



Технически инструменти в помощ на партньорствата на  
МСП за предоставяне на иновативни енергийни услуги

ВЕИ №6

Термопомпи

Април 2016 г.



Съфинансиран от Европейския съюз

## Информация за контакт

Reinhard Ungerböck  
Grazer Energieagentur GmbH  
Kaiserfeldgasse 13/1  
A-8010 Graz  
T: +43 316 811848-17  
E-Mail: [ungerboeck@grazer-ea.at](mailto:ungerboeck@grazer-ea.at)  
Website: [www.grazer-ea.at](http://www.grazer-ea.at)

## Превод и адаптация:

Черноморски изследователски енергиен център (ЧИЕЦ)

Този документ е разработен в рамките на проекта *Договори с гарантиран резултат плюс* (EPC+) и е публикуван на страницата му в интернет.

[www.epcplus.org](http://www.epcplus.org)

Задача: 4.2.  
Доклад: 4.2.



*Проектът EPC+ се финансира от Програмата за изследвания и иновации „Хоризонт 2020“ на Европейския съюз в рамките на споразумение за безвъзмездна помощ №649666. Съдържанието на тази публикация отразява единствено мнението на нейните автори и ИАМСП не носи отговорност за каквото и да е използване на включената в нея информация.*

## Съдържание

1. Въведение .....	4
2. Набор от мерки .....	5
2.1. Термопомпи .....	6
2.1.1. Техническо описание.....	6
2.1.2. Метод за изчисление.....	9
2.1.3. Начини за измерване и верифициране с цел оценка на спестяванията по отношение на конкретни договорени резултати .....	12

## 1. Въведение

Проектът EPC+ има за цел да помогне на партньорствата на МСП за предлагане на услуги по ДГР да намалят разходите си по сделките чрез стандартизиране на техническите мерки при изпълнението на договори с гарантиран резултат (ДГР).

Този документ е част от поредицата помощни материали, разработени в рамките на проекта, предназначени да послужат на доставчиците по ДГР като ръководство за стандартизиране на мерките (проектни параметри, методи за изчисление, технологични процеси). Текстовите модули на описанията може също така да бъдат използвани за комуникация с клиентите с оглед изграждането на доверие в предложените мерки.

За всяка мярка е дадено общо описание, а освен това са посочени проектните параметри и възможностите за приложение, както и случаите, в които конкретната мярка не е приложима.

### Метод за изчисление

В случаите, когато е приложимо, се описва методът за изчисляване разходите по изпълнението, експлоатацията и поддръжката и спестяванията, под формата на универсален, отворен калкулатор.

### Технологичен процес

Поради наличието на няколко участника и комуникационен интерфейс, в проекта на **плана на услугата** задължително се включва диаграма на процеса.

## 2. Набор от мерки

Всяка техническа мярка е придружена от общо и от подробно описание. Мерките са разделени на такива, които се отнасят до енергийната ефективност, и такива, които са свързани с оползотворяване на възобновяема енергия.

Мерки за енергийна ефективност:

1. Вътрешно осветление: светодиоди + система за управление
2. Хидравличен баланс на отоплителната система
3. Модернизация на помпите
4. Модернизация на електрическите двигатели
5. Нощно охлаждане
6. Системи за управление на ОВК
7. Системи за управление и мониторинг на потреблението в сградите
8. Обновяване/смяна на котлите за отопление
9. Енергийно-ефективни прозорци
10. Рекуперирание на топлина чрез продухване на индустриални парни котли

Мерки, свързани с използване на възобновяема енергия:

1. Битова гореща вода със слънчева енергия
2. Отоплителни системи на биомаса
3. Когенерация
4. Фотоволтаични панели
5. Вятърна енергия
6. **Термопомпи**

## 2.1. Термопомпи

### 2.1.1. Техническо описание

#### 2.1.1.1. Общо описание

##### Какво е термопомпа?

Термопомпите извличат топлина от земята, водата или въздуха и я използват за затопляне на помещения, и/или на вода. Техният принцип на действие е обратен на този на хладилниците. Хладилникът взема топлина от храната, която поставяме в него, и я изпомпва в кухнята, запазвайки храната студена. Термопомпите взимат топлина от земята (въздуха или водата) и я изпомпват в къщата, като я запазват топла. Климатичите и хладилниците са широко познати примери за термопомпи, но всъщност терминът „термопомпа“ е доста общ и се отнася до множество различни ОВК съоръжения, използвани за отопление или охлаждане на помещенията. Повечето термопомпи се захранват с електроенергия.

##### Как работи термопомпата?

Термопомпите използват като флуид охлаждащо вещество, което абсорбира топлината при нейното изпаряване в изпарителя, след което я освобождава в кондензатора, където тя се втечнява.<sup>1</sup>

##### Защо термопомпите са привлекателна мярка за съхраняване на енергия?

Термопомпите са добър заместител на уредите, използващи изкопаеми горива, и най-вече в случаите, когато е достъпна достатъчно като количество евтина електроенергия. Такава може да бъде електроенергията, произведена от фотоволтаични панели. Ако термопомпите се захранват с възобновяема електроенергия, то тяхното използване ще допринесе значително за декарбонизирането на потреблението на топлина в сградите.<sup>2</sup>

##### Видове термопомпи<sup>3</sup>

Съществува огромно разнообразие на термопомпени технологии, в зависимост от средата, от която се извлича топлината (земя, вода, въздух) и средата, която разпределя топлината в сградата (вода, въздух).

Много от тези технологии се предлагат на пазара, но само част от тях действително допринасят за постигането на енергийна ефективност. Изборът на технология зависи до голяма степен от климатичните фактори на средата, в която се предвижда инсталирането ѝ. Това е обяснено по-подробно в 2.1.1.3 и 2.1.1.4.

##### Термопомпи със земен източник

<sup>1</sup> Източник : Wikipedia

<sup>2</sup> Източник : Wikipedia

<sup>3</sup> Източник : <http://www.yougen.co.uk/renewable-energy/Heat+Pumps/>

- Дълъг тръбен контур, пълнен с вода и антифриз се заравя в земята. В зависимост от наличното пространство, той може да се разположи в хоризонтална траншея с дълбочина най-малко 1,5 м, или във вертикален сондаж.
- Течността в тръбата (или земния контур) поглъща топлина от земята, която е с постоянна температура между 8 и 12 градуса по Целзий през цялата година.
- Преминавайки през захранваната с електроенергия термopомпа, погълнатата топлина се отделя и течността се връща обратно в подземния контур.
- Термopомпата повишава топлината от земята до необходимите за отоплителната система нива и подгръва водата в буферния резервоар като за целта използва електроенергия.
- Отоплителната система се захранва от буферния резервоар.

Термopомпите с воден източник извличат топлина от езеро, река или поток.

#### Термopомпи въздух - вода

- Термopомпите въздух – вода извличат топлина от околния въздух чрез изпарителна серпантина.
- Използвайки електроенергия, термopомпата повишава топлината от въздуха до необходимите за отоплителната система нива и подгръва водата в буферния резервоар.
- Отоплителната система се захранва от буферния резервоар.

Типичната термopомпа въздух – вода се състои от две части:

- Вътрешна част, която включва буферен резервоар и система за управление;
- Външна част, в която чрез вентилатор се освобождава излишното охлаждане. На външен вид устройството прилича на телата на климатиците, които често се монтират на външните стени на сградите.

Термopомпите въздух – въздух извличат топлина от околния въздух, повишават температурата до необходимите нива и издухват топъл въздух в помещението или чрез въздухоотводи го разпределят по цялата сграда. Те може да се използват и за охлаждане (кондициониране).

По принцип всички тези технологии може да се имат предвид при предлагането на иновативни енергийни услуги, свързани с ДГР. Ограничения в това отношение може да наложат, обаче, хидрогеоложките характеристики на мястото, например близостта до повърхностни води, наличието на подземна вода и пр. Тези съображения са разгледани подробно в 2.1.1.3 и 2.1.1.4.

#### *2.1.1.2. Проектни параметри*

Кои параметри следва да се проучат при проектирането на мярката?

- Технически параметри:
  - Ефективност на термopомпата (за предпочитане изразена чрез сезонния коефициент на преобразуване (SPF))
  - Срок на експлоатация на термopомпата

- Енергийно потребление на термopомпата
- Избор на технология: земя/вода, вода/вода, въздух/въздух, въздух/вода
- Допълнителен избор, свързан с всяка технологична система: например вода от хоризонтални или вертикални кладенци и пр.
- Електрическо свързване към мрежата (волтаж, еднофазно или трифазно свързване, честота)
- Оперативни параметри:
  - Работни часове
  - Разходи за поддръжка
- Икономически параметри
  - Начална инвестиция
  - Настоящ разход за енергия
  - Процент на инфлация на цената на енергията
  - Лихвен процент

#### 2.1.1.3. *Случаи, в които мярката е подходяща за внедряване<sup>4</sup>*

- Термopомпите не са подходящи за всеки вид сграда. Те работят най-ефективно в добре изолирани сгради.
- Термopомпите изискват **подходящи уреди за излъчване на топлина**, тъй като те загряват водата до по-ниски температури от традиционните котли. Ето защо идеалното място за тяхното разполагане са извънредно добре изолираните сгради с **подово отопление**. Термopомпата може да се използва с радиатори, но за получаването на същото ниво на отопленост, са необходими **по-големи радиатори**. Голяма част от старите сгради са крайно неефективни по отношение на енергията и в тях не се използват подово отопление или нискотемпературни радиатори.
- За инсталирането на термopомпи със **земен източник** е необходимо **голямо външно пространство**, позволяващо разполагане на тръбите в траншеи. Те могат да се положат и в сондаж, но това би оскъпило инсталацията. В този случай е необходим и подходящ достъп за сондажните машини. **Геоложките характеристики** на околността също са важни при определянето на вида на термopомпата. Например, пясъчливата почва бързо се отцежда и не задържа добре топлината; следователно, термopомпите няма да работят ефективно в такава почва.
- Термopомпите с **въздушен източник** заемат доста по-малко място, но трябва да се разполагат на известна **дистанция от други тръбопроводи**. Това ги прави подходящи за използване в апартаменти и градски условия, особено където няма газопроводна мрежа или се налага смяна на електрическото отопление.

<sup>4</sup> <http://www.yougen.co.uk/renewable-energy/Heat+Pumps/>



#### 2.1.1.4. Случаи, в които мярката не е подходяща за внедряване

Инсталаторите на термopомпи много активно ги рекламират, но е важно да се знае, че те са подходящи само за конкретни приложения. Термopомпите предполагат сериозни капиталови разходи и може да се окаже, че ако бъдат инсталирани на погрешно място, тяхната експлоатация е много по-скъпа в сравнение със заменената система.

С оглед на описаното в предишната точка 2.1.1.3, термopомпите не са подходящи в следните случаи:

- Инсталирането на термopомпи с *въздушен източник* не е оправдано в климатични условия, при които разликата между външната и вътрешната температура не е достатъчно голяма за ефективното функциониране на термopомпата.
- В сгради, които не са достатъчно добре изолирани.
- В сгради, които не разполагат с подходяща система за излъчване на топлина (например подово отопление, големи радиатори).
- В сгради, които не са заобиколени от достатъчно обширно и достъпно пространство за инсталиране на тръбопровод (този критерий се отнася до избора на термopомпи със *земен източник*).
- В сгради, които са разположени в райони с неподходящи геоложки характеристики (този критерий се отнася до избора на термopомпи със *земен източник*).

#### 2.1.2. Метод за изчисление

От гледна точка на методологията, инсталирането на термopомпа представлява не само замяна на остаряло неефективно обpудване с ново, имащо по-добри характеристики. Тъй като термopомпите притежават по-ограничени модуляционни възможности, по-вероятно е те да се използват само за основно отопление на сградата, като се подсигурят и с „класическа“ отоплителна система (например кондензен котел), в случай, че се наложи включване на допълнителна мощност. С други думи, има два възможни сценария:

1. Съществуващата отоплителна система е достатъчно съвременна, за да може да се експлоатира в комбинация с нова термopомпа.
2. Съществуващата система, която произвежда топлина, е остаряла и трябва така или иначе да се смени.

Следователно, преди да се уточнят изходните данни за конкретния проект, трябва да се изяснят ограничаващите калкулацията условия, както по отношение на референтния сценарий, така и спрямо целевата ситуация. Допускат се два сценария:

- **Референтен сценарий ( $S_{reference}$ )** : Съществуващата система за производство на топлина е остаряла и трябва да бъде **изцяло сменена**.
- **Целеви сценарий ( $S_{target}$ )**: Съществуващата система за отопление ще се замени с **термopомпа, подсигурена с ново – модулиращо – обpудване за производство на топлина** (например кондензен котел). В този случай разходите, свързани с инсталирането на поддържащата

система трябва да се включат в анализа на технико-икономическата обосновка. В днешно време на пазара се предлагат комбинирани (хибридни) системи.

По-долу са изброени някои съществуващи методи за изчисление, като изрично е упоменато, че те са разработени за конкретни географски райони<sup>5</sup>, и е възможно да не може да се използват непосредствено за нуждите на страните – членки, в които се изпълнява проектът EPC+. Те, обаче, се препоръчват за целите на консултинга при разработването на специално предназначени инструменти.

- Правителство на САЩ / Департамент по енергетика  
Калкулатори за пестене на енергия и финансови средства за енергийно-ефективни продукти  
<http://energy.gov/eere/femp/energy-and-cost-savings-calculators-energy-efficient-products>
- Правителство на Канада / Природни ресурси  
Инструмент в помощ на предпроектните проучвания за инсталирането на термом помпени системи  
<http://www.nrcan.gc.ca/energy/software-tools/17889>

#### 2.1.2.1. Очаквани спестявания

Очакваните икономии, вследствие от инсталирането и експлоатацията на термом помпа, зависят от редица фактори, в това число:

- Цената на електроенергията в сравнение с цената на изкопаемите горива (например газ).
- Вида и ефективността на термом помпата.
- Референтния сценарий.
- Климатологичното разположение на сградата, в случая на термом помпи с въздушен източник.

Имайки предвид горните ограничаващи условия, очакваните спестявания се определят по следния начин:

Очаквани енергийни спестявания = потребление на енергия за отопление на сградата при целевия сценарий – потребление на енергия за отопление на сградата при референтния сценарий

Тъй като референтната ситуация не е известна, а целевата трябва да се проектира отделно за всеки случай, не си заслужава да се предоставя стандартен метод за изчисление.

#### 2.1.2.2. Инвестиционни разходи

В различните диапазони на мощност съществуват няколко термом помпени технологии. Следователно тук не бихме могли да посочим типична цена. Най-добре е да се обърнете към специализиран доставчик, или към квалифициран в областта член на партньорството на МСП, който може да даде точни параметри за инсталирането на подходяща система.

<sup>5</sup> Американските калкулатори са много добри, но използването на мерни единици, различни от системата SI, затруднява прилагането им в европейски условия.

Допълнително се начислява разход за инсталирането на поддържаща отоплителна система, например класически кондензен котел.

### 2.1.2.3. Експлоатационни разходи

Експлоатационните разходи са включени в разходите за експлоатация и поддръжка.

**Експлоатационните разходи** за производството на топлина чрез термopомпа се изчисляват с помощта на следната формула:

$$\text{Експлоатационни разходи} = (\text{Електрическа мощност на термopомпата} / \text{ефективност на термopомпата}) * \text{работни часове} * \text{разход на електроенергия}$$

Разходът на електроенергия има най-голям дял в експлоатационните разходи. Количеството електроенергия, необходимо за захранването на термopомпата зависи от ефективността на термopомпата. Тя се измерва чрез **коефициента на преобразуване (COP)**; произведената топлина на единица потребена електроенергия за изпомпване на топлината. Колкото по-висок е коефициентът, толкова по-ефективна е помпата. Коефициент на преобразуване 3 означава, че получавате 3 kWh топлина за всеки 1 kWh електроенергия, използвана за работа на термopомпата. По-високите стойности на COP показват относително по-ефективно производство на топлина.

Оценките на производителите на термopомпи относно техния коефициент на преобразуване трябва да се приемат внимателно и винаги трябва да се има предвид, че експлоатационните условия в реална среда не съвпадат с тестовите условия. Този проблем се решава чрез **сезонния коефициент на преобразуване (SPF)**, тъй като той взема под внимание външната температура, както и непостоянното потребление на топлина. Колкото е по-студено, толкова по-малко ефективна е термopомпата и толкова повече топлина е нужна. При меко време COP може да бъде около 4, но при температури под 8°C въздушната термopомпа може да достигне коефициент 2,5.

Най-правилният начин за оценяване ефективността на термopомпата по отношение на отоплителните системи, използващи изкопаеми горива, е като се изчисли **коефициентът на първичната енергия (PER)**, който отчита ефективността на генерацията на електроенергията.

Таблица 1: Ефективност на термopомпите

	Термopомпа въздух/вода	Термopомпа земя/вода (хоризонтална)	Термopомпа земя/вода (вертикална)	Термopомпа вода/вода	Газов котел (високоефективен)	Котел на нафта
COP (*)	3,2	4,9	4,9	5,7	X	x
SPF	2,7	3,7	4,2	3,0 - 4,0	X	x
PER	1,1	1,4	1,5	1,2 - 1,4	0,9	0,8

(\*) COP се изчислява съгласно стандарт EN14511:

Система земя/вода : земя 0°C – вода 35°C

Система вода/вода : вода 10°C – вода 35°C

**Разходите за поддръжка** на термopомпата са свързани с нейните работни часове. Освен това, няколко държави – членки наложиха изисквания за проверка на правилното функциониране на термopомпите, както и на херметичността на контура на охлаждащия агент. Поради тази причина разходите за поддръжка на термopомпите варират в широки граници. И в този случай е най-добре да се обърнете към специализиран доставчик, който може да предостави конкретни параметри.

Допълнително се начисляват разходите за експлоатация и поддръжка на поддържащата система за производство на топлина, например класически кондензен котел.

#### *2.1.2.4. Очакван експлоатационен живот на мярката и свързаните с това разходи за смяна (ако има)*

Очакваният експлоатационен живот на термopомпената система зависи от конкретната технология:

- Термopомпите вода/вода и земя/вода имат експлоатационен срок ок. 25-30 години. Топлообменниците се изработват от полиетиленови тръби с висока плътност, чиято продължителност на живот се изчислява на ок. 50-100 години. Тръбите може да изискват междинно почистване.
- Системите въздух/вода са изложени на повече външни влияния и затова техният експлоатационен живот се оценява на 15-20 години.

Срокът на експлоатация на поддържащата система за производство на топлина е ок. 15-20 години.

#### *2.1.2.5. Анализ на дисконтирания паричен поток и нетната настояща стойност*

За извършването на анализ на дисконтирания паричен поток, вкл. нетната настояща стойност, може да се използват инструментите, разработени по проекта, които са на разположение на [www.epcplus.org/energy-service-packages/](http://www.epcplus.org/energy-service-packages/).

### **2.1.3. Начини за измерване и верифициране с цел оценка на спестяванията по отношение на конкретни договорени резултати<sup>6</sup>**

Проектът EPC+ разглежда мерките за енергийна ефективност за МСП. Това не предполага разширени процедури, свързани с измерване и удостоверяване на резултатите. Следователно трябва да се търси баланс между събирането на достатъчно данни и гарантиране икономическата ефективност на процеса на събиране на данни.

Препоръчва се прилагането на Международния протокол за измерване и удостоверяване на резултатите: Метод за обновяване, при който се взимат под внимание едновременно „резултатите“ и „експлоатационното време“ при изчисляването на подобрените енергийни характеристики.

<sup>6</sup> Критерий: минимално усилие, но качествено доказателство за стабилно изпълнение и постигане на сериозни резултати, а не само инсталиране

### *2.1.3.1. Необходими данни за анализ при **референтния сценарий***

За един пълен представителен отоплителен сезон (календарна година) трябва да се съберат следните данни

- Потребление на гориво от съществуващата отоплителна система (например природен газ) и цена на горивото.
- Отоплителни ден градуси за референтния период.
- Нормативни стойности на отоплителната система (например параметри на вътрешен комфорт).

Всяка функционална промяна в използването на сградата, или планирането на такава, трябва да се документира.

Най-добре е да се съхранява информацията относно нивото на вътрешен комфорт в сградата: например, дали са постъпвали оплаквания от ползвателите на сградата?

При положение, че няма информация за потреблението на гориво, трябва да се направят оценки въз основа на експертни допускания и фактури.

### *2.1.3.2. Необходими данни за анализ при **целевия сценарий: термopомпа + поддържаща система***

При целевия сценарий трябва да се съберат следните данни за един пълен представителен отоплителен сезон (календарна година):

- Потребление на електроенергия от термopомпата и цена на електроенергията.
- Потребление на гориво от поддържащата система (например употреба на природен газ от кондензния котел) и цена на горивото.
- Нормативни стойности на отоплителната система.
- Отоплителни ден градуси.

Функционалните промени в използването на сградата трябва да се документират, както и обратната информация по отношение на нивата на вътрешен комфорт в сградата, ако е налична.