Aktív vagy passzív hűtést?

A hőszivattyúk funkciókra történő kiválasztása a hatékonyság és a beruházási költségek optimalizálásával

A Magyar Installateur szaklap előző, áprilisi számában megállapítottuk, hogy egy zárt szondás hőszivattyús rendszer tervezésénél a mérnöki munkát mindenképpen be kell vinni a rendszerbe ahhoz, hogy egy valóban hatékony és magas SCOP értékű hőszivattyús rendszert valósítsunk meg annak ellenére, hogy az EU (2014/C 207/02[1]) rendelete ezen igényt meg sem említi. Az alábbi cikkből is látható, hogy a hőszivattyús rendszer tervezés kis szegmensében a rendszer felépítésében, a hőszivattyúk kiválasztásában is nélkülözhetetlen a mérnöki tudás és szemlélet.

E cikk keretében bemutatjuk az épületek fűtési igényén túl a hűtési igény biztosítását hőszivatytyúval is. Megvizsgáljuk, hogy milyen hűtési megoldások lehetségesek hőszivattyúk alkalmazásakor, és mely rendszerű készülékek kiválasztása adja a leghatékonyabb megoldást.

A hőszivattyúk az érzékelhető klímaváltozás, a szélsőséges hőmérsékleti értékek, a mind hosszabban tartó nyári hőség növekedésével mindinkább előtérbe kerülő funkciója a fűtés és a HMV-előállítás mellett a hűtési funkció. A hűtési rendszerek ismerete azért fontos, mert a hőszivattyús rendszerek hatékonyságát a nem megfelelő hűtési rendszerrel ellátott és kiválasztott hőszivattyús készülékek jelentősen befolyásolják, emellett a szabványos hőkomfortot sem képesek biztosítani.

A geotermikus hőszivattyús rendszerek esetében lehetséges hűtési megoldások:

- aktív hűtés,
- passzív hűtés,
- kombinált hűtés (aktív/passzív).

Az aktív hűtés

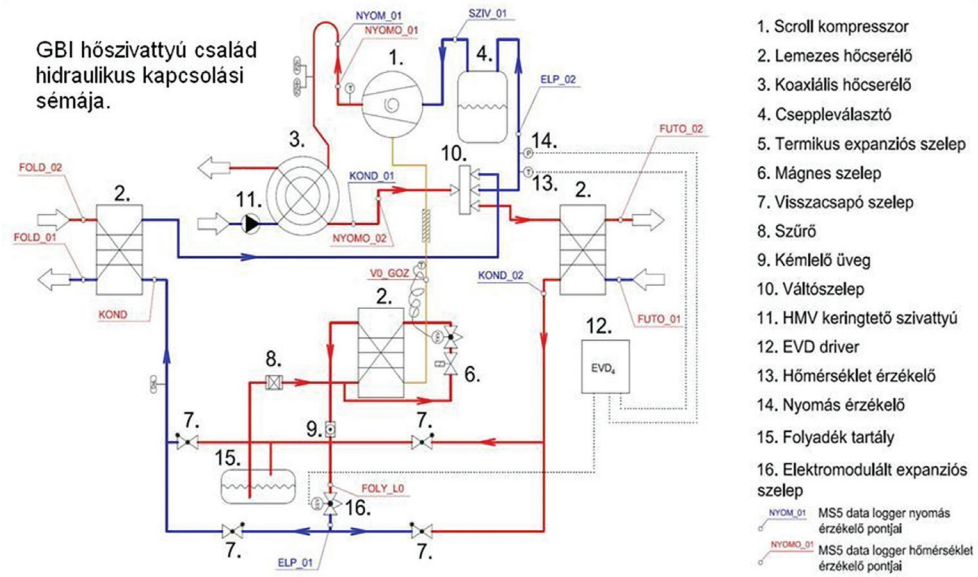
Az aktív hűtés azt jelenti, hogy a hűtőkörfolyamat reverzibilis (megfordítható). Ez egy bonyolultabb körfolyamattal, beépített fordító szeleppel *(1. ábra)*, szabályozással, a védelmi funkciók számának növelésével oldható meg.

Kötöttséget jelent az, hogy a kondenzátor és elpárologtató funkciók felcserélődésével ezek méretét azonosra kell méretezni, és azonos tömegáramot kell mindkét oldalon tervezni. Ez a megoldás magas COP értékű készülékeknél feltételezi a kondenzátor és elpárologtató nagy méretét, aminek természetesen költségvonzata van.

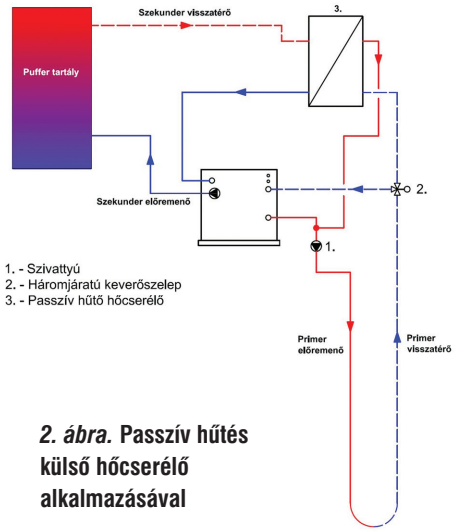
A rendszer tervezése sokkal komolyabb tervezői ismereteket feltételez, hiszen csak egy problémát említve, hűtési üzemmódban sokkal nagyobb hűtőközeg tömegáramokra van szükség, mint fűtési üzemmódban, és ezen a jelentősen eltérő hőfokszinteken a hőszivattyúnak problémamentesen, és az elméletileg lehetséges hatékonyságot (COP érték) megközelítve kell stabilan működnie. A hatékony és stabil működés feltételezi a kondenzátor és elpárologtató méretezésén kívül a hőszivattyú szívó, nyomó és folyadék vezetékének pontos hidraulikai méretezését, a működés hőfokszint határok pontos meghatározását. A körfolyamat megfordítása a kondenzátor és elpárologtató azonos áramlásúvá válását eredményezi, amely rontja a hatékonyságot. Az elpárologtató ellenáramúvá tétele hűtési üzemmódban is megoldandó feladat.

A fentiek ismeretében jobban érthetővé válik, hogy a forgalomban lévő hőszivattyúk legtöbbje nem reverzibilis (fűtő, aktív hűtő), hanem csupán egyszerű fűtő hőszivattyú.

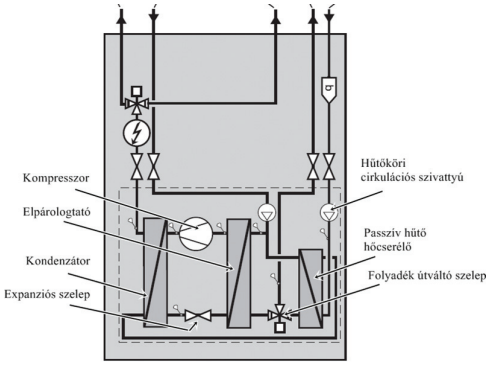
Egy ilyen reverzibilis geotermikus hőszivattyú előállítása így természetesen többe kerül, mint egy csak fűtő hőszivattyú. Az előnye az, hogy teljes kapacitással képes 7 °C hőmérsékletű hűtővíz előállítására a split klímákhoz képest lényegesen jobb



1. ábra. **Reverzibilis EVI hőszivattyús körfolyamat**



2. ábra. **Passzív hűtés külső hőcserélő alkalmazásával**



3. ábra. **Hőszivattyú beépített passzív hűtéssel**

COP(EER)=6-8 értékkel, zárt szondás és nyitott kutas hőnyerési rendszerek esetében. Ez a hőszivattyú a legnagyobb nyári melegben is képes ellátni az egész épület hűtését. Nélkülözhetetlen az alkalmazása nagyobb hőterhelésű épületeknél (intézmények, kórházak, bankok, irodaházak, bevásárlóközpontok). Komoly környezeti előnye, hogy az épületekből elvont hő nagy részét, amelyet nem használunk HMV-termelésre, a talajba oda teszi vissza, ahonnan azt télen kivehetjük, így nem növeljük a környezet hőterhelését, és még a fűtés hatékonyságát is javítjuk. Levegő-víz, levegő-levegő hőszivattyúknál ez az előny elvész!

Családi házaknál, a vertikális (függőleges) zárt szondás hőnyerési rendszereknél javasolt az alkalmazása, a szondák viszonylag gyors hőfokemelkedése miatt.

Passzív hűtés

Passzív hűtés esetén a hőszivattyú hűtőkörének a hűtési körfolyamatban semmi szerepe nincs. Ebben az esetben a hőszivattyú elpárologtató folyadék (föld) oldalához egy hőcserélő, szivattyú, háromjáratú szelep és egy szabályzás van illesztve, amellyel megkerülve a hőszivattyú hűtőkörét a talajhővel, nyári viszonyok között az épületből közvetlenül tudunk hőt elszállítani.

Az épület passzív hűtését bármelyik hőszivattyúnál utólag is meg lehet valósítani, hiszen a kompresszor működése nem szükséges!

Az 1. ábra erre mutat egy lehetséges megoldást.

Emellett azonban forgalomban vannak olyan hőszivattyúk is, amelyekbe a passzív hűtő hőcserélőt és útváltószelepet beépítik. Ez a megoldás sem tévesztendő össze a reverzibilis hőszivattyúk aktív hűtő üzemmódjával!

A tapasztalat az, hogy a forgalmazók egyes esetekben úgy értékesítik ezen készülékeket, mint teljes értékű hűtést megvalósító hőszivattyúkat, amelyhez ráadásul alig kell elektromos energiát a rendszerbe vinni. Ez valójában megtévesztés, mert ez a hűtési forma valójában a hőszivatytyús körfolyamattól független megoldás.

Természetesen a passzív hűtés nagy előnye, hogy kompresszor üzemet nem feltételez. Csak a szondaoldal cirkulációs szivattyúja fogyaszt elektromos energiát.

Azonban egyértelműen kijelenthető, hogy a passzív hűtés célszerűen nyitott kutas rendszereknél és kis hőterhelésű lakóépületeknél javasolt megoldás. Zárt szondás rendszerek esetében, amikor az épület nyári hőterhelése, az épület szerkezete, illetve funkciója miatt az közepes, illetve nagy hőterhelésű, és elvárt a szabványnak megfelelő 26 °C-os belső léghőmérséklet tartása, a mindinkább előforduló és hosszabb ideig tartó szélsőséges hőmérsékleti viszonyok között semmiképp sem megfelelő megoldás a passzív hűtés alkalmazása!

Nyári üzemben a fűtési igényre méretezett szondarendszer folyadékhőmérséklete a talajviszonyok függvényében viszonylag gyorsan melegszik, pár óra működés után: 3-5 °C-t. Még sugárzó hűtőfelület esetén sem lehet 26 °C-t tartani az épületben 18-20 °C-os feljövő folyadék hőmérséklettel úgy, hogy még egy hőcserélő is van a folyadék oldalon.

A kombinált rendszer

A leghatékonyabb, de egyben a legdrágább megoldás a kombinált rendszer alkalmazása. Ehhez mindenképp szükséges egy reverzibilis aktív hűtő hőszivattyú (1. ábra), amely, mint látjuk, aktív kompresszoros hűtést valósít meg igen magas COP értéken. Egy ilyen hőszivattyúhoz lehet illeszteni egy külső passzív hűtő egységet *(2. ábra),* melynek működését a reverzibilis geotermikus hőszivattyú beépített szabályzója kezeli.

A rendszer működése hűtési üzemmódban a passzív hűtéssel kezdődik. A szabályzó ebben az esetben csak a föld oldali cirkulációs szivattyút indítja, és az útváltó szelepet passzív hűtő üzemmódba állítja. A passzív hűtő üzemmód addig működik, míg a feljövő folyadékhőmérséklet a szabályzó programjába beállított hőmérsékletet el nem éri. Ekkor a szabályzó átváltja az útváltó szelepet, és indítja a hőszivattyú kompresszorát *(3. ábra).*

Ez a leghatékonyabb hűtési mód, de egyben a fentebb vázolt megoldásokhoz képest a legköltségesebb is. A beruházás megtérülését célszerű elemezni.

A hatékonyság (SCOP, SPF) növelése a hőszivattyúk megfelelő megválasztásával

A hőszivattyús rendszerek hatékonyságát figyelembe véve az kellene, hogy legyen a leglényegesebb szempont, hogy feladatra, ellátandó funkcióra válasszunk megfelelő hőszivattyút. Sajnos azonban a legtöbb esetben az a helyzet, hogy hőszivatytyú típushoz igyekeznek a tervezők és kivitelezők rendszert illeszteni.

Gyakori eset, hogy magas hőterhelésű intézményi épületeknél, ahol

[1] Ideiglenes mérési és számítási módszerek címeinek és hivatkozási számainak közzététele a 813/2013/EU rendelet és különösen annak III. és IV. melléklete, valamint a 811/2013/EU rendelet és különösen annak VII. és VIII. melléklete végrehajtásához.

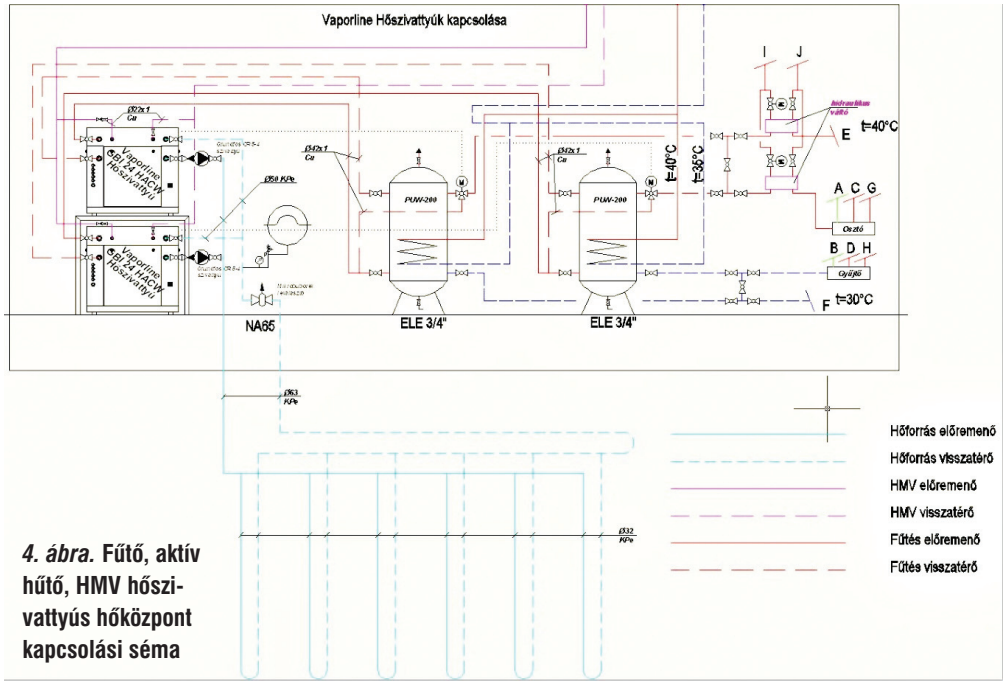
a szabványos hőmérséklet tartása egyértelműen megkívánja az aktív hűtő üzemmódot, bár a tervezők és kivitelezők e kívánalommal tisztában vannak, a legegyszerűbb utat választják és csak fűtő üzemmódú hőszivattyúkat terveznek, illetve telepítenek a rendszerbe aktív-passzív hűtéssel.

Ez annyit jelent, hogy az aktív hűtő üzemmódot külsőleg, a vízoldal megfordításával oldják meg, ami a rendszerbe építendő hőcserélő miatt a hőszivattyús rendszer hatékonyságát nem csak hűtési, de fűtési üzemmódban is jelentősen rontja.

Emellett egy bonyolult, igen költséges (nagyméretű hőcserélő, háromjáratú motoros szelepek), üzemeltetési szempontból sok esetben üzemképtelen, hőszivattyús rendszer az eredmény: a csak fűtési hőfokszintekre tervezett folyadék-víz hőszivattyúk elpárolgási hőmérséklete 0 °C hőfokszintre van optimalizálva. Amikor külső körfolyamat megfordítással aktív hűtő üzemmódra kívánják rábírni, a hűtési üzemmód kezdetén 20 °C-körüli, de a legoptimálisabb esetben, folyamatos üzemmódban is minimum 12 °C[2]-os vizet engednek rá. Ez azonban lényeges COP érték romlást eredményez, valamint szélsőséges esetben egyes hőszivattyúkat működésképtelenné tehet.

Ilyen megoldás alkalmazásával a hőszivattyúk hűtési üzemmódban sem tudnak lényegesen nagyobb hatékonysággal működni, mint fűtési üzemmódban.

Az ilyen rendszereket megvalósító tervezők és kivitelezők valószínűleg tapasztalták ezeket az anomáliákat, ezért „biztos ami biztos” alapon, az esetek nagy százalékában a teljes kapacitás igényre betervezik a folyadékhűtőt és a gázkazánt.



4. ábra. **Fűtő, aktív hűtő, HMV hőszivattyús hőközpont kapcsolási séma**

Hol itt a hiba? Probléma ez egyáltalán?

A rossz hőszivattyú típus választásának eredménye a nagy beruházási költség és a rossz hatékonyság, hiszen egy fentebb vázolt rendszer, amennyiben a hőszivattyút stabilan képesek üzemeltetni[3], akkor is 50-60%-ban gázkazánnal, illetve folyadékhűtővel üzemel. Egyértelműen meg kell állapítani, hogy ilyen „alibi” rendszerek a pályázati pénzek elpocsékolását, a hőszivattyús rendszerek ledegradálását eredményezik.

A mentségünkre elmondható, mint azt már az előzőekben is leírtam, hogy a kereskedelemben jelenleg kapható hőszivattyúk min. 90%-a alacsony hőmérsékletre alkalmas csak fűtő (nem multifunkciós) hőszivattyú, amelyekből többet ebben az esetben nem lehetett kihozni.

Amennyiben a fűtési igény mellett az aktív hűtésre is szükség van az épület klimatizálásakor, akkor mindenképp a feladatra optimalizált hűtőkörrel ellátott, reverzibilis hőszivattyú az elfogadható és hatékony megoldás.

A *4. ábrán* példaként közölt kapcsolási sémában az egyik multifunkciós hőszivattyú magas fűtési hőmérsékleten (60 °C) és 6/12 °C-os hőfoklépcsővel a légtechnikai kalorifert látja el fűtő, illetve hűtő vízzel, eközben a beépített elsődleges hőcserélőn keresztül a teljesítménye 15%-ában HMV-t termel.

A másik hőszivattyú alacsony fűtési hőmérsékleten (45 °C) és 15/20 °C-os hűtési hőfoklépcsővel a fal és mennyezet fűtési, hűtési rendszert működteti.

A multifunkciós hőszivattyúk alkalmazásával, mint az a 4. ábrán is látható, egy végtelenül egyszerű, üzembiztos és magas SPF értékű hőszivattyús rendszert lehet kiépíteni, folyadékhűtő nélkül.

A fenti példa alapján jól látható, hogy a hőszivattyús rendszerek hatékonyságát milyen nagy mértékben befolyásolja az, hogy az adott feladatra megfelelő hőszivattyúkat válasszanak-e ki. Jól látható, hogy milyen nagy szerepe, lehetősége van a multifunkciós hőszivattyúk alkalmazásának a magas hatékonyságú hőszivattyús rendszerek kialakításában.

Remélem ez az írás meg tudta győzni a Tisztelt Tervező, Kivitelező kollégákat, hogy a hőszivattyús hőigények kielégítésénél vegyék figyelembe a multifunkciók, és a magas hőmérsékletű hőszivattyúk adta lehetőségeket a hatékonyság és költségcsökkentés érdekében, és terveikben minden esetben a feladathoz válasszanak megfelelő hőszivattyút, és ne egy általuk ismert márkát igyekezzenek mindenképp a feladat elvégzésére rábírni!

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

---

[2] 7/12 °C-os hűtési hőfoklépcső esetén az elpárologtatóba bemenő hőmérséklet

[3] Azért, hogy a fűtési üzemmód hatékonyságát ne rontsák le, egyes esetekben a fűtési üzemmód föld oldalára nem építenek be hőcserélőt. Emiatt a szondarendszer, légkezelő, folyadékhűtő, hűtési puffertartály egy kört képez. A szondák légmentes üzemét ilyen rendszerben biztosítani nem lehet! Ez egyes szondák leállását, a rendszer rossz hatékonyságú üzemét, illetve a rendszer teljes leállását eredményezi.