

# Geotermikus energiahasznosítás újgenerációs h szivattyúkkal

Fodor Zoltán (GEOWATT Kft.)<sup>1</sup>

A „Magyar Épületgépészetben” megtisztelt módon rendelkezésemre álló információközlési lehetőséget szeretném arra felhasználni, hogy bemutassam Önöknek a geotermikus h szivattyúk széleskörű felhasználásának lehetőségeit, értelmét, és a felhasználás buktatóit. Bemutatom Önöknek azt az alkalmazási módszert – h nyelési mód, rendszertervezés –, valamint azt a készüléktípust, amely elemzéseink szerint a mi földtani viszonyaink között a legjobb éves átlagos COP értéket biztosítja a h szivattyúk alkalmazásakor, valamint kitérek a készülékfejlesztés további lehetőségeire. Írásom alapját az október 19-i debreceni Tudományos ülésszakon tartott előadásom anyaga adja.

Ismereteim szerint a szakmában is megfogalmazott ellenérv a h szivattyús rendszerekkel szemben, hogy villamos energiát használnak f tésre, h tésre és HMV előállításra, és a rendszerek alacsony átlagos COP értéke nem hozza meg a kívánt energia-megtakarítást és az elvárható környezetvédelmi előnyt.

Írásommal szeretnék hozzájárulni a h szivattyúkkal kapcsolatos kép árnyalásához. Nem értek egyet azzal a nézettel sem, amely azt hangoztatja, teljesen mindegy, hogy a h szivattyús rendszerek milyen COP értékkel működnek, lényeg a helyi károsanyag-kibocsátás „0” értékre csökkentése.

Véleményem szerint nekünk mérnököknek mindent meg kell tennünk annak érdekében, hogy adottságainkat optimálisan kihasználjuk, a legmagasabb évi COP értéket biztosító h szivattyús rendszereket építsünk, amely így a lehető legnagyobb primerenergia-megtakarítást, és ezzel összhangban a legnagyobb környezetvédelmi előnyt biztosítja.

## Az alkalmazott h nyelési mód

A magyarországi viszonyokra installált geotermikus h szivattyús rendszer kialakításánál a rendelkezésemre álló számítógépes szoftverekkel elemzéseket végeztem a különféle h nyelési módok alkalmazhatóságát illetően.

Legfőbb szempontként jelentkezett ennél az elemzésnél:

- az évi átlagos COP érték maximalizálása,
- az üzembiztonság és
- a megvalósíthatóság.

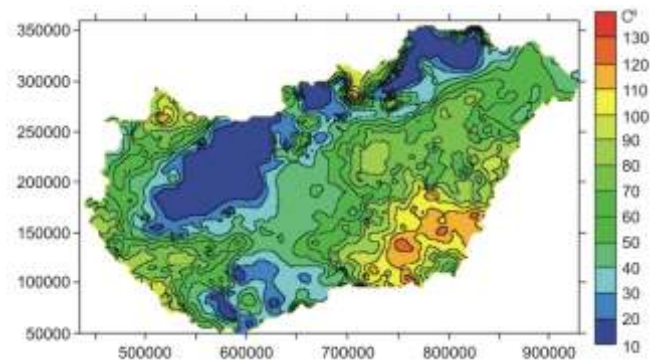
Az elemzés konklúziója, hogy a fenti feltételek együttes érvényesítésének magyarországi geotermikus adottságaink figyelembevételével a vertikális zárt hurkú rendszerek tudnak a legjobban eleget tenni.

A vertikális zárt hurkú rendszerek sikeres – magas éves átlagos COP érték – alkalmazhatóságának két lényeges paramétere a geotermikus gradiens, valamint a talaj átlagos h vezetőképessége.

A Kárpát-medence, de különösen Magyarország területe alatt a földkéreg az átlagosnál vékonyabb, és ezért hazánk adottságai az említett paramétereket illetően igen kedvezőek.

A föld belsejéből kifelé irányuló h áram (a gradiens és a talaj h vezetőképesség szorzata) átlagos értéke 90 – 100 mW/m<sup>2</sup>, ami mintegy kétszerese a kontinentális átlagnak!

Az 1. ábrából is látszik, Magyarországon belül is a legjobb adottságú a Dél-alföldi régióval megegyező terület, de az európai átlaghoz képest mindenütt jobb lehetőségekkel rendelkezünk a zárt kollektoros földhőhasznosítást illetően.



1. ábra. Magyarország geotermikus térképe

Fenti megállapításom a vertikális zárt hurkú rendszerek alkalmazhatóságára vonatkozóan nem zárja ki azt, hogy a helyi adottságok figyelembe vételével minden projektnél meg kell vizsgálni egyéb, esetlegesen kedvezőbb h nyelési mód alkalmazhatóságát (hulladék, nyílt víz közelsége, pozitív kútmelegítés stb.).

## Geotermikus h szivattyúk

### Az újgenerációs h szivattyúknál alkalmazott kompresszorok jellemzői

A spirálkompresszorokkal 1905-ben egy francia mérnök, Jean Creux kezdett el foglalkozni. A technológia fejlettsége miatt a ma már prototípusnak várnia kellett a század második feléig.

A háború utáni években kifejlesztett nagy precizitású munkálógépek tették lehetővé a spirálkompresszorok (2. ábra) sorozatgyártásának megvalósítását.

E kompresszorok működési elve alapvetően különbözik a hagyományos dugattyús kompresszorokétól. Ennek következtében számos előnyük van mind működésben, mind szerkezetben, mind funkcióban.

<sup>1</sup> Okl. gépészmérnök, épületgépész mérnök  
G-1/04 039 2000 Ép. gép. Vezető tervező  
G-B-16/04 039 2000 Megújuló energia hasznosítási szakértő

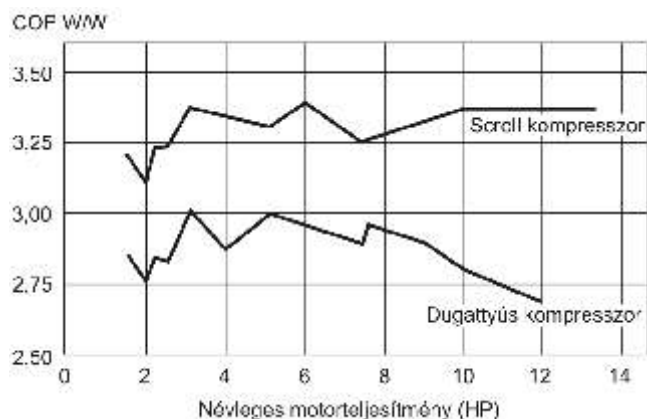


2. ábra. Spirálkompresszor

A spirálkompresszorok megjelenése radikális áttörést jelent a technológiában, ami jelentősen megváltoztatta a hőszivattyúk szerkezetét, teljesítményét és élettartamát.

Mindenekelőtt együttesen azt jelentik, hogy a scroll-kompresszorok jelentős javulást jelentenek az energiaszállítás hatáskörében, a hagyományos dugattyús kompresszorokhoz képest.

A 3. ábrán látható, hogy a COP érték 15 – 25%-kal növekedett a hajtómotor-teljesítmény függvényében, ami a hőszivattyús technikát alapjaiban változtatta meg.



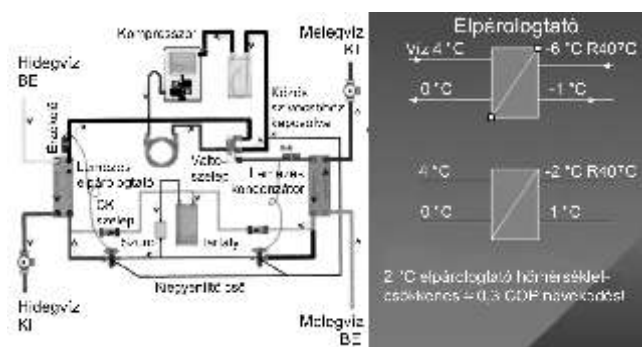
3. ábra. A scroll kompresszor COP értéke 15 – 25%-kal nagyobb

### A geotermikus hőszivattyúk jellemzői

Közepes, illetve magas hőfokszintre tervezett készülékek, ami azt jelenti, hogy  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti elpárologtatási hőmérsékleteken dolgoznak.

Jellemzőjük a lehető legkisebb hőforrás közeg/folyadék hőmérsékletkülönbség kialakítása, mind az elpárologtató, mind a kondenzátor oldalon, ami a COP értéket jelentősen növeli (4. ábra).

A folyadék-víz geotermikus hőszivattyúkhöz a fentiek miatt koaxiális kondenzátorokat és elpárologtatókat fejlesztettek ki, amelyekkel lehetővé vált a hőforrás közeg/folyadék hőmérsékletkülönbség minimalizálása. Az új hőszivattyús fejlesztések azonban a lemezes elpárologtatóknál és kondenzátoroknál is beindultak, és már található a piacon olyan lemezes kondenzátor és elpárologtató (reverzibilis rendszerhez is), amely képes minimalizálni a hőmérsékletkülönbséget, és a



4. ábra. Kis hőmérsékletkülönbség az elpárologtató és a kondenzátor-oldalon

kilépő víz hőmérséklet pár  $^{\circ}\text{C}$ -kal nagyobb lehet, mint a kondenzátorból kilépő közeg hőmérséklete.

A valóságban a hőszivattyúk megítélése, az adott feladatra történő kiválasztása, a felhasználó részéről majdnem lehetetlen. Tapasztalataim alapján neves európai gyártók készülékeik adott hőfokszinthez tartozó COP értékeinek megadásakor a kompresszorok elméleti értékeit tüntetik fel, és nem a mért laboratóriumi értékeket! A készülékek energetikai jósaági foka azonban – megítélésem szerint – sok esetben kívánivalót hagy maga után. Jól látható a legegyszerűbb kivitelre való törekvés, aminek következménye a szívó-, nyomó- és folyadékvezetékek keresztmetszetének minimalizálása, ami jelentős energetikai veszteséget okoz a készülék működésében, főleg a részterhelések időszakában, amikor a tömegáramok növekednek a rendszerben. Emiatt az évi átlagos COP értékek közel sem úgy alakulnak, mint az elméletileg elvárható lenne.

A megoldás a tesztlaboratóriumi eredmények bemutatása, esetleg a vizsgálatok magyarországi elvégzése lehetne, a készülékek teljes működési tartományára vonatkozóan. Ennek lehet segítség a hazai földhőszivattyús szervezet megalakulása jelenthetné.

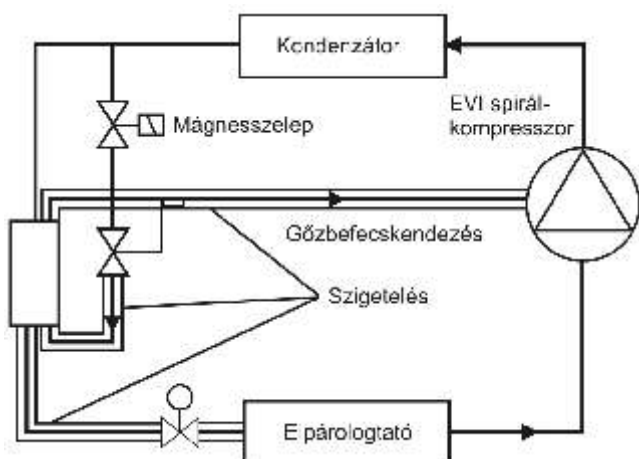
### A készülékfejlesztés lehetőségei, az évi átlagos COP érték alakulása

Az elmúlt években egyes kompresszorgyártóknál megindult a munkát a speciális hőszivattyús kompresszorok kifejlesztésére, melynek következtében az elmúlt évben megjelent a speciálisan hőszivattyús alkalmazásra szánt, megbízhatóbb kompresszorcsalád.

Az elvi séma (5. ábra) alapján látható, hogy a kompresszor külön gépcsoporttal rendelkezik. A gépcsoportot a rendszerbe illesztett ekonomizer-rel, valamint a munkafolyadék költetéséhez szükséges expanziós szeleppel oldják meg.

Jellemzője:

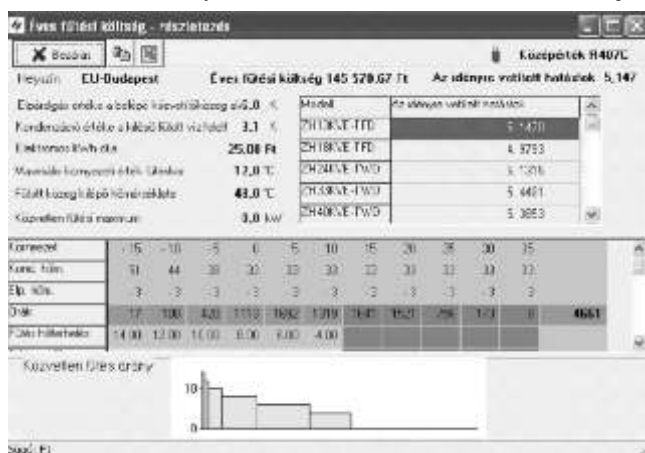
- Az eddigi, átlagosan max.  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os elpárologtatási hőmérséklet  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra emelkedett, és a földhő hasznosításra jellemző  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőfokszinten  $64\text{ }^{\circ}\text{C}$  kondenzációs hőmérséklet érhető el.
- Jobb teljesítmény. A teljesítmény javulását a rendszerben levő entalpia növelésével éri el, és nem a tömegáram növelésével.



5. ábra. A geotermikus h szivattyú elvi sémája

- Megnövelt COP érték. A hatásfok növekszik annak köszönhetően, hogy a leadott teljesítmény növekedése nagyobb, mint a kompresszor által felvett teljesítmény növekedése.
- Elnyes költség és energiafogyasztás. Az e kompresszorokkal szerelt h szivattyúkkal lehet véválni radiátoros rendszerek üzemeltetése is.

A 6. ábra egy ilyen kompresszorral, valamint új fejlesztésű lemezes elpárologtatóval és kondenzátorral szerelt geotermikus h szivattyúval elérhető évi COP értéket ábrázolja.



6. ábra. Geotermikus h szivattyú méretezése

A gyári számítási program budapesti külső léghőmérsékleti adatokkal dolgozik. Az energiafelhasználás „kompenzált”, ami azt jelenti, hogy a mindenkori kondenzációs hőmérséklet a külső hőmérséklet függvényében változik.

A beállított paraméterek:

- 48 °C-os max. kilepési víz hőmérséklet,
- 12 °C-os fűtési határhőmérséklet,
- 3,1 °C-os kondenzátoroldali hőmérsékletkülönbség,
- 6,0 °C-os elpárologtató-oldali hőmérsékletkülönbség,
- 3,5 °C-os, átlagos talajból feljövő víz hőmérséklet.

A fenti paraméterek jól megválasztott elpárologtatóval és kondenzátorral megvalósíthatók. E paraméterekkel, kompen-

zált energiafelhasználás alkalmazásával egy 0/35 °C-on (elpárologtató/kondenzátor hőmérséklet) 13 kW fűtési teljesítmény reverzibilis h szivattyúval – vertikális zárt hurkú hűtési mód alkalmazásával – elérhető az évi átlagos COP = 5,14 érték (6. ábra).

Ez a lehetőség alapjaiban változtatható meg a h szivattyúk alkalmazhatóságát és energetikai megítélését!

Az említett évi átlagos COP érték megvalósulása csak egy lehetőség, amely függ a rendszer szabályozásától, a fűtési rendszer pontos tervezésétől és a felhasználói magatartástól.

## Zárt hurkú rendszerek tervezési módszere

Az adott típusú geotermikus h szivattyúhoz szükséges földkollektorok hosszának megállapítása, a hidraulikai paraméterek kiszámítása a fűtési- és hűtési technikai ismereteken túl geológiai ismereteket is feltételez, valamint olyan számítási módszert, amely tapasztalatokon, kísérleteken alapul.

A szoftveres tervezés – amely figyelembe veszi:

- a talajból kivett éves hőmennyiség (kWh) nagyságát,
- a geotermikus gradiens helyi értékét,
- a talaj átlagos hővezetési tényezőjét,
- a kollektor-rendszer paramétereit (csőméret, méret, furatátmérő, távtartók, kollektortávolság, tömedékelés, mélység),
- a tervezett éves átlagos COP értéket,
- az átlagos külső hőmérsékleti viszonyokat –,

lehetővé teszi, hogy a vertikális zárt hurkú rendszereket biztonságosan tervezni lehessen, és a tervezési határok között ne forduljon elő a talaj túlhűlése és a rendszer leállása.

A tervezés lényeges sajátossága, hogy a tervezés alapjául a talajból kivett éves energiamennyiség (kWh) szolgál, s nem a gázkazános rendszereknél megszokott csúcsteljesítményigényt (kW) kell csupán meghatározni. A tervezési eltérés azaz magyarázható, hogy a talajban a hő teljes visszapótlása viszonylag lassú folyamat, heteket, hónapokat vesz igénybe.

Amennyiben tehát a talajból egy fűtési szezonon belül lényegesen több energiát veszünk ki, mint a tervezett, a talaj folyamatosan hűvös, romlik az évi átlagos COP érték, s durva esetben a túlhűlés a rendszer leállásához vezethet.

A fentiek alapján tehát egy épület éves fűtési energiafogyasztásának pontos meghatározása lényeges befolyásoló hatással van a rendszer évi átlagos COP értékére! Emiatt az új épületeknél elvégzett energia audit lényeges segítséget jelent a h szivattyús rendszerek tervezésénél.

Végezetül meg kell említenem a felhasználói magatartást, amely – mint elzárkózottan említettem – szintén jelentős hatással lehet az éves átlagos COP érték alakulására.

A belső hőmérsékletek tervezett tartóssan eltérő – növelt – értékei jelentősen növelik a talajból kivehető éves energiamennyiséget, s a tervezett hőmérséklet értékéig magától vonja az éves átlagos COP érték változását!

A fentiek alapján látható, hogy a lehetőség, mind technikai, mind technológiai, mind tervezési oldalról megvan annak, hogy határozottan gazdaságos h szivattyús rendszereket építsünk ki, de ehhez mind tervezési, mind kivitelezési, s nem utolsósorban felhasználói oldalról meg kell ismerni a rendszer sajátosságait, s ennek alapján maximálisan kihasználni a rendszer adta lehetőségeket.