

A hőszivattyúk alkalmazhatósága távfűtéseknél

A hőszivattyúzás területén folyamatosan felmerülő kérdés, hogyan lehetne a hőszivattyúkat távhő rendszerekben alkalmazni, és ezzel javítani a rendszer hatásfokát, csökkenteni az energiaköltségeket.

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

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

A cikkben bemutatjuk, hogy a kompresszorgyártók fejlesztései az igényeket igyekeznek követni, így for-

galomba kerültek olyan viszonylag nagy teljesítményű scroll kompresszorok, amelyek maximális elpárolgási hőmérséklete már eléri a 40 °C-t (1. ábra).

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

Rovatunk előző cikkei a hőszivattyúk hatékonyságával, az alkalmazás optimalizálásával foglalkoztak. Felvetődhetett már 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 min-

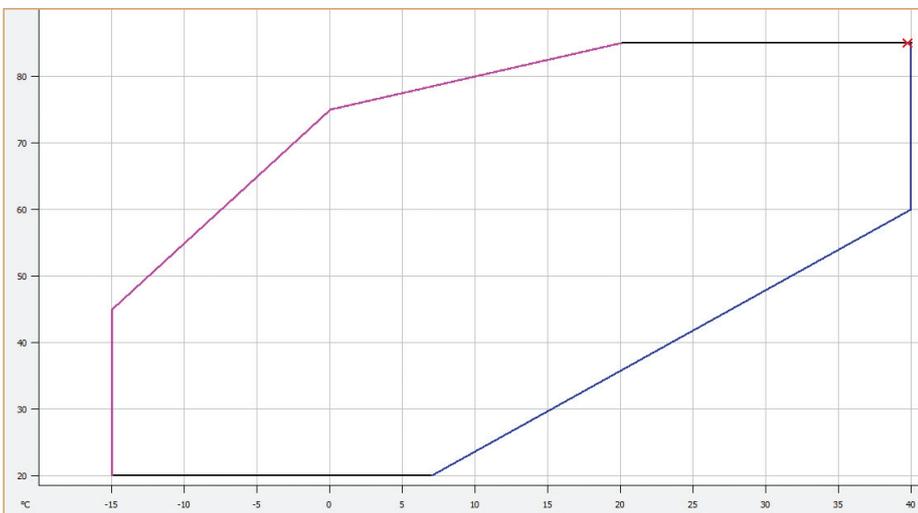
denki tapasztalhatja, hogy idén a meteorológiai mérések legmelegebb nyarat éljük.

A légkörfizikával és a klímakutatás egyéb részterületeivel foglalkozó tudósok többsége elfogadja, hogy amennyiben a felmelegedést nem sikerül megállítani a 2 °C-os 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.

Reméljük tehát, 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 kamu érvekkel lesöpörni. Emellett változik a közgondolkodás is, amely alapvető feltétele a túlélésünknek.

Egyértelmű tehát, hogy a hőszivattyú gyártás és alkalmazás területén is mindent meg kell tenni annak érdekében, hogy a legmagasabb SCOP és SEER értékeket, és ezzel összhangban a legkisebb üvegházhatású gázkibocsátást lehessen elérni. Olyan hőszivattyúkat és rendszereket kell fejleszteni, hogy a jelenlegi technikai adottságokat kihasználva, lehetőleg a fűtési és hűtési igények minden területén optimalisan, magas energia és környezeti hatékonysággal legyenek alkalmazhatók.

Az új kompresszorcsalád megjelenésével, és a fentiek figyelembe vételével történt az a magyar hőszivattyú fejlesztés, amely lehetőséget teremtett arra, hogy magas fűtési előremenő hőfokszintű rendszerekben az el-



1. ábra. Kompresszor alkalmazhatósági tartománya

¹ A maximális kondenzációs hőfok tartományban.

folyó termálvizeinket igen magas hatékonysággal (SCOP) lehessen alkalmazni, és ezzel jelentősen csökkenteni lehessen a károsanyag-kibocsátást, valamint nem utolsósorban a távhő árát.

Magas hőmérsékletű elfolyó termálvizek hasznosítása magas fűtési hőmérsékleten

Az elfolyó termálvizek

A távfűtési rendszerek hatékonyságának növelése hőszivattyúkkal Magyarországon nagy jelentőségű lehet, megfelelő hatékony technika alkalmazásával. Az alábbiakban a jelenlegi helyzetet hőszivattyús szemponjtárból az új fejlesztések fényében ismerhetjük meg.

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

Európában a föld mélyének energiahasznosításán kizárólag az energia kinyerését értik, Magyarországon a termálhasznosítás fogalmi köre a termálvízhez (hévízhez), mint hőhordozó közeghez és magához 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 termálvíznek.²

A hévizek hőtechnikai alkalmazása azonban kérdéseket vet fel minden olyan szakemberben, akit érdekel ennek a „nemzeti kincsnek” a sok esetben oktalan elherdálása, emellett környezetünk hőszennyezése.

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

³ Részterhelésnél a fűtési rendszer 70 °C/50 °C fűtési hőfoklépcsővel dolgozik.

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 teljesítmény adatai 80 °C-os fűtési hőmérsékleten

GWT300-H Fűtési üzemmód 60°C Fűtési előremenő hőmérséklet víz –víz												
Föld oldali adatok					Készülék adatai				Fűtés oldali adatok			
EL T / °C/	Tömeg-áram /l/min/	LL T /°C/	Δt / °C/	Elpárolg. Telj. /kW/	Elektr.telj. Igény/kW/	Amp. /A/	Fűtési telj. /kW/	COP	EW T / °C/	Tömeg-áram /l/min/	LW T /°C/	Δt / °C/
45,0	390	35,5	9,5	257,0	46,2	77,9	301,0	6,5	48,9	390	60,0	11,1
35,5	390	28,1	7,4	199,6	44,6	76,1	244,0	5,5	51,0	390	60,0	9,0
28,1	390	22,1	6,0	163,2	43,8	75,3	205,0	4,7	52,5	390	60,0	7,5
22,1	390	17	5,0	135,8	43,2	74,6	177,0	4,1	53,5	390	60,0	6,5
17,0	390	12,8	4,2	115,6	42,8	74,0	156,2	3,7	54,3	390	60,0	5,7

2. táblázat. A hőszivattyúk teljesítmény adatai 60 °C-os fűtési hőmérsékleten

Sok szakember megkérdezte már: „ennyire gazdagok vagyunk?” Ennek ellenére jelentős előrelépést e területen évek óta nem lehetett tapasztalni.

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

A távhő rendszerekben alkalmazható hőszivattyúk problémáinak kiküszöbölésére, az új kompresszor fejlesztéseket kihasználva kidolgozásra került – mint új magyar fejlesztés – a GWT300-H hőszivattyú, amely igen magas elpárolgási hőmérsékleten, 27–48 °C között tudja az elfolyó termálvíz hőjét hasznosítani, ekkor a fűtési oldalon

50 °C–83 °C-os fűtési előremenő hőfokszintet tud előállítani (1., 2. táblázat).

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

Most egy példán keresztül kerül bemutatjuk, hogy milyen módon és milyen hatékonysággal lehet távhő rendszerbe illeszteni a fejlesztett hőszivattyút.

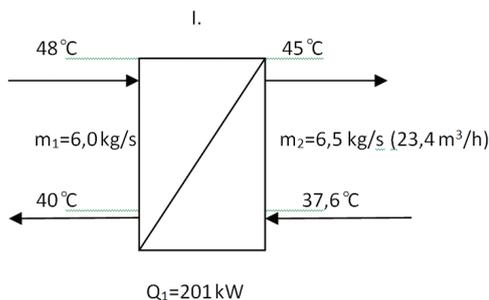
A 2. ábra alapján látható, hogy P=3,99 MW teljesítményű 90 °C/70 °C³ fűtési hőfoklépcsőjű fűtési rendszerbe illesztünk egy olyan hőszivattyús rendszert, amely a lehető legjobban

felhasználja a rendelkezésre álló $m_1=46\text{m}^3/\text{h}$ tömegáramú, $48\text{ }^\circ\text{C}$ feljövő vízhőmérsékletű termálkút hőmennyiségét.

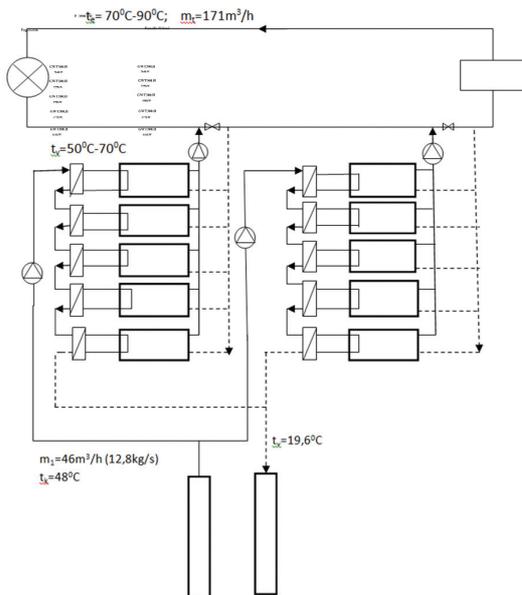
Az optimális kihasználás végett 5 db hőszivattyút elpárologtató oldalon sorba, kondenzátor oldalon párhuzamosan kötve, kaszkád kapcsolatban lett beépítve. A termálvíz tömegáram 2db párhuzamos egység rendszerbe illesztését tette lehetővé.

A hőszivattyúk elé előtét hőcserélőket nem a hőfokcsökkentés, hanem a hőszivattyúk elpárologtatóinak védelme miatt tervezték be. Emiatt a legkisebb hőfokcsökkentésre kellett tervezni őket, a még elfogadható beruházási költségek figyelembe vételével.

Ennek megfelelően a hőszivattyús rendszer első fokozatának előtét hőcserélője a $48\text{ }^\circ\text{C}$ -os termálvíz hőmér-



2. ábra. Előtét hőcserélő hőfokszintjei



3. ábra. Távhő rendszer kapcsolási séma

⁴ 90 °C/70 °C fűtési hőfokszinten.

Sorsz.	Hőszivattyú Megnevezés	elpár. oldali bemenő vízhőfok °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

4. ábra. A tervezett soros kapcsolású hőszivattyús rendszer energetikai összesítője

sékletről $45\text{ }^\circ\text{C}$ -os hőfokszinten táplálja meg a hőszivattyút.

A kútoldalán a termálvíz tömegáram $m_1=6,0\text{ kg/s}$. A 3. ábrán vázolt rendszer összes termálvíz tömegáram igénye $m_o=12\text{ kg/s}$ ($43,2\text{m}^3/\text{h}$)

Mint látható, a hőszivattyúk tömegáram igénye az elpárologtató és kondenzátor oldalon egyaránt $m_2=6,5\text{ kg/s}$.

Ennek megfelelően a kondenzátor oldalon párhuzamosan kapcsolt hőszivattyús rendszer összes tömegáram $m_{fűt}=65\text{ kg/s}$ ($234\text{m}^3/\text{h}$).

A fő távhő fűtési körhöz képest eltérő tömegáram igények miatt a rendszerbe hidraulikus váltó beépítésére lenne szükség, amelyet a kapcsolási séma nem tartalmaz.

Az előtét hőcserélők megtervezése után a 3. ábrán látható, hogy a $t_k=48\text{ }^\circ\text{C}$ -os hőmérsékletű termálvíz visszatérő (elfolyó) hőmérséklete $t_v=19,6\text{ }^\circ\text{C}$.

A 4. ábrán szereplő adatok alapján látható, hogy a távhő rendszerbe a legnagyobb terhelésnél⁴ átlagosan $77,6\text{ }^\circ\text{C}$ -on $2 \cdot 1025\text{ kW} = 2050\text{ kW}$ fűtési teljesítményt tudunk a hőszivattyús rendszerrel bevinni. Ez kissé 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 távhő rendszert hőenergiával.

Amennyiben a távhő rendszer a külső hőmérséklet függvényében szabályozott, és így az előremenő fűtési hőmérséklet $70\text{ }^\circ\text{C}$ - $90\text{ }^\circ\text{C}$ között működik, akkor a hőszivattyús rendszer számított hatékonysága $\text{SCOP} = 4,3$. Amennyiben ebből leszámítjuk a primer szivattyúk teljesítményigényét, akkor a várható $\text{SCOP} = 4,0$ körül alakul!

Ez a számítások szerint azt jelenti, hogy egy fűtési szezonban a 2050 kW hőszivattyús fűtési teljesítménnyel

$4\ 690\ 000\text{ kWh/a}$ fűtési energiát lehet a rendszerbe vinni, amelyhez hőszivattyú nélkül $\eta_{\text{át}}=75\%$ gázkazán átlaghatásfokkal számolva $662\ 429\text{ Nm}^3$ földgázra lenne szükség.

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

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

A várható üzemköltség megtakarítás: 66 millió forint/a

A megtérülés ideje: $3,6$ év

Termálkút létesítéssel is a várható megtérülése 5 év alatti.

Összegzés

A távhő rendszerek hatékonyságának növelésére, a károsanyag-kibocsátásának csökkentésére ma már rendelkezésre áll a távhő rendszerhez jól illeszthető hőszivattyús technika, amely az elsődlegesen már nem hasznosítható termálhőt magas COP értékkel tudja hasznosítani, max. $83\text{ }^\circ\text{C}$ -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, amivel a károsanyag-kibocsátás értékét a töredékre redukálják.

FODOR ZOLTÁN
fejlesztőmérnök, Geowatt Kft.
MÉGSZ Geotermikus Hőszivattyús
Tagozat elnöke

