

A hőszivattyús rendszerek energiahatékony alkalmazása – XII. rész

A hőszivattyúk alkalmazása távfűtéseknél

A hőszivattyúzás területén folyamatosan felmerülő kérdés, hogyan tudnánk a hőszivattyúkat távfűtési rendszerekben alkalmazni, mely lépéssel javítani lehetne a rendszer hatásfokát, illetve csökkenteni az energiaköltségeket.

A legnagyobb problémát ez esetben a távfűtő rendszerek magas fűtési hőfokszintje okozta, amelyhez a kereskedelemben kapható hőszivattyúkat nem, vagy csak a távfűtő rendszerek költséges átalakításával, a visszatérő hőfok jelentős csökkentésével lehetett korlátozott teljesítményben a rendszerhez illeszteni.

A másik igen jelentős probléma, hogy a hőszivattyúban alkalmazott kompresszorok alkalmazhatósági tartománya elpárolgási hőfok tekintetében maximálisan 18-20 °C volt¹. Ez azt jelentette, hogy 24-25 °C-os termálvízhőmérsékletnél magasabb hőfokszintet nem tudtak kezelni. Emiatt hiába állt rendelkezésre ennél lényegesen magasabb termálvíz-hőmérséklet, ennek COP-érték-növelő hatását nem lehetett kihasználni.

Cikkünkben bemutatjuk, hogy a kompresszorgyártók fejlesztései igyekeznek követni az igényeket, és így forgalomba kerültek olyan, viszonylag nagy teljesítményű scroll kompresszorok, amelyek maximális elpárolgási hőmérséklete már eléri a 40 °C-ot.

Ez alapján lehetővé vált, hogy hulladékhő (26-48 °C) tartomány felhasználására és magas, max. 83 °C-os fűtési előremenő hőmérsékletre magas COP-értékű hőszivattyúkat lehessen tervezni.

Sorozatunk előző cikkei a hőszivattyúk hatékonyságával, az alkalmazás optimalizálásával foglalkoztak. Ez

alapján mindenképp felvetődik a kérdés, hogy hőszivattyúk terén miért ennyire lényeges ez a szempont? Miért kell túlbonyolítani az alkalmazást, miért ennyire lényeges, hogy milyen hőszivattyúkat alkalmazunk az egyes feladatok ellátására, miért annyira lényeges a mérnöki tervezés?

Azt tudni kell, hogy a hőszivattyús rendszerek SCOP-értékének alakulása egyenes arányban van a CO₂-megtakarítás értékével, és azt is mindenki tapasztalhatja, hogy idén a meteorológiai mérések alapján a legmelegebb nyarat éljük.

A légkörfizikával és a klímakutatás egyéb részterületeivel foglalkozó tudósok többsége elfogadja, hogy amennyiben a felmelegedést nem sikerül megállítani a 2 Celsius-fokos határ előtt, akkor a technikai civilizációnak befellegzett, a mellékhatások olyan spirálja indul be, amelynek a végeredménye egy forró, száraz, kietlen, és az emberi élet fenntartására valószínűleg alkalmatlan planéta lehet.

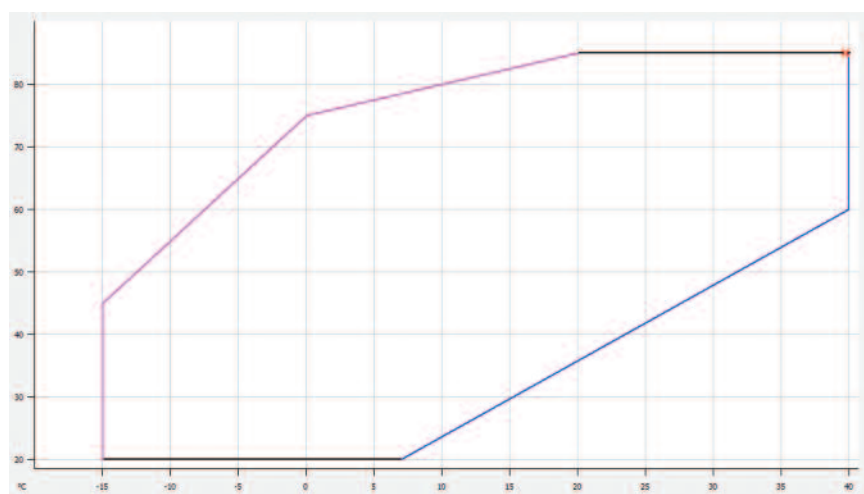
Korszakhatárhoz értünk, és az ideai év

végén, Párizsban fog kiderülni, hogy milyen irányban halad majd a civilizációnk. Az államok vezetői képesek lesznek-e megállapodást kötni egy globális klímaegyezményről – gyakorlatilag a szénhidrogén-gazdaság végéről – és egy zöld, korlátozott energiagényű gazdaságról.

Ha igen, akkor a tudósok szerint egy hosszú, forró és katasztrófákban bővelkedő átmeneti időszak következik, amíg az első pozitív hatások megjelennek. Ha viszont nem lesz megállapodás, akkor a végkifejlet az emberiség számára katasztrófa lesz.

Reméljük, hogy munkánkkal kis mértékben mi is hozzá tudunk járulni ahhoz, hogy a zöld energiák területének gyártói mostanra elérjék azt a kritikus tömeget – tőke- és lobbierőben egyaránt –, amit már nem lehet félvállról venni, vagy nyilvánvalóan hamis érvekkel lesöpörni. Emellett változik a közgondolkodás is, amely alapvető feltétele a túlélésünknek. <http://www.elobolygonk.hu/>

A fentiek alapján egyértelmű, hogy a hőszivattyúgyártás és -alkalmazás te-



1. ábra

¹ A maximális kondenzációs hőfoktartományban.

rületén is mindent meg kell tenni annak érdekében, hogy a legmagasabb SCOP- és SEER-értékeket, és ezzel összhangban a legkisebb üvegházhatású gáz kibocsátást lehessen elérni. Olyan hőszivattyúkat és rendszereket kell fejleszteni, hogy a jelenlegi technikai adottságokat kihasználva, lehetőleg a fűtési és hűtési igények minden területén optimálisan magas energia- és környezeti hatékonysággal legyenek alkalmazhatók.

A fentiek figyelembevételével, magyar hőszivattyú-fejlesztéssel új kompresszorcsalád jelent meg, amely lehetőséget teremtett arra, hogy magas fűtési előremenő hőfokszintű rendszerekben az elfolyó termálvizeink magas hatékonysággal (SCOP) alkalmazhatóvá váljanak, ezzel jelentősen csökkentve a károsanyag-kibocsátást, nem utolsósorban a távfűtés árát.

Magas hőmérsékletű elfolyó termálvizek hasznosítása magas fűtési hőmérsékleten

Az elfolyó termálvizek

A távfűtési rendszerek hatékonyságának hőszivattyúkkal és megfelelő technikákkal történő növelése hazánkban nagy jelentőségű lehet. Az alábbiakban a jelenlegi helyzetet hőszivattyúzás szempontjából az új fejlesztések fényében ismerhetjük meg.

Magyarországon már több mint 1300 termálvízkutat tartunk számon, és ezzel a világ öt termálvízben leggazdagabb országa közé tartozunk, Japán, Izland, Olaszország és Franciaország mellett. A hatalmas hévíz-készletek hallatán nem véletlen, hogy olyan jelzőkkel illetik országunkat, hogy „a termálvizek és gyógyvizek országa” vagy „balneológiai nagyhatalom”.

Európában a föld mélyének energia-

hasznosításán kizárólag az energia kinyerését értik, Magyarországon a termálhasznosítás fogalmi köre a termálvízhez (hévízhez) mint hőforrázó közeghez, és a vízhez is kapcsolódik a maga komplex, többoldalú hasznosítási lehetőségeivel. 1984-től az európai államok többségének előírásait alkalmazva, a 30 °C-nál magasabb felszíni kifolyóvíz-hőmérsékletű, felszín alatti vizeket tekintjük termálvizeknek.²

A hévizek hőtechnikai alkalmazása azonban kérdéseket vet fel minden szakemberben, akit érdekel a „nemzeti kincs” sok esetben oktalan elherdálása, e mellett környezetünk hőszennyezése. Felmerült a kérdés: „ennyire gazdagok vagyunk?” Ennek ellenére jelentős előrelépést e területen évek óta nem lehetett tapasztalni. Múlt időben azért fogalmaztam, mert az MGtE³ zalakárosi geotermikus konferenciáján örömmel hallgattam a Katasztrófavédelmi Igazgatóság tervezett jogszabályváltozásokkal kapcsolatos előadóját többek között arról, hogyan szorgalmazzák a felhozott termálvíz mind jobb hőtechnikai kihasználását, a környezetbe, felszíni vizekbe történő alacsony hőfokú elengedését, ezzel valójában elősegíthetik a hőszivattyúk termálhőrendszerekbe történő integrálását.

Az új hőszivattyú fejlesztések hatása az elfolyó vagy alacsony hőmérsékletű termálvíz hőszivattyús hasznosítására távfűtő rendszerekben

A távfűtő rendszerekben alkalmazható hőszivattyúk problémáinak kiküszöbölésére az új kompresszorfejlesztéseket kihasználva, új magyar fejlesztésként kidolgozták a GWT300-H hőszivattyút, amely igen magas elpárolgási hőmérsékleten, 27-48 °C között képes az elfolyó termálvíz hőjét hasznosítani, ekkor a fűtési oldalon 50-83 °C-os fűtési előremenő hőfokszintet tud előállítani.

A hőszivattyú egy igen komoly és magas COP/SCOP-értékű lehetőséget teremt arra, hogy a magas hőfokú (26-48 °C) kútvizeket, elfolyó termálvizeket közvetlenül, a hőfokszintjük csökkentése nélkül hasznosítsuk, magas hőfokú (max. 83 °C-os fűtési előremenő) fűtési és HMV-rendszerekben.

Az alábbiakban egy példán keresztül mutatjuk be, hogy milyen módon, és milyen hatékonysággal lehet távfűtő

GWT300-H Fűtési üzemmód 80°C Fűtési előremenő hőmérséklet										víz -víz			
Föld oldali adatok					Készülék adatai				Fűtés oldali adatok				
ELT / °C/	Tömeg-áram /l/min/	LLT /°C/	Δt / °C/	Elpárolg. Telj. /kW/	Elektr.telj. Igény/kW/	Amp. /A/	Fűtési telj. /kW/	COP	EWT / °C/	Tömeg-áram /l/min/	LWT /°C/	Δt / °C/	
45,1	390	37,7	7,4	201,0	66,6	106,6	264,0	4,0	70,3	390	80,0	9,7	
37,6	390	31,6	6,0	162,2	66,0	105,7	225,0	3,4	71,8	390	80,0	8,2	
31,6	390	26,6	5,0	135,6	65,2	104,5	197,6	3,0	72,8	390	80,0	7,2	
26,5	390	22,3	4,2	115,2	64,8	103,6	176,8	2,7	73,5	390	80,0	6,5	
22,2	390	18,5	3,7	99,8	64,2	102,6	160,8	2,5	74,1	390	80,0	5,9	

1. táblázat – A hőszivattyúk teljesítményadatai 80 °C-os fűtési hőmérsékleten

² Energiaellátás, alternatív energiaforrások hasznosítása – Ádám Béla (2011), Szent István Egyetem

³ Magyar Geotermális Egyesület

Föld oldali adatok					Készülék adatai				Fűtés oldali adatok			
ELT / °C/	Tömeg- áram l/min/	LLT / °C/	Δt / °C/	Elpárogl. Telj. /kW/	Elektr.telj. Igény/kW/	Amp. /A/	Fűtési telj. /kW/	COP	EWT / °C/	Tömeg- áram l/min/	LWT / °C/	Δt / °C/
45,1	390	37,7	7,4	201,0	66,6	106,6	264,0	4,0	70,3	390	80,0	9,7
37,6	390	31,6	6,0	162,2	66,0	105,7	225,0	3,4	71,8	390	80,0	8,2
31,6	390	26,6	5,0	135,6	65,2	104,5	197,6	3,0	72,8	390	80,0	7,2
26,5	390	22,3	4,2	115,2	64,8	103,6	176,8	2,7	73,5	390	80,0	6,5
22,2	390	18,5	3,7	99,8	64,2	102,6	160,8	2,5	74,1	390	80,0	5,9

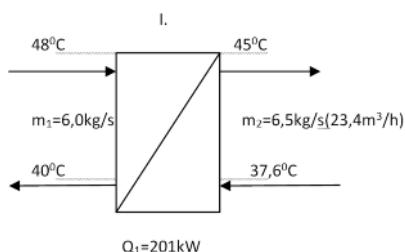
2. táblázat – A hőszivattyúk teljesítményadatai 60 °C-os fűtési hőmérsékleten

rendszerbe illeszteni a fejlesztett hőszivattyút.

A 2. ábra alapján látható, hogy P=3,99 MW teljesítményű, 90 °C/70 °C⁴ fűtési hőfoklépcsőjű fűtési rendszerbe illesztünk egy olyan hőszivattyús rendszert, amely a lehető legjobban felhasználja a rendelkezésre álló m₁=46m³/h tömegáramú, 48 °C feljövő vízhőmérsékletű termálkút hőmennyiségét.

Az optimális kihasználás céljából 5 db hőszivattyút elpárologtató oldalon sorba, kondenzátor oldalon párhuzamosan kötve, kaszkádkapcsolásban alkalmaztunk. A termálvíz-tömegáram 2 db párhuzamos egység rendszerbe illesztését tette lehetővé.

A hőszivattyúk elé előtét hőcserélők nem a hőfokcsökkentés, hanem a hőszivattyúk elpárologtatóinak védelme céljából kerültek betervezésre. Emiatt a legkisebb hőfokcsökkentésre kellett tervezni őket, a még elfogadható beruházási költségek figyelembevételével.



3. ábra – Előtét hőcserélő hőfokszintjeitelen

Ennek megfelelően a hőszivattyús rendszer első fokozatának előtét hőcserélője a 48 °C-os termálvíz-hőmérsékletből 45 °C-os hőfokszinten táplálja meg a hőszivattyút.

A kútoldalon a termálvíz tömegárama

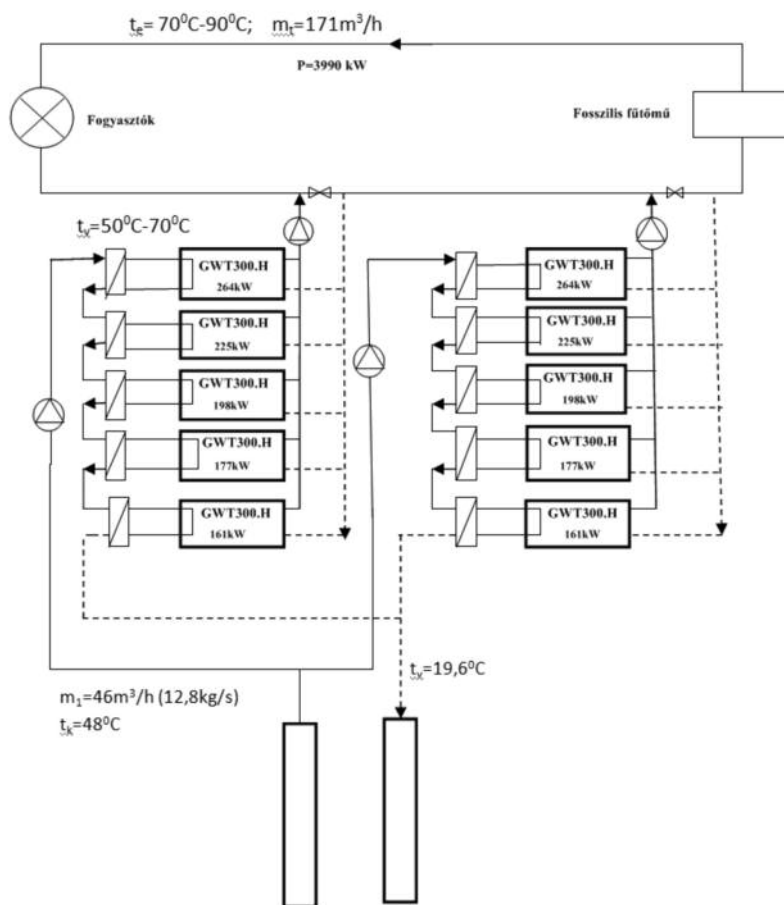
m₁= 6,0 kg/s. A 3. ábrán vázolt rendszer összes termálvíztömegáramigénye m₀=12 kg/s (43,2m³/h).

Mint látható, a hőszivattyúk tömegáramigénye az elpárologtató és kondenzátor oldalon egyaránt m₂=6,5 kg/s.

Ennek megfelelően a kondenzátor oldalon párhuzamosan kapcsolt hőszivattyús rendszer összes tömegárama m_{fűt}=65 kg/s (234 m³/h).

A fő távfűtési körhöz képest eltérő tömegáramigények miatt a rendszerbe hidraulikus váltó beépítése lenne szükséges, amelyet a kapcsolási séma nem tartalmaz.

Az előtét hőcserélők megtervezése után a 3. ábrából látható, hogy a t_k=48 °C-os hőmérsékletű termálvíz visszaterő (elfolyó) hőmérséklete t_v=19,6 °C. A 4. ábrán látható összesítő adataiból



4. ábra – Távfűtő rendszer kapcsolási sémája

¹ Részterhelésnél a fűtési rendszer 70 °C/50 °C fűtési hőfoklépcsővel dolgozik

Sorsz.	Hőszivattyú Megnevezés	elpár. oldali bemenő vzhőfok °C	Kimenő fűtési teljesítmény kW	Kimenő fűtési hőfok °C	COP _{33/80C}	COP _{33/60C}	SCOP
1.	GWT300-H	45	264	80,0	4,0	6,5	5,7
2.	GWT300-H	37,6	225	78,2	3,4	5,5	4,8
3.	GWT300-H	31,6	198	77,2	3,0	4,7	4,1
4.	GWT300-H	26,6	177	76,5	2,7	4,1	3,6
5.	GWT300-H	22,3	161	75,9	2,5	3,7	3,3
Összesen/átlag			1025	77,6	3,1		4,3

5. ábra – A tervezett soros kapcsolású hőszivattyús rendszer energetikai összesítője

látható, hogy a távfűtő rendszerbe a legnagyobb terhelésnél⁵ átlagosan 77,6 °C-on $2 \cdot 1025 \text{ kW} = 2050 \text{ kW}$ fűtési teljesítményt tudunk a hőszivattyús rendszerrel bevinni. Ez valamivel több, mint az összes fűtési igény 50%-a, ami azt jelentheti, hogy a fűtési szezon fűtési óráinak 70%-ában csak a hőszivattyús rendszer fogja ellátni a távfűtő rendszert hőenergiával.

Amennyiben a távfűtő rendszer a külső hőmérséklet függvényében szabályozott, az előremenő fűtési hőmérséklet 70-90 °C között változik, akkor a hőszivattyús rendszer számított hatékonysága SCOP=4,3. Amennyiben ebből leszámítjuk a primer szivattyúk teljesítményigényét, a várható SCOP=4,0 körül alakul!

Ez a számítások szerint azt jelenti, hogy egy fűtési szezonban a 2050 kW hőszivattyús fűtési teljesítménnyel 4 690 000 kWh/a fűtési energiát lehet a rendszerbe vinni, amelyhez hőszivattyú nélkül a gázkazán $\eta_{\text{ati}}=75\%$ -os átlaghatásfokával számolva 662 429 Nm³ földgázra lenne szükség.

A hőszivattyús rendszer beillesztésével a 4 690 000 kWh fűtési energiát 1 172 500 kWh elektromos energia felhasználással lehetne biztosítani, amennyiben a rendszer SCOP=4,0 értéke biztosított.

A hőszivattyús rendszer kalkulált költsége, amennyiben elsődlegesen hasznosított elfolyó termálvíz használnánk: ~ 240 millió forint.

A várható üzemköltség-megtakarítás: 66 millió forint/a.

A megtérülés ideje: 3,6 év.

Termálkút-létesítéssel is a várható megtérülés 5 év alatti.

Megállapítás

Összességül megállapítható, hogy a távfűtő rendszerek hatékonyságának növelésére, a károsanyag-kibocsátásának csökkentésére ma már rendelkezésre áll a távfűtő rendszerhez jól illeszthető hőszivattyús technika, amely az elsődlegesen már nem hasznosítható termálhőt magas COP-értéken tudja hasznosítani, max. 83 °C-os fűtési hőfokszinten.

Alkalmazása lehetővé teszi, hogy a hőszivattyúk meghajtásához szükséges elektromos energiát részben megújuló energiával (napelemek, szélgenerátor) biztosítsák, így a rendszerek hatékonyságát tovább növeljék, és a károsanyag-kibocsátás értékét a töredékére redukálják.

Fodor Zoltán

GeowattKft., fejlesztőmérnök,
MÉGSZ Geotermikus Hőszivattyús
Tagozat elnöke

⁵ 90°C/70°C fűtési hőfokszintre



Vaporline®

Geotermikus hőszivattyúk



Fűtés – aktív hűtés – HMV-funkciók,
10–100 kW egységteljesítmény
Magyar Termék Nagydíj 2012

Magyar fejlesztés, magyar munkahelyek



Geowatt Kft.
1097 Budapest, Kén u. 6.,
+36 1/210-0219; +36 20/967-1553
geowatt@geowatt.hu, www.geowatt.hu

