didelių plotų, skirtų maisto produkcijos gamybai, pertvarkymas biokuro gamybai, pirmiausiai JAV. Vėjo jėgainės taip pat susiduria su ekologinėmis ir socialinėmis-psichologinėmis problemomis.

Geoterminė energetika turi nemažai privalumų, lyginant su kitais atsinaujinančiais energijos šaltiniais – ji mažai „matoma“, gerokai mažesnis žemės plotų poreikis. Taip pat labai svarbu, kad geoterminę energiją gali įsisavinti tiek individualus vartotojas, tiek ir stambios įmonės, tuo suteikiant lankstumo rinkoje.

### Lietuvos geoterminis laukas

Lietuva yra vienoje seniausių Rytų Europos platformoje, kuriai būdingas nedidelis tektoninis aktyvumas. Tokios platformos yra sąlyginai vėsios, čia kol kas retai imamasi komercinių projektų. Lietuva, tiksliau jos vakarinė dalis, sudaro svarbią išimtį. Vidutinis Žemės šilumos srauto intensyvumas Rytų Europos platformoje yra  $42 \text{ mW/m}^2$ . Tačiau Vakarų Lietuvoje, o ypač pietinėje jos dalyje, grėžiniuose buvo nustatytas gerokai didesnis šilumos srautas siekiantis  $70\text{-}80 \text{ mW/m}^2$ , o kai kuriuose grėžiniuose net  $90\text{-}100 \text{ mW/m}^2$  (2 pav.).

Vakarų Lietuvos geoterminės anomalijos prigimtis yra dvejopa. Pirmiausiai tai yra specifinė kristalino pamato uolienų sudėtis. Pagrindinę Žemės šilumos dalį (įvairiais skaičiavimais nuo 45 iki 90%) sudaro šiluma, kurią generuoja uolienose esančių elementų, tokių kaip K, Th, U, radioaktyvus skilimas. Lietuvoje ištirta virš 300 kristalino pamato bandinių, nustatyta, kad Vakarų Lietuvos uolienos generuoja gerokai daugiau šilumos, nei Rytų Lietuvoje. Tai susiję su tuo, kad kristalinio pamato uolienos susidarė metamorifizuojant ir lydantis molingoms nuoguloms, kurioms būdingas padidintas radioaktyvumas. Vidutinė uolienų šilumos generacija yra  $2 \mu\text{W}/\text{m}^3$ . Be to, maždaug prieš 1,5 mlrd. metų į viršutinius Žemės plutos sluoksnius įsiveržė granitų intruzijos, pasižyminčios ypatingai didele radiogenine šilumos generacija (vidutiniškai  $8 \mu\text{W}/\text{m}^3$ ). Didžiausia anomalija pietinėje Vakarų Lietuvos dalyje susijusi su stambiausia Žemaičių Naumiesčio intruzija, jos plotas yra  $30 \times 40$  km. Panašios sudėties intruzijos surastos Lietuvos pajūryje. Atitinkamai, šiuose plotuose yra ir didžiausias geoterminis gradientas, kuris siekia  $40\text{--}45^\circ\text{C}/\text{km}$ , kitose Vakarų Lietuvos vietose jis kiek mažesnis –  $32\text{--}38^\circ\text{C}/\text{km}$ . Palyginimui, rytinėje Lietuvos dalyje geoterminis gradientas tėra  $20\text{--}25^\circ\text{C}/\text{km}$ .



2 pav. Žemės šilumos srautas,  $\text{mW}/\text{m}^2$ .

Be padidintos Žemės plutos uolienų radiogeninės šilumos generacijos Vakarų Lietuvos padidintam šilumos srautui įtakos turi ir mantijoje vykstantys aktyvūs procesai. Skaičiavimai rodo, kad šilumos srautas iš manijos čia yra dvigubai didesnis, nei Rytų Lietuvoje. Kol kas nėra aiški šios mantijos anomalijos prigimtis, tačiau manoma, kad tai gali būti susiję su jos padidintu šilumos laidumu, siejamu su geologiniais procesais vykusiais ankstyvajame proterozojuje, kai formavosi kontinentinė Žemės pluta.

Tokios išimtinės geologinės sąlygos atveria perspektyvas geoterminės energijos vystymui Lietuvoje.

### Geoterminės elektros gamybos perspektyvos Lietuvoje

Elektra, naudojant Žemės šilumą, gaminama beveik šimtmetį, kai 1908 metais Italijoje Lardrello Velnių slėnyje buvo įrengta pirmoji geoterminė jėgainė varoma iš Žemės gelmių besiveržiančio garo, o pirmoji elektros lemputė naudojant Žemės šilumos energiją buvo įžiebtą trimis metais anksčiau. Tad geoterminės elektros gamyba šiemet švenčia jubiliejų. Pusę amžiaus Lardrello jėgainė buvo vienintelė pasaulyje, kol 1958 m. Naujoje Zelandijoje nebuvo įrengta antra jėgainė. Per pastaruosius penkiasdešimt metų į geoterminės elektros gamybos „klubą“ jau įstojo dvidešimt keturios šalys, kurių bendra geoterminių jėgainių galia yra 9 tūkst. MWe, jos pagamina 57 tūkst. GWh elektros energijos per metus. Tai labai nedidelė dalis tos milžiniškos energijos, kuri glūdi Žemės gelmėse. 3 paveikslėlyje parodytos veikiančios pasaulyje geoterminės jėgainės. Matyti, kad jos išsidėsčiusios grandinėmis, kurios žymi litosferinių plokščių sandūros zonas, kuriose vyksta aktyvūs tektoniniai ir geoterminiai procesai. Tokiose zonose nediliuose giliuose sutinkamos aukštos temperatūros, pakankamos elektros gamybai. Tačiau tokios temperatūros gali būti pasiektos visose šalyse, tačiau gerokai didesniuose gyliuose, kas riboja jų ekonominį efektyvumą. Visgi, sparčiai vystantis technologijoms, pradedami įsisavinti nauji regionai, anksčiau laikyti neperspektyviais. Dar prieš penkis metus ekonominė geoterminės elektros gamybos riba buvo siejama su  $200^\circ\text{C}$  temperatūra. Dabar ši kartelė nuleista iki  $120\text{--}150^\circ\text{C}$ , o kai kurios geoterminės jėgainės pasaulyje jau naudoja telkinius, kurių temperatūra tėra  $100^\circ\text{C}$ . Tad, galimybės steigti geotermines jėgaines

Lietuvoje tampa realija ir neturėtų būti atidedamos tolimai perspektyvai. Tam ypač palankios ekonominės, politinės ir ekologinės sąlygos. Europos Sąjungos valstybės, tame tarpe ir Lietuva, yra išipareigojusios didinti vietinių atsinaujinančių energijos išteklių įsisavinimą, tačiau kol kas šių išipareigojimų vykdymas gerokai atsilieka nuo planų.



3 pav. Geoterminės jėgainės

Ekonomiškai efektyvi 150°C laipsnių temperatūra Lietuvoje sutinkama tik kristalinio pamato uolienose. Geoterminis modeliavimas rodo, kad mažiausias gylis yra pietinėje Vakarų Lietuvos dalyje ir pietiniame pajūryje, kur 150°C izoterma yra 4,3-4,5 km gylyje. Kituose Vakarų Lietuvos rajonuose ši temperatūra yra giliau – nuo 5 km (pvz. Klaipėdoje) iki 6 km.

Palyginimui – rytinėje Lietuvos dalyje jos gylis siekia 7-8 km.

Šiuolaikinių geoterminių jėgainių telkinių gylis siekia iki 5 km, tad Vakarų Lietuvos perspektyvos techninių galimybių požiūriu vertinamos optimistiškai. Tačiau kristalinio pamato uolienoms trūksta antros pagrindinės telkiniui reikalingos dalies – vandens. Uolienų šilumos energija gali būti gręžiniais eksploatuojama tik vandens ar garo pagalba, kaip tai yra dabar veikiančiose jėgainėse Islandijoje, JAV, Centrinėje Amerikoje ir kt., kur stipriai supleišėjusiose uolienose yra pakankamai vandens ir garo. Tuo tarpu Lietuvos kristalinis pamatas, išskyrus pačią viršutinę išdūlėjusią dalį, yra sausas. Su panašia problema susiduria ir daugelis šalių, kuriose yra padidintas Žemės šilumos srautas, tačiau uolienose nėra vandens. Tokiu milžinišku potencialu pasižymi, pavyzdžiui, vakarinė Italijos dalis, tačiau geoterminės jėgainės veikia tik Toskanoje, turinčioje kristalinėse uolienose pakankamai vandens.

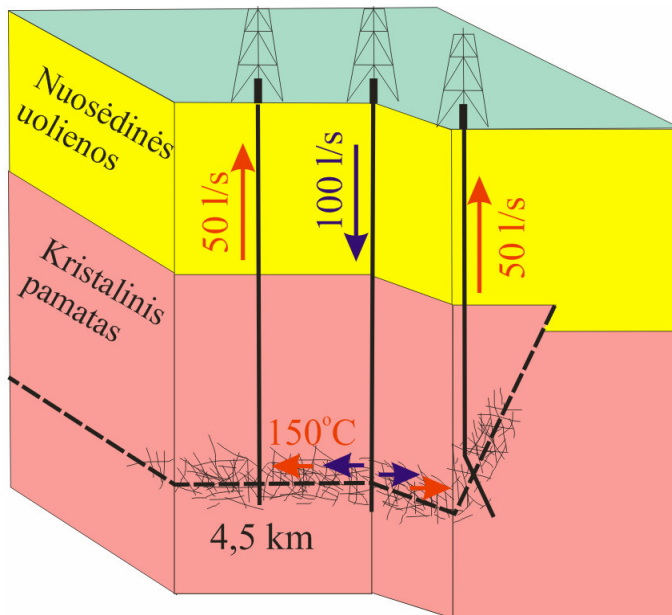
Įsisavinant šiuos geoterminius išteklius buvo sukurta speciali technologija, besiremianti stimuliuotų sausų uolienų koncepcija (angliškas trumpinys *HDR/EGS*). Tokių sistemų pagrindas yra požeminio šilumokaičio sukūrimas sausose uolienose. Šilumokaitis formuojamas gręžiniais pumpuojant vandenį į uolienas dideliu slėgiu, kuris viršija uolienų atsparumą ir atidaro esančius uolienoje plyšius bei plėšo naujus (procesas vadinamas hidrosuplėšymu). Taip įrengiamas stimuliuotų plyšių koridorius, į kurį gręžiniais pumpuojamas šaltas vanduo, jis įkaista iki uolienų temperatūros (150-200°C) ir jau karštas gražinamas į paviršių. Tad, pagrindinis tokių sistemų sėkmės pagrindas yra požeminio šilumokaičio suformavimas, kuris, pasirodė, besąs labai sudėtingas. Geologinių šilumokaičių formavimo eksperimentai jau vykdomi 35 metus. 1973 m. Los Alamos (JAV) buvo išgręžti pirmieji gręžiniai ir hidrosuplėšymo būdu suformuotas šilumokaitis. Vėliau prie tyrimų prisijungė Bad Urachas (Vokietija, nuo 1975 m.), Fenton Hillas (JAV, nuo 1980 m.), Cornwallis ir Rosemanowes (Anglija). Nuo 1986 m. pradėti eksperimentai Japonijoje (Hijion, Ogachi ir kt.). 1986 m. startavo labai svarbus Soultzo projektas Prancūzijoje. Priešingai nei buvo tikėtasi, šie tyrimai parodė, kad geologinių šilumokaičių įrengimas yra sudėtinga problema, reikalaujanti kompleksinio fizikinių, mechaninių, hidraulinių, geocheminių procesų vykstančių stimuliuojamoje ir eksploatuojamoje uolienoje supratimo.

Tik pastaraisiais metais buvo pasiektas žymus progresas formuojant geoterminius telkinius sausose uolienose, o tai lėmė ir pirmųjų komercinių projektų inicijavimą. Europoje pirmasis komercinio pobūdžio projektas pradėtas Bazelyje (Šveicarija) Reino grabeno pietuose, kur šilumos srautas yra 100-130 mW/m<sup>2</sup>, tad kiek didesnis, nei Lietuvoje. Numatyta gręžti tris 5 km gylio gręžinius – vienu centriniu gręžiniu bus pumpuojamas vanduo 100 l/s debitu, kitais dviem gręžiniais įkaitęs vanduo bus pakeliamas į paviršių, kur katinant specialų organinį skystį arba azoto-vandens mišinį bus sukamos turbinos, sujungtos su elektros generatoriumi. Tačiau aktyviausiai geoterminiai ištekliai įsisavinami Australijoje, kuri pasižymi labai panašiomis į Lietuvą

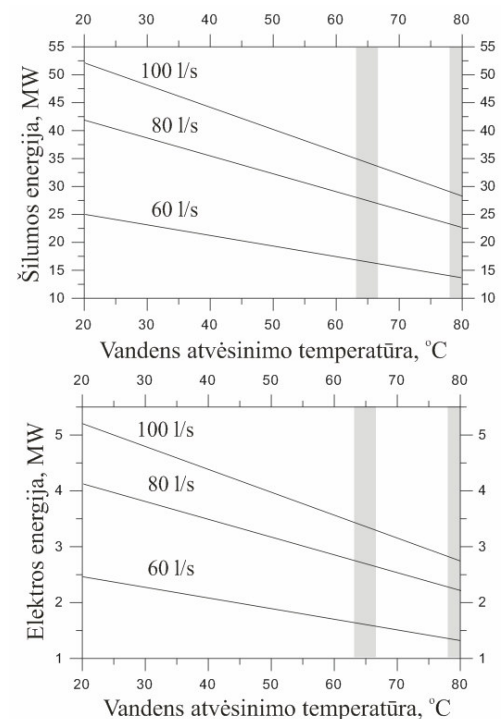
geologinėmis sąlygomis. Nuo 2004 m. išduotos 103 licencijos geoterminių telkinių žvalgybai ir geoterminių jėgainių steigimui.

Prognozuojant komercinės geoterminės jėgainės pajėgumus Vakarų Lietuvoje vertinami du svarbiausi parametrai - temperatūra ir vandens, pratekančio per uolienas iš injekcinio į gavybos gręžinius, kiekis (4 pav.). Patyrimas rodo, kad kristalino pamato uolienose suformuotu plyšių koridoriumi galima praleisti nuo 50 iki 100 l/s vandens. Esant maksimaliai 100 l/s cirkuliacijai geoterminės jėgainės Vakarų Lietuvoje galingumas, aušinant vandenį iki 60-70°C laipsnių, bus 3,5-4,0 MWe. Jei debitas sieks 80 l/s, jėgainės galingumas vertinamas 3,0 MWe, 60 l/s – tik 1,5 MWe. Tai rodo, kaip svarbu yra gerai įrengti geologinį šilumokaitį. Jo charakteristikos priklauso nuo tinkamai parinktos geologinės struktūros, todėl labai svarbu teisingai atlikti telkinių paiešką ir žvalgybą. Ilgamečiai tyrimai parodė, kad neįmanoma sukurti pakankamai gero kolektoriaus mažai plyšuotose kristalinėse uolienose. Būtina ieškoti vidutinio dydžio tektoninių lūžių ir plyšių zonų, kurias stimuliuojant hidrosuplėšymo būdu galima suformuoti pakankamai laidžius vandeniui plyšius. Perspektyvių lūžių kryptis ir polinkio kampas priklauso nuo tektoninių įtampų lauko. Vakarų Lietuva yra veikiama tektoninio tempimo. Atitinkamai, yra perspektyvūs stačiai palinkę lūžiai orientuoti ŠŠR-PPV kryptimi. Tokie lūžiai nėra reti Vakarų Lietuvoje, tad perspektyvos įrengti tinkamus geoterminius telkinius yra vertinamos teigiamai.

Ekonominiai skaičiavimai rodo, kad geriausią ekonominį efektą duoda jėgainės, kurios gamina ne tik elektros energiją, bet kartu ir šilumą (kogeneracija). Šiuolaikinis elektros gamybos efektyvumas, naudojant 150°C temperatūrą, tėra 10-13%. Be to, vandenį, gaminant elektrą, technologiškai nėra racionalu ataušinti žemiau 60°C laipsnių. Tad lieka didelis neišnaudotos šilumos kiekis. Vakarų Lietuvos geoterminės jėgainės galingumas gali siekti iki 35 MW šilumos energijos. Todėl labai svarbu parenkant vietą jėgainei atsižvelgti ne tik į geologines, bet ir į infrastruktūros sąlygas.



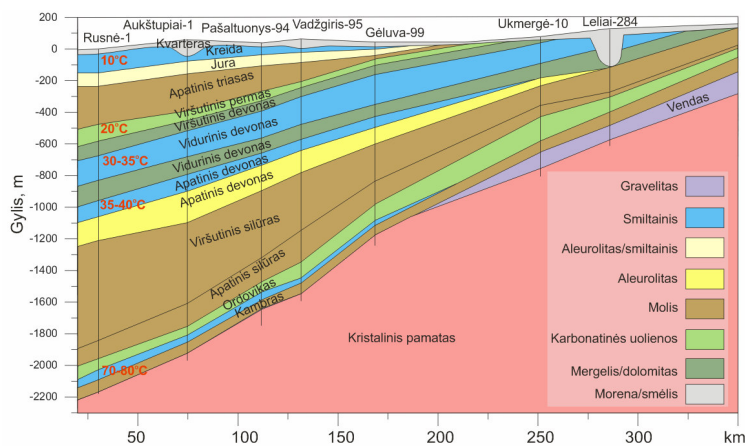
4 pav. Kairėje - Vakarų Lietuvos geoterminio telkinio koncepcija. Dešinėje - geoterminės jėgainės naudojančios 150°C telkinį šilumos ir elektros energijos gamybos priklausomybė nuo vandens cirkuliacijos debito.



## Geoterminės šilumos tiekimas

Lietuvos nuosėdinėje dangoje, kurios storis siekia 0,2-2 km ir slūgso ant kristalinio pamato uolienu, yra milžiniški karšto vandens išteklių, kurių esamomis technologijomis negalima ekonomiškai racionaliai naudoti elektros gamybai (nors techniškai įmanoma), tačiau galima tiekti šilumą ir karštą vandenį.

Jau pirmą kartą žmonės prieš tūkstančius metų naudojo geoterminius vandenis šildymui, maudyklėms ir maisto virimui. Tačiau pirmosios geoterminės stotys pradėtos statyti tik devyniolikto amžiaus pabaigoje, kai 1890-1891 metais Boise mieste (Idaho valstija, JAV) buvo išgręžti du geoterminiai gręžiniai tiekti šilumą miestui. Nuo to laiko šiluminės geoterminės stotys buvo įrengtos daugelyje pasaulio valstybių (septyniolikos vienoje), veikiančių stočių bendras galingumas siekia 28 tūkst. MW<sub>s</sub>, jos pagamina 73 tūkst. GWh šiluminės energijos per metus. Tai sudaro apie 0,5% pasaulio energijos gamybos pajėgumų.



5 pav. Lietuvos geologinis pjūvis vakarai-rytai. Mėlyna spalva parodyti pagrindiniai smėlingi vandeningi sluoksniai, kuriuos galima panaudoti geoterminėms stotims.

Šiluma iš žemės gelmių tiekiama daugiau kaip 70 pasaulio valstybių. Viena jų yra ir Lietuva. Klaipėdoje nuo 2004 metų veikia 18 MW projektinio galingumo geoterminė stotis, kuri tiekia karštą

vandenį Klaipėdos miestui. Ji buvo įsteigta kaip demonstracinis objektas – be komercinės funkcijos, stotis atlieka ir šilumos energijos Lietuvoje testavimo funkcijas, sprendžiant geologinius, inžinerinius ir kitus klausimus ir tuo pačiu sudarant prielaidas naujų stočių efektyviam įrengimui. O problemų yra nemažai, kadangi kiekvienas regionas turi specifinių, tik jam būdingų, geologinių bruožų įtakojančių geoterminės stoties veiklą. Klaipėdoje išgręžti keturi gręžiniai, du iš jų ima 38°C vandenį iš daugiau kaip kilometro gylio vandeningo sluoksnio, o dviem gręžiniais panaudotas vanduo gražinamas atgal. Geoterminę šilumą į Klaipėdos miesto termofikacinius tinklus perduoda keturi šilumą absorbuojantys siurbliai.

Klaipėdos geoterminė stotis naudoja apatinio devono vandeningą sluoksnį, vieną iš trijų stambiausių geoterminių kolektorių Lietuvoje (kiti du – kambro ir vidurinio-viršutinio devono). Pats stambiausias ir vandeningiausias yra vidurinio-viršutinio devono sluoksnis, tačiau jo temperatūra yra mažiausia – Vakarų Lietuvoje siekia 30-35°C (5 pav.). Vieno gręžinio geoterminis potencialas, priklausomai nuo diametro (dažniausiai naudojami 18 ir 25 cm diametro gręžiniai), Vakarų Lietuvoje vertinamas nuo 5 iki 9 MW. Apatinio devono sluoksnis, kurį naudoja Klaipėdos geoterminė stotis, storis kiek mažesnis, tačiau temperatūra yra 35-50°C. Skaičiavimai rodo, kad vieno gręžinio potencialas siekia 5-10 MW. Giliausias kambro kolektorius yra didžiausios temperatūros - 70-90°C. Tačiau jis yra ploniausias (50-70 m), gerokai prastesnių kolektorių savybių. Todėl vieno gręžinio potencialas tesiekia 1-4 MW.

Šie skaičiai rodo, koks milžiniškas šilumos šaltinis glūdi Lietuvos geologiniuose sluoksniuose. Pagrindinė geoterminių stočių riboto vystymo priežastis yra ekonominė – geoterminė šiluma gana brangiai kainuoja (pagrindinę kaštų dalį sudaro gilių gręžinių gręžimas), didelės pradinės investicijos. Tačiau sparčiai kylančios energetikos kainos ir išteklių trūkumas (pvz. nėra

aišku ar Lietuvai pakaks dujų, tiekiamų iš Rusijos, kiekio uždarius Ignalinos AE) sudaro palankias prielaidas geoterminės energijos plėtrai. Be to, Klaipėdos demonstracinė jėgainė suteikė labai svarbių žinių apie vietines geologines sąlygas, šios žinios leidžia gerokai pagerinti technologinius sprendimus ir sumažinti naujos geoterminės stoties kaštus. Svarbu, kad keičiasi ir pastatų šildymo sistemos, kurioms nebereikia tokių aukštų temperatūrų, kaip senose centrinio šildymo sistemose.



6 pav. Autorius Lardrello įmonėje, kuri naudoja geoterminį vandenį sūrių gamybai.

Geoterminiai išteklių svarbūs ne tik tiesioginiam šilumos tiekimui, tačiau gali būti kompleksiskai naudojami ir kitose srityse, tuo didinant šios energijos ekonominį efektyvumą. Geoterminių kolektorių požeminis vanduo pasižymi unikaliomis cheminės sudėties savybėmis, todėl gali būti naudojamas balneologijos centrų steigimui, kaip žymioji Žydroji lagūna Islandijoje, kurioje gydomas odos ligos, taip pat baseinų rengimui. Pvz. gretimose Lenkijoje instaliuotų sistemų, naudojamų balneologijai ir maudykloms, galingumas siekia 7 MW. Dideli geoterminio-balneologinio vandens išteklių yra Neringoje, Palangoje, kituose pajūrio vietose. Taip pat nemažą potencialą turi žuivivaisa – geoterminis vanduo užtikrina stabilią temperatūrą ištisus metus. Galima steigti džiovyklas (pvz. medienos ar vaisių ir daržovių), šildyti šiltnamius. Kai kurios pasaulyje veikiančios geoterminės jėgainės tiekia šilumą sūrių, mėsos ir kitoms įmonėms gaminti produkciją (6 pav.).

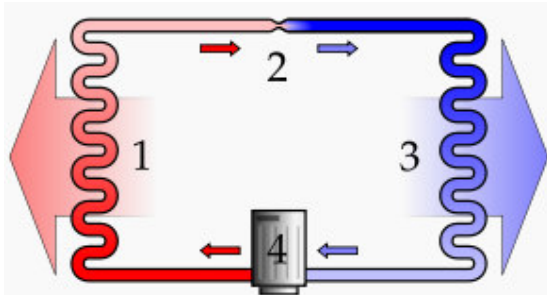
### **Sekloji geoterminė energetika**

Šilumą galima tiekti ne tik iš gilių geoterminių horizontų, kuriuose yra padidintos temperatūros. Didžiuliai ir seklūs geoterminiai išteklių. Ši kryptis dar vadinama sekliąja geotermija ir turi milžinišką potencialą. Šiuos išteklius dažniausiai eksploatuoja individualūs vartotojai šilumos siurblių pagalba. Šilumos siurblio darbinė schema primena šaldytuvą, tačiau atlieka šildymo funkciją, nors, esant poreikiui, gali vėsinti patalpas karštomis dienomis. Šiluma iš Žemės paviršinių sluoksnių ar grunto gali būti imama įvairiais metodais, priklausomai nuo geologinės aplinkos. Dažniausiai apie 1 metro gylyje kieme yra išvedžijamas vamzdynas-kolektorius, kuriuo cirkuliuoja neušalantis skystis absorbuojantis žemėje (arba tvenkinyje) sukauptą šiluminę energiją (7 pav.). Ši energija šilumokaityje perduodama freonui ar panašiam darbiniam skysčiui, kuris naudojamas šildyti vandenį namuose. Taip pat gali būti gręžiamas keliolikos ar keliasdešimt metrų gylio gręžinys, į kurį nuleidžiama cirkuliacinė kilpa, vadinamasis gręžinio šilumokaitis. Rečiau naudojama kelių gręžinių sistema, kai iš vieno gręžinio siurbiamas požeminis vanduo, o kitu gręžiniu panaudotas vanduo gražinamas į vandeningą sluoksnį.

Seklios geoterminės instaliacijos nėra naujiena Lietuvoje. Vien įmonė „Naujos idėjos“ šalyje jau įrengė virš 1000 vienetų ir šiais metais prognozuoja, kad instaliacijų skaičius padidės ketvirtadaliu. Tarp stambių objektų, naudojančių šilumos siurblius, paminėtina šv. Petro ir Povilo bažnyčia Vilniuje, taip pat planuojamos panašios instaliacijos kitose Lietuvos bažnyčiose. Šiuo metu Lietuvoje veikia keliolika įmonių, kurios įrengia šilumos siurblius. Sparčiai didėjančią seklios geoterminės energijos paklausą lemia kylančios dujų, mazuto, biomasės kainos, prognozuojamas didžiulis elektros energijos kainų šuolis. Tai verčia vartotojus ieškoti alternatyvių sprendimo būdų, mažinant išlaidas patalpų šildymui ir karštam vandeniui. Pavyzdžiui, 250 m<sup>2</sup> patalpų apšildymui

geoterminė instaliacijos kaina yra apie 40000 litų. Šildymas ir karšto vandens ruošimas vidutiniškai atsieina 2600 litų per metus. Tad, tokia sistema gana greitai atsiperka ir gali sėkmingai veikti apie 30 metų.

Šiuo metu pasaulyje šilumos siurbliai naudojami daugiau kaip trisdešimtyje šalių, instaliuota apie pusantro milijono vienetų, daugiausia Šiaurės Amerikoje ir Europoje. Per paskutinius metus augimas siekia 24%, panašiai Lietuvis vidurkiui.



7 pav. Kairėje viršuje - supaprastinta šilumos siurblio schema ir darbinis ciklas: 1-kondensatorius, 2-vožtuvas, 3-garintuvas, 4-kompresorius. Kairėje apačioje – šilumos kolektorius. Dešinėje – šilumos siurblys.