Levegő-víz vagy szondás hőszivattyút? I. rész

Az alkalmazott kompresszorok és elérhető COP- és SCOP-értékek

Cégemmel több mint 20 éve terveztük és telepítettük az első hőszivattyús rendszert. Elmondhatom, hogy nagy ambícióval, elvárásokkal, és nagyon sok befektetett munkával járultunk hozzá, hogy elsősorban a zárt szondás hőszivattyús rendszerek alkalmazása teret hódítson hazánkban is.

Sok éves tervezői és telepítői gyakorlattal a hátunk mögött szondás és vizes hőnyerési módokra *Vaporline*® márkanevű hőszivattyú családokat terveztünk. Sajnos az élet e 20 év alatt sem igazolta elvárásainkat a hőszivattyúk magyarországi elterjedésére vonatkozóan, ami több okra vezethető vissza, de ez nem tárgya jelenlegi írásomnak. Ennek ellenére, mint a hatékonyan épített hőszivattyúk és hőszivattyús rendszer kialakítások híve, dolgozunk a saját fejlesztésű levegő-víz hőszivatytyú családunkon is a jelenlegi, megítélésünk szerint leghatékonyabb kompresszortechnika alkalmazásával.

A fentieket azért tartottam célszerűnek megemlíteni, hogy talán van némi kompetenciám a levegő-víz hőszivattyúk alkalmazhatóságának megítélésében.

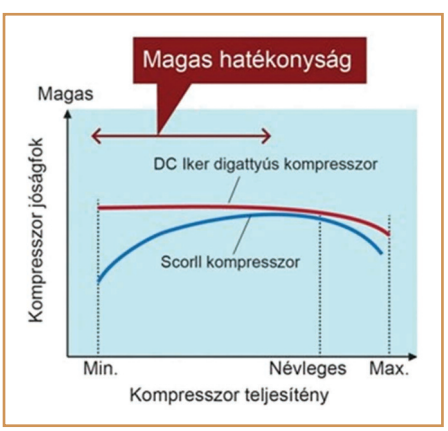
Amiatt tartom lényegesnek a címben szereplő kérdésre választ adni, mert úgy látom, hogy a korlátozott kereslet, a korlátozott beruházási költségek arra késztetik a forgalmazók egy részét, hogy valótlan, teljesen alaptalan marketingszövegekkel szerezzék meg ügyfeleiket, akiket valójában megtévesztenek. Ez sajnos nem újkeletű marketing, és megítélésem szerint a sok tényező közül az egyik, amely hosszabb távon negatív színben tünteti fel a hőszivattyú technikát.

Sajnos úgy érzékelem, hogy különösen a levegő-víz hőszivattyúk forgalmazásában vannak a beruházókat megtévesztő alaptalan állítások. Az természetesen nem baj, hogy manapság a levegő-víz hőszivattyú terjed a leginkább, és azt gondolom, hogy a megtévesztő marketing csak minimális hatással van erre, inkább a beruházási költségek a meghatározóak. A baj maga a megtévesztés, ami irreális megtakarítási elvárásokat teremt még akkor is, ha sok beruházó tisztában van némi marketinges „turpisággal".

Ennek további következménye a szakemberek egymásnak feszülése, ami megítélésem szerint sok esetben túlzott reakciót vált ki a levegő-víz hőszivattyús rendszerekkel szemben, illetve mellett.

A kompresszorok

A levegő-víz hőszivattyúk meghatározó alkatrésze a kompresszor. A levegő-víz hőszivattyúknál a hatékonyság egyik fő eleme az inverteres kompresszor, hiszen ilyen alkalmazásban meglehetősen nagy hőfokszinteket kell áthidalni [+15 °C–(–15 °C)]. Emellett a COP-értékek javítására az EVI rendszerrel kombinált inverteres technika az, amellyel alacsony elpárolgási és magas kondenzációs hőfokszinteken jelenleg a legjobb eredményeket lehet elérni.



1. ábra.

Az új fejlesztésű kompresszorok

A legújabb inverteres, kétfokozatú befecskendezéses scroll kompresszorok hatékonyságát egy, az interneten megjelent cikkre reagálva szeretném bemutatni.

Az e-gépész.hu weboldalon egy mérnök kolléga által közölt cikkben megjelent, hogy a gyártók jellemzően két típust szerelnek a levegő-víz hőszivattyúkba, a scroll és a forgódugattyús kivitelt, amivel ennyiben egyet tudok érteni azzal a kiegészítéssel, hogy a scroll kompresszoroknak meglehetősen sok típusa van.

A leghatékonyabbak az inverteres EVI lompresszorok, így összehasonlítani ezeket érdemes.

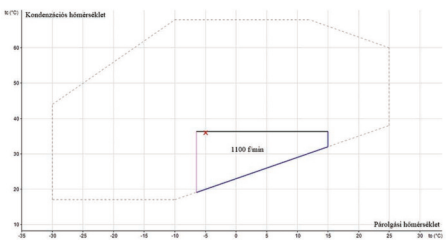
Állítása szerint, amellyel azonban nem tudok egyetérteni: *„Ez jelentős különbség, mert az energia hatékonyságuk eltér a teljes, illetve a részterhelésen. A scroll kompresszor kompreszsziós munkája a terheléstől függetlenül közel állandó, így részterhelés esetén is a névlegeshez közeli elektromos energia felvétele van. A forgódugatytyús kompresszornak a szerkezeti kialakítás miatt részterhelésnél csökken az elektromos energia igénye is."*

A fenti állítás igazolására még egy diagram is készült *(1. ábra)*!

Meg kell jegyeznem, hogy a szóban forgó iker dugattyús kompresszor paramétereit nem, csak a velük készült hőszivattyúkét ismerem, de annál jobban a Copeland Inverteres EVI kompresszorát, amely releváns paramétereit a fenti állításon keresztül alább ismertetek.

Az idézetben szereplő állítás igazolására, vagy cáfolatára vizsgáljunk meg, hogyan viselkedik az inverteres scroll kompresszor egy hőszivattyús alkalmazásban, 2 °C/35 °C levegő-víz hőfokszinten. Egy optimálisan méretezett hűtőközeg/levegő (DX) elpárologtatónál, és hűtőközeg-víz kondenzátornál ez esetben –5 °C/36 °C-on történik az elpárologtatás és a kondenzáció. E hőfokszintet vizsgáljuk különböző kompresszor fordulatszámoknál.

Az alkalmazhatósági tartomány alapján látható, hogy az alkalmazott



Alkalmazhatósági tartomány

Performance at Specified Point	-5.0 / 36.0 °C
Compressor	ZHW0302-2E9
Cooling Capacity, kW	2.45
Power, kW	0.82
COP	2.98
Inverter Current at 400 V, A	1.24
Suction Mass Flow, g/s	11.50
Heating Capacity, kW	3.24
Isentropic Eff., %	55.54
Compressor Speed, 1/min	1115
Vapour Injection Data	
Economiser Load, kW	0.49
Injection Mass Flow, g/s	2.80
Intermediate Dew Temperature, °C	2.00
Liquid Temperature LO, °C	6.90
Abs. Intermediate Pressure, bar	8.50
Vapour Outlet Temp. VO, °C	7.00
Liquid Temperature LI, °C	32.90
Liquid Temperature LX, °C	6.90

Kompresszor paraméterek

2. ábra. **1115 1/min kompresszor fordulatszám**

hőfokszinteken a legalacsonyabb kompresszor fordulatszám az 1115 1/min *(2. ábra)*.

A kompresszor paraméterei:
Fűtési teljesítmény: 3,24 kW
Felvett teljesítmény: 0,82 kW
Fűtési COP = 3,95

3000 1/min kompresszor fordulatszám *(3. ábra)* és 5000 1/min kompresszor fordulatszám *(4. ábra)* esetén a kompresszorok paraméterei az *1. táblázatban* látható értékek szerint alakulnak.

7020 1/min a lehetséges legmagasabb fordulatszám, amely ennél a hőfokszintnél is alkalmazható az alkalmazhatósági tartomány szerint *(5. ábra)*.

A kompresszor paraméterei:
Fűtési teljesítmény: 19,3kW
Felvett teljesítmény: 4,73 kW
Fűtési COP = 4,08

A fenti, részletesen bemutatott elemzés alapján egyértelműen látható, hogy az inverteres EVI scroll kompresszor elektromos teljesítmény felvétele 0,82–4,73 kW teljesítmény között változik az alkalmazott fordulatszám függvényében.

Ezek alapján a alábbi állítás, miszerint: *„A scroll kompresszor kompressziós munkája a terheléstől függetlenül közel állandó, így részterhelés esetén is a névlegeshez közeli elektromos energia felvétele van”* – teljesen alaptalan.

Nem állja meg a helyét a teljesítmény/COP-diagram sem, hiszen mint látható a bemutatott hőfokszinten 3000 1/min kompresszor fordulatszám körül van a legmagasabb COP = 4,48-as érték.

Ha belegondolunk, egy, a –15 °C-os külső hőmérsékletnél 20 kW teljesítményű kompresszor, amely ilyenkor 7000 1/min fordulatszámon működik, a +2 °C-os hőmérsékletnél a jellemző fordulatszáma 3000 1/min körüli érték (~8 kW fűtési teljesítmény), és ennél a hőfokszintnél itt a legmagasabb a COP-érték.

Úgy ítélem meg, hogy a scroll kompresszor paramétereinek figyelembevételével meggondoltabb, és nem félrevezető szakmai információt kellene közzé tenni az idézett kolléga részéről.

3. ábra. **3000 1/min kompresszor fordulatszám**

Performance at Specified Point	-5.0 / 36.0 °C
Compressor	ZHW0302-2E9
Cooling Capacity, kW	6.84
Power, kW	1.94
COP	3.52
Inverter Current at 400 V, A	2.90
Suction Mass Flow, g/s	34.40
Heating Capacity, kW	8.69
Isentropic Eff., %	64.03
Compressor Speed, 1/min	3000
Vapour Injection Data	
Economiser Load, kW	0.94
Injection Mass Flow, g/s	5.30
Intermediate Dew Temperature, °C	11.70
Liquid Temperature LO, °C	16.60
Abs. Intermediate Pressure, bar	11.40
Vapour Outlet Temp. VO, °C	16.70
Liquid Temperature LI, °C	32.90
Liquid Temperature LX, °C	16.60

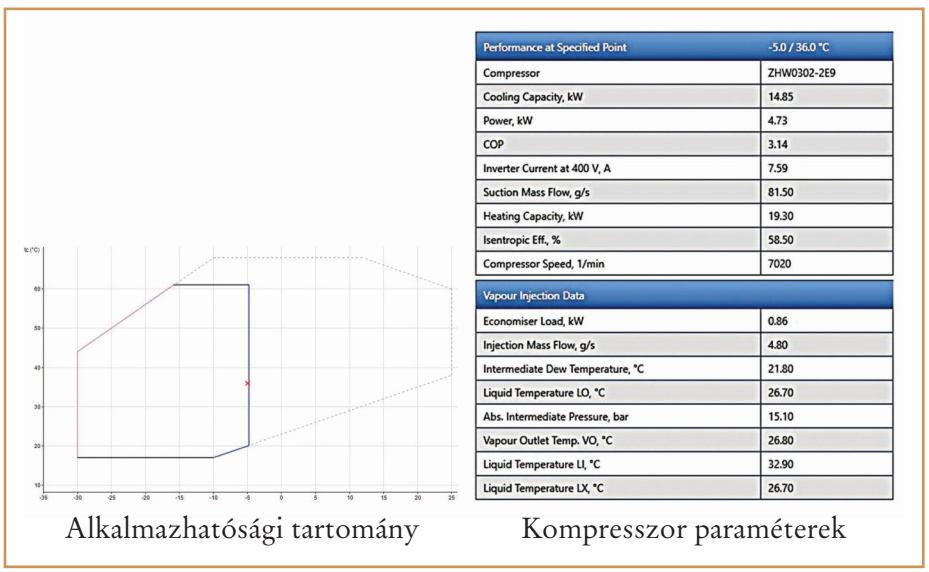
4. ábra. **5000 1/min kompresszor fordulatszám**

Performance at Specified Point	-5.0 / 36.0 °C
Compressor	ZHW0302-2E9
Cooling Capacity, kW	10.55
Power, kW	3.16
COP	3.34
Inverter Current at 400 V, A	4.91
Suction Mass Flow, g/s	57.90
Heating Capacity, kW	13.55
Isentropic Eff., %	62.24
Compressor Speed, 1/min	5000
Vapour Injection Data	
Economiser Load, kW	0.61
Injection Mass Flow, g/s	3.40
Intermediate Dew Temperature, °C	21.90
Liquid Temperature LO, °C	26.80
Abs. Intermediate Pressure, bar	15.10
Vapour Outlet Temp. VO, °C	26.90
Liquid Temperature LI, °C	32.90
Liquid Temperature LX, °C	26.80

A fűtési COP- és SCOP-értékekről

A fűtési COP- és SCOP-értékek bemutatását szintén az interneten, egy forgalmazó honlapján megtalálható reklámszöveggel vezetem be, mely szerint: „…*A levegő-víz hőszivattyúval akár 70%-kal is csökkentheti fűtési költségét, az épület fűtési rendszerétől és a választott hőszivattyútól függően, valamint attól, hogy hűtésre is használja-e a hőszivattyúját. A szokatlanul magas, akár 5,11 SCOP-hatásfok miatt ezek a hőszivattyúk gyorsabban megtérülnek, miközben biztonságosan látják el fűtéssel, hűtéssel és használati melegvízzel otthonát.*”

A *2. táblázatban* egy Inverteres EVI scroll kompresszorral készített split rendszerű levegő-víz hőszivattyú teljesítmény paraméterei láthatóak. Ez szakmai megítélésem szerint most a leghatékonyabb levegő-víz hőszivattyú megoldás. Nézzük meg, hogyan jön ki az adatokból az idézett SCOP = 5,1 érték.



5. ábra. **7020 1/min kompresszor fordulatszám**

1. táblázat.

Kompresszor fordulatszám	*3000 1/min*	*5000 1/min*
Fűtési teljesítmény	8,69 kW	13,55 kW
Felvett teljesítmény	1,94 kW	3,16 kW
Fűtési COP	4,48	4,28

A táblázat alapján a COP = 5,1-es érték a 7 °C/30 °C levegő-víz hőfokszintre jellemző. Hogyan lesz ebből SCOP = 5,1? Tételezzük fel, hogy olyan alacsony hőmérsékletű hőleadót alkalmazunk, és olyan mértékben szigetelt a ház, hogy –15 °C külső hőmérsékletnél is elég a 35 °C-os fűtési előremenő hőmérséklet. Ekkor a pillanatnyi $COP_{-15/35}$ = 2,8. A hőfokgyakoriságot figyelembe véve hazánkban a leggyakoribb külső léghőmérséklet +2 °C. A $COP_{2/35}$ = 4,1. Ezen értékeknél még nem számoltunk a leolvasztásból származó veszteséggel, ami meleg gázos leolvasztásnál csekély.

Egy fűtési idényben a hőfok gyakorisággal kiszámolt SCOP = 3,8–4,0 érték szakmailag megalapozottnak, és egy ilyen alacsony hőmérsékletű felhasználásnál igen jónak ítélhető.

Azonban amennyiben az alkalmazás egy magas hőfokú (max. 55 °C) fűtési rendszerben történik, 35–55 °C külső hőmérséklet függvényében szabályozott fűtési előremenő hőmérséklettel, ahol a leggyakoribb hőfokszinten a $COP_{2/40\text{-}45}$ = 3,8–3,5, ez esetben az SCOP = 3,6–3,3 érték igen jónak ítélhető.

2. táblázat. **Fűtési üzemmód**

	T.a °C	30			35			45			55		
Modell	T.ae °C	PH (kW)	PA (kW)	COP	PH (kW)	PA (kW)	COP	PH(kW)	PA (kW)	COP	PH(kW)	PA (kW)	COP
Inverter EVI scroll	–20	11,3	4,2	2,7	11,5	4,5	2,6	11,8	5,1	2,3	-	-	-
	–15	12,8	4,3	3,0	13,0	4,6	2,8	13,4	5,3	2,5	13,7	6,2	2,2
	–7	15,3	4,4	3,5	13,1	4,0	3,3	13,3	4,6	2,9	13,6	5,4	2,5
	–2	14,7	3,7	4,0	14,8	4,0	3,7	15,0	4,7	3,2	15,3	5,5	2,8
	0	15,5	3,7	4,2	15,6	4,0	3,9	15,8	4,7	3,4	16,0	5,6	2,9
	2	16,3	3,7	4,4	16,4	4,1	4,1	16,6	4,7	3,5	16,7	5,6	3,0
	7	18,4	3,6	5,1	18,5	3,9	4,7	18,6	4,7	3,9	18,7	5,6	3,3
	12	20,7	3,5	6,0	20,7	3,8	5,4	20,8	4,7	4,4	20,8	5,6	3,7
	15	20,7	3,3	6,3	20,7	3,6	5,8	20,8	4,4	4,7	20,8	5,4	3,9
	20	21,1	2,8	7,5	21,1	3,2	6,6	21,2	4,0	5,3	21,1	5,0	4,2

T.a = T előremenő fűtővíz hőmérséklet
T.ae = T külső hőmérséklet
PH = Fűtési teljesítmény
PA = Felvett teljesítmény (keringtető szivattyút beleértve)

A fentiek miatt az idézetben szereplő SCOP = 5,1 állítás megmagyarázhatatlan és alapjaiban félrevezető.

Az aktív hűtési lehetőségek, HMV-előállítás elemzése, a címben feltett kérdésre a válasz a cikk következő részében történik.

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