

COP...avagy egy bűvös szám (gondolataim egy misztikum körül)

Bevallom, hogy rendesen körülnéztem az interneten, amikor eldöntöttem, hogy a hőszivattyúk hatékonyságáról fogok írni.

Azért esett a választásom az internetre, mert egyrészt szűkös idő állt rendelkezésemre, másrészt ma már nagyon sokan ebből a forrásból tájékozódnak, ha valami számukra új információt kívánnak megszerezni. Tehát kíváncsi voltam, hogy mit találok ebben a témakörben (nyilván mindenki más is ezt találja). Természetesen a bőség zavarába botlottam.

A széleskörű tájékoztatásnak köszönhetően a fogyasztók többsége ma már megnézi, hogy milyen terméket vásárol. Arról, hogy a kapott információk összehasonlíthatóak legyenek pedig szabványok és rendeletek gondoskodnak. Sokan előre tájékozódnak a lehetőségekről és a döntés meghozatala előtt összehasonlítják a kívánt árkategóriába tartozó különböző berendezéseket a fellelhető műszaki-, és energetikai jellemzők alapján is.

Hazánkban rendelet írja elő, hogy a klímaberendezéseket energiahatékonysági címkével kell ellátni (és amennyiben az bemutató céllal ki van állítva, akkor a címkét jól láthatóan el is kell helyezni rajta).

A 88/2003. (XII. 16.) GKM rendelet meghatározza a besorolási kategóriákat is, vagyis megadja mind hűtés, mind pedig fűtés üzemmódban, hogy mikor tartozik A, B, C, D, E, F és G kategóriába a berendezés.

A kategóriák alapja a berendezés COP együtthatója. Ha a hatékonysági tényező értéke hűtés üzemmódban kisebb, mint 2,20, akkor „G” osztályú a berendezés, ha pedig nagyobb, mint 3,20, akkor „A” osztályú.

Ugyanez fűtés üzemben úgy módosul, hogy 2,40 alatt „G” és 3,60 felett „A” osztályú a gép (természetesen ez egy kiragadott példa, mivel a rendelet különbséget tesz a vízűtéses, léghűtéses, osztott, kompakt, stb. rendszerek között).

Az utóbbi évek műszaki fejlesztéseinek köszönhetően az alsó kategóriák (F és G) folyamatosan eltűnni látszanak a legtöbb gyártó palettájáról, míg az „A” osztályban alkategóriák kialakítása tűnik szükségesnek (ma már nem ritka a 4 feletti COP érték).

Itt kívánom megjegyezni, hogy a rendelet hűtés üzemben „EHT” –t (energiáhozhatékonysági tényező) és fűtés üzemben „TT”-t (teljesítmény tényező) említ, míg a mindennapi gyakorlatban a hűtési jóságfokot a EER, és a fűtési jóságfokot a COP értékkel szokás azonosítani (szerintem tévesen).

Tehát, a hőszivattyúk hatékonyságának jellemzésére használt ϵ fajlagos fűtőteljesítmény (angolul Coefficient of Performance, COP vagy CoP) az egységnyi hasznosított hőenergia leadására felhasznált külső munka nagysága (dimenzió nélküli mennyiség).

$$\varepsilon = Q/W$$

Q a leadott hőmennyiség,

W a működtetéshez szükséges befektetett mechanikai munka

Ha az elérhető legmagasabb jósági fokot szeretnénk megtudni, akkor az ideális termodinamikai körfolyamatot (Carnot- körfolyamat) kell megvizsgálnunk.

Ha az idealizált fordított üzemű Carnot-gépet használnánk hőszivattyúként, az adott hőmérsékleti határok között elméletileg elérhető legnagyobb fajlagos fűtőteljesítményt kapnánk:

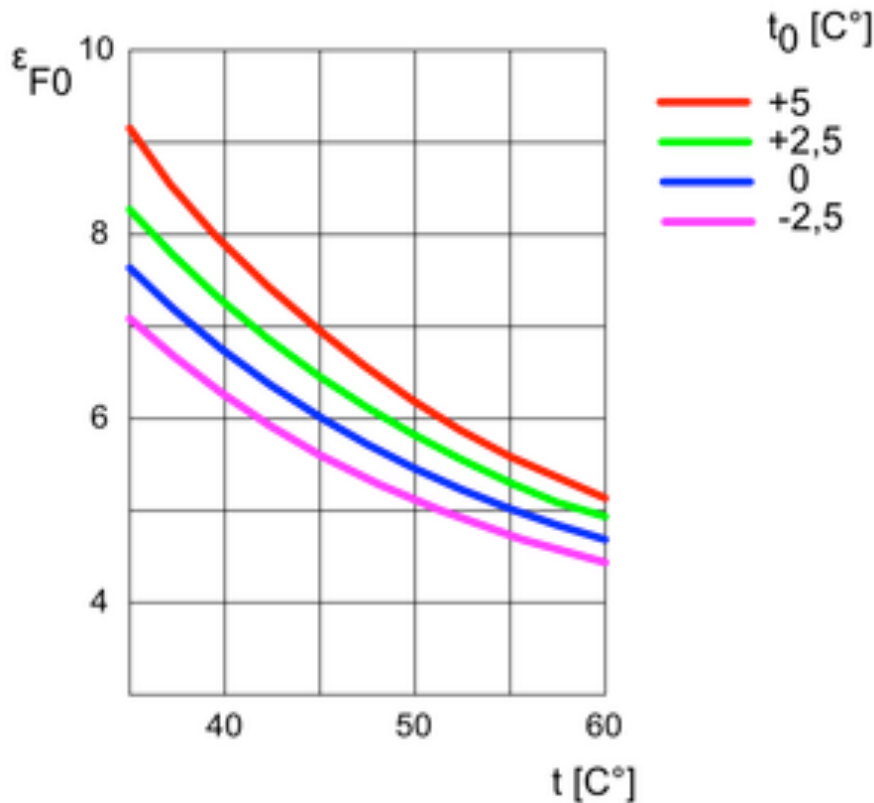
$$\varepsilon_{FO} = \frac{T_1}{T_1 - T_0} = \frac{1}{\eta_{Carnot}}$$

ahol

ideális gáz meleg oldali abszolút hőmérséklete [K],

ideális gáz hideg oldali abszolút hőmérséklete [K],

η_{Carnot} pedig a Carnot-ciklusú hőerőgép hatásfoka.



Hőszivattyú elméleti fajlagos fűtőteljesítménye. (t a kondenzátor hőmérséklete, t_0 a környezet hőmérséklete)

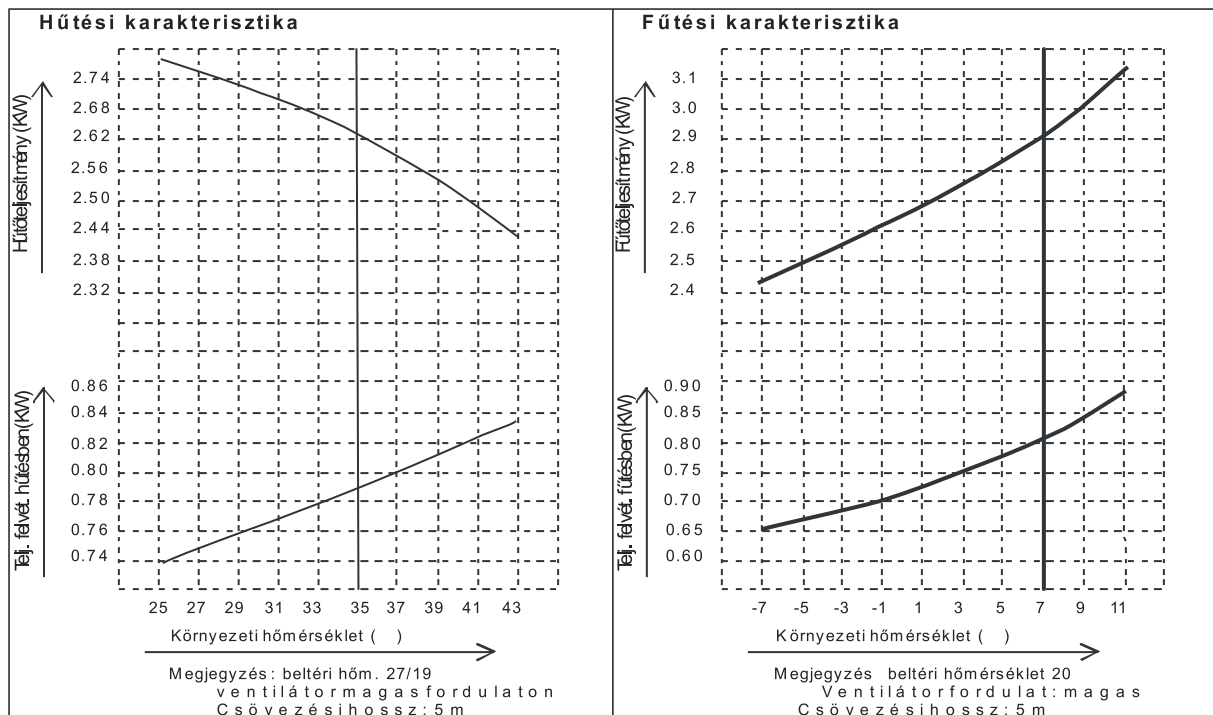
A fenti diagram adatait kiegészítendő, néhány számadat irodalmi forrásokból a Carnot-körfolyamattal elérhető elméleti COP értékekről:

	COP a kilépő hőmérséklet függvényében					
	35 °C	45 °C	55 °C	65 °C	75 °C	85 °C
- 20 °C-os forrás esetén	5,6	4,9	4,4	4,0	3,7	3,4
0 °C-os forrás esetén	8,8	7,1	6,0	5,2	4,6	4,2
10 °C-os forrás esetén	12,3	9,1	7,3	6,1	5,4	4,8

Azt hiszem, hogy ezek után legalábbis kételkedéssel kell tekinteni a valóságos gépeknél esetenként látható 10 feletti értékekre. A gyakorlatban jellemzően az elméletileg elérhető érték kb. egyharmadát tudják jó esetben a klímaberendezések.

Amikor ennél jóval nagyobb számot mutat a katalógus, akkor – tévesen – az EER érték szerepel az adattáblában. Az EER (Energy Efficiency Ratio) az USA-ban használatos „jósági fok”, ami egyebekben azonos a COP számítási módjával, csak itt a hűtő/fűtő teljesítményt kBTU/óra mértékegységben illesztik a képletbe (3,413-szor nagyobb érték).

Persze ma már egy kis zűrzavar van ezen a téren, mivel valamilyen ok folytán elterjedt, hogy a COP a fűtési-, az EER pedig a hűtési jósági fok és valóban vannak már olyan katalógusok, ahol tényleg eszerint adják meg a valós adatokat. Mondhatni, hogy olyannyira bevonult ez a változat a köztudatba, hogy elkezdett helyes értelmezéséé válni.



Egy „A” energia osztályú 2,6 kW-os kínai klímaberendezés jelleggörbéi

A diagramokba húzott függőleges vonalakkal ki tudjuk metszeni az összetartozó felvett-, és leadott teljesítmények értékeit és elvégezhetjük egy osztással a jósági fok meghatározását. Jól látszik, hogy a valóság is igazolja a fentebbi táblázatban leírt számokat, vagyis a környezeti feltételek jelentősen befolyásolják a hatékonyságot.

A fajlagos fűtőteljesítmény erősen függ a levegőből nyert hő esetén a külső hőmérséklettől. Igen hideg külső hőmérséklet esetén több munkát kell befektetni az eredményes fűtéshez, mint enyhe időben. A levegő hőjét hasznosító hőszivattyúk ezért kiegészítő hagyományos fűtést is igényelnek, mert nagy hideg esetén gazdaságosabb azt alkalmazni. Geotermikus hőszivattyúknál ez nem áll fenn, mert a talaj, talajvíz hőmérséklete gyakorlatilag állandó az egész év folyamán.

A fajlagos fűtőteljesítmény nem elsősorban a hőszivattyú konstrukciójától függ, hanem az üzemi körülményektől. Ugyanannak a hőszivattyúnak más-más hőmérsékleti viszonyok mellett más a fajlagos fűtőteljesítménye. A fűtés gazdaságosságát ezért a fajlagos fűtőteljesítményből nem lehet megítélni. Mindenesetre érdemes megjegyezni, hogy amennyiben közelítjük egymáshoz a kondenzációs és elpárolgási hőmérsékleteket, akkor a szükséges kisebb kompressziós munka folytán növekszik az elérhető COP érték.

Nos, emellett a felhasználó igen nagy gondban lehet, ha mindezek ellenére tudni szeretné a készüléke jósági fokát. A gyártók általában egy számot adnak meg, ami egy adott üzemi viszony esetén adja meg a COP vagy EER értékét. Ez vélhetően az MSz EN 378 szabványban is szereplő környezeti feltétel, vagyis

házunkban hűtésben 32 °C környezeti hőmérséklet és 55 °C kondenzációs hőmérséklet, ill. fűtés üzemben + 7 °C környezeti hőmérséklet az irányadó. Persze ehhez hozzá kell adni a beltéri paramétereket is. A megadott névleges teljesítményértékek gyakran a következő paraméterek mellett érvényesek:

Hűtés: belső légállapot: 27°C / 50%

külső légállapot: 35°C / 45%

Fűtés: belső légállapot: 20°C / 60%

külső légállapot: +7°C / 90%

Nos, lehet még bonyolítani? Hát persze! Szinte sosem a fentebb megadott feltételek között üzemel a berendezésünk és ráadásul üzem közben a feltételek folyamatosan változnak (pl.: nappal melegebb van, mint éjszaka, stb.) és emellett a telepítés jellemzőitől, csövezési hosszától, stb. szintén jelentős mértékben függ a végső érték.

A gépek adattábláján a fentebb már hivatkozott rendelet értelmében fel kell tüntetni az éves energia fogyasztás értékét is. Ezt a rendelet szerint évi 500 üzemórára kell megadni, vagyis az adattáblán szereplő áramfelvétel értékének ötszázszorosa.

Igazából lehetne használni még az un.: „SEER”, vagyis szezonális jósági fok értéket is, ami gyakorlatilag a COP-ből (EER-ből) kialakított súlyozott érték (ennek meghatározási módját szintén szabvány rögzíti).

Persze tök mindegy, mivel a használó úgysem tud meggyőződni az érték helyességéről, hiszen ahhoz tudnia kellene mérni a leadott hűtési-/fűtési teljesítményt, amit persze nem igazán tud.

Mit lehet tenni? Vásárlás előtt (vagy ha csak később is) tisztán szeretnénk látni, akkor érdemes egy pillantást vetni a <http://www.eurovent-certification.com> oldalra, ahol szabványos vizsgálati feltételek mellett minősítik a klímaberendezéseket, amik ezáltal összehasonlíthatóvá válnak. Megjegyzem, hogy a magukra valamit is adó gyártók termékei megtalálhatóak az oldalon.

... és akkor egy kis bűvészkedés! A termodinamika első törvényéből következően, a rendszer egyensúlya akkor áll fenn, ha a meleg hőcserélő által leadott hő egyenlő a hideg hőcserélő által felvett hő és a kompresszornál bevitt mechanikai energia összegével ($Q_{\text{kond.}} = Q_{\text{elp}} + W$).

Ebből következően bizonyítható (ha hűtésben és fűtésben is azonos feltételekkel, hőmérsékletekkel számolunk és a hatásfokot nem vesszük figyelembe), hogy a $COP_{\text{hűtés}} = COP_{\text{fűtés}} - 1$

Ez azt is jelenti, hogy elméletileg, ha egy hőszivattyú COP-je fűtésben 3,5, akkor az 1 kW befektetett villamos energiával 3,5 kW fűtőteljesítményt produkál (ebből 1 kW a kompresszornál bevitt mechanikai energia, amit a hőcserélőn szintén le kell adni és 2,5 kW a ténylegesen szivattyúzott hő). Ezzel szemben hűtésben csak 2,5 kW teljesítmény várható 1 kW bevitt energia hatására.

Természetesen a valóságban ettől egy kicsit rosszabb a helyzet, mert sajnos a hatásfok kisebb, mint 100%, ráadásul a ventilátorok és egyéb elektromos kiegészítők működtetéséhez is használunk áramot.

Karterfűtés és elektromos leolvasztás, ill. elektromos fűtőbetét használata esetén például drasztikusan romlik a jósági fok.

Itt, az írásom végén jelezni kívánom, hogy közel sem tértem ki a téma minden aspektusára, de ez nem is volt célom. Igazából csak arra szerettem volna felhívni a figyelmet, hogy a katalógusokban szereplő adatokat óvatosan kell kezelni és körültekintően kell értékelni, értelmezni.

Meggyőződésem, hogy a hőszivattyúk hasznos gépek és jobba tehetik a környezetünk minőségét és tekintettel arra, hogy megújuló energiát hasznosítunk, hosszú távon óvjuk a környezetünket használatukkal.

Végül, de nem utolsó sorban szeretnék ezúton is köszönetet mondani mindazoknak, - elsősorban a wikipedia.org oldal alkotóinak - akik az internetre feltöltött és szabadon felhasználhatóvá tett anyagaikkal lehetővé tették számomra, hogy gyorsan tájékozódjak a témakörben anélkül, hogy napokat töltsék könyvtárakban szakkönyvek kölcsönzésével és olvasásával.