

Trembulyák Attila - nappali, építőmérnök BSc III.  
Vakály Barbara - levelező, építőmérnök BSc III.

# **GEOTERMIKUS ENERGIA FELHASZNÁLÁSÁNAK MÓDJAI, TERMÁLVÍZZEL TÖRTÉNŐ ÉPÜLETFŰTÉS**

*Possible ways of using geothermal energy, heating buildings with termal water*



**TARTALOMJEGYZÉK**

\_Toc307767704

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. BEVEZETÉS.....</b>                                     | <b>3</b>  |
| <b>2. GEOTERMIKUS ENERGIA .....</b>                          | <b>4</b>  |
| 2.1 Geotermikus energia általános bemutatása.....            | 4         |
| 2.2 Hazánk geotermikus adottságai .....                      | 4         |
| <b>3. VERESEGYHÁZI TERMÁLVÍZ ÜZEMŰ KÖZMŰ BEMUTATÁSA.....</b> | <b>9</b>  |
| 3.1 Geotermikus energia hasznosításának szabályai .....      | 10        |
| 3.2 Vízgazdálkodással kapcsolatos szabályozások.....         | 11        |
| 3.3 Geotermikus hőszivattyúk .....                           | 12        |
| 3.4 Veresegyházi geotermikus energia hasznosítása .....      | 24        |
| <b>4. FOGALOMTÁR .....</b>                                   | <b>37</b> |
| <b>5. IRODALOMJEGYZÉK.....</b>                               | <b>39</b> |
| <b>6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....</b>                          | <b>40</b> |

**1.**

**BEVEZETÉS**

Dolgozatunk során bemutatjuk a geotermikus energia felhasználásának lehetséges módjait és foglalkozunk a hőszivattyúval történő energiakinyeréssel. Részletesen tárgyaljuk a termálvízzel történő épületfűtést, és bemutatunk egy olyan megvalósult projektet, amely 1993. óta folyamatosan bővül és példaértékű Magyarországon a geotermikus energia felhasználás szempontjából. Továbbá összehasonlításra kerül a hagyományos és geotermikus energiafelhasználás. A Kárpát-medence területén a geotermikus adottságok nagyon kedvezőek, főként Magyarországon. Itt található a legnagyobb terület Közép Európában, ahol a földi hőáram jelentősen meghaladja a világtátlagot.

A dolgozat további célja bemutatni a Nap nyújtotta adottságok energiafelhasználási lehetőségeit, melyet Földünk raktároz, mivel a fosszilis energiaforrásaink végesek.

## 2.

## GEOTERMIKUS ENERGIA

### 2.1 Geotermikus energia általános bemutatása

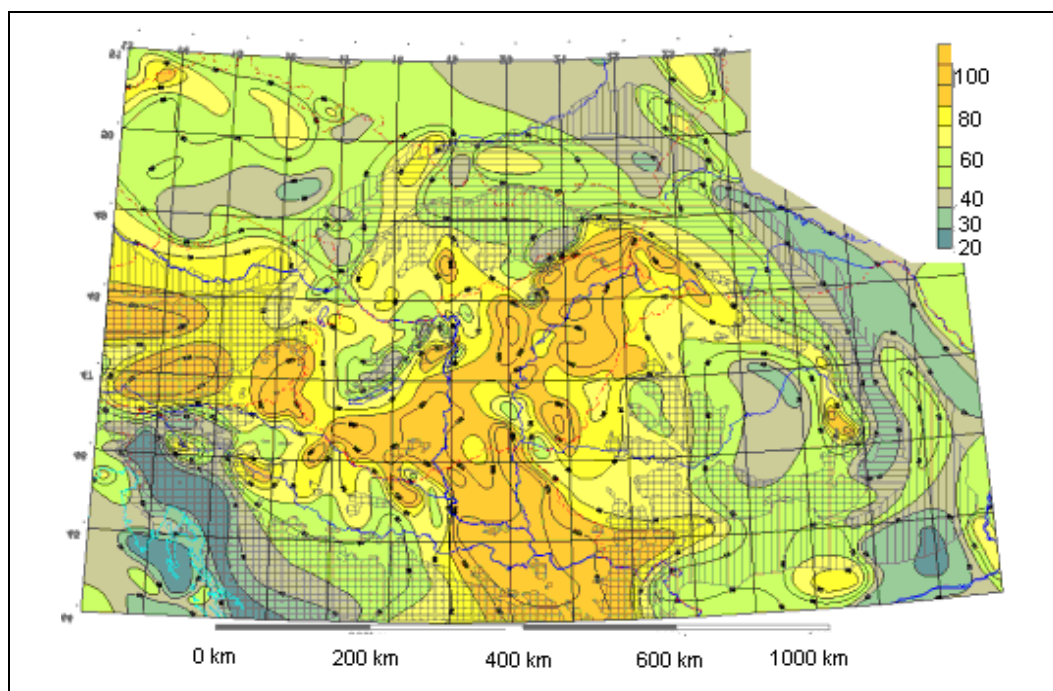
A geotermikus energia a földkéregben tárolt hőenergia. A föld magját alkotó magmából és a napsugárzásból töltődik rendszeresen, de a nyári hűtési üzemmóddal mi magunk is töltünk vissza némi hőenergiát. A geotermikus energia forrása a föld magjából áramló hőenergia és a napsütésből a földkéreg által elnyelt és tárolt energia. Az évszakok megszokott körforgása folyamán ez az energia minden évben kiegészül.

### 2.2 Hazánk geotermikus adottságai

A Kárpát-medencében különösen hazánk területe alatt a földkéreg vékonyabb, ezért a geotermikus adottságaink kedvezőek. Közép Európában Magyarország a legnagyobb olyan terület, ahol a földi hőáram jelentősen meghaladja a világtátlagot.

*Hőáram:* ugyanabban a mélységben mért gradiens érték és ugyanarra a mélységre megállapított hővezető-képesség szorzata ( $W/m^2$ ).

Ezeket a számunkra kedvező paramétereket mutatja az 1. ábra.

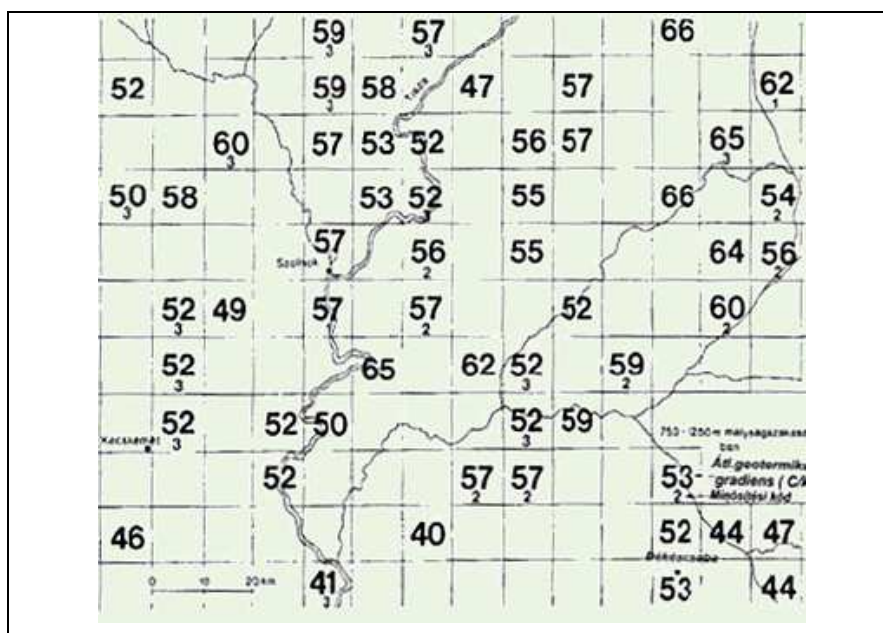


1. ábra

(forrás: <http://www.napcsapda.hu/geotermikus.html>)

Az egységnyi mélységnövekedéshez tartozó hőmérsékletemelkedést jelentő geotermikus gradiens átlagértéke a Földön általában  $0,020-0,033\text{ }^{\circ}\text{C/m}$ , nálunk pedig általában  $0,042-0,066\text{ }^{\circ}\text{C/m}$  (2. ábra). A fenti termikus adottságok miatt nálunk 1000-2000 m mélységben a réteghőmérséklet eléri, sőt meg is haladja a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot (Alföld területe). A hőmérsékleti izotermák 3000 m mélységben már  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  feletti hőmérséklettel rendelkező mezőket fednek

fel. A magas talajhőmérséklet, a hévizek, a legalább 30 °C-os rétegvíz mind kedveznek a hőszivattyús technológiának.



2. ábra

(forrás: <http://www.foldenergia.siteset.hu/index.php?m=14099>)

Hazánkban igen kedvező lehetőségei vannak a geotermikus energiával történő fűtésnek, vízmelegítésnek és a nyári lakáshűtésnek. Leginkább a földhő használható energiaforrásnak, melyet talajvízből, folyó- vagy tóvízből 50-100 m mélyen elhelyezett szondákkal kinyerve hasznosítunk. A talajvíz és a kőzetek hőmérséklete, szemben a napenergiával, télen sem csökken, segédűtés nélkül is ellátja feladatát.

A földhő fluxusa hazánk felszínén 0,09 W/m/óra, 100 m mélységben eléri a 0,11 W-ot. Az 1 km<sup>2</sup>-en 90 MW nyerhető vele, hazánk egész területén 8100 MW, közel annyi, mint a háztartások összes hőigénye.

Annak eldöntésére, hogy alkalmas-e fűtésre a hőszivattyú vagy nem, egy-egy esetben a munkaszám ad támpontot, azaz, hogy a hőszivattyú által leadott energiamennyiség hány-szorosa a működtetéshez felhasznált elektromos energiának. Az elérhető munkaszám elsősorban a hőforrás és az előremenő hőmérséklet különbségétől függ. A hőfokkülönbség 1 °C-os csökkentésével 2,5 % elektromos energia-megtakarítás jár együtt. A talajvíz a hőszivattyúk működtetésének ideális eleme, mivel egész évben rendelkezésre áll, hőmérséklete pedig viszonylag állandó. Olyan házakban, amelyeknek minden helyiségében padlófűtés működik, csak 35 °C-os előremenő vízhőmérsékletre van szükség. Ebben az esetben az éves munkaszám 4, szélsőséges esetben akár 6 is lehet. Még 55 °C-os előremenő hőmérséklet mellett is megvalósítható a hőszivattyú monoenergikus alkalmazása.

A legtöbb energiát a Nap szolgáltatja. Közel 17.000-20.000-szer több energiát juttat évente a földre, mint amennyire az emberiségnek szüksége van (3. ábra). Ezt az energiát a Föld eltárolja a levegőben, a talajban és a vizekben. A leghatékonyabban a talaj tudja tárolni a Nap energiáját. Ezért, amikor egy hőszivattyú talajhőt használ hőforrásként, akkor részben geotermikus energiát, részben a földben eltárolt napenergiát használja. E két energia aránya attól függ, hogy milyen kialakítású a hőszivattyús rendszer. Például a talaj kollektoros

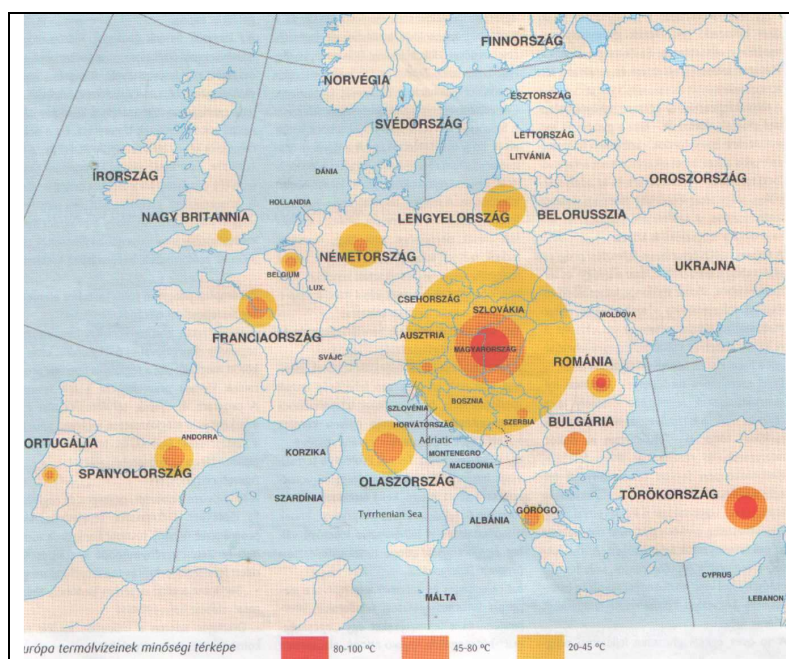


## 2.3 A termálvíz bemutatása

*Termálvíznek* nevezünk minden olyan felszín alatti vizet, melynek kifolyó, felszínen mért hőmérséklete 30 °C, vagy annál magasabb.

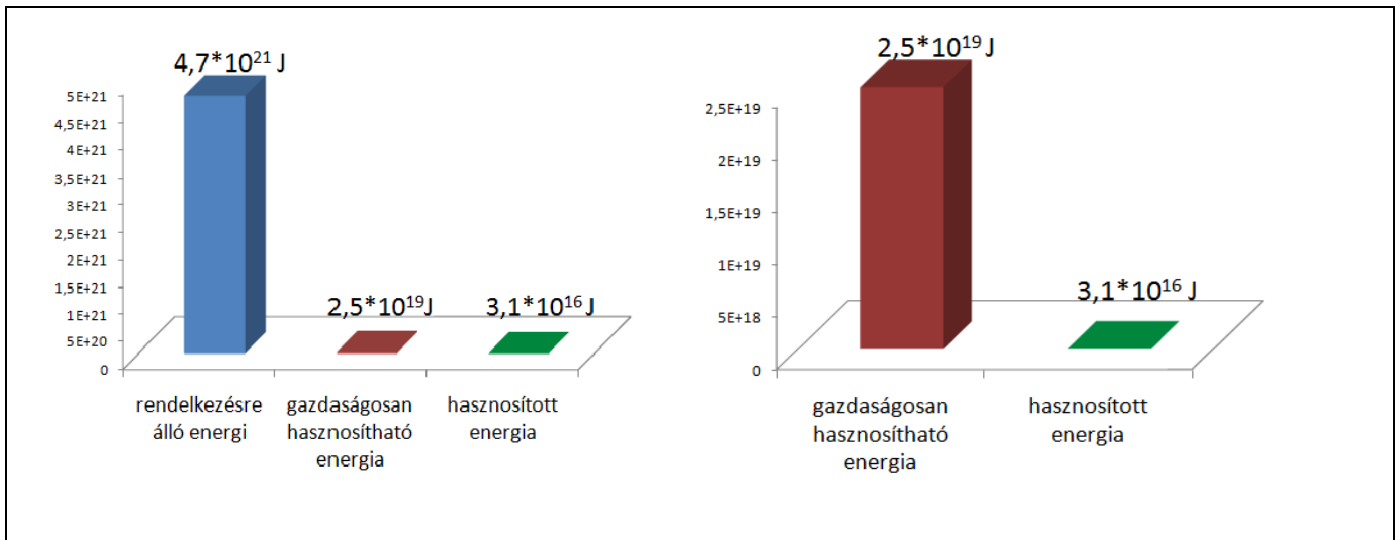
A felszín alatti vizeket a földhő fűti fel, ezért egyértelműen tekinthetjük a termálvizet geotermikus energiának. A föld mélyében előforduló vizeket a belső terek fűtésére, orvostudományban gyógyászati célokra, használati melegvíz-szolgáltatásra, termál fürdőkben, ipari célokra és a mezőgazdaságban egyaránt használható. Vannak azonban a jelenlegi felhasználásnak hátrányai is. Jelen pillanatban a termálvíz 85 %-át szivattyúzással termelik ki (csupán egy-két visszasajtoló kút működik minden országban), amely kis rétegnyomásra utal. A szennyvízkezelés elégtelen, a felhasznált termálvíz egy részét a felszíni vizekbe vezetik veszélyeztetve az ökoszisztémát. Az ellenőrző-megfigyelő rendszer (monitoring) eltérő az egyes országokban, de sok esetben speciális rendszereket alkalmaznak, ellenben a termálvizeket tartalmazó rétegekre eddig még nem építették ki.

A forró altalaj, a magas közethőmérséklet még nem elégséges a hévizek, termálvizek kialakulásához. Ehhez szükség van a vizet tároló és az azt leadni képes kőzetekre, képződményekre, melyeket vízádóknak nevezünk. A Kárpát-medence földtörténeti fejlődése során kialakult állapotok ehhez kedvező körülményeket biztosítanak. Gyakorlatilag nincs olyan része Magyarországnak, ahol a felszín alatt ne fordulnának elő jó vízádó tulajdonságú képződmények (4. ábra).



**4. ábra** Termálvíz előfordulása Magyarországon  
(forrás: <http://nemzetifaklya.atw.hu/news.php?readmore=12>)

A vízádókban tárolt vizek - a geotermikus adottságok következtében - a mélységgel arányosan növekvő hőfokúak. A hazai felszín alatti vízkészletekben tárolt hőmennyiség 4,7 millió petajoule (1 PJ=10<sup>15</sup> J), amiből a törvényi háttérrel és az elérhető technológiákat figyelembe véve 250-350 petajoule-t lehetne hasznosítani, ehhez képest jelenleg 3,1 petajoule kerül hasznosításra (4. ábra).



**5. ábra** Gazdaságosan hasznosítható, és hasznosított termálvízből nyerhető energia

Magyarország adottságai termálvizek tekintetében a geotermikus gradiens mértéke miatt kedvezőek. A víz előfordulásának függvénye, hogy megvalósítható-e az energia kinyerés. Eddig hazánkban Veresegyházon, Kistelken, Bólyon, Mórahalmon és Gárdonyban használnak termálvizet épületfűtésre. Mindegyik esetben szükség van termelőkútra és szivattyúra, a termálvíz hőjét pedig hőcserélőn át egy radiátoros fűtési rendszerbe vezetik (a talajhő által felfűtött termálvizet hozzuk fel, és keringtetjük a hőközpontokban). A termálvíz hőfoka az előfordulásának mélységétől függ, annál melegebb, minél mélyebbről hozzuk fel, tehát a kút mélysége a tervezett energiafelhasználástól függ. A hőforrásoldal kialakításakor egy cementezett vagy köpenycsővel ellátott kút, felső részébe búvárszivattyút helyezünk el.

### 3. VERESEGYHÁZI TERMÁLVÍZ ÜZEMŰ KÖZMŰ BEMUTATÁSA

A projekt célja nulla emissziójú, geotermikus energiát szolgáltató közmű létesítése volt termelő, és visszasajtoló termálkutak fúrásával. A dolgozat tárgyát képző, fenntartható fejlődést megvalósító, energetikai, és egyéb célokra hasznosított beruházás neve „geotermikus közmű kiterjesztése új termálkút fúrásával”. A közmű kiterjesztésénél döntő szerepet játszott, hogy Veresegyház lakossága gyors ütemben nő, a közintézmények hálózata pedig bővítésre szorul, főleg az oktatási, és közigazgatási intézmények. A város döntéshozóit könnyen meggyőzték a geotermikus energiafelhasználás másfél évtizedes kedvező tapasztalatai, hogy ne hagyják figyelmen kívül a helyi megújuló energiaforrások alkalmazását. A tervek szerint a közeljövőben csatlakozó fogyasztók ellátása elképzelhetetlen új kút fúrása nélkül. Azonban új kút fúrásával megkétszereződik a rendszer teljesítménye, a fennmaradó kútkapacitásra jelentkeztek a településen megtelepedett üzemek, nagyfogyasztók. Miután megvalósult a tervezett fejlesztés nem áll le a fokozott megújuló energia felhasználást, hanem épp ellenkezőleg, újabb, és újabb lehetőségeket nyújt a településnek ezen a téren.

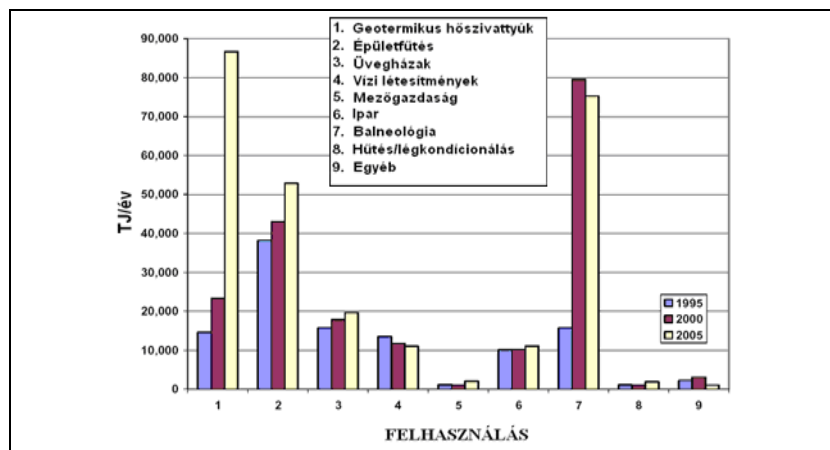
Geotermikus energiafelhasználás:

1. táblázat

|                             | FELHASZNÁLÁS (TJ/év) |                |                |
|-----------------------------|----------------------|----------------|----------------|
|                             | 1995                 | 2000           | 2005           |
| Geotermikus hőszivattyúk    | 14,617               | 23,275         | 86,673         |
| Épületfűtés                 | 38,23                | 42,926         | 52,868         |
| Üvegházak fűtése            | 15,742               | 17,864         | 19,607         |
| Tavak hőellátása            | 13,493               | 11,733         | 10,969         |
| Mezőgazdaság (pl. szárítók) | 1,124                | 1,038          | 2,13           |
| Ipari felhasználás          | 10,12                | 10,22          | 11,068         |
| Balneológia                 | 15,74                | 79,546         | 75,289         |
| Hűtés, utak jégtelenítése   | 1,124                | 1,063          | 1,885          |
| Egyéb                       | 2,249                | 3,034          | 1,045          |
| <b>Összes</b>               | <b>112,441</b>       | <b>190,699</b> | <b>261,418</b> |

(forrás: <http://alternativa.ewk.hu/geotermikus-energia>)

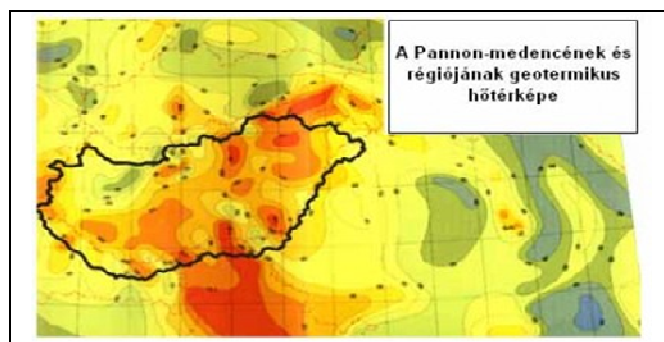
Geotermikus energia felhasználás szerinti eloszlása:



5. ábra

(forrás: <http://alternativa.ewk.hu/geotermikus-energia>)

Magyarországon a 2002-től megkezdett hatósági engedélyezési eljárás és törvényi szabályozás után 2005 év végére a hőszivattyúkkal előállított hőmennyiség becslés alapján meghaladja az 5 MW-ot.



6. ábra

(forrás: <http://klimakor.lapunk.hu/?modul=blog&a=126497>)

### 3.1 Geotermikus energia hasznosításának szabályai

A Hőszivattyúk kivitelezésénél nagy szerepe van a jogszabályoknak, melyet a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII., illetve a környezetvédelemről szóló 1995. évi LIII. törvény szabályozza. A szükséges engedélyek nélkül egy beruházás sem kezdődik el. A projektnek rendelkeznie kell legalább elvi építési engedéllyel. Hőszivattyúk alkalmazásánál, kútforatok kiépítésénél az illetékes bányakapitányság adja a Bányakapitánysági Létesítési Engedély tervet, ezek a bányakapitányságok a Magyar Bányászati és Földtani hivatalhoz tartoznak.

A függőleges zárt csőhurokkal ellátott szondás primer rendszerek megvalósítása minden esetben engedélyköteles, mivel „a geotermikus energia hasznosítása, valamint a felszín alatti víz termelésével együtt nem járó kutatása és kinyerése”. Az országban Budapesten, Szolnokon, Pécsen, Veszprémben, és Miskolcon van bányakapitányság.

A talajkollektorok kiépítése általában nem engedélyköteles, de vannak kivételek, például, ha a kollektorok elhelyezésével kapcsolatos földmunkák során a terepet rendezik, és ha a korábbi terepszinthez képest legalább 100 cm-es változás következik be, akkor a helyileg illetékes építésügyi hatóság engedélye szükséges a tereprendezéshez.

Bányakapitánysági Létesítési terv tartalma:

- Tervező és tulajdonos megfelelő nyilatkozata;
- Tervezési alapadatok bemutatása;
- Földtani, vízföldtani, geotermikus viszonyok leírása, várható rétegsor megadása;
- Fúrások számának méretezése vagy megadása;
- Konkrét fúrási terv leírása, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírásokkal, szükségesetén több verzióban
- Átnézetes és lokális koordinátahelyes térképek, kötelező mellékletek (tulajdoni lap, telektérkép, jogosultság);

Mélyfúrás kivitelezéséhez szükséges fúrási alapeológiai, műszaki-biztonsági adatokat, követelményeket a geológiai-műszaki tervben (a továbbiakban: geo-műszakiterv) határozzák meg.

Tartalmazza:

- a fúrás azonosítási adatait, teljes nevét, jeleit, koordinátáit és jellegét;
- a fúrás tervezett mélységét, szakaszonkénti átmérőjét és a szakasz hosszát;
- a rétegsort, benne az iszapveszteséges rétegek mélységét, a korbeosztást;
- a fúrás során tervezett szelvényezéseket;
- a bélésű oszlopok beépítési mélységét, azok átmérőjét;
- a tervezett szűrők helyét, méretét, a tömörszelencék elhelyezési mélységeit, a cementpalástok magasságát;
- a bélésű zárásvizsgálatok (próbanyomások) tervezett értékét, a leürítési korlátozásokat;

### **3.2 Vízgazdálkodással kapcsolatos szabályozások**

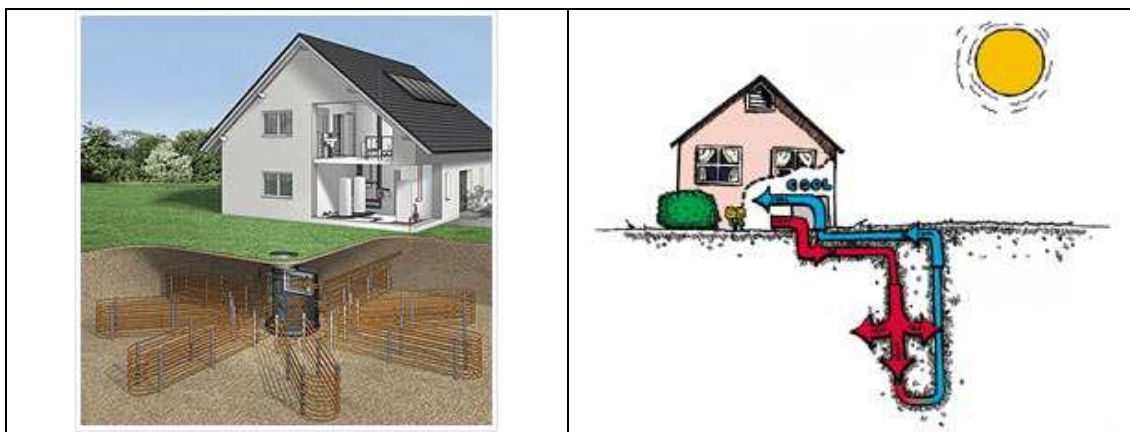
A vízkivétellel történő beavatkozásoknál a szükséges engedélyeket a Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségtől kell kérni, amely hivatal megállapítja az adott beruházásra betartandó környezetvédelmi előírásokat, a Vízgazdálkodási törvény alapján, az 1995. évi LVII. törvény 1. § A törvény a felszín alatti és a felszíni vizekről rendelkezik.

Összefoglalva geotermikus energiafelhasználáskor a bányajáradékot, a vizek kitermelésekor vízkészlet-járadékot fizetünk az államnak.

### 3.3 Geotermikus hőszivattyúk

A geotermikus hőszivattyú olyan berendezés, amely az alacsony energiatartalmú megújuló forrásokból hőenergiát nyer hőtermelés nélkül, vagyis kis mennyiségű külső energia befektetéssel hőtranszfert valósít meg a hidegebb közegből a magasabb hőtartalmú közeg felé. A hőszivattyú olyan, mint a hűtőgép csak fordított elven működik, a talajban összegyűlt hőenergiát hasznosítja. Lehet vele hűteni, fűteni és használati melegvíz előállítására is alkalmas, sokoldalúan tudjuk a geotermikus energiát felhasználni.

*COP* (Coefficient of Performance) megmutatja, hogy a szivattyú által leadott tényleges hőteljesítmény hányszorosa a felvett illetve a rendszer működéséhez szükséges teljesítménynek.

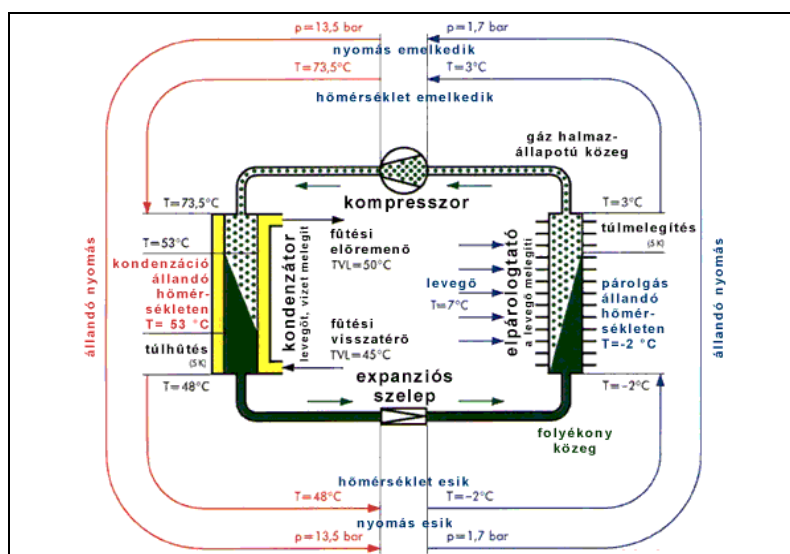


7. ábra

(forrás: <http://www.solartrade.hu/hoszivattyu/geotermikus-hoszivattyu/>)

A COP tényezővel szemben nagyobb jelentőséggel bír a JAZ (éves teljesítménytényező) tényező. A COP-val ellentétben ez nem laboratóriumban mért érték, hanem az adott rendszer egy éven át történő vizsgálata. Akkor nevezhető egy rendszer működőképesnek, ha a teljesítménytényező (JAZ) egyenlő a jóságfokkal (COP). Például, egy 4-es COP értékű szivattyú, nem megfelelő radiátorokkal ellátott kedvezőtlen hőszigetelésű épületben elérhet 2,9-es teljesítménytényezőt. Ez eredményezheti a többlet energiaköltség keletkezését, és a szivattyú élettartam csökkenését.

A hőszivattyúk hőforrásként a talaj illetve a talajvíz hőjét hasznosítják fűtésre vagy egyéb melegvíz készítemény célra. A kollektor rendszerből érkező folyadékból az elpárologtatóban a hűtőközeg hőjét vesz fel. A hűtőközeg ezután a kompresszorba jut, ahol a nyomását növelve a közeg hőmérséklete megnő és összenyomja azt. Az így létrejött forró gőz a kondenzátorba jut, ahol a forró gőz lehűl és hőt ad át a fűtőkörben keringő víznek, felmelegítve azt. A rendszerben található expanziós szelep szabályozza a hűtőközeg tömegáramát figyelembe véve az elpárologtatóban és a kondenzátorban található nyomáskülönbség szükséges mértékét (8. ábra).



8. ábra

(forrás: <http://www.foek.hu/korkep/enhat/hoszivattyu/hoszivattyu.html>)

A geotermikus hőszivattyú képes a geotermikus energia hasznosítására. A szondák, amelyek függőleges, vagy vízszintes elhelyezésben kerülnek a földbe összegyűjtik a föld hőjét. A geotermikus hőszivattyú viszonylag alacsony hőmérsékletű vízből képes melegvizet előállítani. Ezt a  $14\text{--}15^\circ\text{C}$  állandó hőt, egy zárt rendszeren keresztül a felszínre hozza, és készít belőle  $55\text{--}60^\circ\text{C}$  hasznosítható hőt. Ezt a melegvizet fel lehet használni fűtésre, használati melegvíz előállítására, medencék fűtésére, és még hűtésre, úgynevezett passzív hűtésre az áramlási irány megfordításával. A megfordítható áramlási irányú hőszivattyút reverzibilis hőszivattyúnak nevezzük. A geotermikus hőszivattyú a szíve az egész rendszernek.

A geotermikus hőszivattyúval előállított energia hasznosításának egyik nagy előnye a napenergiával szemben, hogy nincs sem időjáráshoz, sem napszakhoz kötve. Kis szerviz igényű, halk berendezés ( $40\text{--}47 \text{ dB}$ ), nem szennyezi a környezetet. A fűtőanyag utánpótlás független az emberi beavatkozástól. Hátránya azonban, hogy a geotermikus hőszivattyú elektromos árammal működik, tehát az üzemeltetéséhez szükség van egy másik energiaforrásra is. Ez azt jelenti egy adott létesítmény geo-fűtése esetén, hogy a hagyományos fűtés költsége helyett a villamos energiaköltség megnő, hozzávetőlegesen a megspórolt gázmennyiség értékének  $30\text{--}40\%$ -val. A megtakarítás a hagyományos fűtéshez viszonyítva hozzávetőlegesen  $60\%$ .

Kiváló megoldást nyújtanak a hibrid szerkezetek. Ebben az esetben napkollektorral állítjuk elő a hőszivattyú üzemeléséhez szükséges energiát. Természetesen ezek az adatok nem minden épületre igazak. Van, ahol nagyobb és van ahol kisebb a megtakarítás. Függ az épület nagyságától, szivattyúk teljesítményétől és számától, valamint az épület szigetelésétől.

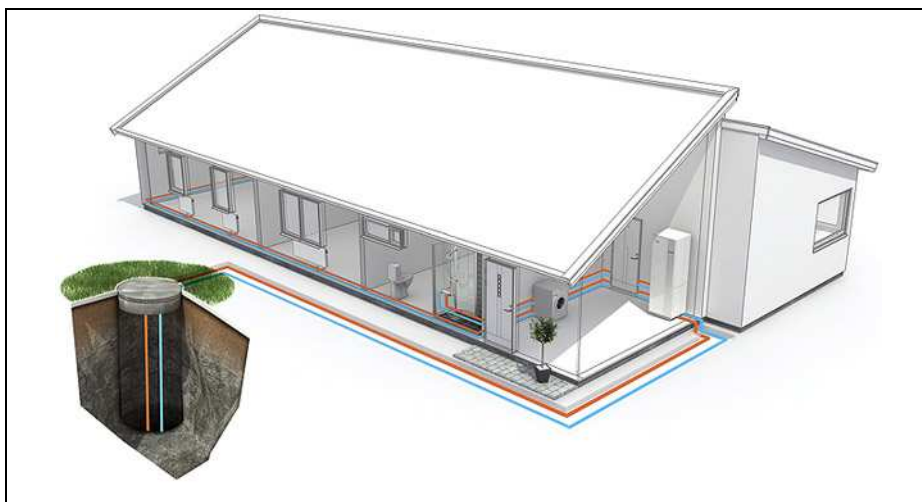
### 3.3.1. Geotermikus és egyéb szondatípusok

#### 1. Függőleges talajszonda

A talajtakaró alatt található Földkéreg, az úgynevezett "felszín közeli geotermikus réteg", jól hasznosítható hőforrás, amely egész év során megközelítőleg azonos hőmérsékletű. Általában  $60\text{--}120$  méter mély furatokban elhelyezett függőleges szondák kis helyigényűek a vízszintes

kollektorokkal ellentétben (9. ábra). Felújítás vagy rekonstrukció esetén éppen ezért könnyen telepíthető, és alkalmazható akár meglévő fosszilis tüzelőanyagú fűtési rendszerek kiváltása esetén is.

A szondákban, hasonlóan a kollektor-rendszerhez, környezetre ártalmatlan víz-propilénglikol keverék kering. A hőszivattyú méretéből, a fűtési rendszer tulajdonságaiból és a rendelkezésre álló geológiai, geofizikai adatokból megállapítja a telepítést végző cég a szükséges furatok számát, mélységét valamint a szonda típusát.

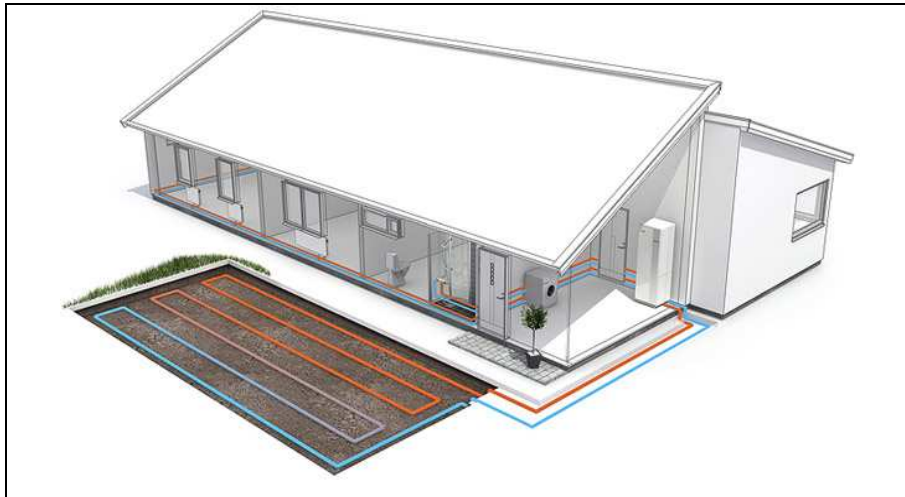


**9. ábra**

(forrás: <http://www.solartrade.hu/hoszivattyu/geotermikus-hoszivattyu/>)

## 2. Vízszintes talaj kollektor

A Föld felszíne a Napsugárzás hatására egész évben rengeteg energiát képes eltárolni. A hőenergia egy része direkt napsugárzás formájában abszorbeálódik, azonban a csapadékkal és a levegővel is nagymennyiségű hőenergia jut a talajba. Ez ingyen rendelkezésre álló energia költséghatékonyan hasznosítható. Amennyiben a talaj nedvességtartalma magas, a rendelkezésre álló talajhő is nagyobb. A hőforrás hasznosítására műanyag (KPE, PE) csöveket fektetnek a talajba. A kollektorok feletti földterületet szabadon kell hagyni, épületet ráépíteni, lebetonozni, aszfaltozni nem szabad. A talaj kollektorok telepítése a legtöbb esetben nem engedélyköteles (10. ábra).

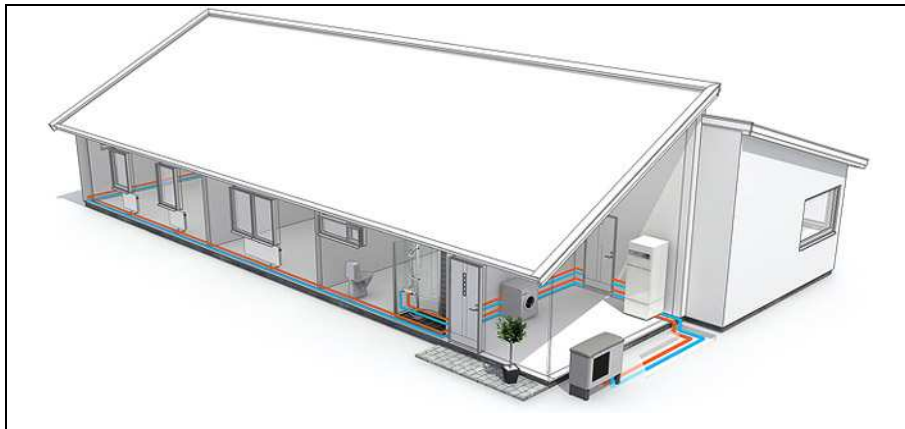


**10. ábra**

(forrás: <http://www.solartrade.hu/hoszivattyu/geotermikus-hoszivattyu/>)

### 3. Levegőszonda

Ebben az esetben a levegőből próbáljuk kiaknázni a hőt. Mivel a levegő rossz vezető, ezért sokkal nagyobbra kell méretezni a rendszert, és a hatásfok is gyengébb lesz, mint a többi megoldásnál. Ellenben sokkal kisebb ráfordítást igényel, olcsóbb megoldás. Mivel télen előfordulhat, hogy a hőmérséklet túl alacsony, így tudunk hőt kinyerni ebből a rendszerből, és fűtés nélkül maradhatunk, ezért ezt a megoldást fűtésrendszerekhez nem javasolják. Sikeresen alkalmazzák a hőszivattyúk kombinálását napkollektorokkal. Ebben az esetben, ha elkerülhetetlen a levegőszondás változat alkalmazása, érdemes ezt a lehetőséget is számba venni (11. ábra).



**11. ábra**

(forrás: <http://www.solartrade.hu/hoszivattyu/geotermikus-hoszivattyu/>)

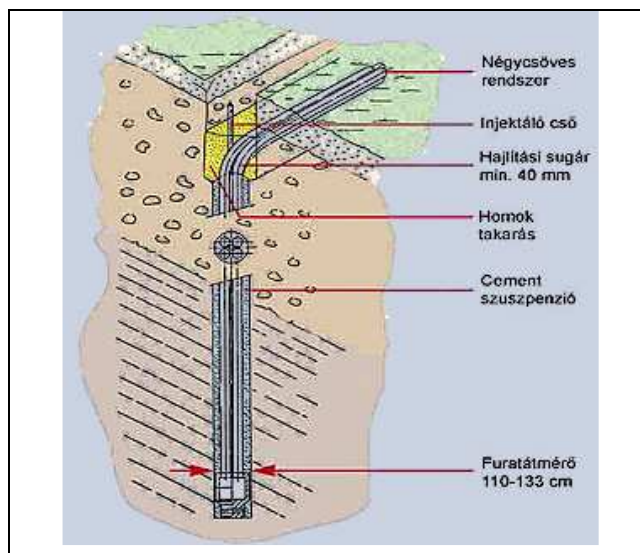
### 3.3.2. Hőszivattyú típusok és alkalmazási megoldások

A hőszivattyúk típusai

- **Víz fűtötte–víz (AQUA)**
- **Víz fűtötte–levegő**
- **Levegő fűtötte–víz (AERO)**
- **Levegő fűtötte–levegő**

Függőleges talajszonda, és kút kialakítása

A szondalyuk fúrása, a szonda bevezetése, a lyukfal és a szonda közötti tér cement szuszpenzióval való kitöltése szakember feladata, mert ha nem a lyuk aljáig történik, vagy a cement szuszpenzióval való kitöltés nem teljes, a hőátadás drasztikusan romlik, és a kinyerhető hőteljesítmény a tervezettet nem éri el. A lyukba a szonda melletti injektáló csövet is le kell vezetni, mert felülről öntve nem lehet a lyukfal és a szonda közötti hézagot teljesen kitölteni. A következő ábra a szonda felépítését mutatja. Egy szondába mindig 2 pár alul összehurkolt csővezeték kerül (12. ábra).



12. ábra Talajszonda kialakítása

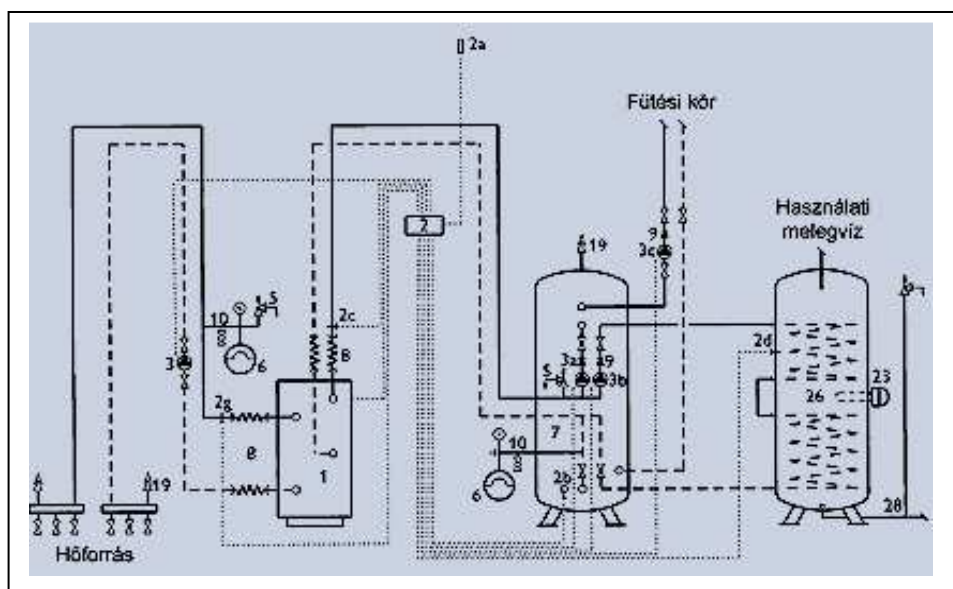
A talajszondákat egy külső, épített, ellenőrizhető, osztó-gyűjtő aknában fogjuk össze, és innen juttatunk egy pár csővezetékét minimálisan 1-2 méteres földtakarással az épületben elhelyezett hőszivattyúhoz. Az épületbe való csőbevezetést gondosan kell kialakítani. A talajszondás rendszer hidraulikusan zárt, nyomás alatti kör, ezért a keringtető szivattyú és a légtelenítők mellett tágulási tartály és biztonsági szelep beépítése is szükséges.

#### 1. Talajhő-víz hőszivattyú (talaj mint hőforrás)

A talajhő-víz hőszivattyú hidraulikus kapcsolása a talajhő-víz hőszivattyúk fűtési rendszerhez való csatlakoztatása célszerűen puffer-tárolón keresztül történik. A fűtőgépek ki-be kapcsolásos üzem módja indokolja a hőátrolást biztosító puffer-tartály rendszerbe építését, mert így a fűtés folyamatos üzemű. A hőszivattyú a külső hőmérsékletnek megfelelő fűtővizet állítja elő a puffer-tárolóban. A helyiségek hőleadói a fűtővizet a tárolóból kapják, melyet a

szivattyú keringtet a fűtési körben. Mivel a talaj hőmérséklete évszaktól függetlenül azonos hőmérsékletű, ezért egész fűtési időnyben, kiegészítő fűtés alkalmazása nélkül képes biztosítani mind a hővesztés pótlásához, mind a használati melegvíz előállításához szükséges fűtőteljesítményt. A komplett fűtési rendszer szabályozását a hőszivattyú szabályozója biztosítja (14. ábra). A talajhő-víz hőszivattyúkat nem csak fűtésre, hanem melegvíz készítésre is használhatjuk.

Természetesen a használati melegvíz készítő üzemben a magasabb fűtővíz előállítása miatt előnytelenebb üzemeltetési költségekkel kell számolni. Az alkalmazott HMV tartály specialitása a nagyobb fűtőfelület, így az alacsonyabb hőmérsékletű fűtővíz is tudja biztosítani a melegvíz előállítását. A felfűtéséhez szükséges fűtővizet nem a puffer-tárolóból, hanem közvetlenül a hőszivattyúból kapja a használati melegvíz (HMV) tartály. A hőszivattyús használati melegvíz készítő rendszereknél is előnykapcsolásban történik a felfűtés. A következő ábra (13. ábra) fűtő és HMV készítő víz-víz hőszivattyús rendszer hidraulikáját mutatja. Kedvező üzemeltetési költségeket érhetünk el, ha a melegvíz készítést a hőszivattyú helyett inkább napkollektorokkal oldjuk meg.



**13. ábra** Talajvíz – víz szivattyú hidraulikus kapcsolási rajza HMV készítési üzemmódban  
(forrás: <http://jagaber.hu/index.php?option=com>)

A talajhő-víz hőszivattyúk a legelterjedtebb hőszivattyús berendezések. A talajhő kinyeréséhez vele érintkező csővezeték (műanyag-KPE) kell elhelyezni a földben. A csővezetékben fagyálló-víz keveréket keringtetve a talajhő beáramlik a nála alacsonyabb hőmérsékletű hűtőközegbe. Az így felmelegedett közeget szivattyú segítségével juttatjuk a hőszivattyúba, ahol lehűlve a talajcsővekbe áramlik vissza, és a körfolyamat kezdődik előről. A talaj hőmérséklete 5-10 °C közötti, de a hőcsere miatt a hűtőközeghez hőmérsékletkülönbség is szükséges, ezért a folyadék a hőszivattyúhoz 0-5 °C-os hőmérséklettel érkezik. Az előbb említett okokból kell a talajhőt hasznosító hőszivattyús rendszerek talajba kerülő csővezetékait (szonda, kollektor) fagyállóval feltölteni.

A talajhő-víz hőszivattyúk melletti döntés csak akkor indokolható, ha a hőszivattyúk adott fűtési teljesítményét a talajból ki lehet nyerni. Ehhez a talajkollektor esetén megfelelő nagyságú és hővezető képességű, kiásható felület, talajszonda esetén pedig 50-70 méter mély

fűrésra alkalmas terep kell, hogy rendelkezésre álljon. Ha ez nincs meg, akkor levegő-víz hőszivattyú választása javasolható.



**14. ábra** Kompakt talajhő-víz hőszivattyú, és a fölé helyezett puffer-tároló  
(forrás: [www.jagaber.hu](http://www.jagaber.hu))

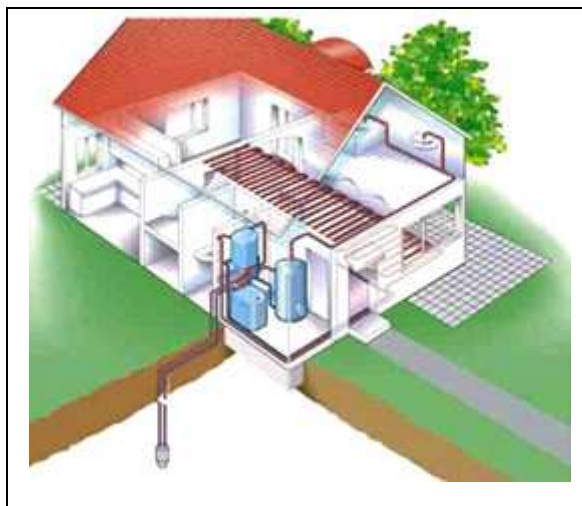
A kompakt berendezés magában foglalja a hőcserélőket (elpárologtató, kondenzátor), Scroll kompresszort, expanziós szelepet, a primer fűtési keringető szivattyút, és a váltószelepet a HMV készítéshez, valamint a komplett hőszivattyús szabályozást. A talajkörben lévő fagyálló keveréket külső szivattyúval keringtetjük. A berendezést minden esetben belső térben szükséges elhelyezni.

#### *Talajhő-víz hőszivattyú előnyei*

Mivel a talaj hőmérséklete nem függ a külső hőmérséklettől, ezért a magasabb, és közel állandó hőforrás-hőmérséklet miatt kedvezőbb a berendezés jóságfoka (COP). Téli és átmeneti időszakban is közel azonos a berendezés teljesítménye. Kisebb és olcsóbb berendezés, mint a levegő-víz hőszivattyú. A talajszondák, vagy a kollektorok szinte bárhol kialakíthatók (kivétel: sziklás helyek). Kiegészítő hőforrásra nincs szükség. Passzív komfort-hűtés kialakítása megoldható (belső, vagy külső hőcserélővel).

#### *Talajhő-víz hőszivattyú hátránya*

Hátránya, hogy a hőforrásoldal kialakítása (szondák) költséges (15. ábra).



**15. ábra** Hőforrásoldal kialakítása talajszondával

(forrás: <http://www.solartrade.hu/hoszivattyu/geotermikus-hoszivattyu/>)

## 2. Víz-víz hőszivattyú (talajvíz mint hőforrás)

A talajvízzel üzemelő fűtőgépek jóságfoka a talajvíz éves átlagában kb. 10 °C hőmérsékletéből adódóan jobb, mint a levegő-víz vagy a talajhő-víz hőszivattyúké. A víz-víz rendszerben alkalmazott hőszivattyúk szerkezeti felépítését tekintve túlnyomórészt megegyeznek a talajhő-víz hőszivattyúkkal. A víz kinyerése a talajból általában hatósági engedélyezést igényel, amely engedélyt a beruházás megkezdése előtt célszerű beszerezni. Ugyanakkor a hőszivattyúra (16. ábra) előírt vízminőségi határértékeket is be kell tartani a korróziós károk elkerülése érdekében. Magyarországon kedvező talajvíz hőmérsékletek állnak rendelkezésre. A hőforrás nem csak talajvíz lehet, hanem felszíni víz, szennyvíz, termálvíz is.



**16. ábra** Víz-víz hőszivattyú

### *Víz-víz hőszivattyú előnyei*

A talajvíz éves átlagos hőmérsékletéből (+10 °C) adódóan a legkedvezőbb jóságfok érhető el. A telepítés helyétől függően a hőforrásoldal kialakítása kedvezőbb költségekkel járhat, mint a talajhő-víz hőszivattyúk esetében. Külső hőcserélő beépítésével passzív hűtés is megvalósítható, amellyel komfort hűtést tudunk biztosítani a lakótérben. Felületi fűtés-hűtés (fal-, mennyezet) kialakítása szükséges hozzá.

*Víz-víz hőszivattyú hátránya*

A hőforrásoldal kialakítás nagy gondosságot igényel. A rendelkezésre álló hőforrásoldali víztömegáram behatárolja teljesítmény szempontjából az alkalmazható hőszivattyút.

A nyerőkút vízhozamát a választott gyártmányú hőszivattyú tervezési segédletében megadott térfogatárama alapján kell kialakítani. Például egy 13 kW-os géphez akár 2,6 m<sup>3</sup>/h talajvíz hozzávezetést is kell biztosítani ahhoz, hogy a szükséges fűtőteljesítményt a berendezés képes legyen leadni. További feladatokat jelent a gépen áthaladt lehűlt víz elvezetése. A csatornahálózatba nem lehet bevezetni, mivel az ilyen nagyságú tömegáramot nem tud befogadni, ezért a legcélszerűbb megoldás az, ha egy nyelő kút kerül kialakításra hasonló méretben, mint a nyerőkút. Ezt a megoldást amiatt is ajánlott választani, mivel így elkerülhető a talajvízháztartás felborulása, ami akár talajsüllyedést is előidézhet. A két kút szükséges távolsága minimum 15 méter. Egy ilyen rendszer elvi kialakítását szemlélteti a következő ábra.

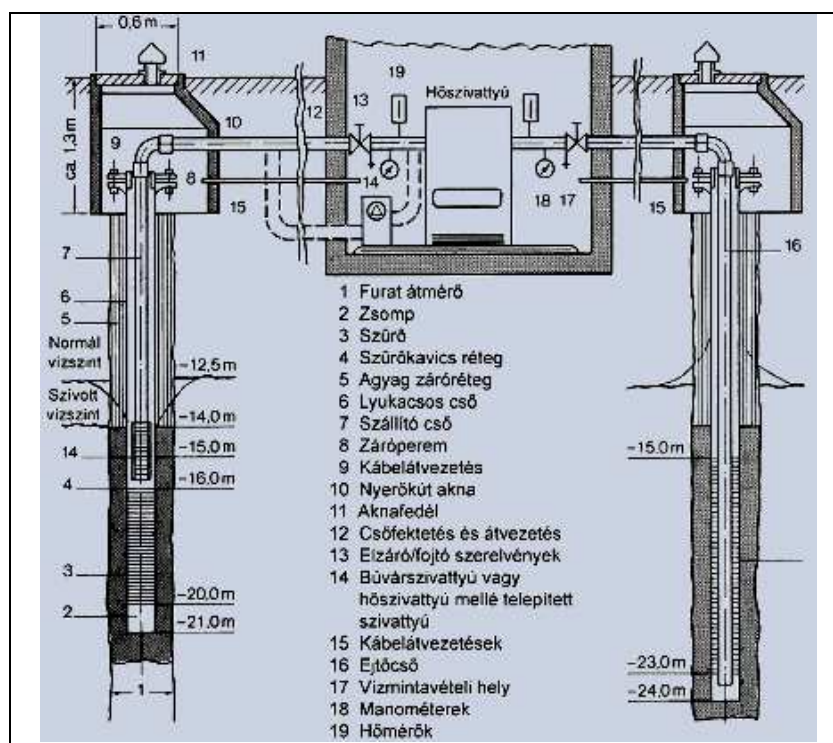


**17. ábra** Hőforrásoldal kialakítása (víz-víz hőszivattyú)  
(forrás: <http://www.solartrade.hu/hoszivattyu/geotermikus-hoszivattyu/>)

Mivel a talajvíz hőjét hasznosító víz-víz rendszereknél a hőszivattyún átáramló víz nem több hurkos, zárt körben kering, hanem egy nyitott rendszerben, ezért kialakításánál a következő szempontokat kell figyelembe venni:

A nyerőkút vízhozama, és a nyelőkút befogadóképessége azonos legyen, és a hőszivattyú névleges térfogatáramának feleljen meg. A kinyert víz szűrését meg kell oldani, hogy az se a csővezeték, se a hőszivattyú hőcserélőjének károsodását, eltömítését ne okozhassa.

A vízfelhasználás előtt célszerű a víz minőségét analizáltatni, szinte minden gyártó megadja az üzemeltetéshez szükséges határértékeket. A nyerő és a nyelő kút között minimálisan 15 méteres távolság elhagyása szükséges. A hőszivattyú elé és után hőmérő, nyomásmérő beépítése, a térfogatáram és a hőfoklépcső beállítására pedig a berendezés után fojtószabályozó szelep beépítése indokolt. A 6 méter talajvíz mélységig a hőszivattyú mellé telepíthető speciális önfelszívó szivattyú, a 6 méternél mélyebben lévő talajvíz esetén pedig a nyerőkútban elhelyezett búvárszivattyú alkalmazása javasolt. A 18. ábra egy talajvíz hőjét hasznosító hőszivattyús rendszer nyerő-, és nyelő kútjának kialakítását mutatja.



**18. ábra** Nyerő-, és nyelő kút kialakítása

A víz-víz hőszivattyúk fűtési rendszerhez való csatlakoztatása célszerűen puffer-tárolón keresztül történik. A fűtőgépek ki-be kapcsolásos üzem módja indokolja a hőtárolást biztosító puffer-tartály rendszerbe építését, mert így a fűtés folyamatos üzemű. A hőszivattyú külső hőmérsékletnek megfelelő fűtővizet állít elő a puffer-tárolóban. A helyiségek hőleadói a fűtővizet a tárolóból kapják, melyet a szivattyú keringtet a fűtési körben. Mivel a talajvíz hőmérséklete évszaktól függetlenül azonos hőmérsékletű, ezért egész fűtési idényben, kiegészítő fűtés alkalmazása nélkül képes biztosítani mind a hőveszteség pótlásához, mind a használati melegvíz előállításához szükséges fűtőteljesítményt. A komplett fűtési rendszer szabályozását a hőszivattyú szabályozója biztosítja.

A víz-víz hőszivattyúkat nem csak fűtésre, hanem hidegvíz készítésre is használhatjuk.

### 3. Levegő-víz hőszivattyú (levegő mint hőforrás)

A levegő-víz hőszivattyús rendszereknél a külső környezeti levegőt használjuk fel hőforrásként. A hőszivattyú elhelyezhető a külső térben (pl. udvar), vagy a belső térben (pl. pince) természetesen a megfelelő levegő-hozzávezetéssel.



**19. ábra** Levegő-víz hőszivattyú

Az 19. ábrán látható a hőszivattyú, kompakt felépítésű fűtőgép. Korrózióálló, beégetett zománcbevonattal, valamint hő és hangszigeteléssel ellátott külső burkolattal rendelkezik. A berendezés magában foglalja a levegő mozgatását végző ventilátort, a hőcserélőket (elpárologtató, kondenzátor), a Scroll kompresszort, és a digitális hőszivattyú vezérlést. A teljes fűtési rendszer szabályozásához kiegészítő szabályozók felszerelése szükséges.

#### *A levegő-víz hőszivattyú előnyei*

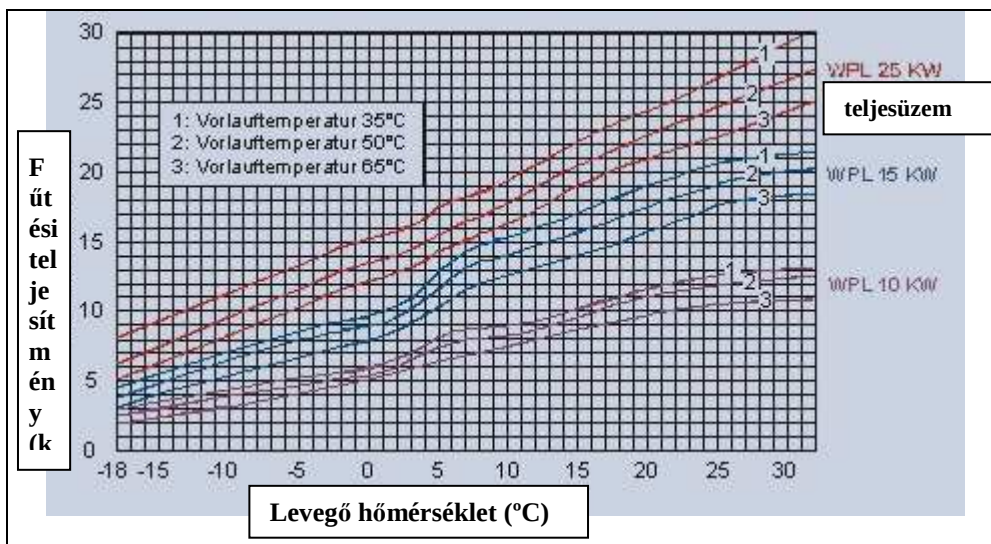
A levegő korlátlan mennyiségben rendelkezésre áll, a hőforrás oldal kialakításának „elmaradása” miatt kedvezőbbek a beruházási költségek, könnyen telepíthető, akár kültérben, akár belső térben.

#### *A levegő-víz hőszivattyú hátrányai*

Mivel a levegő fajhője, és sűrűsége kicsi ezért adott fűtési teljesítmény elérése érdekében nagyobb légmennyiségeket kell megmozgatni, ebből adódóan a levegős hőszivattyúk mérete, és zajhatása is nagyobb. Nagy a hőmérsékletkülönbség a hőforrásoldal és a fűtővíz között, ezért a berendezés jóságfoka is kedvezőtlenebb. A berendezések  $-18\text{ °C}$ -ig üzemelnek, maximum  $65\text{ °C}$ -os előremenő vízhőmérséklet mellett.

A fenti előnyök és hátrányok figyelembevétele mellett érdemes levegő-víz hőszivattyúkat alkalmazni fűtési rendszerekben, mivel hazánkban a leghidegebb méretezési hőmérséklet  $-15\text{ °C}$ , azaz az épület hőveszteségét erre a külső hőmérsékletre határozzák meg. Statisztikai adatokat megnézve, 1 évben 705 órán (4 héten) keresztül van  $-3\text{ °C}$  alatt a külső hőmérséklet, eddig a hőmérsékletátlagig kedvező üzemeltetési költségek mellett lehet ezt a típusú hőszivattyút alkalmazni, négy hétig pedig valamilyen kiegészítő fűtést (elektromos patron, gázkazán, vegyes tüzelésű kazán) kell alkalmazni.

A 20. ábra diagramja szemlélteti a külső hőmérséklet függvényében a levegős hőszivattyúkkal elérhető fűtési teljesítményt.



20. ábra Elérhető fűtési teljesítmény

A levegő-víz hőszivattyúkat elhelyezhetjük külső, vagy belső térben egyaránt, hogy melyik megoldást választjuk, ahhoz több szempontot kell figyelembe venni. Beltéri telepítés lehetséges-e, a berendezés elhelyezéséhez megfelelő helyigény szüksége, a zajhatás (a saját, illetve szomszéd házakra), hideg levegő kifújásának hatása, külső csővezeték hossza, és elhelyezési lehetőségei (hőszivattyú és puffer-tároló között), környező növények hatása (apró termések, levelek stb.) az apróbordás hőcserélőre (21. ábra).

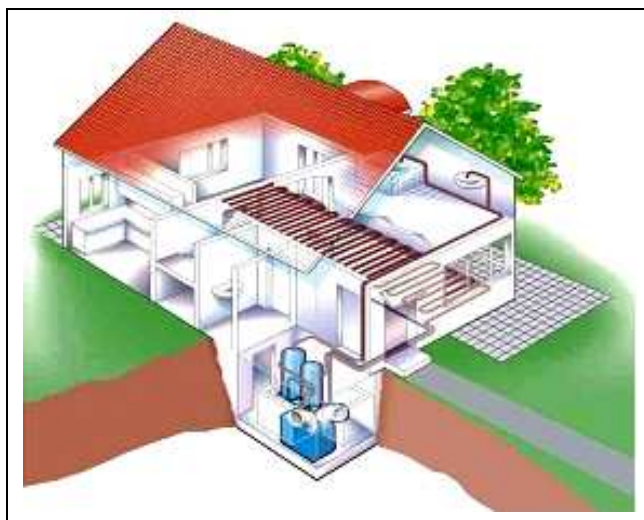


21. ábra Levegő-víz hőszivattyú kültéri elhelyezése

(forrás: <http://www.solartrade.hu/hoszivattyu/geotermikus-hoszivattyu/>)

A belső térben elhelyezett hőszivattyúk a kültéri zajhatás és a fagyveszély szempontjából kedvezőbbek, azonban helyigényük miatt az épület más célokra használható alapterületét csökkentik. A hőszivattyú elhelyezéséhez megfelelő alapozást kell készíteni. A hőszivattyú közvetlenül lakószoba mellé nem telepíthető. Az üzemködésben keletkező kondenzátum elvezetését biztosítani kell. A berendezés levegő hozzá-, illetve elvezetéséről gondoskodni kell úgy, hogy rövidzár ne alakulhasson ki. A rezgéscsillapítás flexibilis gépcsatlakozásokkal oldható meg. A zajhatások csökkentése érdekében szükség szerint a falakat hang gátló

burkolattal kell ellátni. A hőszivattyút nyílt égésterű gázkészüléket is magában foglaló helyiségben elhelyezni nem ajánlatos (22. ábra).



**22. ábra** Levegő-víz hőszivattyú beltéri elhelyezése  
(forrás: <http://www.solartrade.hu/hoszivattyu/geotermikus-hoszivattyu/>)

### **3.4 Veresegyházi geotermikus energia hasznosítása**

A geotermális energiát sokféleképpen lehet hasznosítani: belső terek fűtésére, használati melegvíz-szolgáltatásra, termálfürdőkben, ipari célokra és a mezőgazdaságban. A termálvíz fűtési és melegvíz-szolgáltatási hasznosítása az energiaárak rohamos emelkedésével egyre jobban kezd elterjedni. Termálvízzel nemcsak közösségi, iroda- és egyedi lakóépületek, kórházak, raktárak, műhelyek stb. fűthetők, hanem egész háztömbök is. Erre Budapesten és az ország más városaiban már az 50-es, 60-as évektől van néhány példa. Azonban Veresegyházon az országban egyedülálló és példaértékű geotermális energia felhasználással találkoztunk munkánk során, amelyet a következő fejezetben részletesen tárgyalunk.

#### **3.4.1. „Veresegyházi geotermikus közmű kiterjesztése új termelőkút fúrásával”**

Egy már korábban megvalósult projektbe, amelynek 4. ütemére most kerül sor Veresegyházon, nyertünk betekintést. Csikós István projektvezető rendelkezésünkre bocsátotta a pályázati tervdokumentációt és általa betekinthettünk a számítógép által vezérelt rendszerbe, valamint biztosította számunkra, hogy minden helyszínre eljussunk, minden kérdésünkre választ kapjunk és képekkel dokumentálhassuk dolgozatunkat. A következő fejezetben bemutatjuk a veresegyházi termelőkutakat és a visszasajtoló kút, a város geotermikus energiafelhasználást.

Veresegyház Város Önkormányzata termálkutat üzemeltet, amelynek vizét termálmedence töltéséhez és létesítmények fűtésére hasznosítják úgy, hogy a fűtésből lekerült termálvizet vezetik a medencébe. Az Önkormányzat elhatározta, hogy a meglévő kút hozamának növelésével, új energetikai fogyasztók bekapcsolásával és visszasajtoló kút létesítésével

geotermikus közművet épít ki. Veresegyházon, és a csak energetikai célból hasznosított termálvizet visszasajtolja a hévíz-tárolóba.

A beruházás célja a geotermikus energiát szolgáltató, körgyűrűs közmű létrehozása, megújuló, légszennyezést csökkentő energiával, a fenntartható fejlődést biztosító, az energetikai célra hasznosított termálvíz besajtolását lehetővé tevő technológia alkalmazásával. A településfejlesztési célok megállapításánál előtérbe helyezték a település hosszú távú érdekeit, az adottságok hasznosítása során elsőbbséget kell, hogy kapjanak a táj terhelhetőségének megfelelő, az erőforrásokkal fenntartható módon gazdálkodó módszerek, ezzel bizonyítva a jövő generációk lehetőségeit. Valamint, hogy „a beruházás egy új munkahelyet teremtsen és kettőt tart meg”.



**23. ábra** A kutak közelítő hidrogeológiai modellje

Négy lépcsőben készült termálvíz, felhasználó projekt. A terület geológia adottságai alkalmasak voltak geotermikus közmű létesítésére, a 23.-as ábrán látható a térség hidrogeológiai modellje. Az első 35 m-es szakasz szemcsés talaj, melynek jellemzője a nagy szivárgási tényező. Az utána következő nagyobb 1300 m-es rétegek, agyagos, agyagmárgás, homokkőes talajok, kis szivárgási tényezőjű vízzáró rétegek. Ezután a két vízadó réteg következik, melyek összesen körülbelül 400 m-es vastagságban fordulnak elő. A feljebb helyezkedő egy gyengén repedezett mészkőréteg, ezt követi egy erősen repedezett mészkőréteg, mindkét rétegnek jellemzője a nagy szivárgási tényező, a nagy porozitás, és hogy nem vízzáró, sűrűsége is jóval kisebb az előzőekénél. A kutak talpa, a két mészkőrétegben van. A víztároló réteg utánpótlási területe a Duna balparti térségében található, ez azt jelenti, hogy összefügg a Dunántúli Középhegységgel.

### 3.4.2. „A térség vízföldtani adatai”

- **1. réteg 0-15 m között Iszapos homok, iszapos agyag, homok**  
A térség sekélymélységű kútjainak helyet adó réteg, Kevés finom szemcsés homokot tartalmaz, néhol kavicsos homokot. Homoktartalma 30% körüli. Talajvíztakaró réteg.
- **2. réteg 15 – 35 m között Kavicsos homok, agyag**  
47%-os homoktartalmú, 2 m/nap szivárgási tényezőjű Keleti irányba vastagodó összlet.
- **3. réteg 35 – 400 m között agyag, agyagmárga**  
Kis, 2%-os homoktartalmú, agyagos, agyagmárga, kevés homokkő betelepüléssel
- **4. réteg 400 – 900 m között agyag, homokkő, agyagmárga**  
Agyagréteg, az előzőhöz hasonlóan kis homoktartalmú. A B-15 számú kút geofizikai szelvénye alapján a homokkő aránya eléri a 20%-ot.
- **5. réteg 900 – 1100 m között agyag, homokkő, agyagmárga**  
Az előzővel megegyező tulajdonsággal rendelkező réteg, azonban a homokkő aránya 35%
- **6. réteg 1100 – 1400 m között agyag, agyagmárga**  
Budai Márga, és Tardi Agyag formációk. Jellemzően agyagos képződmények, 5%-s homokkő aránnyal.
- **7. réteg 1400 – 1500 m között erősen repedezett mészkő**  
Repedezett mészkőréteg, melynek horizontális szivárgási tényezője 13 m/nap. Ez a legrepedezettebb zóna jellemzője. A teljes szintre vonatkoztatva 1,0 m/nap. A vertikális szivárgási tényező megegyezik a horizontálissal.
- **8. réteg 1500 – 1800 m között gyengén repedezett mészkő**  
Repedezett mészkőréteg, melynek felső zónája részt vesz a hévízforgalomban, Repedezettsége a mélység növekedésével csökken. Szivárgási tényezője az összlet egészére vonatkoztatva 0,9 m/nap.

Jelenleg két termelőkút működik Veresegyházon. Ezek a kutak a veresegyházi közintézmények majdnem 100 %-át látják el geotermikus energiával, ami 30 hőközpontot jelent. A csővezetékes hálózat előremenő, szigetelt ágában a szivattyúzott 64 °C-os víz áramlik, a másik szigeteletlen ágon pedig az 50 °C-os víz. A kitermelés frekvenciaváltós búvárszivattyúval történik (a kitermelő cső 3''-os). A termelő és nyelőkút között 2 km-es távolságnak kell lennie. A vezetékek vagy nagyszilárdságú műanyagokból készülnek (D=63-180 mm, előremenő szigetelt, visszatérő szigeteletlen), illetve nagy nyomásnak kitett helyen rozsdamentes acélból. A nyugalmi vízszint 70 m, a kitermelés után pedig 35-40 m. Az 50 °C-os vizet a termálfürdőben hasznosítják, majd az elhasznált vizet a patakba vezetik. Másik út, hogy az 50 °C-os vizet a Csomádi úti visszasajtoló kútba vezetik, melyet 2006-ban fúrtak és 2007 óta működik. Ez a kút 1460 m mély. Az itt termelhető víz hőmérséklete szintén 64 °C-os, vízhozama 2000 l/s (ha termelhet). Mivel ez egy repedezett mészkő kút nem kell szivattyúzást alkalmazni. A jelenlegi térfogatáram 100 m<sup>3</sup>/h, melynek 2-3-szorosát is képes elnyelni. A geodetikus szintkülönbségből (a kút nyugalmi vízszintje -81 m) származó nyomás még 240 m<sup>3</sup>/h visszatáplált vízmennyiségnél is nagyobb, mint a termálkút 1000 m mélységében megállapított hozamegyenletéből és a csőszakaszos ellenállásból számított nyomásigény. Ezért a meglévő kúton keresztül gravitációs nyeletéssel, vagy minimális szivattyúzási munkával visszatáplálható akár a fenti térfogatáramú hasznosított termálvíz. Ez a körülmény új lehetőséget nyitott a geotermikus energia veresegyházi hasznosítása területén. A Veresegyházon talált termálvízről a vizsgálatok során kiderült, hogy 9000 éves, és egy kiapadhatatlan energiaforrás. A további vizsgálatok alapján ásványvíznek, később gyógyvíznek minősítettek, melyet 2007-től a Misszió Egészségügyi Központban hasznosítanak.

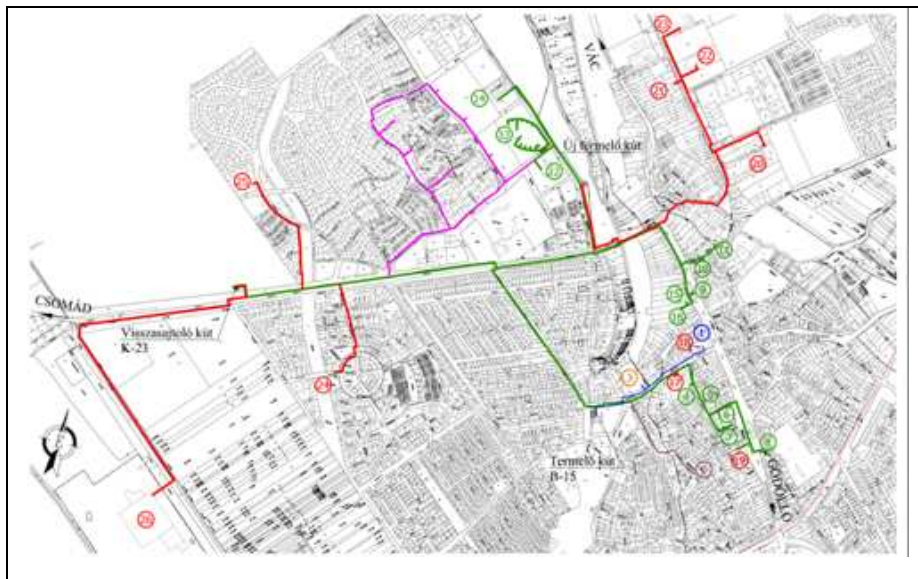
1987-ben fúrták az első termelőkutat Veresegyházon, amely alapja a ma működő termálfürdőnek, illetve a 1993-tól folyamatosan kiépülő energiahasznosító rendszernek. Ez a Szent Erzsébet kút (B12), mely 1420 m mély, vízhozama 1500 l/s és hőmérséklete 64 °C-os. Ez 1993 óta üzemelő kút. A vízében sok az oldott CO<sub>2</sub>, és ha nem keveredik levegővel, akkor a csöveknek nincsen elhasználódása. Elsőként a Fabriczius József Általános Iskolát látták el termálvízfűtéssel, majd 1997-ben a Művelődési Házat és a Zeneiskolát is, valamint 2000-2001-ben a Mézesvölgyi Általános Iskolát is. A 2005-ös KIOP (Közép Magyarországi Operatív Program) pályázatot, energiagazdálkodás környezetbarát fejlesztési program keretein belül Veresegyház város megnyerte, így a következő 2 évben egy új kút fúrása történt, mely megvalósította az azóta is működő veresegyházi geotermikus közművet. Ebben az időszakban az akkoriban létezett valamennyi önkormányzati közintézményt geotermikus fűtéssel látták el. A víz hőmérséklete szintén 64 °C-os vízhozama pedig 2000 l/s. A 2007-ben üzembe helyezett geotermikus közmű óta megépült egy új bölcsőde, egy új iskola, egy új szociális otthon, a Fabriczius József Általános Iskola bővítése és építési engedéllyel rendelkezik több közintézmény is.

Ezek hőellátásához a meglévő kutak kapacitása már nem elég és felvetette egy új termelőkút fúrásának szükségességét. Az elkészült geohidrológiai vizsgálatok és az elkészült vízföldtani szakvélemény alapján a 3. termálkút maximális vízhozama növelhető a 2. kúthoz képest. A Misszió Egészségügyi Központtal szemben 2011-ben fúrt kút 1200 m mély, a víz hőmérséklete szintén 64 °C, viszont a vízhozama jelentős 2500 l/s-os. A vízben található metánt egy puffer tartályon keresztül kivonják a vízből és visszaengedik a levegőbe (24. ábra).



24. ábra

Lehetőség adódott arra, hogy a termálvíz közműhálózatának közelében lévő családi házak rácsatlakozhassanak a geotermikus rendszerre. Ennek a rendszernek a használatával a jelenlegi fölgáz árakhoz viszonyítva a megtérülése körülbelül 10-12 év, a rendszer kiépítése mintegy 1,5 millió Ft. Egyenlőre csak azoknak a családi házaknak van lehetőségük rácsatlakozni a rendszerre, melyek a vezeték közelében épültek (25. ábra).



25. ábra

(forrás: Veresegyház-KMOP pályázat, Szita Gábor prezentációja)

A kedvező körülményeket kihasználva Veresegyház Önkormányzata jelentős szabad kapacitással rendelkezik, ami lehetővé teszi, hogy az egyéb hőközpontok, ipari üzemek is kihasználják ezt a lehetőséget.

A 2. táblázatban látható összefoglalva a beruházás költségei, az energia megtakarítási adatok a geotermikus rendszer használatával.

2. táblázat

|                                                                                            |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| A termál energiaszolgáltatásba kapcsolt fogyasztók legnagyobb fűtési hőteljesítmény igénye | 3302 kW |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------|

|                                                            |                |
|------------------------------------------------------------|----------------|
| Használati melegvíz készítés átlagos hőteljesítmény igénye | 165 kW         |
| A feltárt termálvízzel helyettesíthető földgáz energia     | 40,8 TJ/év     |
| Beruházási költség                                         | 656 529 970 Ft |
| Működési költség                                           | 21 278 866 Ft  |
| Energia megtakarítás                                       | 62 847 354 Ft  |
| Beruházás megtérülési ideje                                | 15,79 év       |
| Pénzügyi megtérülés rátája                                 | 3,05 %         |

A vizsgálatok kimutatták, hogy környezetvédelmi szempontból a létesítmény megvalósítása nem jár maradandó környezetkárosítással, üzemeltetése során sem a felszíni, sem a felszín alatti vízkészletet nem szennyezi, a visszatáplálás miatt nem csökken a felszín alatti telepenergia. Ugyanakkor nemzetgazdasági szinten már az üzembe helyezés után, a következő 3. táblázatban látható káros emisszióval csökken a levegő terhelése.

### 3. táblázat

|                 | üzembe helyezés után | berendezés 25 éves élettartama alatt |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|
| CO <sub>2</sub> | 2125 t/év            | 53119 t                              |
| SO <sub>2</sub> | 214 kg/év            | 5342 kg/év                           |
| NO <sub>x</sub> | 2838 kg/év           | 70 959 kg/év                         |

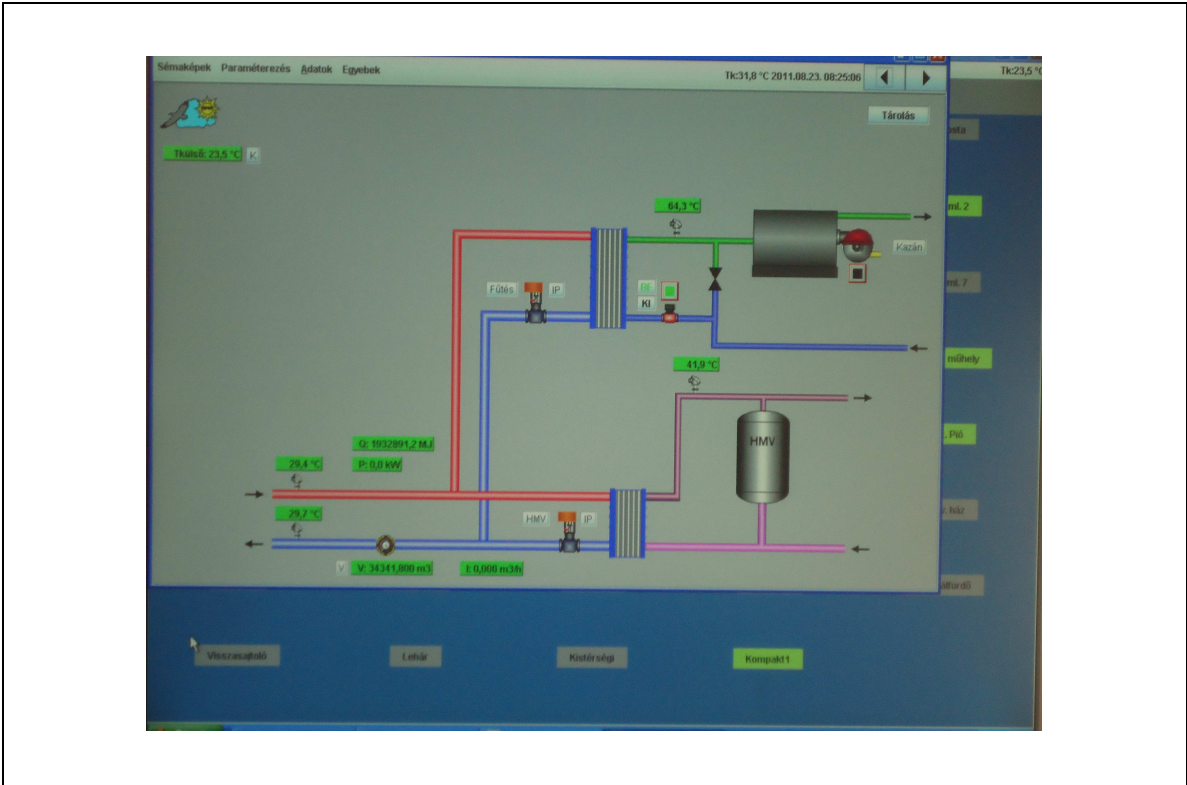
Az energetikai célokra kitermelt termálvíz mennyisége pedig: 265.319 m<sup>3</sup>/év.

A víz keringetésére frekvenciaváltós szivattyúkat használnak, melyek frekvenciája 30-60 Hertz intervallumon belül mozog (26. ábra). Az összes hőközpont számítógépes vezérlésű, amely elvégzi az ellenőrzés és szabályozás folyamatát (tervezett élettartama 5 év), adatokat gyűjt és tárol. A hőközpontban a PLC-k (Proglammable Logic Controller) tartják a kapcsolatot a központi szerverrel (27. ábra). A drénhálózatnál használatos motoros pillangó szelep az átmérő és vízhozam változtatására szolgál, amellyel az energia mennyisége szabályozható. A számítógép visszajelző és beavatkozó funkciót is ellát, a számítógépek jeleket küldenek a PLC-nek (programozható logikai controller), amelyek a tulajdonképpeni parancsot adják ki a szivattyúknak.



**26. ábra** Frekvenciaváltó berendezések  
(forrás: Veresegyház)

A rendszert a város üzemelteti, amely fenntartja saját magát és még nyereséget is termel. Ez az elektronikai rendszer 10 évre van tervezve. A fenntartási költség csak a hibaelhárítást jelenti.



**27. ábra** Monitoring rendszer kezelőfelülete  
(forrás: Veresegyház)

A szigeteletlen csövet direkt a járdák alatt vezetik el, ahol erre lehetőség van, hiszen az 50 °C-os víz télen annyira felmelegíti a talajt, hogy nem engedi, hogy lefagyjon a jég az utakra. Továbbá a termálvizet a Szent Erzsébet kútnál meg lehet venni 830 Ft/m<sup>3</sup>-es áron. Egyenlőre fő felvásárló a Fóti filmgyár. Az újonnan kialakított medencéhez szállítják a meleg termálvizet a vizes jelenetek forgatásánál. A munka elvégeztével a csatornába engedik.

A megoldandó problémát a településen folyamatosan bővítésre szoruló közintézmények hálózata jelentette. A geotermikus energiahasznosítás másfél évtizedes kedvező tapasztalatai meggyőzték a helyi döntéshozókat arról, hogy valamennyi újonnan építendő közintézménynél vegyék figyelembe a helyi energiafelhasználásnak lehetőségeit. Az új termelőkút megfúrása után a kitermelhető termálvíz legnagyobb térfogatárama nagyobb lesz, mint az előzőé, amit csak kismértékben terhel le a közelmúltban felépített és jövőben megépülő közintézmény. A helyzet tehát olyan, hogy az új kút fúrása nélkül nem lett volna elképzelhető a további fejlesztés, megfúrásával viszont az energiatermelés megkétszereződött. A fennmaradó kútkapacitás kihasználására jelentkeztek a városban lévő nagyüzemek, amelyek közel annyi földgázt tüzelnek el, mint amennyit az összes városi közintézmény igényelne, ha nem részesülne termálvízellátásban.

### 3.5 Energetikai számítások

A dolgozatunk ezen fejezetében bemutatjuk a veresegyházi közmű kiterjesztése során megvalósult eredmények költséghatékonyságát, energiafelhasználásának alakulását termálvízzel, földhővel, és földgázzal történő épületfűtés esetén. Több lehetséges építési technológiával végzünk fiktív összehasonlítást számításokkal alátámasztva.

Az épület energiaszükségletét meghatározó tényezők

- fűtött alapterület;
- nyílászárók hőátbocsátási tényezője;
- falszerkezet (vastagság, rétegrend, rétegrendi hővezetési tényező);
- födémek;
- aljzatok;
- fűtési napok száma;
- hőmérséklet;
- tájolás;
- hajlásszög;

#### 3.5.1 Az épületfűtés számítása földgáz felhasználása esetén

A fűtött alapterület: 2571 m<sup>2</sup>

Első lépés a fűtési rendszer nyomásveszteségének meghatározása:

$$p_v = \frac{\Delta p_{100}}{\Delta p_0} \text{ (bar)} \quad (1)$$

ahol:

$p_v$   
 $\Delta p_{100}$   
 $\Delta p_0$

A hőmennyiség meghatározására a következő összefüggést használtuk.

$$Q = A \cdot k \cdot \Delta t \text{ (W)} \quad (2)$$

ahol:

$Q$  hőmennyiség (W)  
 $A$  felület nagysága (m<sup>2</sup>)  
 $k$  hőátbocsátási tényező (W/m<sup>2</sup>K)  
 $\Delta t$  belső és külső hőmérséklet különbsége (°C)

Az épületszerkezetek vastagságából, a hővezetési tényezőből és a hőátadási tényezőből meghatározzuk a hőátbocsátási tényező (k) értéket.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{be}} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{ki}}} \left( \frac{W}{m^2 K} \right) \quad (3)$$

ahol:

$k$  hőátbocsátási tényező (W/m<sup>2</sup>K)  
 $\alpha_{be}$  hőátadási tényező (W/m<sup>2</sup>K)  
 $d$  falvastagság (m)  
 $\lambda$  hővezetési tényező (W/mK)

#### 4. táblázat

| Típus                   | Anyag                    | Vastagság (cm) | $\lambda$ (W/mK) | k (W/m <sup>2</sup> K) |
|-------------------------|--------------------------|----------------|------------------|------------------------|
| <b>belső fal</b>        |                          |                |                  | 2,10                   |
| 1                       | mészvakolat              | 1              | 0,87             |                        |
| 2                       | válaszfal                | 10             | 0,52             |                        |
| 3                       | javított mészvakolat     | 1,5            | 0,87             |                        |
| <b>földszinti padló</b> |                          |                |                  | 0,30                   |
| 1                       | kavicsfeltöltés          | 15             | 0,35             |                        |
| 2                       | vasbeton                 | 20             | 1,55             |                        |
| 3                       | hideg bitumenkenés       | 0,5            |                  |                        |
| 4                       | bitumenes vastag lemez   | 0,4            | 0,17             |                        |
| 5                       | EPS 150 hőazigetelő      | 7              | 0,04             |                        |
| 6                       | Austrotherm technológiai | 0,009          |                  |                        |
| 7                       | Austrotherm könnyűbeton  | 7              | 0,081            |                        |
| 8                       | kerámia lap burkolat     | 1              | 1,05             |                        |
| <b>külső ablak</b>      |                          |                |                  | 1,60                   |
| <b>külső ajtó</b>       |                          |                |                  | 1,60                   |
| <b>padlásfödém</b>      |                          |                |                  | 2,10                   |

|                           |                                  |       |        |      |
|---------------------------|----------------------------------|-------|--------|------|
| 1                         | Beltéri diszperziós festék       | 0,01  |        |      |
| 2                         | vasbeton                         | 20    | 1,55   |      |
| 3                         | Isover Flamex párafékező         | 0,1   | 0,2    |      |
| 4                         | Rockwool Deltarock               | 15    | 0,033  |      |
| <b>pince padló</b>        |                                  |       |        | 0,30 |
| 1                         | kavicsfeltöltés                  | 15    | 0,35   |      |
| 2                         | vasbeton                         | 20    | 1,55   |      |
| 3                         | hideg bitumenkenés               | 0,5   |        |      |
| 4                         | bitumenes vastag lemez           | 0,4   | 0,17   |      |
| 5                         | NC (EPS) 150 hőszigetelő         | 7     | 0,04   |      |
| 6                         | Austrotherm technológiai         | 0,009 |        |      |
| 7                         | Austrotherm könnyűbeton          | 7     | 0,081  |      |
| 8                         | kerámia lap burkolat             | 1     | 1,051  |      |
| <b>közbenső födém</b>     |                                  |       |        | 1,20 |
| 1                         | burkolat                         | 1     | 1,05   |      |
| 2                         | kavicsbeton                      | 7     | 1,28   |      |
| 3                         | Austrotherm technológiai         | 0,009 |        |      |
| 4                         | At - 14 expandált polisztirolhab | 2     | 0,045  |      |
| 5                         | vasbeton                         | 20    | 1,55   |      |
| 6                         | javított mészvakolat             | 1     | 0,87   |      |
| <b>tető</b>               |                                  |       |        | 0,21 |
| 1                         | Beltéri diszperziós festék       |       |        |      |
| 2                         | tiszta gipszlapok                |       |        |      |
| 3                         | Isover Flamex párafékező         |       |        |      |
| 4                         | Rockwool Deltarock               |       |        |      |
| 5                         | kiszell. Légr. Szokv. Hő fel     |       |        |      |
| 6                         | cserépfedés                      |       |        |      |
| <b>pincefal</b>           |                                  |       |        | 0,26 |
| 1                         | walkyd festés                    | 0,1   |        |      |
| 2                         | javított mészvakolat             | 1     | 0,87   |      |
| 3                         | Porothersm pincetégla TM         | 38    | 0,0258 |      |
| 4                         | Baumit Burkoló Habarcs           | 1     | 0,8    |      |
| 5                         | extr. Hőszig                     | 5     | 0,035  |      |
| 6                         | 2 rtg. Bitumenes vastaglemez     | 0,4   | 0,12   |      |
| 7                         | hideg bitumenkenés               | 0,3   |        |      |
| 8                         | vasalt zsalukőfal                | 20    | 1,55   |      |
| 9                         | kavicsfeltöltés                  | 20    | 0,35   |      |
| <b>külső fal tégalab.</b> |                                  |       |        | 0,39 |
| 1                         | mészvakolat                      | 1     | 0,81   |      |
| 2                         | porotherm 38 N+F TM              | 38    | 0,169  |      |
| 3                         | Baumit Burkoló Habarcs           | 1     | 0,8    |      |
| 4                         | kism. Tömör agyagtégla           | 12    | 0,72   |      |

|                         |                          |     |       |      |
|-------------------------|--------------------------|-----|-------|------|
| <b>külső fal dryvit</b> |                          |     |       | 0,27 |
| 1                       | mészvakolat              | 1   | 0,81  |      |
| 2                       | porotherm 38 N+F TM      | 38  | 0,169 |      |
| 3                       | NC (EPS) 100 hőszigetelő | 5   | 0,04  |      |
| 4                       | dryvit dörzsvakolat      | 0,2 | 0,99  |      |

Szerkezetek rétegrendje, hővezetési tényező és vastagság feltüntetésével

5. táblázat

|                     | <b>Tájolás</b> | <b>Hajlásszög</b> | <b>k (W/m<sup>2</sup>K)</b> | <b>A (m<sup>2</sup>)</b> |
|---------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|
| tető                | ÉK             | 45°               | 0,25                        | 74,8                     |
| tető                | ÉK             | függőleges        | 0,25                        | 206,0                    |
| tető                | DK             | 45°               | 0,25                        | 279,8                    |
| tető                | DK             | függőleges        | 0,25                        | 50,4                     |
| tető                | DNY            | 45°               | 0,25                        | 221,6                    |
| tető                | ÉNY            | 30°               | 0,25                        | 134,5                    |
| tető                | ÉNY            | 45°               | 0,25                        | 107,8                    |
| tető                | ÉNY            | függőleges        | 0,25                        | 37,0                     |
| földszinti padló    |                | vízszintes        | 0,3                         | 478,0                    |
| külső ablak         | ÉK             | függőleges        | 1,6                         | 66,3                     |
| külső ablak         | DK             | függőleges        | 1,6                         | 121,1                    |
| külső ablak         | DNY            | függőleges        | 1,6                         | 67,5                     |
| külső ablak         | ÉNY            | függőleges        | 1,6                         | 114,7                    |
| külső ajtó          | ÉK             | függőleges        | 1,6                         | 13,7                     |
| külső ajtó          | DK             | függőleges        | 1,6                         | 2,7                      |
| külső ajtó          | DNY            | függőleges        | 1,6                         | 15,1                     |
| külső ajtó          | ÉNY            | függőleges        | 1,6                         | 11,1                     |
| padlásfödém         |                | vízszintes        | 0,25                        | 254,0                    |
| pince padló         |                | vízszintes        |                             | 252,6                    |
| pince padló talajon |                | vízszintes        |                             | 478,0                    |
| pince fal           |                | függőleges        |                             | 171,3                    |
| külső fal           | ÉK             | függőleges        | 0,5                         | 206,0                    |
| külső fal           | DK             | függőleges        | 0,5                         | 301,7                    |
| külső fal           | DNY            | függőleges        | 0,5                         | 188,0                    |
| külső fal           | ÉNY            | függőleges        | 0,5                         | 234,2                    |
| külső fal dryvit    | ÉK             | függőleges        | 0,35                        | 87,5                     |
| külső fal dryvit    | DK             | függőleges        | 0,35                        | 52,0                     |
| külső fal dryvit    | DNY            | függőleges        | 0,35                        | 39,2                     |
| külső fal dryvit    | ÉNY            | függőleges        | 0,35                        | 114,6                    |

Szerkezetek tájolása, hajlásszöge, „k” értékei, és felülete

A fűtési napok számából, ami országunkban 180 körüli évente, (a vizsgálat tárgyát képző iskolában 203) és az épület átlagos belső hőmérsékletéből, ami  $t=20,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , illetve a méretezési hőmérsékletből  $t_m=-13\text{ }^{\circ}\text{C}$  kiszámolhatjuk a fűtési igényt. Kiszámítottuk a kívánt hőmérséklet eléréséhez szükséges gáz térfogatmennyiségét. Ehhez a következő összefüggést használtuk.

$$\dot{V}_{\text{gáz}} = \frac{Q}{H_A} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) \quad (4)$$

ahol:

$\dot{V}_{\text{gáz}}$  gáz térfogatmennyisége ( $\text{m}^3/\text{h}$ )  
 $Q$  szükséges hőmennyiség (kW)  
 $H_A$  a gázfűtőértéke ( $\text{kJ}/\text{m}^3$ )

Az épületfűtéshez szükséges energián kívül a használati melegvíz (HMV) előállításakor szintén földgázt kell felhasználni. Ezt hozzá kell adni az épületfűtés energiafelhasználásához, és megkapjuk a szükséges gáz térfogatmennyiségét.

A Református Iskola energiaszükséglete látható a 6. táblázatban.

6. táblázat

| Szükséges energia |                        |                |                        |          |                        |
|-------------------|------------------------|----------------|------------------------|----------|------------------------|
| Épületfűtéshez    |                        | HMV előállítás |                        | Összesen |                        |
| GJ/év             | $\text{m}^3/\text{év}$ | GJ/év          | $\text{m}^3/\text{év}$ | GJ/év    | $\text{m}^3/\text{év}$ |
| 307               | 8796                   | 65             | 1855                   | 372      | 10651                  |

Az összesített gáz térfogatmennyiségből kiderül, hogy mennyibe kerül az épület fűtésének üzemeltetése évente.

### 3.5.2 Az épületfűtés számítása geotermikus energia felhasználás esetén

Egyedi mértékű geotermikus energiafelhasználásnál általában a berendezések elektromos áramfogyasztása közvetlenül a fogyasztót terhelik. Jelen esetben a rendszer a fogyasztók számára leoszló kis elektromos áramfelhasználását belekalkulálták a geotermikus energia árába, ami 1566 Ft/GJ. Azért ilyen kicsi, mert a szivattyúházak költségeit több mint 30 fogyasztó termeli ki a víz felhasználásával.

A  $Q$  hőmennyiség értékét az előremenő víz hőmérséklet ( $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), és a visszatérő víz hőmérsékletéből határozzuk ( $48\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) meg, a víz fajhőjének ( $c=4,19\text{ kJ}/\text{kgK}$ ) segítségével. Fel kell használni továbbá a fűtőcsövek átmérőjét, és ellenállását  $\Delta p = 0,22\text{ (bar)}$ .

A csőátmérő ismeretében ( $d=20\text{ mm}$ ) meghatározom a térfogatmennyiséget.

$$Q = v \cdot \frac{\pi d^2}{4} \left( \frac{l}{s} \right) \quad (5)$$

ahol:

$Q$  térfogatmennyiség ( $\text{l/s}$ )  
 $v$  sebesség ( $\text{m/s}$ )  
 $d$  csőátmérő ( $\text{mm}$ )

Az épület fűtőkörén „m” tömegű vizet kell átnyomni, hogy 20,7 °C-os átlaghőmérsékletet kapjunk. A használati meleg víz (HMV) számításakor 365 napra számolunk energiafelhasználást. A csőátmérőből ( $d=15$  mm), és az ellenállásokból térfogatáramot ( $Q$ ) kell számolni. Az alábbi összefüggéssel megkapjuk a földhővel előállítandó HMV-hez szükséges hőmennyiséget.

$$Q = c_{viz} \cdot \Delta t \cdot m \left( \frac{m^3}{év} \right) \quad (6)$$

ahol:

$Q$  térfogatmennyiség ( $m^3/év$ )

$c_{viz}$  víz fajhője (4,19 KJ/kgK)

$m$  tömeg (kg)

### 3.5.3 A geotermikus energiával történő épületfűtés és a földgázzal történő épületfűtés összehasonlítása

A szükséges gáztérfogat egyévi üzemeléshez 10.651  $m^3/év$ , illetve 372 GJ/év. A 2010-es gázárak mellett, vagyis 2.610 Ft/GJ-os ár mellett 970.000 Ft-ot jelent. A geotermikus energia jelen pillanatban 1.566 Ft/GJ. Ugyanannyi energiát a geotermikus közművel előállítva, és fogyasztva, csak 580.000 Ft-ba kerül.

Nagyon fontos szempont káros anyag emisszió mennyisége, amely gyakorlatilag csak a közmű előállításakor keletkezik. Ehhez hasonló rendszerek esetében, ahol egyéni mértékben alkalmazzák a geotermikus energiát, megjelenik egyfajta energiatakarékos szemléletmód. A fogyasztó saját energiát használ, ezáltal igyekszik odafigyelni szokásaira, és érdekelté válik abban, hogy fűtőrendszere hatékony legyen. Mindez hozzájárul az energiafogyasztás csökkenéséhez.

## 4.

## FOGALOMTÁR

**Geotermikus gradiens:** a felszín alatti hőmérsékletnövekedés mérőszámaként használt mutató, az egységnyi mélységváltozásra jutó hőmérsékletváltozást fejezi ki. Értéke földi átlagban  $3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ . A magyarországi átlagos geotermikus gradiens  $5\text{--}7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  között mozog. Amit a Föld felszínétől számítva hőmérséklet-növekedésnek értelmezünk, valójában pontosan fordított folyamat: a Föld belsejéből érkező hő fokozatos csökkenése bolygónk felszíne felé közeledve. Jelenlegi ismeretek szerint a belső hő radioaktív anyagok bomlásából származik.

**Földhő fluxusa:** hazánk felszínén  $0,09\text{ W/m}^2/\text{óra}$ ,  $100\text{ m}$  mélységben eléri a  $0,11\text{ W/m}^2$ -ot.  $1\text{ km}^2$ -en  $90\text{ MW}$  nyerhető vele, hazánk egész területén  $8100\text{ MW}$ , közel annyi, mint a háztartások összes hőigénye.

**Munkaszám:** a hőszivattyú által leadott energiamennyiség hányszorosa a működtetéshez felhasznált elektromos energiának.

**Jóságfok (COP):** a hőszivattyú hatásfokát kifejező érték. A hőszivattyú jóságfokának kiszámításakor a kondenzátorból kijövő fűtőteljesítményt ( $Q$ ) hasonlítjuk össze a kompresszorba bevitt energiával ( $W$ ).

Egy levegő hűtésére használt hőszivattyú COP értéke 2. Ennek értelmében  $2\text{ kW}$  hűtési energiát nyerünk a szivattyú kompresszorának minden egyes  $\text{kW}$  fogyasztására vetítve. A COP-t mértékegység nélkül jelöljük. Az előállított hőenergiánál és a bevitt energiánál ugyanazt a mértékegységet használjuk a számításoknál pl.  $\text{COP } 4 = 1\text{ kWh}$  elektromos energia felhasználásával  $4\text{ kWh}$  hőenergiát állítunk elő.

**JAZ:** Az energiatámogatáshoz szükséges éves teljesítménytényező. Leadott éves hőmennyiség ( $Q$ ) és éves szinten felvett villamosenergia ( $E_v$ ) hányadosa.

**Reverzibilis hőszivattyú:** Megfordítható áramlási irányú hőszivattyú.

**Scroll-kompresszor:** nincsenek benne munkaszelepek, illetve szívó/nyomószelep. Komprimálás közben az alacsony és a magas nyomású oldal közötti tömítést a centrifugális erő miatt egymásnak feszülő csigakerekek sima felülete és a felületek között lévő olajfilm biztosítja. Semmi egyéb tömítőanyagot nem használnak a csigák között. A kompresszor álló helyzetében nem szorulnak össze a csigakerekek, nincs elválasztva az alacsony és a magas nyomású oldal, tehát a kondenzátorban lévő magas nyomású gőz visszaáramlana az alacsony nyomású oldal felé, nyomáskiegyenlítődéig. Ennek megakadályozására az álló csigába, a gőz kilépő oldalába beépítettek egy egyszerű súlyzáras visszacsapó szelepet. A scroll-kompresszor nem forog, hanem orbitális pályán mozog, eközben a két csiga egymásnak feszül.

**Expanziós szelep:** az expanziós szelep választja el a készülék magas nyomású oldalát az alacsony nyomásútól. A szelep működését három tényező befolyásolja: 1. a hőmérséklet érzékelő, ami az elpárologtató kimenetére van szerelve, 2. a kiegyenlítő, amely az elpárologtató nyomást érzékeli, valamint a rugó, amely egyensúlyba hozza a kiegyenlítő, illetve az érzékelő nyomást.

**HMV:** két hőcserélős használati melegvíz tárolók, két hőcserélővel szerelt, opcióként elektromos fűtéssel is kiegészíthetők. Álló kivitelű, zártrendszerű készülékek. Felfűtési mód:

bármilyen kazánnal, napkollektorral, vizes kandallóval, elektromos fűtőbetéttel történhet. A tároló egyszerre több fűtési módon is fűthető, általában az alsó hőcserélő szolárral, a felső hőcserélő hagyományos fűtési módon. A készülékek egyidejűleg több vízvételi hely ellátására alkalmasak, a belső felületvédelem miatt a tárolt meleg víz, mind tisztálkodási, mind étkezési célra alkalmas. Aktív anódos rendszer megakadályozza a vízkő lerakódását. A belső hőcserélők kialakítása a napkollektoros rendszerek sajátosságához kialakított. Az opciós lehetőségekkel bármilyen hidraulikai megoldásra alkalmasak.

**Hőszivattyú munkaközege:** A gőz állapotú munkaközeget egy kompresszor összesűríti és keringeti a rendszerben, ennek folyamán felmelegszik a munkaközege, amely ezután egy kondenzátornak hívott hőcserélőben lehűl és lecsapódik. A kondenzátorban hőjét átadja a fűtendő helyiségnek, majd a folyékony halmazállapotú, mérsékelt hőmérsékletű csapadék nyomáscsökkentő berendezésen áramlik át, amely fojtószelep, kapilláris, esetleg hőhasznosító szerkezet, például egy turbina lehet. A nyomáscsökkentő berendezésen átáramló nagyrészt folyékony munkaközege egy másik hőcserélőbe, az elpárologtatóba jut, ahol a hűtőközege elpárolog, miközben hőt vesz fel a környezetből. Ezután a hűtőközege visszajut a kompresszorba és a folyamat megismétlődik.

**Kalorifer:** Nagyobb helyiségek, csarnokok, raktárak fűtésére szolgáló nagyobb test, amelyet felmelegítenek és rajta keresztül levegőt áramoltatnak. (léghevítő, légfűtéses kályha...)

**5.**

**IRODALOMJEGYZÉK**

- [1] Szita Gábor okl. gépészmérnök, Magyar Geotermális Egyesület elnöke - A termálvíz hasznosítási lehetőségei
- [2] Transenergy tanulmány–Szlovénia, Ausztria, Magyarország és Szlovákia határokkal osztott geotermikus erőforrásai
- [3] Veresegyház-KMOP pályázat-Veresegyházi geotermikus közmű kiterjesztése új termelőkút fúrásával
- [4] Reményi Károly: Megújuló energiák, Akadémia Kiadó, 2007
- [5] Megújuló Energia Kézikönyv, Poppy Seed, 2010
- [6] <http://www.geotermikus.com/GEOTERMIKUS-HOSZIVATTYU.html>
- [7] <http://alternativa.ewk.hu/geotermikus-energia>
- [8] [http://www.furas.hu/geotermikus\\_furas\\_energia.php#](http://www.furas.hu/geotermikus_furas_energia.php#)
- [9] <http://www.feszekrakok.hu/hu/epitkezes/gepeszet/futes/geo>
- [10] <http://www.hev-sugar.hu/>

**6.**

**KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

Tisztelettel szeretnénk megköszönni mindazoknak a személyeknek a segítségét, akik nélkül a Tudományos Diákköri dolgozatunk nem születhetett volna meg:

**Pásztor Béla** - Veresegyház polgármestere

**Csikós István** – Veresegyhát Fejlesztési Kft. ügyvezetője

**Szita Gábor** - okleveles gépészmérnök, Magyar Geotermális Egyesület elnöke

**Keszeyné Dr. Say Emma** - okleveles vízépítő mérnök, a SZIE-YMÉK Közmű- és Mélyépítés Tanszék Geotechnikai Szakcsoport tanára, témavezetőnk

**Dr. Molnár Ildikó** - okleveles gépészmérnök, SZIE-YMÉK Közmű- és Mélyépítés Tanszék tanára, témavezetőnk