Levegő-víz vagy szondás hőszivattyút? II. rész

A címben feltett kérdésre – figyelembe véve a cikk előző részében bemutatott leghatékonyabb kompresszor technikákat, valamint az elérhető fűtési COP-, illetve SCOP-értékeket, melyeket a levegő-víz rendszerű hőszivattyúkban alkalmaznak – a rövid válasz az, hogy mindkét rendszernek megvan a maga helye.

Egyértelmű azonban, hogy a földhő-víz, valamint víz-víz hőnyerési módra alapozott hőszivattyús rendszerekkel lényegesen magasabb fűtési SCOP-értékek érhetők el, így a környezeti károsanyag kibocsátás, a környezeti zajterhelés is kisebb, a rendszer hőnyerési oldala nincs kitéve a várható szélsőséges időjárási körülményeknek, ezért minden olyan helyen, amely elfogadható költségekkel alkalmas szonda vagy kutak telepítésére, ezen hőszivattyús rendszereket célszerű megvalósítani.

Mindezeken túl, a címben feltett kérdésre adandó válasznál figyelembe kell venni a hőszivattyúk használati meleg víz (HMV) előállítási, valamint aktív hűtési lehetőségeit, a HMV és hűtési üzemmódban elérhető SCOP-, illetve SEER-értékek alakulását, hiszen a klímaváltozással a nyári hónapokban hűtésre akkora, vagy nagyobb igény fog jelentkezni, mint téli fűtésre, emellett a HMV-előállítás is jelentős tényező lakóépületeknél, szociális intézményeknél, szállodáknál stb.

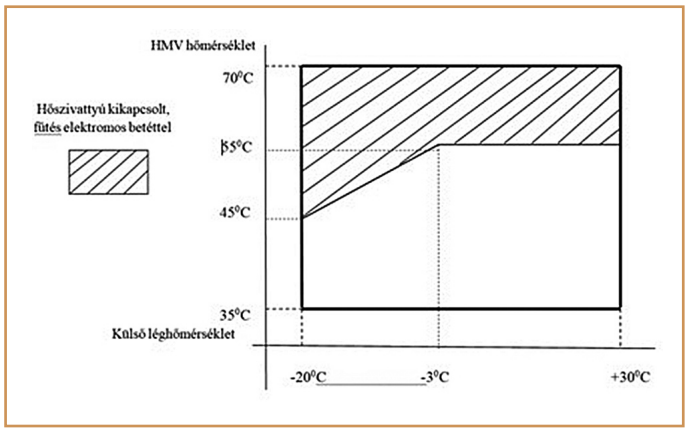
A HMV előállítása inverteres EVI scroll kompreszorokkal szerelt hőszivattyúknál

A reverzibilis üzemmódú (megfordítható körfolyamatú) levegő-víz hőszivattyúk esetén a hőszivattyúba épített víz-víz rendszerű hőcserélő alkalmazásával mind téli, mind nyári üzemmódban megvalósítható a használati melegvíz-előállítása 45–55 °C-os hőfokszinten a külső léghőmérséklet függvényében *(1. ábra)*.

Az alkalmazott kompresszornak azonban alkalmazhatósági korlátai vannak, amelyeket mindenképp figyelembe kell venni, ha el akarjuk kerülni az olajhiány, a kenési elégtelenség miatt bekövetkező kompresszor meghibásodását. Tavaszi, nyári üzemmódban, amikor HMV-üzemmódra kapcsol a rendszer, gondoskodni kell arról, hogy a kondenzátorba 35 °C-nál hidegebb víz huzamosan ne kerüljön, mert akkor a hőszivattyú kompresszora üzemi tartományon kívül dolgozik.

Ez a hasonló korlát azonban a legtöbb kompresszorra jellemző, amit jól szemléltet a következő idézet egy megjelent cikkből – olyan cég mérési tapasztalata, aki hőszivattyús rendszerek vizsgálatával, bemérésével foglakozik: „Levegő-víz hőszivattyú vizsgálat tapasztalata: »A meglepetés áprilisban jelentkezett, amikor már nem volt fűtési célú energiafogyasztás, az elektromos mérő már csak a HMV-előállítás energiaigényét mutatta. Ezekben a napokban a HMV-termelés átlag COP-értéke 1,3 és 1,5 közt mozgott. Áprilisi langyosodó időben!« »Ezt úgy tudják elérni, hogy a HMV-termelést jelentős hányadban közvetlen elektromos módban végzi a gép. Ezek szerint még tavasszal is élnek ezzel a módszerrel a kompresszor érdekében. Ez a közvetlen elektromos hőtermelés az oka a hőszivattyú alacsony 'tavaszi COP' értékének«."

1. ábra. A HMV-előállítás hőmérséklete a léghőmérséklet függvényében

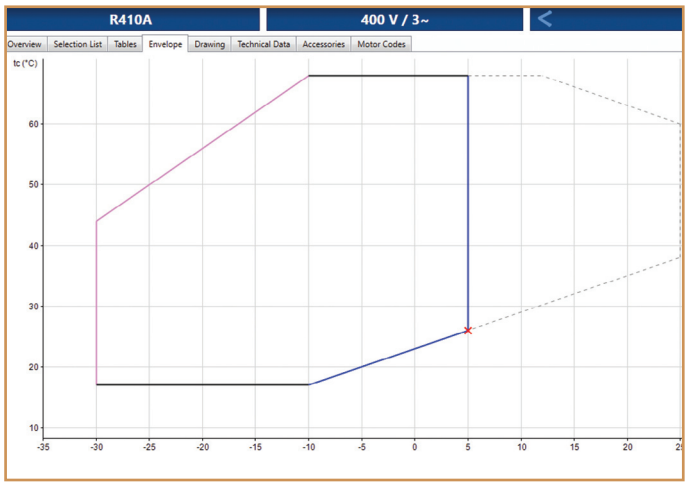


Az alkalmazott Inverteres EVI sroll kompresszor alkalmazhatósági tartománya

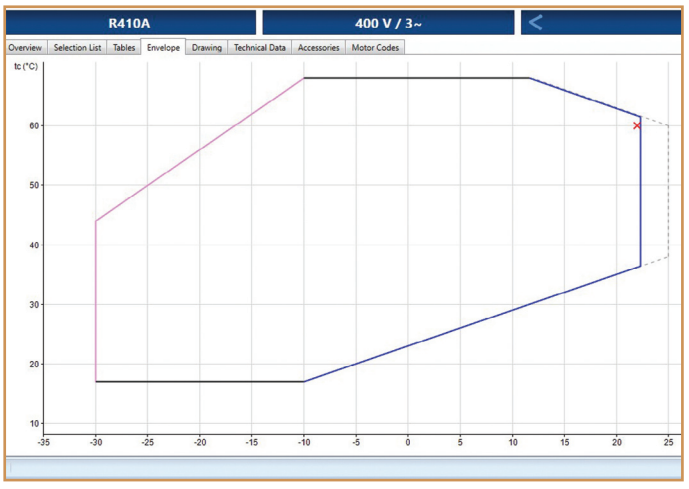
A kompresszorgyártók felhívják a figyelmet, hogy a kompresszorok alkalmazása az alkalmazhatósági tartományon belül legyen. Ellenkező esetben idő előtti kompresszor meghibásodással lehet számolni.

Az 1. ábrában 12 °C-os külső hőmérsékletnél és 55 °C-os HMV-előállításnál vizsgáljuk a HMV-előállítás lehetőségét. Ehhez az elpárologtató méretezésétől függően 5 °C-os elpárolgási hőmérséklet tartozik (lásd *2. ábra*). Ahhoz, hogy az 55°C-os HMV-előremenő hőmérsékletet elérjük, 60 °C-os kondenzációs hőmérsékletre van szükség. Látható, hogy ezt minden probléma nélkül teljesíteni képes a hőszivattyú.

A probléma a kompresszor alsó alkalmazhatósági határánál van. Abban az esetben ugyanis, amennyiben a külső hőmérséklet 12 °C és a HMV puffertároló alsó részébe hideg, 10–15 °C-os hálózati víz áramlik, amelynek hőfoka a HMV-hőcserélőn keresztül ~5 °C-kal növekszik. A kondenzátorba kerülő víz hőfoka ekkor, mint az ábrából látható, már jelentősen (5–10 °C-kal) a megengedett tartományon kívül van. Ekkor ugyanis a



2. ábra. **Alkalmazhatósági tartomány 5 °C-os elpárolgási hőmérsékletnél**



3. ábra. **Alkalmazhatósági tartomány 22 °C-os elpárolgási hőmérsékletnél**

legalacsonyabb alkalmazható kondenzációs hőmérséklet 26 °C, tehát 24-25 °C-os vizet lehetne csak a kondenzátorba engedni (lásd 2. ábra).

A külső léghőmérséklet növekedésével a helyzet folyamatosan romlik, hiszen a tartályba áramló vízhőmérséklet nem változik, a kondenzációs hőmérséklet igény azonban növekszik.

A *3. ábrából* jól látható, hogy amennyiben a külső léghőmérséklet 30 °C-ra emelkedik, akkor már csak minimum 35 °C-os vizet lehet a kondenzátorba engedni.

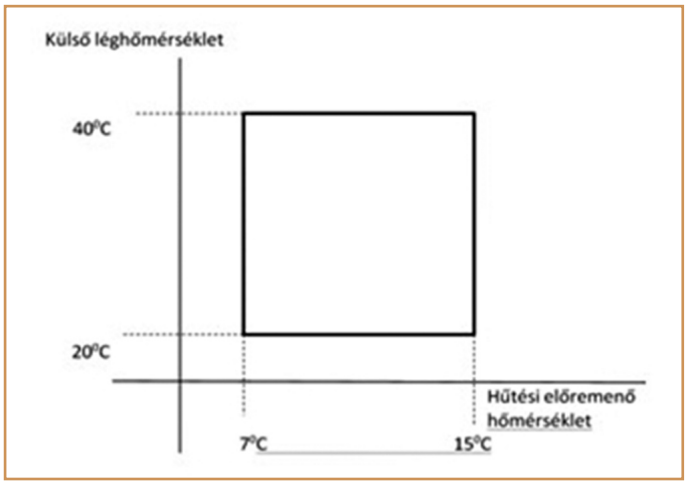
Amennyiben ezt a problémát egy gyártó a legegyszerűbb módon, elektromos ráfűtéssel oldja meg, akkor a fenti idézetben szereplő hatékonysági problémák a tavaszi-nyári HMV-előállítás esetén jelentkeznek, és lerontják a hőszivattyúval elérhető fűtési SCOP-értéket.

A HMV COP- és SCOP-értékekről

Egy jól tervezett, a jelenlegi legkorszerűbb inverteres, EVI scroll kompreszorral szerelt hőszivattyú esetén,

	T.v °C	40			50			55			60		
Modell	T.ae °C	PH kW	PA kW	COP	PH kW	PA kW	COP	PH kW	PA kW	COP	PH kW	PA kW	COP
	-20	10,5	4,8	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-15	11,9	4,9	2,4	10,5	4,8	2,2	-	-	-	-	-	-
	-7	15,1	5,2	2,9	15,4	6,0	2,5	15,5	6,6	2,3	-	-	-
	-2	17,6	5,3	3,3	17,7	6,2	2,9	17,8	6,7	2,6	16,9	6,9	2,4
	2	19,2	5,3	3,6	19,3	6,2	3,1	19,4	6,8	2,9	18,5	7,0	2,6
	7	20,1	5,1	3,9	20,1	5,8	3,5	20,2	6,4	3,2	20,2	7,0	2,9
	12	20,5	4.7	4,4	20,5	5,6	3,6	20,6	6,2	3,3	20,6	6,8	3,0
	17	21,0	4,1	5,1	21,0	5,1	4,1	21,0	5,7	3,7	21,0	6,3	3,3
	20	21,2	3,9	5,4	21,2	4,9	4,3	21,2	5,5	3,9	-	-	-
	25	22,1	3,5	6,3	22,1	4,5	4,9	22,0	5,1	4,3	22,0	5,7	3,8

4. ábra. **HMV-üzemmód paraméterei**
T.ae = T külső hőmérséklet
T.v = T előremenő HMV hőmérséklet
PH = HMV teljesítmény
PA = Felvett teljesítmény (keringtető szivattyút beleértve)



5. ábra. Aktív hűtési tartomány

amely figyelembe veszi, és elektromos ráfűtés nélkül kiküszöböli az alkalmazhatósági tartomány adta korlátokat, HMV-üzemmódban várhatóan az alábbi COP-értékek érhetők el.

	T.c °C	7 n_c=100%			15 n_c=87%		
Modell	T.ae °C	PC	PA	EER	PC	PA	EER
	20	17,3	3,3	5,3	19,0	2,6	7,4
	22	17,1	3,4	5,0	18,9	2,7	6,9
	24	17,1	3,6	4,8	18,8	2,9	6,5
	26	17,0	3,7	4,6	18,6	3,1	6,1
	28	16,8	3,9	4,3	18,5	3,2	5,8
	30	16,7	4,0	4,1	18,3	3,4	5,4
	32	16,5	4,2	4,0	18,2	3,6	5,1
	34	16,4	4,4	3,8	18,0	3,7	4,8
	36	16,2	4,5	3,6	17,8	3,9	4,5
	40	16,0	4,8	3,3	17,5	4,2	4,1

6. ábra. Az elérhető aktív hűtési EER-értékek
T.ae = T külső hőmérséklet
T.c = T előremenő hűtővíz hőmérséklet
PC = Hűtési teljesítmény
PA = Felvett teljesítmény (keringtető szivattyút beleértve)

A *4. ábrából* látható, hogy téli HMV-üzemmódban a leggyakoribb –7 °C-os elpárologtató hőmérsékletnél (0-1 °C-os külső léghőmérséklet) az elérhető $COP_{-7/50}$ = 2,5. Az elérhető $SCOP_{télHMV}$ = 2,8-2,9.

Az egész évi szezonra vetítve azonban a fentiekben vázolt optimális esetben elérhető az $SCOP_{HMV}$ = 3,2-3,4 érték.

A saját és a cikkben idézett cég tapasztalatai alapján – sajnálatos módon – a gyártók elektromos betéttel oldják meg a problémát, így még a téli üzemben elérhető HMV COP-értéket is lerontják. Így az évi HMV SCOP-érték SCOP ≤2,8.

Az aktív hűtési üzemmód inverteres EVI scroll kompreszorokkal szerelt hőszivattyúknál

A reverzibilis üzemmódú (megfordítható körfolyamatú) levegő-víz hőszivattyúkkal az épületek aktív hűtése megoldható a külső előfordulási hőmérsékletek teljes tartományában *(5. ábra)*.

A *6. ábra* adataiból levonható az a következtetés, hogy egy inverteres, EVI scroll kompreszorokkal szerelt hőszivattyúval aktív hűtési üzemmódban az évi SEER = 4,0 körüli érték megvalósítható, beszámítva a ventillátorok rontó hatását.

Végezetül újból megállapítható – ismerve az optimálisan tervezett és kivitelezett levegő-víz hőszivattyús rendszerek hatékonyságát –, hogy a geotermikus hőszivattyús rendszerek előnye sok szempontból vitathatatlan.

- Az alkalmazott inverteres kompresszorok szerkezeti kialakításuktól függően sokkal érzékenyebbek, mint a geotermikus hőszivattyúkban alkalmazott „kitérő" scroll kompresszorok. Élettartamuk valószínűsíthetően rövidebb.
- A föld pufferelése geotermikus hőszivattyúkkal - téli hőkivétel, nyári hőbevitel – a környezeti szempontból a legideálisabb megoldás. Ezzel szemben a levegő-víz hőszivattyúk nyári üzemben tovább növelik a környezet hőterhelését.
- Elmarad a környezet zajterhelése, amit a levegő-víz hőszivattyús rendszerek esetén a ventillátorok okoznak.
- A rendszer hőnyerési oldala nincs kitéve a várható szélsőséges időjárási körülményeknek, a rendszer üzembiztonsága, élettartama magasabb.
- Az SCOP- és SEER-paraméterekben jelentősen felülmúlják a levegő-víz rendszereket, így a környezetvédelmi előnyei vitathatatlanok.

Ez alapján megállapítható, hogy a levegő-víz hőszivattyús rendszereket, a legoptimálisabban tervezett készülékeket figyelembe véve csak ott lenne célszerű megvalósítani ahol a szonda vagy kutak telepítése nem, vagy csak magas költségekkel valósítható meg.

Fodor Zoltán
okl. mg. gépészmérnök, épületgépészmérnök
Geowatt Kft.