

A HMV készítés forradalma, azaz szén-dioxiddal a környezetvédelemért

Ma már nem újdonság, hogy a főként fűtési célú hőenergiát ne fosszilis energiahordozó égetésével, hanem a környezetből, hőszivattyúval nyerjük. A mai elterjedt technológiák már igen jó hatásfokkal képesek ellátni a feladatukat, bizonyos határok között. Talán a legfájóbb korlát az előállított melegvíz hőmérsékletének felső korlátja, amely a hagyományos hőszivattyúk elterjedését jelentősen gátolja. Nem kell messze menni, gondoljunk csak akár a radiátoros fűtési rendszerek relatív magas hőmérséklet-igényére, akár a használati melegvíz magasabb hőmérséklet-szintjére, amely a hagyományos hőszivattyúknak jellemzően már a vég hőmérséklete, így ebben a tartományban az üzemi hatásfokuk (COP értékük) már leromlik, illetve folyamatos „csúcsrajáratásuk” nem javasolt.

A „hagyományos” megnevezés némi magyarázatra szorul, mivel ez a cikk témájának az alapja. A hőszivattyú a külső környezetben / talajban / vízben lévő hőenergiát nyeri ki, s teszi azt számunkra felhasználhatóvá. Ennek megvalósításához közvetítő közegre van szükség, amin keresztül a két hőcsere végbemeget. A hagyományosként aposztrofált berendezésekben valamilyen freon (HFC) közeg kering, jellemzően R407c, R410a vagy R134a, mely gázok kondenzációja (hőleadása) viszonylag alacsony nyomáson, illetve hőmérsékleten megy végbe.

Ugyan a ma használatos, elterjedt, „korszerű” freonos hűtőközegek (HFC-k) ózonlebontó képessége már nulla, azonban az üvegházhatást okozó tényezőjük még több mint ezerszerese a szén-dioxidénak. Napjainkra a környezettudatos gondolkodás eredményeként a freonok egyre kevésbé felelnek meg a hűtőközegekkel szemben támasztott környezetvédelmi szempontoknak, ezért ezeket időnként újabbak váltják fel. Nem csoda hát, hogy a CO₂ – mint régi-új hűtőközeg, amely a természetben is megtalálható, nem toxikus, nem éghető, és környezetkárosító hatása is minimális – ismét előtérbe került. Azonban azt sem szabad elfelejteni, hogy ez a hűtőközeg – köszönhetően fizikai jellemzőinek – a hűtési körfolyamatban más módon viselkedik, mint a freonok. Lényegesen magasabb nyomásszintek tartoznak a megszokott hőfelvételi és hőleadási hőmérséklet-szintekhez. A CO₂ kritikus pontja (31 °C, 74 bar), igen alacsony. Ha a nyomás és/vagy a hőmérséklet tovább emelkedik, a közeg úgynevezett transzkritikus állapotba kerül, ahol a halmazállapota már se nem folyadék, se nem gáz, leginkább a túlhevített gőz állapothoz hasonlítható.

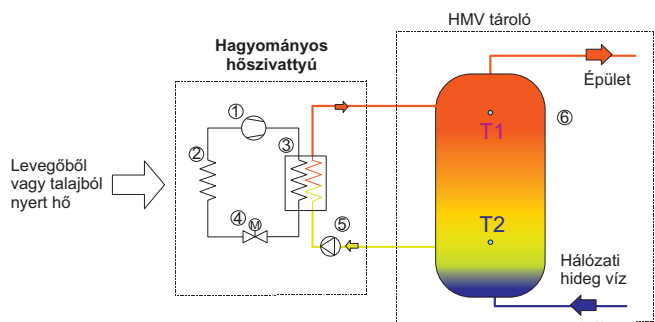
A CO₂ a kompressziómunkának köszönhetően ebbe a tartományba igen magas hőmérsékleten kerül, ami ideálissá teszi arra, hogy ezt a hőt ugyancsak nagy hőmérsékleten leadja, úgy, hogy a körfolyamat hatásfoka közben jelentősen ne csökkenjen. Ez teszi a CO₂-ot napjaink egyik ideális hűtőközegévé a magas vízhőmérsékletet igénylő hőszivattyús alkalmazásokban, mely technológiának általános, gyártófüggetlen elnevezése az *EcoCute*. E cikkben a szén-dioxid

hűtőközeggel üzemelő hőszivattyú berendezéseket, azon belül is az *Enex EcoCute* hőszivattyút vesszük górcső alá.

A szén-dioxid visszahűtése kritikus a hűtő-körfolyamatban, ezért az *Enex* gyár fejlesztői első lépésben az állandó, nagy delta T-t igénylő használati melegvíz-készítést célozták meg.

A hagyományos és a CO₂-hőszivattyúk funkcionalitásában egy fontos ponton eltérnek egymástól. Az *EcoCute* készülékek egy lépésben képesek a belépő hálózati hideg vizet a kívánt értékre, akár 85 °C-ra melegíteni. Másként fogalmazva, a használati melegvíz készítésére optimalizált *EcoCute* hőszivattyúk igénylik az alacsony belépő vízhőmérsékletet, hogy a szén-dioxid visszahűtése kellő mértékben meg tudjon történni. Valószínű, hogy ez a megkötés idővel oldódni fog, mert a fejlesztés folyamatos és egyre újabb megoldások látnak napvilágot, de jelenleg ezzel számolni kell.

Mit is jelent ez? Ma jellemzően kevés számú, viszont annál nagyobb kapacitású tárolókban készítjük el a melegvizet, a felhasználás időbeni jellegétől függően akár többszörösét is az igényelt mennyiségnek, hogy a tartályba folyamatosan beáramló friss hideg és a bent lévő meleg víz keveredése még elviselhető hőmérsékletű elegyet képezzen. A hőforrás – legyen az kazán, vagy hagyományos hőszivattyú – pedig a tartály valamilyen, a kívántnál hűvösebb vizét melegíti közvetlenül vagy hőcserélőn keresztül, ahogy pl. az **1. ábra** mutatja.

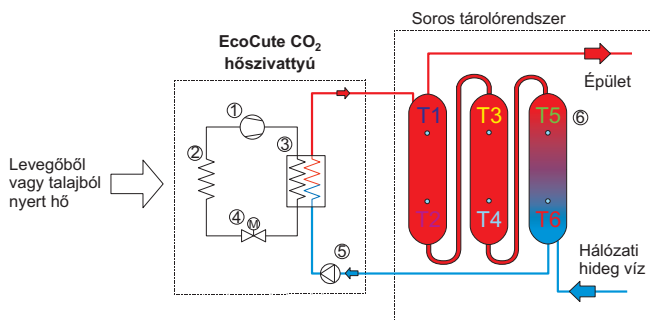


1. ábra. Hagyományos hűtőközeggel üzemelő HMV-termelő hőszivattyú elvi hidraulikus kapcsolása

Jelmagyarázat: 1 – kompresszor, 2 – hőcserélő, 3 – kondenzátor, 4 – expanziós szelep, 5 – szivattyú, 6 – használati melegvíz-tároló

Ezzel szemben a CO₂ hőszivattyúknál a **2. ábrán** látható soros tartály-rendszert kell kialakítani. Ennek előnye, hogy keveredés kisebb mértékben lép fel, a felhasználásra kerülő meleg víz hőmérséklete közel állandóan tartható, így kevesebb melegvíz-tömeget kell tárolni a tartályokban, továbbá biztosított, hogy a hőszivattyú mindig 30 °C-nál hidegebb vizet kapjon a hőcserélőbe.

Az *EcoCute Air 25* típusú hőszivattyú kapacitása a 25 kW-os fűtőtéljesítményével, 10 °C belépő, illetve 65 °C kilépő vízhőmérséklet mellett kb. 6 liter/perc, azaz 24 órás üzemben

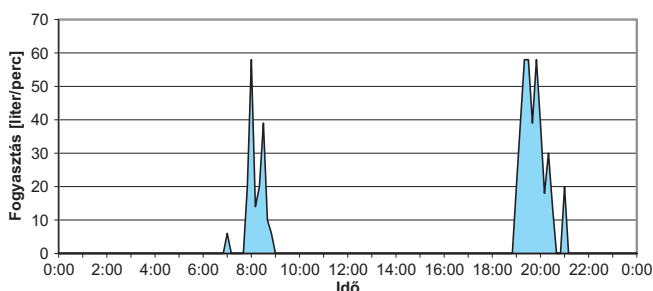


2. ábra. EcoCute CO₂ hűtőközegű HMV készítő hőszivattyú javasolt elvi hidraulikus kapcsolása

Jelmagyarázat az 1. ábra szerint

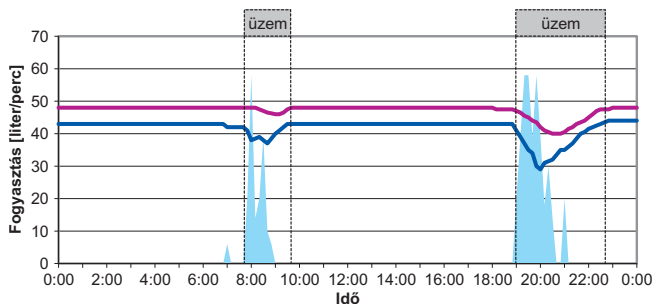
maximálisan kb. 8000 liter használati melegvíz készíthető. A 2. ábrán látható, hogy bár a készített melegvíz – fogyasztás esetén – azonnal felhasználásra is kerül, a korlátozott átfolyási mennyiség miatt a mögöttes tartálykapacitás meghatározó, elsődlegesen ez látja el az igényeket. Amikor a fogyasztás teljesen lecsökken, a hőszivattyú a fogyasztás irányával ellentétesen visszatölti a tartályokat a beállított hőmérsékletű meleg vízzel. A tartályok méretezéséhez ismerni kell a felhasználás pontos időbeni lefolyását, amelyet egy megvalósult társasház példáján mutatunk be.

A jellemző reggeli és esti tisztálkodás miatt napi két csúcsidezőszak jelentkezik (3. ábra), ebből természetesen az esti az, amelyik a jelentősebb, így a méretezés alapja is ez.



3. ábra. Melegvíz-felhasználási diagram

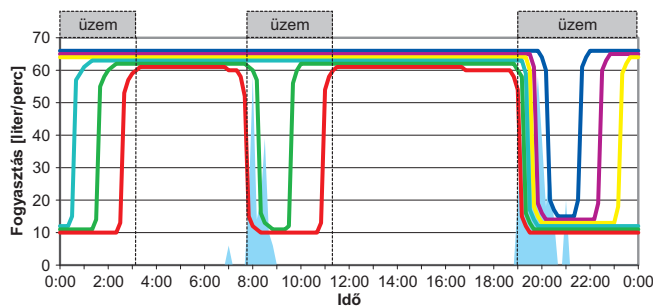
A 26 lakásos, kb. 100 lakosú társasházban napi szinten 5800 liter, 45 °C hőmérsékletű melegvíz fogy, amelyet az Enex EcoCute hőszivattyúra való áttérést megelőzően hagyományos hűtőközeggel működő hőszivattyú állított elő. A korábbi rendszer sematikus kapcsolása látható az 1. ábrán, a rendszer egyetlen 8000 literes tárolóval rendelkezett. Ebben két



4. ábra. Vízhőmérséklet-diagram hagyományos hőszivattyú esetén

ponton mérve a hőmérsékletet, a 4. ábrán látható eredményt kaptuk. Látható, hogy az előremenő vízhőmérséklet (lila vonal) főként az esti felhasználás során jelentősen, majdnem 10 °C-ot csökkent. Az 50 kW fűtő, illetve 15,6 kW elektromos teljesítményű hagyományos hőszivattyú esetében átlag napi 5 óra üzemidő mellett kb. 75 kWh/nap elektromos fogyasztással tudta előállítani a napi használati melegvíz-mennyiséget.

Az Enex EcoCute hőszivattyúra való áttérés miatt szükséges volt a HMV-tároló rendszer teljes kiváltása is. A szén-dioxidos rendszer jó adottságai, illetve a legionella-fertőzés elkerülés végett a tárolt víz hőmérsékletét 65 °C-ban határozták meg. Az esti vízfelhasználás kb. 3 500 liter 45 °C-on, ami 10 °C-os vízzel keverve kb. 2 240 liter 65 °C-os vizet igényel. Ennek az esti mennyiségnek a felhasználása 1,5-2 óra alatt történik meg, mialatt a hőszivattyú 540 liter (1,5 x 60 x 6 liter) „friss”, 65 °C-os vizet készít. Így a tartályban tárolt meleg vízből mindössze 1700 literre van szükség. Ezek alapján a korábbi egyetlen 8000 literes tároló helyett 1800 liter tárolókapacitás került beépítésre, 3 db 600 literes tartály formájában, a 2. ábrán már bemutatott módon. Tartályonként 2-2 érzékelőt helyeztek el, közelítőleg a tárolók kb. 1/4, illetve 3/4 szintjein. Az ezekkel mért hőmérséklet-értékeket az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra. Vízhőmérséklet-diagram EcoCute CO₂ hőszivattyú esetén

Az ábrán a T1 (kék vonal) érzékelő által mutatott letörés az első tartályban lévő vízkészlet 3/4 részénél mért hőmérsékletet mutatja. Az érzékelő felett kb. 150 liter meleg víz még rendelkezésre állt, illetve a hőszivattyú is ide juttatja a forró vizet, azaz – bár a T1 érzékelő már hideget érzékelt – a fogyasztók melegvíz-ellátása nem szakadt meg.

A 24 kW fűtő, illetve 5,7 kW villamos teljesítményű EcoCute hőszivattyú a napi 9 óra üzemidejével kb. 50 kWh villamos teljesítményfelvétel mellett tudja előállítani a szükséges használati melegvizet. A korábbi hagyományos hőszivattyús rendszerhez képest ez napi körülbelül 25 kWh megtakarítást jelent, arányait tekintve ez 33%.

A soros tartályrendszer, illetve a magas hőmérsékletet előállítani képes technológia további előnye, hogy igénynövekedés esetén újabb tartályok beépítésével, vagy hely hiányában a tárolt víz hőmérsékletének emelésével egyszerűen növelhető a tárolt hőmennyiség, mindezt kiváló hatásfok mellett.

A cikkben többször jellemeztük a hatásfokot különböző magasztos jelzőkkel, ezt alátámasztandó álljon itt néhány számadat.

Az Enex EcoCute Air **levegő-víz** hőszivattyú számított COP értékének **éves átlaga 3,7**, a Magyarországi átlaghőmérsékletet figyelembe véve, míg **nyári időszakban 4,1** (+15 °C feletti összes óraszám átlaga), 10 °C belépő, illetve 65 °C kilépő vízhőmérséklet mellett.

Az EcoCute Geo **víz-víz** hőszivattyú COP értéke **4,5** – 3 °C/ 6 °C hőforrásoldali, illetve 10 °C/ 65 °C hőleadói hőmérsékletekkel. Fontos felhívni a figyelmet, hogy ez utóbbi készülék elsősorban kút, illetve termálvizes működésre alkalmas. Tekintve, hogy működése egész évben egyirányú (a környezetet csak hűti), talajszondás/kollektoros hőforrással csak nagy körültekintéssel alkalmazható, mert a talaj túlhűtése komoly rizikó. Ilyen esetben mindenképp meg kell tervezetni szakemberrel a szonda-kört.



Az iménti tények és számok nagyon kecsegtetőek, de tudni kell, hogy ezeknek az előnyöknek ára van. Mint minden technológiának, ennek is megvannak a feltételei, sarkalatos pontjai. A szén-dioxid eme jó tulajdonságait – a transzkritikus tartományban – 80–120 bar nyomás között lehet kamatoztatni. Az átlag hűtős/klímás szakember számára ez bőven kiesik a kezelhető nyomások körén, mind szerszámozottsága, mind szaktudása szempontjából, legalábbis addig, amíg ez a hűtőközeg általánosan elterjedté nem válik. Bár a berendezés kompakt kivitelű, a magas üzemi nyomások miatt rendkívül fontos, hogy beüzemelését, karbantartását, javítását szakképzett személy végezze.

A technológia elsősorban azoknak kedvez, akik jelentős mennyiségű használati melegvizet fogyasztanak, mint a szállodák, kórházak, sportlétesítmények, idősek otthona, üzemi konyhák, éttermek, élelmiszeripari egységek és még lehetne sorolni számos lehetőséget. A kihívás mindig az optimális energiatermelő megtalálása az adott alkalmazásra.

Bízom benne, hogy sikerült egy új, úttörő alternatívát bemutatni, ami méltó helyettesítője lehet a ma még oly népszerű, ám egyre drágábban üzemeltethető és még kevésbé környezetbarát hőtermelőknek.

Bakonyi Kornél

CoolTech Hűtéstechnikai Kft.