



RESOR - Megújuló Energiaforrások
(Renewable Energy Sources)
mint a vidéki területek fejlesztési lehetősége



Modul száma:
Geotermikus energia

készítette: New Edu, n.o.

Geotermikus energia

- a szó a Föld belsejéből származó hőre utal
- hasznosítható:
 - közvetlenül fűtésre vagy áramtermelésre
 - közvetetten hőszivattyús felhasználásra
- a geotermikus energia alkalmazásokban a föld vagy a víz természetes hője kerül hasznosításra

Geotermikus energia

- Fűtésre való közvetlen felhasználás:
 - a felszín alatti víz magasabb hőmérséklete kerül felhasználásra
 - ez a technológia olyan területekre korlátozott, ahol a természetben előfordulnak termálforrások, vagy ahol a felszín alatti víz hőmérséklete a magasabb, 38-120°C-os tartományban van
 - ezt a vizet termálfürdők, üvegházak vagy épületek fűtési rendszerei használják
- Áramtermelésre való közvetlen felhasználás:
 - ez a technológia korábban 150°C-nál melegebb vizet hasznosított
 - a modern technológia kezdte lehetővé tenni, hogy 150°C-nál alacsonyabb hőmérsékletű vízzel is lehessen áramot fejleszteni

Geotermikus energia - definíció

- a geotermikus energia nem azonos a 4 000 °C-nál magasabb hőmérsékletű forró magzónából származó, megújuló energia felhasználásával
 - **Azonban a kimeríthetetlen tartalékok miatt annak minősül**
- a kőzetekben lévő vulkanikus repedéseken keresztül éri el a felszínt
- a felszínt lassan átjárva hőáramok keletkeznek, melyek értéke átlag $0,063 \text{ W/m}^2$
- a Föld felszínéhez közel a geotermikus hőáramot indukáló hőmérsékleti gradiens körülbelül 30°C/km -nek felel meg

Geotermikus energia - definíció

- az ennek eredményként kialakuló energia magas, de olyan nagy területen oszlik meg, hogy a sűrűsége nagyon alacsony
 - sokkal alacsonyabb, mint a napsütésből, tiszta időben származó hőáram sűrűsége
- ez ennek az energiának a felhasználását megnehezíti. Azonban az olyan régiókban, ahol szokatlanul nagy geotermikus források vannak, a geotermikus gradiens az átlagnál nagyobb
 - az ilyen helyeken 1 500-2 500 m-es mélységben már akár 200°C is lehet

Geotermikus energia - Forrásai

- A magas felszínalatti vízszinttel rendelkező helyekre normál gradiens jellemző:
 - melegvizes források, a víz hőmérséklete eléri a kb. 200°C-ot, szennyezőanyagok a K, Ca, Au
 - a fumarólák forró magmából előtörő gázokat vagy hőszugárzással felmelegített vízgőzt juttatnak a felszínre, az így előtörő anyag hőmérséklete meghaladhatja az 1000°C-ot
 - iszapvulkánok, szilárd szemcsés anyagot nagy mennyiségben tartalmazó termálforrások
 - gejzírek, rendszerint termálforrások táplálják, hőmérsékletük akár a 140°C-ot is eléri



<https://www.flickr.com/photos/rwhgould/5991413927>

Geotermikus energia - Forrásai

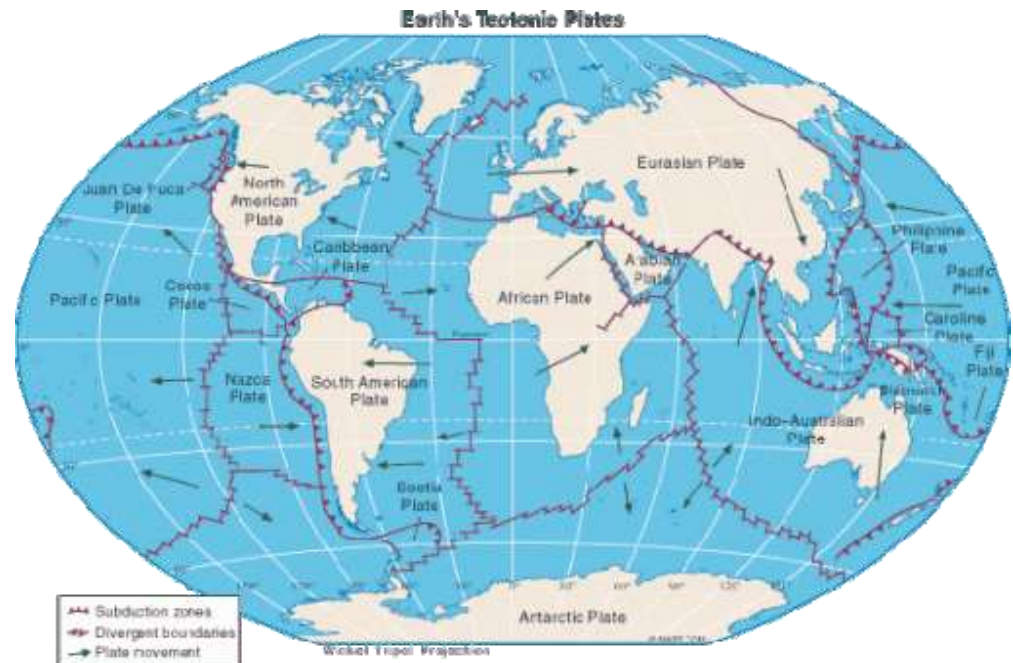
- Hipertermikus mezők, vízzel vagy gőzzel telített rések:
 - száraz - a forró kőzetben túlmelegedő és a víztározóba jutó vízgőz formájában
 - nedves - a víz folyékony formában kerül a felszínre, és a nyomásváltozás miatt alakul gőzzé



<https://www.science.org.au/curious/technology-future/feeling-heat-geothermal-energy>

A geotermikus energia elérhetősége

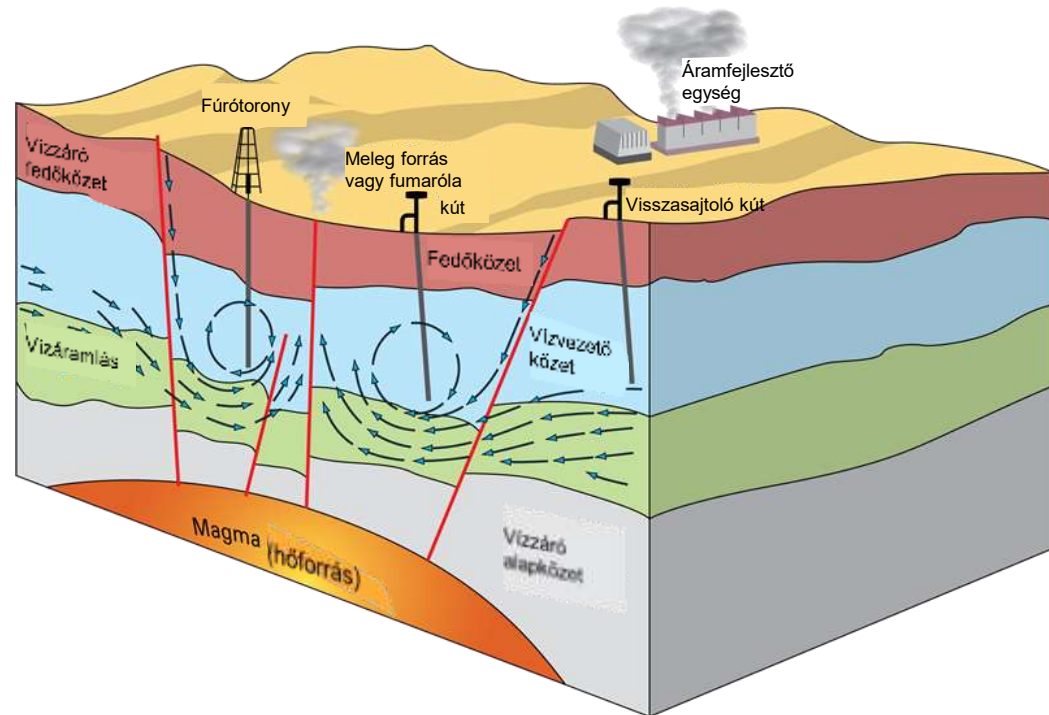
- A Föld litoszférájában, az óceán szintjétől számított 30-60 km-es mélységben lehetnek tavak, amelyek ha az olvadt köpennyel találkoznak, akkor száraz vagy nedves gőzréteg keletkezik, amely a felszínre tör



A Föld tektonikai törésvonalai (The True Mount Sinai 2019.)

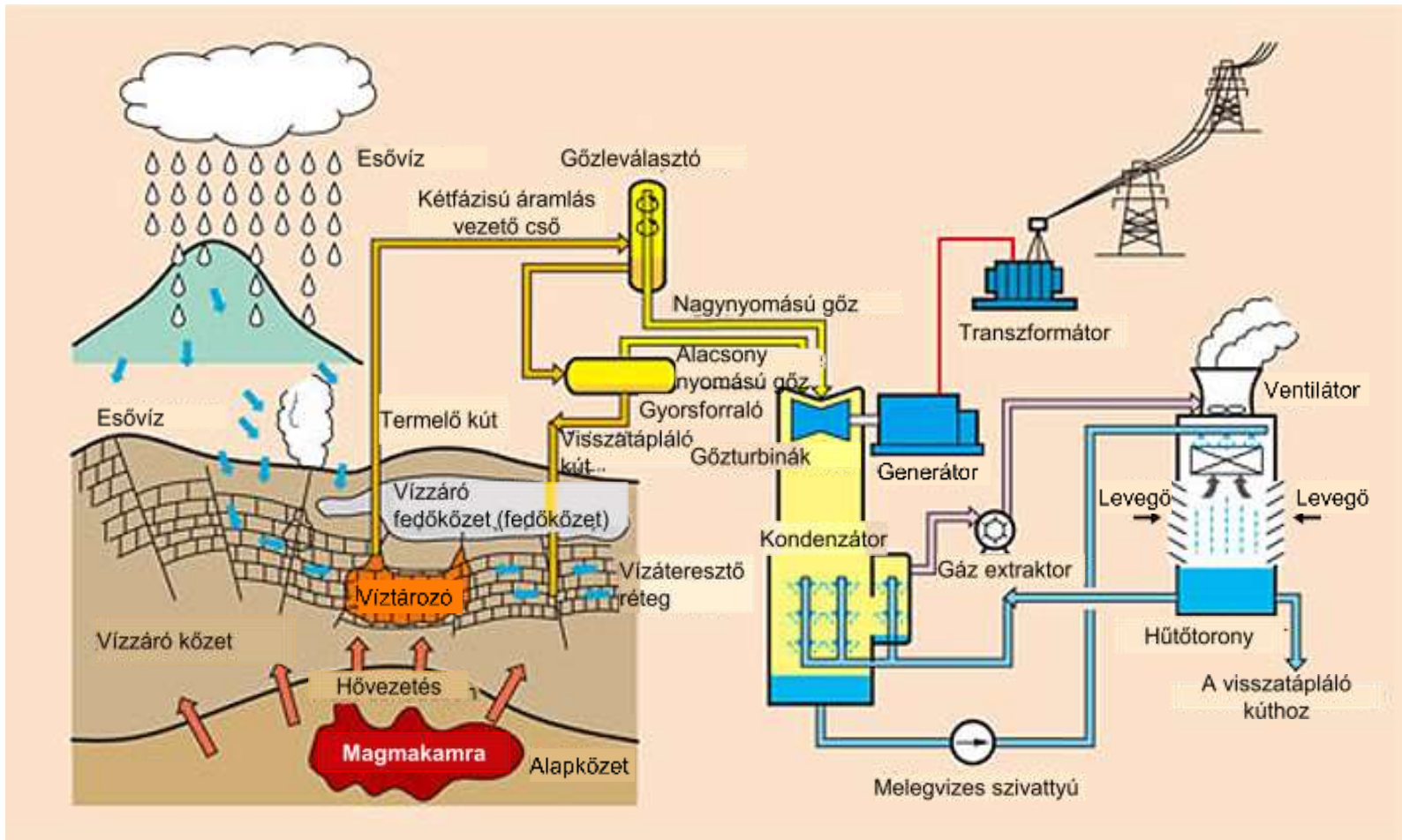
Geotermikus energia - Termelése

- geotermikus erőforrásokat hasznosító áramfejlesztési technológiák:
 - nedvesgőzös erőművek,
 - szárazgőzös erőművek,
 - kettős ciklusú erőművek
 - kombinált nedvesgőzös-kettős ciklusú erőművek



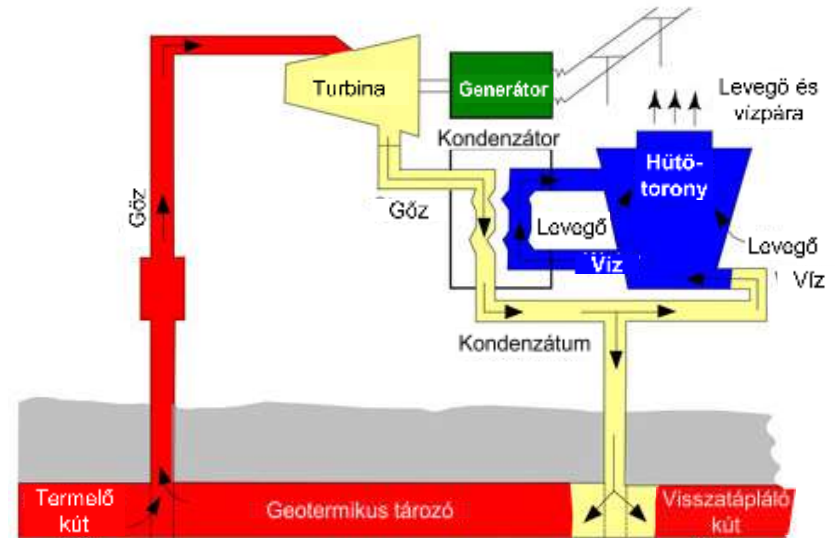
<https://busy.org/@techlife/renewable-energy-how-geothermal-energy-works>

Geotermikus erőművek



Szárazgőzös erőművek

- Szárazgőzként hasznosítva, rendszerint 235°C felett
- Majd ezt a gőzt a turbinák és a generátorok közvetlen meghajtására használják
- Ez az egyik legrégebbi és legegyszerűbb működési elv, és a mai napig használatban van, mert így lehet geotermikus forrásokból a legolcsóbban villamos áramot előállítani



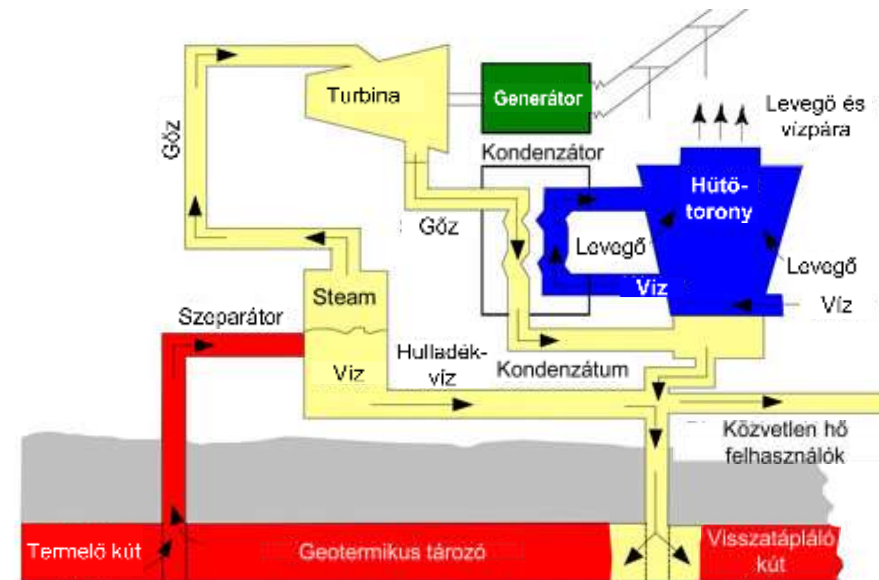
Colorado Geological Survey, 2020.

Landerello, a világon elsőként épített geotermikus erőmű



Nedvesgőzös erőművek

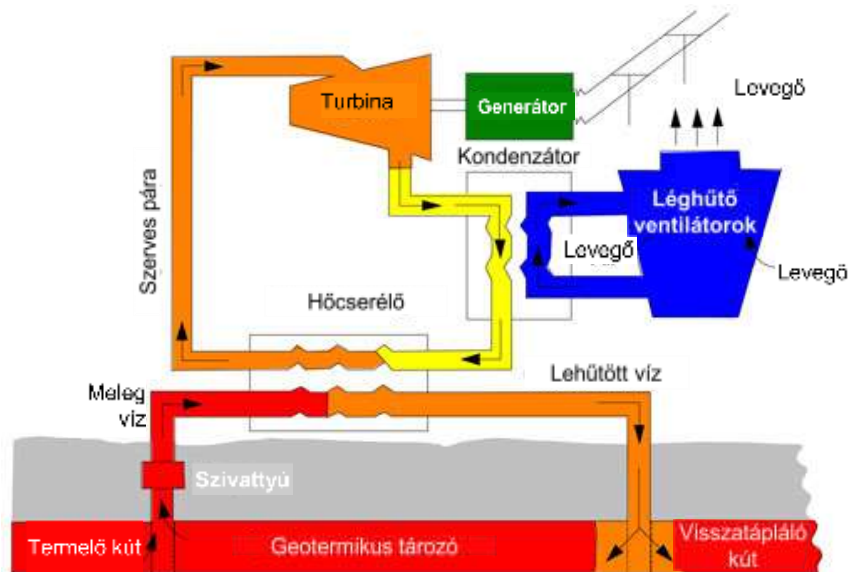
- geotermikus víztározóból származó, nagy nyomás alatt lévő, 182°C-nál melegebb víz kerül felhasználásra
- a vizet a víztározóból a felszínen lévő erőműbe juttatva a nyomás csökken
- a meleg víz gőzzé alakul, és egy turbinát hajt meg
- a gőzzé alakult víz visszakerül a tározóba, hogy újrafelhasználásra kerüljön
- a legmodernebb geotermikus erőművek ezt a működési elvet alkalmazzák



Colorado Geological Survey, 2020.

Kettős ciklusú geotermikus erőművek

- a kettős ciklusú működésnél felhasznált víz hőmérséklete alacsonyabb, mint a más, geotermikus forrásokból villamos áramot generáló módszerekben használt vízé
- a folyadék a forrásponthoz közeli hőmérsékleten gőzzé alakul és meghajtja a turbinát és a generátort
- előnyei:
 - a folyamat nagyobb hatékonysága
 - a felhasznált víz visszakerül a tározóba, így a hő- és vízveszteség minimális mértékűre csökken
- Az újonnan tervezett geotermikus erőművek legtöbbször ezt a működési elvet fogja használni

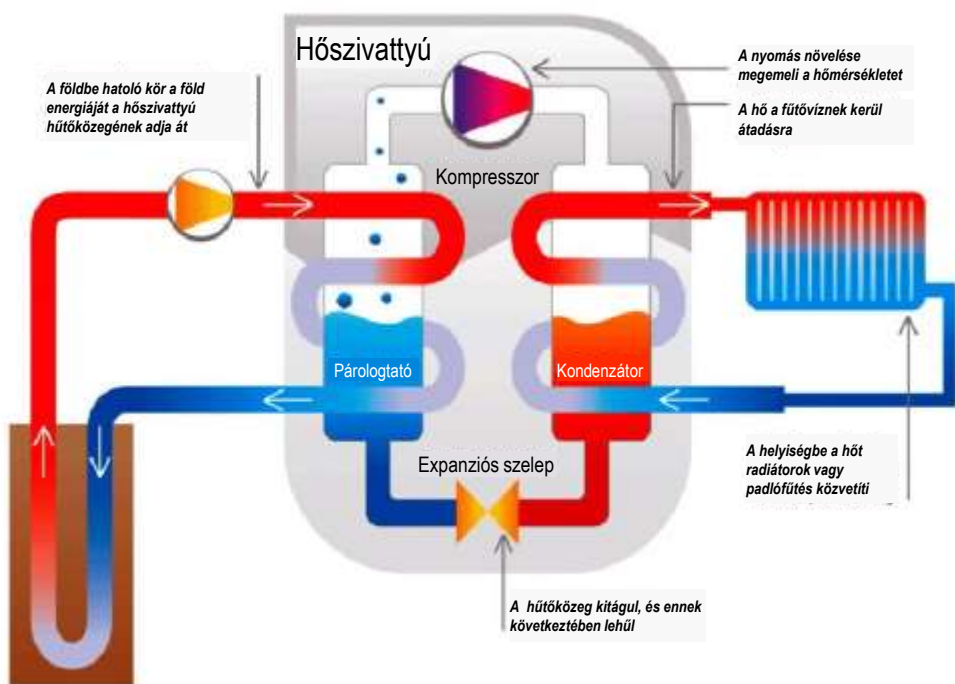


Colorado Geological Survey, 2020.

Geotermikus hőszivattyúk

- a geotermikus energia hasznosításának egy másik érdekes módja a fűtés
- a működési elv a geotermikus folyadékok egyszerű felhasználása, ahol a víz hőmérséklete egy hőcserélőben kerül átadásra, majd csővezetéken kerül a lakás vagy más épület radiátorába

Hőszivattyú

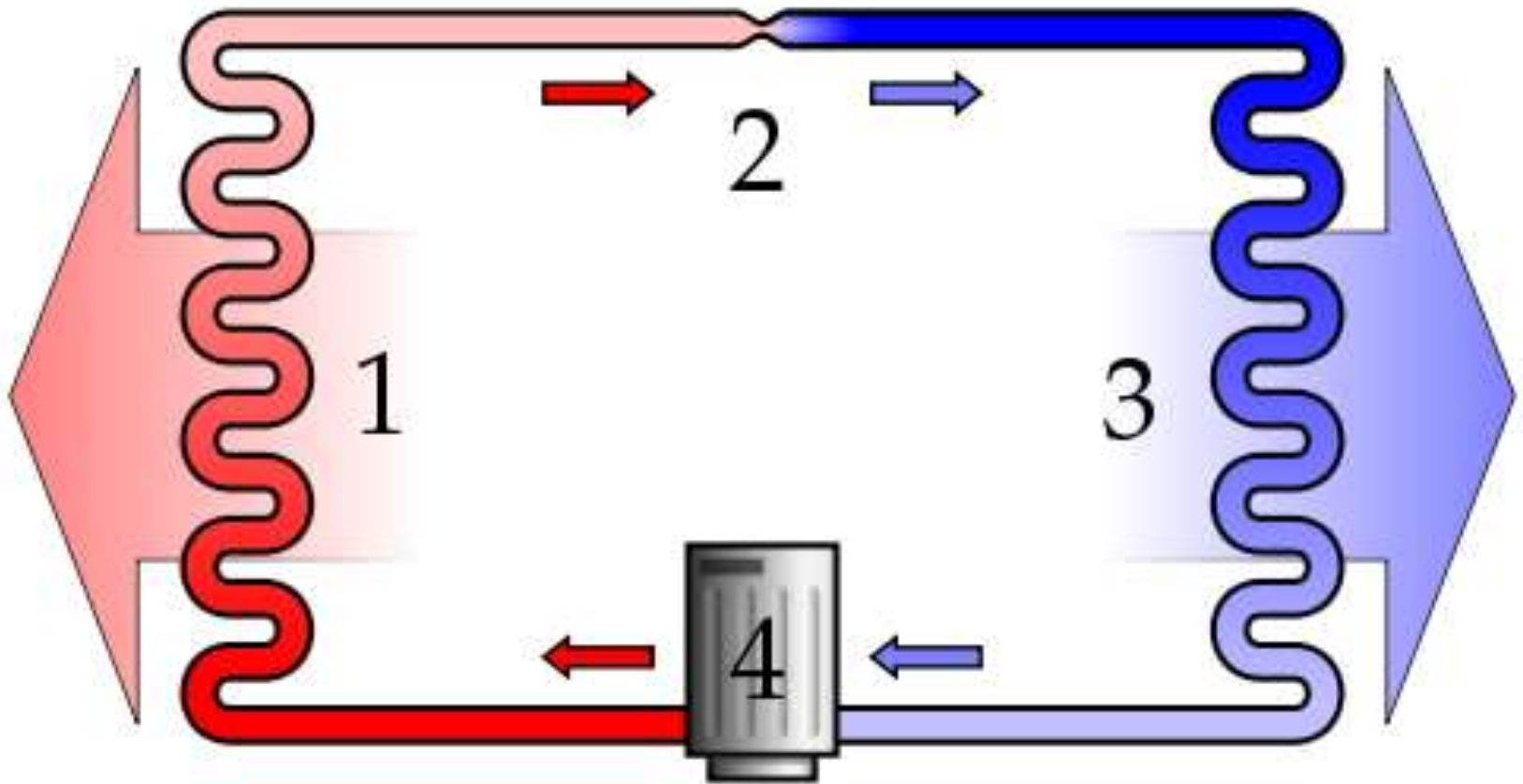


- a hőszivattyú a földben, vízben vagy levegőben lévő hőenergiát használja fel
- a hőszivattyú képes a pár fokkal a nulla fok feletti hőmérsékletű, és így épületfűtésre nem használható vizet termikusan feljavítani, egy magasabb, már megfelelő hőmérsékletre

Hőszivattyú működésének 4 szakasza

- 1. Párologtatás:** A hőszivattyúban keringő hűtőközeg kivonja a levegőből, vízből vagy a földből a hőt, majd ennek hatására folyadékból gáz halmazállapotra vált, azaz elpárolog.
- 2. Kompresszió:** A hőszivattyú kompresszora összenyomja a gázállapotú hűtőközeget, így az több fokkal melegebb lesz, a kompresszió elve alapján (mivel a magasabb nyomás növeli a hőmérsékletet). Ezzel az alacsony hőmérsékletű hőt magasabb hőmérsékleti szintre, 80°C körüli értékre emeli.
- 3. Kondenzáció:** A felfűtött hűtőközeg egy második hőcserélő által a vizes radiátorokba kerül, majd lehűl és kicsapódik, és ezzel hőt ad át a víznek. A fűtőcsövek a szobába szállítják a hőt, majd az a szobába sugárzódik, és a lehűlt víz a hűtőkörben visszakerül a másodlagos hőcserélőbe, ahol újramelegszik.
- 4. Tárgulás:** A hűtőközeg áthalad az expanziós szelepen, vissza az első hőcserélőhöz, ahol újra felfűtésre kerül.

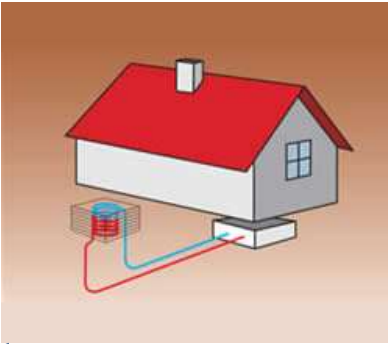
Hőszivattyú működésének 4 szakasza



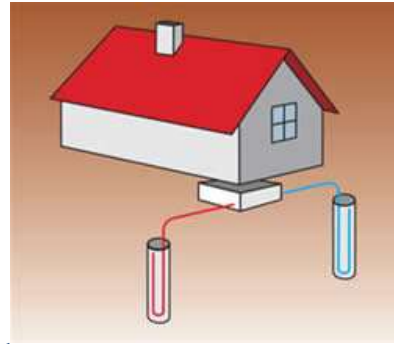
A hőszivattyúk típusai

- A hűtött-fűtött közeg szerint a hőszivattyúkat az alábbi csoportokba sorolhatjuk be:
 - levegő/víz - univerzális típus, központi fűtés
 - levegő/levegő - kiegészítő hőforrás, meleglevegős fűtés, légkondicionálás
 - víz/víz - hulladékhő felhasználása, geotermikus, központi fűtés
 - fagyálló/víz - univerzális típusú központi fűtés, a hő gyakran talajszonda vagy talajkollektor eredetű
 - víz/levegő - meleglevegős fűtőrendszerek

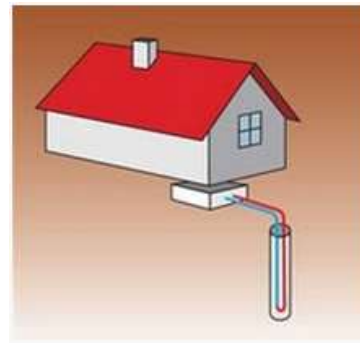
A hőszivattyúk típusai



Levegő/víz
hőszivattyú
működési elve
(Ekowatt, 2008.)



Víz/víz
hőszivattyú
működési elve
(Ekowatt, 2008.)



Talajkollektoros
hőszivattyús
rendszer
(Ekowatt, 2008.)



Talajszondás
hőszivattyús
rendszer
(Ekowatt, 2008.)

Hőszivattyú természeti erőforrásai

Természeti hőforrás	Hőmérsékleti tartomány [°C]
Szabadlevegő	-10 - -15
Elhasznált levegő	15 – 25
Felszín alatti víz	4 – 10
Felszíni vizek (tó, folyó, ...)	0 – 10
Geotermikus víz	15 – 90
Kőzetek	0 - 5
Föld, talaj	0 – 10
Szennyvíz	> 10

A hőszivattyú felhasználási célja

- **Fűtés:**
 - a hőszivattyúk energiatakarékos fűtőrendszerekhez (pl. padlófűtés/falfűtés) általánosságban alkalmazhatóak
 - az újabb fejlesztések nagyobb teljesítményű hőszivattyúkat kínálnak, melyek minden féle (nem csak az alacsony energiafelhasználású) családi házhoz és minden típusú fűtési rendszerhez megfelelőek
 - a hőszivattyúval nyert hatékonyság és költségmegtakarítás annyival nagyobb, amennyivel több energiát kell az épületbe juttatni

A hőszivattyú felhasználási célja

- **Vízmelegítés:**
 - számos hőszivattyú rendelkezik beépített melegvíztartállyal
 - a vízmelegítés általában elsőbbséget élvez a fűtéssel szemben, azaz a hőszivattyú először a vizet melegíti fel, és utána ad le hőt a fűtőrendszernek

A hőszivattyú felhasználási célja

- **Hűtés:**

- a hőszivattyú gyakran hűtési funkciót is kap
- ez esetben a hőszivattyú fordítva működik - hőt von el a helyiségből, azt a munkaközeg segítségével lehűti, és a hő a szabadba távozik

Mielőtt belevágnánk egy hőszivattyús projektbe...

...számos fontos tényezőt kell átgondolni:

- **Rendeltetés:**

- elektromos hőszivattyú típusa, funkciója, szükség van-e kiegészítő hőforrásra, stb.

- **Fűtési rendszer:**

- a hőszivattyúk az alacsony hőmérsékletű fűtési rendszereknél a legjobbak - pl. padlófűtésnél

- itt a hőszivattyúnak kisebb felhasználható hőenergiát kell biztosítani, így a rendszer hatékonyan tud működni

Mielőtt belevágnánk egy hőszivattyús projektbe...

...számos fontos tényezőt kell átgondolni:

- **Alacsony potenciálú hőforrás:**

- a hőforrás hozamán, tisztaságán és hőmérsékletén túl figyelembe kell venni annak távolságát a hő felhasználásának helyétől
- ehhez kapcsolódik a kezdeti beruházás mértéke is - a csővezetékek, a kürtők mennyisége, a fúróluk mélysége, a szűrő költsége, a víztisztítás stb.

- **Működési mód:**

- a kompresszor és a szivattyú működtetésének vannak költségei (rendszerint áramköltségek), a jósági fok meghatározása
- minél kisebb a különbség a hűtőközeg lecsapódási és párolgási hőmérséklete között, annál nagyobb a hőszivattyú hatékonysága
- a téli hónapok az irányadóak, ekkor a legalacsonyabb a környezeti hőmérséklet, és ekkor van a legnagyobb szükség a hőre

A geotermikus energia használatával kapcsolatos kockázatok

- **ökológiai szempontok:**
 - a geotermikus energia kiaknázásakor kellemetlen, vegyi anyag szag, főként ammónia és kénszag kerül kibocsátásra
 - ezalatt az átalakulás alatt az energia nagy része elvész
 - ez a termelés működési elve alapján nyilvánvaló



Pozitívumok és negatívumok

- megújuló energiaforrás
- ismert és jól kidolgozott technológia
- az ár összevethető a más energiaforrások felhasználásával termelt villamos energiáéval



Pozitívumok és negatívumok



- korlátozott lehetőségek
- geológiai viszonyoktól függ
- alacsony energiahatékonyság, amely a munkaközeg elérhető hőmérsékletétől függ
- magas kezdeti beruházást igényel,
- nagy a vízfogyasztása