



## D14: SOBIVAIMATE TÖÖSTUSALADE JA ETTEVÖTETE MÄÄRATLEMINE GEOTERMILISTEKS RAKENDUSTEKS OLUKORD EESTIS

Toetusega:

Detsember 2008



Toimetis D14

***Sobivaimate tööstusalade ja ettevõtete määratlemine geotermilisteks rakendusteks.  
Olukord Eestis***

Projekt

***Geotermilise energia integreerimine tööstuslikesse rakendustesse.  
Intelligent Energy – Europe (EIE-06-001/SI12.4475709) raames***

Vastutusest loobumine :

*“Kogu vastutus selle dokumendi sisu eest langeb autoritele. Te ei peegelda tingimata Euroopa Ühenduse arvamust. Euroopa Komisjon ei vastuta siin sisalduva informatsiooni kasutamise eest.*

<b>1. Sissejuhatus.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Energiavajadus, mida võiks katta geotermiline energia.....</b>	<b>5</b>
2.1 Hoonete kütte/õhu konditsioneerimise vajaduste katmine.....	5
2.2 Geotermilise energia integreerimine tööstuslikku protsessi.....	7
2.3 Energiabilanss .....	8
<b>3. Potentsiaalsed tööstusharud ja –kohad.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Võimalik tehniline lahendus.....</b>	<b>10</b>
4.1 Geotermilise rakenduse tüüp .....	10
4.2 Süsteemi kavandamine .....	12
4.3 Energiabilanss .....	12
<b>5. Tasuvusaeg.....</b>	<b>12</b>
5.1 Investeeringukulude hindamine .....	12
5.2 Eksploatatsioonikulude hinnang .....	13
5.3 Tasuvusaja hindamine.....	14
5.4 Keskkonnavalased kaalutlused.....	15
<b>6. Järeldused.....</b>	<b>15</b>

# 1. Sissejuhatus

Peamiseks Eesti energiapoliitika põhimõtteid esitavaks dokumendiks on teine *Kütuse- ja energiamajanduse pikaajaline riiklik arengukava aastani 2015*, mis on koostatud vastavalt EL energiapoliitikale ja mis kinnitati Riigikogus detsembris 2004.

Plaanis esitatud Eesti kütuse- ja energiasektori muude strateegiliste eesmärkide hulgas on:

- kindlustada, et taastuvate energiaallikate osa primaarenergiavarustuses oleks 13-15% aastal 2010 (olles 10.2% aastal 2000);
- kindlustada vastavus riigi poolt kehtestatud keskkonnanõuetega;
- suurendada efektiivsust soojuse-, energia- ja kütusesektoris;
- kuni aastani 2010, hoida primaarenergia tarbimist aasta 2003 tasemel.

Sellel taustal on geotermiline energia huvipakkuv võimalus, mis aitab saavutada püstitatud eesmärgid ja laiendada taaskasutust.

Eestis ei ole piisavalt kõrge temperatuuriga geotermiline energia (seni) kasutatav ja seetõttu pakub geotermiline energia huvi ainult kasutamisel soojuspumpadega, madalatemperatuurilistes rakendustes.

Eestis kasutatakse ligikaudu 40% kogu energiast kütteks ja muudeks madalatemperatuurilisteks vajadusteks. Kõiki neid vajadusi võib potentsiaalselt rahuldada geotermiline energia.

Eestis puudub potentsiaal elektrienergia tootmiseks geotermaalse energia baasil.

Selle dokumendi eesmärk on tuua tööstuse arendajatele Eestis informatsiooni ja kogemust, mis võimaldaks neil aru saada geotermilise energia võimalustest oma rakendustes. See töö tugineb kolmes tööstusettevõttes läbi viidud tasuvusuuringul käesoleva projekti raames ja ka muul asjakohasel informatsioonil:

- Tüüpsupermarket Saksamaal
- Valukoda Rootsis
- Poekompleks Prantsusmaal

Tuleb märkida, et Eesti energiastatistika kajastab üldist energiatarbimist majandusharudes, kuid ei anna andmeid kasutatava energia temperatuurinivoode jm. kohta, mis on vajalik geotermaalse energia kasutatavuse hindamiseks. Käesolev töö toetub varem tehtud turu-uuringule, Juhendile tööstusjuhtidele, teostatavusuuringutele ülalmainitud kolme objekti kohta ja muule asjasepuutuvale infole

Seega on see juhis kasutatav eelistatult sarnastes tööstusettevõtetes, arvestades kohalikke geoloogilisi, kliimatilisi, majanduslikke ja seadusandlikke olusid.

See juhis peaks toetama tööstusarendajaid ja pöörama nende tähelepanu geotermilise energia kasulikkusele..

## **2. Energiavajadus, mida võiks katta geotermiline energia**

Üldiselt on geotermilise energia kasutamisel temperatuuritasemed piiratud kas kasutatava veesoone temperatuuriga või vastuvõetava temperatuuriga soojuspumba kondensaatori väljundis. Mida väiksem on temperatuuride vahe, seda suurem on efektiivsus.

See piirang mõjutab otseselt kõiki geotermiliste rakenduste tüüpe hoonete kütteks ja tööstuslikuks kasutuseks.

Esimene samm hõlmab seega rakenduste väljavalimist, mis võiksid töötada madalal temperatuurinivoodel (alla 70°C).

### **2.1 Hoonete kütte/õhu konditsioneerimise vajaduste katmine**


Hinnanguliselt KV vajadusteks igat liiki ehitistes kulub umbes 40% Eestis kasutatavast primaarenergiast ja see on geotermaalse energia peamine võimalik rakendusala

Tuleb märkida, et geotermilised süsteemid tuleb võimsuse suhtes üldiselt dimensioneerida baaskoormuse järgi. Majanduslikult on otstarbekas installeeritud geotermiliste seadmete võimalikult pikk aastane eksploatatsiooniaeg. Seega on tavaline, et geotermiline energia katab ainult 50-60% rakenduse maksimaalsest koormusest. See tähendab kuni 90% katmist kogu energiavajadusest.

GE kasutamise eesmärk on üldiselt kokkuhoid tavaenergia kasutamisel ja heitmete vähendamine.

Hoonete jaoks hinnatakse energiavajadust energiatarbimise andmete järgi või uute hoonete jaoks projektandmete järgi.

Hoone energiavajadus sõltub lokaalsetest kliimaatilistest tingimustest ja hoonekarbi soojapidavusest. Kliimaatilised tingimused kuude kaupa on toodud joonisel Fig.1.

Country	Estonia						
Province / State	n/a						
Climate data location	Tallin						
Latitude	°N	59,4					
Longitude	°E	24,8	Source				
Elevation	m	44	Ground				
Heating design temperature	°C	-15,2	Ground				
Cooling design temperature	°C	23,8	Ground				
Earth temperature amplitude	°C	20,1	NASA				

	Air temperature	Relative humidity	Daily solar radiation - horizontal	Atmospheric pressure	Wind speed	Earth temperature	Heating degree-days	Cooling degree-days
	°C	%	kWh/m <sup>2</sup> /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Jan	-3,2	86,4%	0,39	100,6	4,2	-6,9	657	0
Feb	-4,2	83,6%	1,11	100,8	4,1	-7,0	622	0
Mar	-0,9	79,2%	2,47	100,9	3,7	-2,5	586	0
Apr	4,5	73,6%	4,06	101,0	3,7	4,8	405	0
May	9,8	68,8%	5,62	101,1	3,6	12,1	254	0
Jun	14,1	73,8%	5,94	100,8	3,3	16,6	117	123
Jul	16,8	75,4%	5,65	100,8	3,1	18,7	37	211
Aug	15,6	79,4%	4,39	100,9	3,1	16,8	74	174
Sep	10,7	82,7%	2,72	100,8	3,3	11,2	219	21
Oct	6,6	84,3%	1,30	100,8	3,8	5,1	353	0
Nov	1,0	86,5%	0,53	100,9	4,0	-1,1	510	0
Dec	-2,1	87,5%	0,26	100,7	4,0	-5,7	623	0
Annual	5,8	80,1%	2,88	100,8	3,7	5,3	4 458	528
Source	Ground	Ground	NASA	NASA	Ground	NASA	Ground	Ground

Measured at  10

### Joonis 1 Kliimatilised tingimused Tallinnas kuude kaupa

Eestis on kehtestatud hoonete energiatõhususe miinimumnõuded (BEE) (kWh/y\*m<sup>2</sup>) ja neid nõudeid saab kasutada esimese lähendusena. BEE väärtused on taandatud primaarenergia tarbimisele ja arvestavad ka CO<sub>2</sub> emissiooni.

Näiteks uutele büroohoonetele BEE väärtus ei tohi ületada 220 kWh/y\*m<sup>2</sup>, avalikele ja ärihooneile 300 kWh/y\*m<sup>2</sup>.

Ruumide ülesoojenemise vältimiseks soovitatakse peamiselt arhitektuurilisi, ehituslikke meetmeid, kuid võib kasutada ka jahutusseadmeid.

Maksimaalset koormust saab arvutada tarbimise järgi – aastane tarbimine tuleb jagada kütteperioodiga tundides ja keskmise sise- ja välistemperatuuri vahega ning korrutada maksimaalse temperatuuride vahega.

Arvutuslikuks välistemperatuuriks võetakse harilikult -22°C, kuigi tegelik minimaalne välistemperatuur võib talvel langeda kuni -33°C. Suvine maksimum ületab harva 30 °C.

Hoone energiavajadus sõltub kliimatilistest tingimustest ja erinevatest soojusallikatest nagu päikesesoojus ja hoone sisemised soojuseraldused (valgustus, seadmed jne.). Need energiaallikad tuleb võtta igal juhtumil samuti arvesse.

Hoone energiabilansi saab koostada nende soojuseraldiste funktsioonina.

## 2.2 Geotermilise energia integreerimine tööstuslikku protsessi

Geotermilist energial saab integreerida tööstuslikku protsessi kahel viisil: kas salvestina muidu ümbritsevasse õhku hajuva soojuse jaoks või energiakaevuna kasutamiseks otse tehnoloogilises protsessis.

Tööstuslikud protsessid võivad olla geotermilise energia kasutamise sihtmärgiks, kuna seal on olemas madalatemperatuurilise soojuse vajadus ja heitenergia, mida saab sesoonselt salvestada.

Suurem osa tööstuslike tehnoloogilisi protsesse eraldavad soojust peamiselt ümbritsevasse õhku või vette, kasutades soojusvaheteid. Soojus läheb kaduma, kuna:

- Soojuse taaskasutussüsteemid puuduvad
- Puudub nõudlus
- Soojuse tootmine ja soojuse vajadus ei ole samaaegsed.

Geotermilised rakendused pakuvad siin võimalust eraldunud soojuse salvestamiseks, et kasutada teda hiljem.

Kuigi sedalaadi kogemus Eestis puudub, on see uurimist väärt.

Seda salvestatud soojust saab taastada, kasutades soojuspumpa, mis võimaldab saavutada vastuvõetava temperatuurinivoo.

Paljude andmete kohaselt saab taaskasutada 50-70% salvestatud soojusest.

Üheks võimaluseks on arvestada soojuse ülejäägi müügiga lähedasele kaugküttesüsteemile, kui selline on olemas.

### Tööstusliku tehnoloogilise protsessi sooja- ja külmavarustus

Geotermilist energiat saab kasutada tööstusliku protsessi soojavarustuseks kas soojuse võtmisega maapinnast või eelnevalt salvestatud soojuse taaskasutamisega.

Protsessi jaoks vajalik temperatuurinivoo on otsustav projekteerimisparameeter ja enamikul juhtudel piiravaks teguriks: piiratud temperatuurinivoo tõttu ei kata geotermiline energia kogu protsessi. Siiski võib ta võimaldada eelsoojendust protsessi ahelas.

Geotermiline energia pakub ka muid võimalusi nagu külmavarustust tööstusliku tehnoloogilise protsessi ahelas. Selle lahenduse juures pakub kõigepealt huvi:

- Külmapvaru tekitamine, mida saab luua lisaks, geotermilise soojuse tootmise käigus.
- Gradiiride kasutuse vältimine.

Geotermilise energia kasutamine külmavarustuses on piiratud kliima tõttu ka kuna ta võistleb teiste külmatehnoloogiatega, mis annavad oma ülearust soojust välisõhule (energeetiline tulu saab tekkida ainult nende kahe lahenduse COP erinevusest).

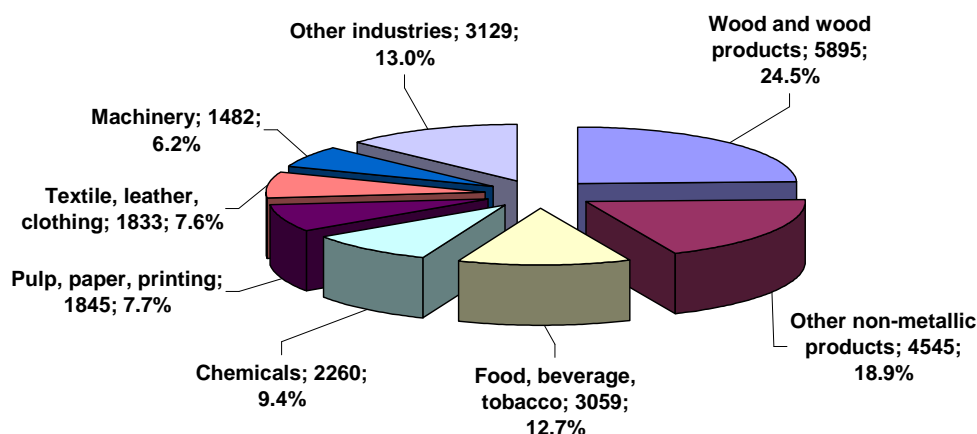
## 2.3 Energiabilanss

Eespool kirjeldatud erinevate võimaluste jaoks on soovitatav ligikaudu hinnata võimsust, mida saaks anda geotermiline rakendus (hoonete kütteks ja õhu konditsioneerimiseks, tööstuslikeks protsessideks nagu ka soojuse taaskasutussüsteemides).

Nendel juhtudel saab vastavat energiavajadust hinnata, võttes arvesse installeeritud seadmete võimsust ja nende tööaega: vajalik kütte-jahutuse võimsus (kW); aastane kütte ja jahutuse vajadus (kWh/a). Samuti GE süsteemi vajalik võimsus – tavaliselt baaskoormuse katteks.

## 3. Potentsiaalsed tööstusharud ja –kohad

Energiakasutuse andmed tööstusharude kaupa on toodud Joonisel 2, mis annab mõningase vihje, kus on GE kasutamiseks kõige suurem väljavaade. Tegelikud võimalused ja otstarbekuse selgitab siiski eraldi uuring iga objekti kohta eraldi.



Joonis 2. Energiakasutus tööstusharude kaupa 2005 (TJ)

Kõik ettevõtted, mis kasutavad madalatemperatuurilist soojust, on geotermilise energia potentsiaalsed kasutajad. Sealhulgas:

- Büroohooned
- Kaubanduskeskused
- Supermarketid
- Hotellid
- Spa`d
- DH süsteemid
- Toiduainetetööstus
- Puidutööstus
- Keemiatööstus ja muu heitenergiaga tööstus.

Enamus elanikkonnast ja tööstusest on koondunud suurematesse linnadesse ja nende ümbrusesse.

Järgnevad 5 kohta valiti välja kui potentsiaalsed geotermilised rakendused.

a) Supermarket Valga linnas

Köetav pind – 4062 m<sup>2</sup>

Jahutus- ja külmutuskoormus (elektriline) - 42 kW

Soojusvarustus – linna kaugküttesüsteemist, 180 MWh/a.

Soojuse taaskasutus jahutus- ja külmutussüsteemidest ventilatsioonisüsteemi kaudu.

Geotermiline süsteem võimaldab salvestada soojuse ülejääki suveperioodil.

Hinnanguline vajalik puuraukude pikkus 2100 m.

b) Spordihall Narvas, koos jääväljakuga

Köetav pind – 6798,5 m<sup>2</sup>

Elektri tarbimine – 1200 MWh/a; soojuse tarbimine 500MWh/a

Vajalik küttekoormus 200kW, jahutus 400kW.

Geotermiline süsteem võimaldab salvestada soojuse ülejääki suveperioodil ja vähendada ostetava soojuse maksumust.

Hinnanguline vajalik puuraukude pikkus 2900 m.

c) Ujula Narvas

Köetav pind 2688,7 m<sup>2</sup>.

Elektri tarbimine 240 MWh/a, soojuse tarbimine 1200 MWh/a, sh. Soe vesi 281 MWh/a.

Vajalik küttekoormus 400 kW, mida on võimalik vähendada 30% soojuse taaskasutuse ja energiasäästu meetmetega.

Geotermiline süsteem võimaldab vähendada ostetava kaugküttesoojuse kogust ja salvestada soojuse ülejääki suvel.

Vajalik Ge süsteemi võimsus 280 kW ja puuraukude pikkus 4000 m.

d) Kultuurimaja Narvas

Köetav pind 5982 m<sup>2</sup>.

Elektri tarbimine 50 MWh/a, soojuse tarbimine 650 MWh/a

Küttekoormus 250 kW.

Hoone vajab renoveerimist. Soojuse vajadust võib vähendada 40% energiasäästumeetmete rakendamisega.

Geotermiline süsteem võimaldab vähendada ostetava kaugküttesoojuse kogust ja salvestada soojuse ülejääki suvel.

e) Tööstuskompleks Pärnus

Köetav pind 32 000 m<sup>2</sup>

Soojuse tarbimine 9990 MWh/a, jahutusvajadus 200 MWh/a

Soojuskoormus 4 MW oma õliküttel katlamajast.

Geotermiline süsteem võimaldab säästa õli, vähendada CO2 emissiooni, salvestada soojust jahutussüsteemist ja salvestada soojust jõeveest suveperioodil.

Viimane objekt valiti täpsema teostatavusuuringu tegemiseks suure kütteõli kokkuhoiu võimaluse ja juhtkonna huvi tõttu.

## 4. Võimalik tehniline lahendus

### 4.1 Geotermilise rakenduse tüüp

Tuleb arvestada kolme tüüpi geotermilise rakendusega: puurauksoojusvaheti (Borehole Heat Exchanger (BHE)); veesoone soojusenergiasalvesti (Aquifer Thermal Energy Storage (ATES)) ja puurauk soojusenergiasalvesti (Borehole Thermal Energy Storage (BTES)).

#### Puurauksoojusvaheti (BHE)

See on horisontaalne või vertikaalne torusüsteem allpool maapinda, mis võimaldab saada soojust (või jahutust) pinnasest soojuspumba (HP) abil.

#### Veesoone soojusenergiasalvesti (ATES)

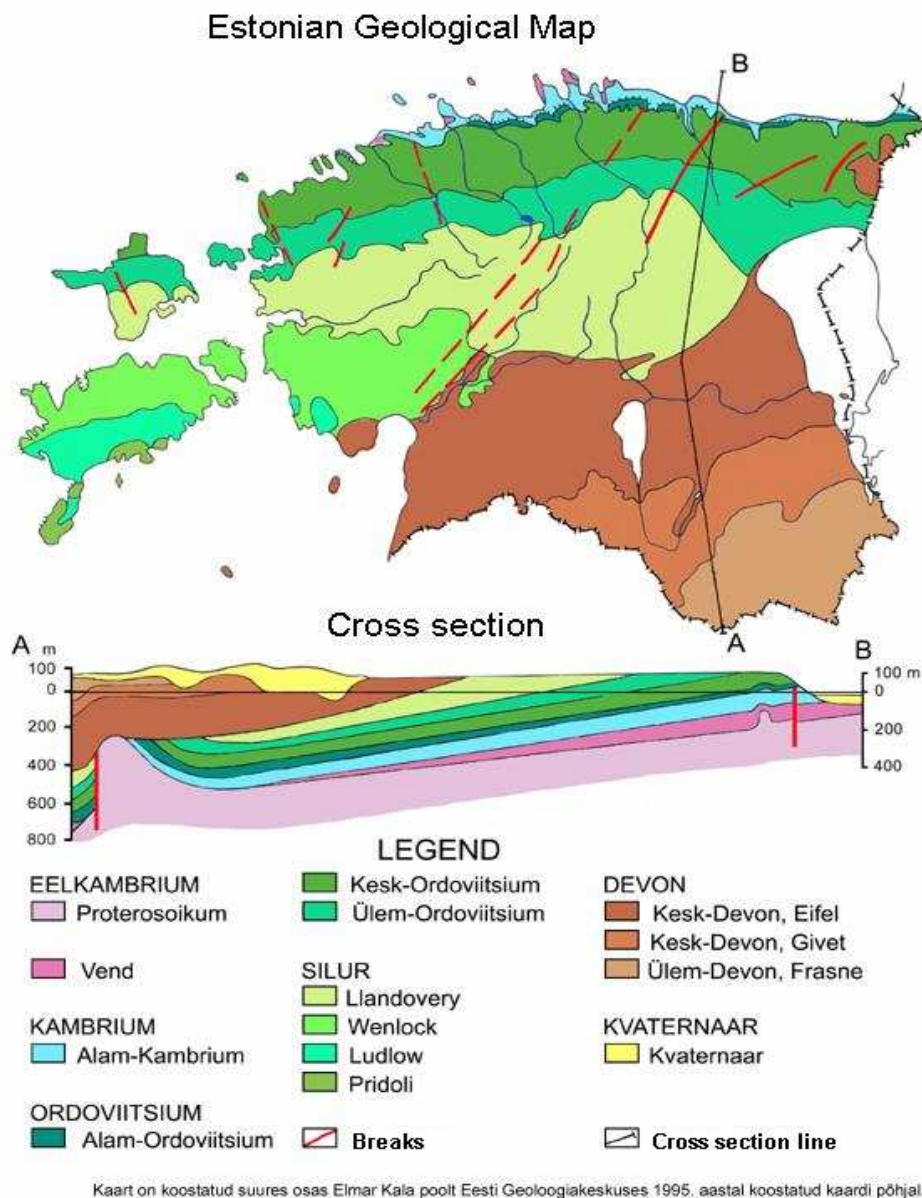
See geotermilise energia liik on eriti sobiv tööstuslikuks kasutamiseks võimaliku suure võimsuse tõttu. Veesooned sügavusel alla 100 m sisaldavad vett temperatuuriga ligikaudu 7-8°C. Sügavamad veesooned võivad anda rohkem võimsust, kuid veesoone temperatuur jääb peaaegu samaks.

Sellise tehnika kasutamise võimalus sõltub eksploateeritavate veeressursside olemasolust antud koha lähedal. Seda ressursi on settebasseinis üle kogu Eesti, sisaldades poorset settekivimit ja glatsiofluviaalseid setteid ja setteveesooni koos vee voogudega.

Keskkonnaalane seadusandlus nõuab vee tagasitoimetamist veesoonde peale tema temperatuuri muutmist. Erandiks on Kirde-Eesti kaevandustest väljapumbatav vesi.

Veesoonesüsteemide kasutatavust mõjutavad põhitegurid on:

- Veesoone juhtivus
- Põhjavee temperatuur
- Põhjavee keemiline koostis
- Veesoone stabiilsus (määrab puurauku konstruktsiooni)
- Puurimistingimused
- Keskkonnanõuded



**Joonis 3 Eesti geoloogiline kaart**

Tagasisisestamise minimaalsed ja maksimaalsed temperatuurid on piiratud füüsikaliste ja seadusandlike kaalutlustega. Peamine piirav tegur on vee vooluhulk, mis enamikul juhtudel ei tohi ületada 10-30 m<sup>3</sup>/h.

Saamaks soovitud võimsust, on võimalik kasutada mitut topeltpuurauk süsteemi või uurida sügavamaid veesooni.

### Puurauk soojusenergiasalvesti (BTES)

Kui pole võimalik kasutada sobivat veesoont, võib kaaluda puurauk soojusenergiasalvesti süsteemi kasutamist. Installeeritavate puurauksoojusvahetite (BHE) arv sõltub peamiselt rakenduse võimsusest.

Pinnasega vahetatav võimsus sõltub pinnase tüübist oa on tavaliselt ligikaudu 4-5 kW 100 m BHE kohta.

Puurauk soojusenergiasalvesti süsteeme mõjutavad põhitegurid on:

- Pinnase soojusjuhtivus
- Puutumatu pinnase temperatuur
- Puurimistingimused

Eestis on kogemus ATES ja BTES kasutamisel piiratud

## 4.2 Süsteemi kavandamine

Soojuse tootmiseks:

Soojuspumba väljundis saadav soojuslik võimsus = pinnasest saadud võimsus x 1,25

Külma tootmiseks:

Pinnasesse eemaldatud soojuslik võimsus = jahutusvõimsus soojuspumba väljundis x 1,25.

Pööratava süsteemi puhul, kus nii soojuse kui ka külma tootmine toimub geotermilise energia kasutamisega, on tavaliselt optimaalne geotermilise süsteemi dimensioneerimine küttevajaduse järgi.

## 4.3 Energiabilanss

Selles osas uuriti veesoone kasutamise võimalust. Sel juhul tuleb hinnata puuraukude teoreetilist sügavust (tuleb kõigepealt teha kindlaks, et antud sügavuses veesoon eksisteerib), ja topeltpuuraukude arv eelmises osas tehtud energiabilansi alusel.

Samal viisil, energiabilansi alusel, peab BHES-ide arv vastama BHES rakenduse võimsuse vajadusele.

## 5. Tasuvusaeg

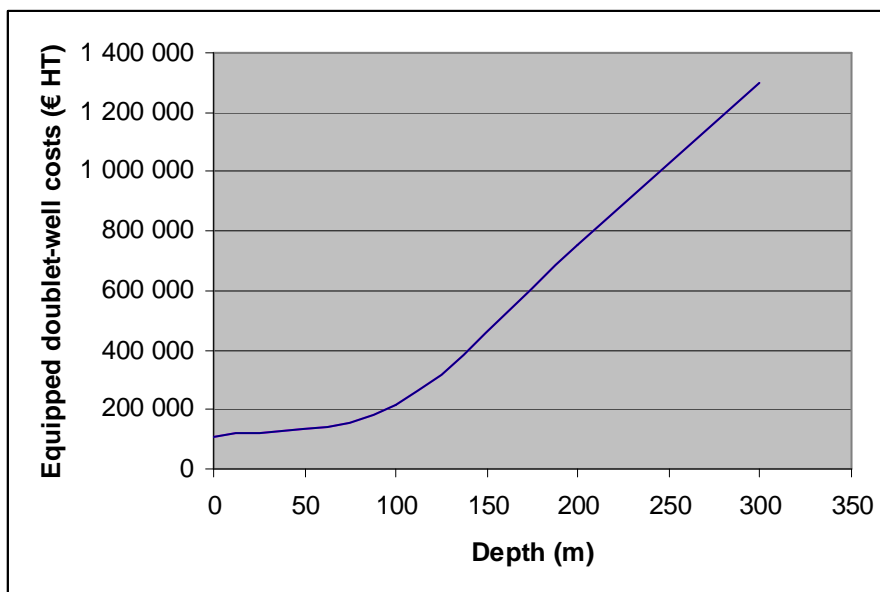
### 5.1 Investeeringukulude hindamine

See lõik piiritleb reeglid, mida kasutatakse geotermilise süsteemi teostamise investeeringukulude hindamisel.

Kuna Eesti kohta andmed puuduvad, saab teha investeeringukulude ligikaudse hindamise toetudes teiste maade andmetele.

Joonis Fig. 4 esitab investeeringukulud topeltpuuraugu ehitamiseks Prantsusmaal. Eesti jaoks võiks hinda vähendada ligikaudu 20% odavamama tööjõu tõttu.

### Veesoone ehituskulud



**Joonis 4 Komplekteeritud topeltpuuraugu investeringukulud**

### Soojuspumba maksumus

Soojuspumba paigaldamise maksumuseks hinnatakse tavaliselt 400-500 € /kW<sub>heat</sub>.

### Finantstoetus

Praegu ei ole riiklikku toetust saadaval, kuid olukord võib muutuda, kuna finantstoetuse paketid taaskasutuse jaoks on valitsusel päevakorras. Teades nii kulusid kui ka subsiidiumide määra, saab hinnata geotermilise rakenduse investeringukulusid.

Märkus: soovitatakse uurida mõlema geotermilise rakenduse tüübi (ATES ja BTES) elluviimise võimalusi, arvestamaks ökonoomsuse kriteeriumi.

## **5.2 Eksploatatsioonikulude hinnang**

Keskised kütuste hinnad on esitatud Tabelis 1.

Energiakandja	Keskmine hind (€/ MWh)
Gaas	25
Elekter	65
Kerge kütteõli	50

### Tabel 1– Keskmised energiahinnad

Hiljutised arengud maailma majanduses on näidanud energiahindade suurt volatiilsust, kuid üldiselt usutakse, et pikaajaline hindade suund on ülespoole, mis soodustab GE kasutamist.

Geotermilist energiat võrreldakse teiste võimalike lahendustega: olemasolevaga või sellisega, mida saaks teostada geotermilise rakenduse asemel.

Kui ei ole olemas kaugkütte-/kaugjahutusvõrke, on geotermilise rakenduse alternatiiviks tavaliselt õli, gaas või elektriküte koos heitsoojuse kasutamisega.

Esimeses lähenduses ei võeta arvesse erinevust hooldus- ja remondikuludes mõlema lahenduse vahel.

Neis tingimustes geotermilise rakendusega seotud kulud vastavad soojuspumba eksploatatsiooni kuludele.

Võib kasutada ligikaudset hinnangut soojuspumba (COP=4) elektritarbimise määramiseks:

$$\text{Elektri tarbimine soojuse tootmiseks} = \text{vajatav soojusenergia (kWh/a)} / 4$$

$$\text{Elektri tarbimine külma tootmiseks (kWh/a)} = \text{vajatav jahutusenergia (kWh/a)} / 3$$

Vahe mõlema lahenduse eksploatatsioonikuludes annab aastase energiasäästu (€ /a).

### 5.3 Tasuvusaja hindamine

Lihtne tasuvusaeg väljendub järgmise seosega:

$$\text{Tasuvusaeg (a)} = \frac{\text{geotermilise rakenduse investeeringukulud (€)}}{\text{aastase energiasäästu väärtus (€ /a)}}$$

Eeldatakse, et energiahinnad jäävad vaadeldava perioodi kestel konstantseks. Inflatsioonimäära rakendamine neile lühendaks tasuvusaegu märgatavalt.

	<b>BTES – HP</b>	<b>ATES – HP</b>
<b>Investeeringukulud (€/kW)</b>	1 000 –1 200	600 – 800
<b>Ekspluatatsioonikulud (€/kW, a)</b>	0	0
<b>Hoolduskulud (€/kW, a)</b>	0	0 - 30
<b>COP (-)</b>	4	4-5

<b>Energia hind (€/MWh)</b>	150 - 250	120 - 180
<b>Eluiga, maa-alune osa (a)</b>	40 - 100	20 - 100
<b>Eluiga, soojuspump (a)</b>	25	25
<b>Tasuvusaeg (a)</b>	5 - 10	5-10

**Tabel 2– Majanduslikud näitajad geotermilistele rakendustele Eestis**

Numbrid tabelis 2 kehtivad korrektselt kavandatud ja eksploateeritavate geotermilistele rakendustele. Ebaõige ehituse või eksploatatsiooni puhul võivad geotermilised energiasüsteemid osutada kallimateks ja vähem efektiivseteks.

Samuti tuleb tähele panna, et tabeli 2 numbrid tavaliste geotermiliste rakenduste kohta on peamiselt tuletatud kommertshoonete ja büroode kütte ja jahutuse jaoks. Heitsoojuse taaskasutuse kohta ei ole seni piisavalt kogemusi üldiste järelduste tegemiseks.

Tegelikud maasoojuse kasutamise süsteemide arvatud tasuvusajad on olnud piirides 3-15 aastat, mis näitab kui oluline on kohaliku olukorra arvestamine.

#### 5.4 Keskkonnavalused kaalutlused

Mõlema geotermilise ja võrdluslahenduse keskkonnamõju hinnatakse kasvuhooonegaaside emissiooni koguste järgi vastavalt kasutatavale energialiigile.

Kuna Eestis ligi 90% elektrist toodetakse madala efektiivsusega põlevkivikütel elektrijaamades, on CO<sub>2</sub> eriemissiooni väärtus suhteliselt kõrge. Kuid siiski võib olla eeliseid geotermilistel lahendustel võrreldes tavalistega. Pidades silmas elektrisüsteemi arengut tulevikus, suurenevad geotermilise energia eelised.

Energia liik	Keskmine eriemissioon (g CO <sub>2</sub> / kWh)
Gaas	240
Elekter	~1200
Kütteõli	270

**Tabel 3 – Kasvuhooonegaaside eriemissioonid**

## 6. Järeldused

Maasoojust on põhimõtteliselt võimalik kasutada igas tööstusharus ja teenindussektoris, kus on madalatemperatuurilise soojuse või jahutuse vajadus. Tegelik tasuvus sõltub konkreetsest olukorrast.

Järgides selles töös kirjeldatud etappe on võimalik saada esmane ettekujutus selliste rakenduste otstarbekusest Eestis kaasnevate investeeringute lihtsustatud hindamise alusel.

Geotermilise energia süsteemide kavandamisel on oluline soojusenergia vajadus. Parimad eeldused selliste süsteemide jaoks on:

- Nii kütte kui ka jahutuse vajadus
- Küte ja jahutus on sesoonselt nihutatud
- Jaotustemperatuur kasutuseks kütteks on madal ja jahutuse jaoks kõrge
- Vajalik võimsus (kW) on madal võrreldes vajatava energiaga (kWh)

Ilmselt vajavad üksikjuhtumid rohkem uuringuid kohapeal BTE; ATES või BTES ehitamiseks.

Eksperthinnangud jäävad oluliseks, hindamaks energiavajadust, määratlemaks geotermiliste lahenduste rakendamise võimalusi tööstuslikes tehnoloogilistes protsessides, maapinna geoloogilisi ja hüdrogeoloogilisi tingimusi, süsteemi valikut, seadusandlust jne.