

A hőszivattyúk hatékonyságáról, alkalmazhatóságáról III.

A Magyar Installateur 2015/2-3-as számában megjelent cikkben bemutattam a hőszivattyús fűtő-hűtő HMV rendszerek SCOP, SEER értékét befolyásoló technikai, technológiai jellegű tényezőket. Folytatva a gondolatmenetet, e cikk keretében elsődlegesen a gyakorló szakembereknek, mérnököknek szeretnék gondolatébresztőt nyújtani arra vonatkozóan, hogy milyen szempontok figyelembe vételevel lehet, illetve kell egy adott feladatra hőszivattyút választani, a hőszivattyúk részletes paramétereinek ismeretében hogyan lehet az alkalmazások kombinálásával a hatékonyságot, az ár/érték arányt jelentősen javítani. Emellett szó lesz arról a sűrűn jelentkező tervezési problémáról, amely a rendszerek hatékonyságát, ár/érték arányát jelentősen rontja.

A hőszivattyús rendszer elemei

A hőszivattyús technika sikeres, hatékony alkalmazása felkészültséget, széleskörű épületgépészeti ismereteket igényel azon szakemberektől, energiatanácsadóktól, tervezőktől, akik a megrendelőkkel kapcsolatba kerülve hőszivattyús rendszereket ajánlanak a lakó-, intézményi, ipari, mezőgazdasági épületek, uszodák fűtési-hűtési HMV igényeinek biztosítására.

Ahhoz, hogy egy hatékony, a megrendelőt kielégítő hőszivattyús rendszert tudunk tervezni, az alább felismerő rendszerelemek összhangjára van szükség:

- hőszivattyú,
- hőnyerési rendszer,
- hőközponti elemek,
- belső hőleadók,
- szabályozás.

A hőszivattyú kiválasztás szempontjai

- A hőszivattyú alkalmazhatósági hőfoktartománya, részletes paraméterei.
- Az alkalmazott hőnyerési mód.
- A számított, maximális fűtési-hűtési teljesítmény igény.

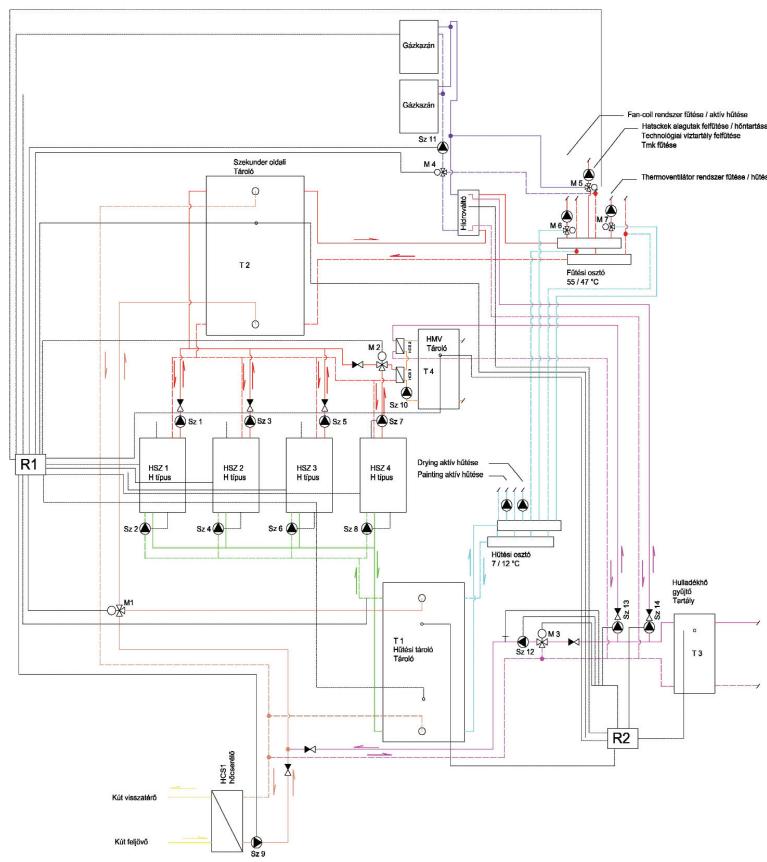
- Az alkalmazni kívánt hőfokszint.
- Az ellátandó funkciók.
- A HMV-előállítás.
- A hőszivattyú szabályozása.

A hőszivattyúk „kombinált” alkalmazása¹

Az előzőekben leírtaknak megfelelően a hőszivattyú kiválasztás szempontjai közül az első kettő jelentőségét emelem ki a mostani cikkben.

Az alább bemutatott kombinált rendszer alkalmazásban látni fogjuk, milyen alapvető jelentősége van annak, hogy egy kiválasztott hőszivattyú egész alkalmazási hőfoktartományra kiterjedő részletes és valós paramétereit ismerjük, és ne csak a bevizsgálási hőfoktartományra eső egyetlen paramétert.

A részletes paraméterek ismeretében lehet eldönteni, hogy az adott hőszivattyút lehet-e, illetve a COP érték növelése és a beruházási költségek csökkentése érdekében célszerű-e kombinált üzemmódban alkalmazni.



1. ábra. Hőszivattyús hőközpont kapcsolási séma

¹ A hűtésből elvont hőt alkalmazzuk az épület fűtésére. Egy kompresszor üzemmel két munkafázist végzünk.

GW205-HAC Hűtési üzemmód 7/12°C hűtési hőfokszint, 2x ZP385-KCE-TWD kompresszorral
víz-víz

Hűtési oldali adatok					Készülék adatai				Föld 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 /EER/	EWT / °C	Tömeg-áram / l/min	LWT / °C	Δt / °C
13,4	438	7,0	6,4	194,4	42,4	75,8	235,0	5,5 / 4,6	31,3	438	39,0	7,7
13,2	438	7,0	6,2	189,2	44,2	78,2	231,0	5,2 / 4,3	33,4	438	41,0	7,6
13,0	438	7,0	6,0	184,0	46,0	80,7	228,0	5,0 / 4,0	35,5	438	43,0	7,5
12,8	438	7,0	5,8	178,8	47,8	83,3	224,0	4,7 / 3,7	37,7	438	45,0	7,3
12,7	438	7,0	5,7	174,0	49,8	86,1	221,0	4,4 / 3,5	39,8	438	47,0	7,2
12,5	438	7,0	5,5	168,6	52,0	89,0	218,0	4,2 / 3,3	41,9	438	49,0	7,1
12,3	438	7,0	5,3	163,2	54,2	92,2	215,0	4,0 / 3,0	44,0	438	51,0	7,0
12,2	438	7,0	5,2	158,0	56,6	95,6	212,0	3,7 / 2,8	46,1	580	53,0	6,9
12,0	438	7,0	5,0	152,6	59,0	99,0	209,0	3,5 / 2,6	48,2	438	55,0	6,8

2. ábra. A hőszivattyú teljesítmény táblázata

Az alábbiakban egy ipari (gyártócsarnok) alkalmazásban mutatom be a hőszivattyúk kombinált alkalmazásának lehetőségét.

A bemutatott rendszer egyik jellemzője, hogy a technológia folyamatosan nagy mennyiségű hűtési kapacitást igényel, és téli üzemben a gyártócsarnok fűtési kapacitás igénye a hűtési igényt meghaladó mértékű. Emellett a hőszivattyús rendszerben hasznosítjuk a technológiából keletkező hulladékhőt.

A magas hőmérsékletű hulladékhőt elsődlegesen, az alacsonyabb hőfokú pedig igény szerint a hűtési tárolóbaba engedve a hőszivattyúkkal hasznosítjuk.

² Csak fűtési funkcióval rendelkező hőszivattyú.

³ A fűtési energiaigény nagyobb, mint a hűtési energia igény (kWh).

A hőközpont kialakítása

Az 1. ábrán látható, hogy a hűtési hőteljesítmény és HMV igények alapján 4 db Vaporline® GW205-H² (R410A) hőszivattyút illesztettek a rendszerbe kaszkád szabályozással, amelyek az alkalmazás sajátosságainak kihasználásával megoldják a technológiához szükséges aktív hűtést 7 °C/12 °C hőfokszinten, a gyártócsarnok monoenergetikus fűtését 55 °C/50 °C fűtési hőfoklépcsővel, és a HMV előállítását max. 55 °C-os hőfokszinten.

A téli üzemmód

Téli üzemben a HSZ1, HSZ2, HSZ3 jelű hőszivattyúk fűtik a szekunder oldali tárolót, a HSZ4 előnykapcsolásban HMV-t termel, majd szintén fűti a szekunder oldali tárolót.

Fűtési üzemmódban a hőszivattyúk hőnyerése a „hűtési tárolóból” történik (kombinált üzem).

A folyamatosan jelentkező hűtési kapacitás nagyrészt biztosítja a hőszivattyúk elpárologtató oldali hőellátását.

Amennyiben energiahány jelentkezik, a hűtési tárolóban³ a hőfokszint a beállított érték alá csökken, akkor a hűtési tárolóba a hulladékhő tárolóból az M10 jelű háromjáratú útváltó szelep automatikus átváltásával plusz hő áramlik.

Amennyiben a „hulladékhő tartály” hőfokszintje 55 °C felett alakul, akkor a hőt közvetlenül a fűtési osztók felé továbbítjuk. Az 55 °C alá hűlt vizet hasznosítjuk szükség esetén a hőszivattyúk tápvizeként.

Téli fűtési-hűtési kombinált üzemmódban a fűtési oldal teljesítmény szabályozásáról nem kell gondoskodni, mert a beépített hőleadókkal a hőszivattyúk teljes kapacitását el lehet vezetni, és az üzem nagysága miatt az egész hőmennyiséget folyamatosan el tudja „nyelni”.

SENTINEL HŰSEGAKCIÓ!

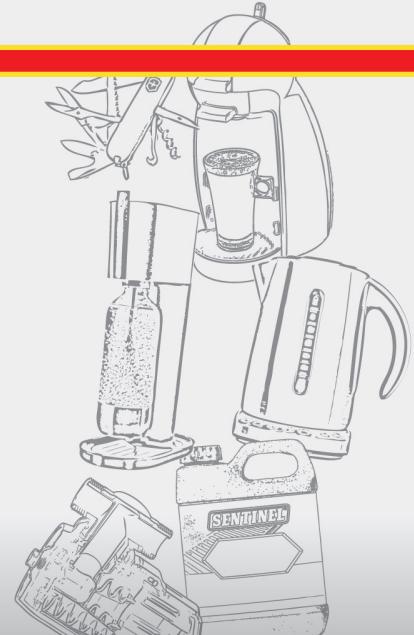
Gyűjtse a Sentinel kupakokat 2015. április 15-től
és váltsa be az Önnek megfelelő értékes ajándékra!

A központunknak **névvel, címmel, telefonszámmal és e-mail címmel együtt megküldött kupakokat a termék nettó listaárán összesítjük és felvesszük Önnel a kapcsolatot. Ön az egyes összeghatároknak megfelelően az Önnek leginkább megfelelő ajándékok/termékek közül választhat.**

A kupakok beküldése folyamatos, a beváltás lehetősége az akció kezdetétől folyamatosan fennáll.

Beküldési cím: Coxtherm Kft., 2040 Budaörs, Gyár u. 2.

Az összeghatárokat és ajándékokat lásd weboldalunkon:



A fűtési rendszerbe a hőszivattyús rendszeren, és az elődleges hulladékhő felhasználáson felül 2 db gázkazánt is bevezetek, amelyeknek az összes névleges fűtési kapacitása 300 kW. A gázkazánok elsődleges feladata a szárító alagutak felfűtése, hőn tartása, technológiai víztartály felfűtése. A gázkazánok után egy hidrováltót is beépítettek, amelyen keresztül az M6 jelű háromjáratú útváltó szelepe átváltásával a fűtési osztó is megtáplálható. Így főleg üzemszünetekben, 300 kW fűtési teljesítmennel rá lehet segíteni a hőszivattyús fűtési rendszerre.

A HMV előállítása

A HMV-tártályban a beállított hőmérsékletű HMV előállítása a következők szerint lehetséges:

1. a hulladékhő tartályból hőcserélőn keresztül,
2. a HSZ4 jelű hőszivattyúval előnykapcsolásban az M5 jelű háromjáratú szelepen és HMV hőcserélőn keresztül.

A nyári üzemmód

A nyári, fűtési szezonon kívüli működésnél a HSZ1, HSZ2, HSZ3, HSZ4 hőszivattyúk hűtik a hűtési tárolót a beállított hőfokszintre. A kondenzátor oldalon a hőt Hcs1 hőcserélőn keresztül a partiszűrésű kutakban nyeletjük el. A hűtési tárolóból a hűtött vizet a hűtési osztókon keresztül elsődlegesen a technológiai hűtésére használjuk. A fennmaradó kapacitással a M7, illetve M8 jelű háromjáratú szelepeken keresztül a termo ventillátorok és a fan-coil rendszer hűtését biztosítjuk.

A hőközpont fűtési, hűtési, HMV teljesítménye

Ahhoz, hogy ez az alkalmazott kapcsolási séma egy elfogadható, gazdaságosság szempontjából értékelhető terv legyen, a fűtési teljesítmény és COP SCOP⁴ értékeit a lehető legnagyobb pontossággal kell meghatározni. Csak részletes adatok alapján dönthető el, hogy az adott hőszivattyúval a kombinált üzemmód hatékonyan megvalósítható-e, illetve mennyivel hatékonyabb megoldás, mint a reverzibilis, vagy jelen esetben külön hűtő hőszivattyú alkalmazása.

Téli üzemmód, működő üzem

Téli üzemmódban a legnagyobb terhelésnél⁵ a tervezett fűtési előremenő hőfok 55 °C.

A hőszivattyúk elpárologtató oldali vízellátása a „hűtésti tárolóból” történik. A tárolóban a hőszivattyú oldali hűtési hőfokszint 7 °C/12 °C, a tervezett legmagasabb fűtési előremenő hőmérséklet (55 °C) esetén.

Ahhoz, hogy a hőszivattyús rendszer kimenő fűtési teljesítményét a legnagyobb terhelésnél meg tudjuk határozni az adott hőszivattyú részletes teljesítmény táblázatára, vagy diagramjára van szükség (2. ábra).

Semmiépp sem fogadható el az a gyakori tervezői megoldás, hogy a hőszivattyúk teljesítményét nem a tervezett legnagyobb terhelésű hőfokszintre adják meg, hanem a gyártó által közölt egyetlen bevizsgálási hőfokszintre!

A teljesítménytáblázatból látható, hogy a 4 db H típusú (fűtés) hőszivattyú fűtési teljesítménye a legnagyobb terhelésnél (7 °C/12 °C hűtési és 55 °C/48,2 fűtési hőfokszinten):

$$P_{\text{fössza}} = 4 \cdot 209 \text{ kW} = 836 \text{ kW}$$

$$\text{A fűtési COP}_{12/55\text{C}} = 3,5$$

$$\text{A hűtési EER}_{7/55\text{C}} = 2,6$$

$\text{COP}_{\text{kombi}} = 6,1$ (Az egy munkafázis alatt végzett fűtés és aktív hűtés egyesített COP értéke.)

A fűtési teljesítmény a legkisebb terhelésnél, a 7 °C/13,4 °C hűtési és 39 °C/31,3 °C fűtési hőfokszinten:

$$P_{\text{fösszm}} = 4 \cdot 235 \text{ kW} = 940 \text{ kW}$$

$$\text{A fűtési COP}_{12/39\text{C}} = 5,5$$

$$\text{A hűtési EER}_{7/13,4\text{C}} = 4,6$$

$\text{COP}_{\text{kombi}} = 10,1$ (Az egy munkafázis alatt végzett fűtés és aktív hűtés egyesített COP értéke.)

A fentiek alapján ($\text{COP} = 6,1-10,1$ között) látható, hogy hőszivattyús rendszer számított hatékonysága a cirkulációs szivattyúk hatásának figyelembe vételével, a téli kombinált üzemmódban SCOP_{\min} (system COP)=6,5.

Amennyiben ezt a feladatot külön hőszivattyúkkal⁶, a partiszűrésű kutak hőjének felhasználásával oldanánk meg, amely átlagosan 8,4 °C, akkor a rendszer fűtési $\text{COP}_{10/55\text{C}} = 3,3$, a hűtési $\text{EER}_{7/23\text{C}} = 7,2$.

$$\text{A COP}_{\text{álag}} = 5,2.$$

Mint látható, a kombinált rendszer alkalmazása a jelen projekt esetén az SCOP értéket várhatóan 0,9-es értékkel növeli, és a beruházási költséget felére csökkenti.

Összegzés

A fenti projekt tervezési metódusának ismertetése alapján egyértelműen látszik, hogy a tervezett hőszivattyúra vonatkozó, a működési hőfoktartományt átfogó, részletes adattáblázat nélkül érdemi rendszertervezést nem lehet végezni. A teljesítmény táblázat hiányának következményét látni fogjuk a cikk folytatásában, ahol a hőszivattyúk hőnyerési módra történő kiválasztását elemezzük.

⁴ Jelen cikkben csak a kombinált fűtési/aktív hűtési üzemmód paramétereivel foglalkozunk.

⁵ A legalacsonyabb külső léghőmérséklet.

⁶ A téli folyamatos hűtési igény miatt reverzibilis hőszivattyúk nem jöhettek számításba.

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

