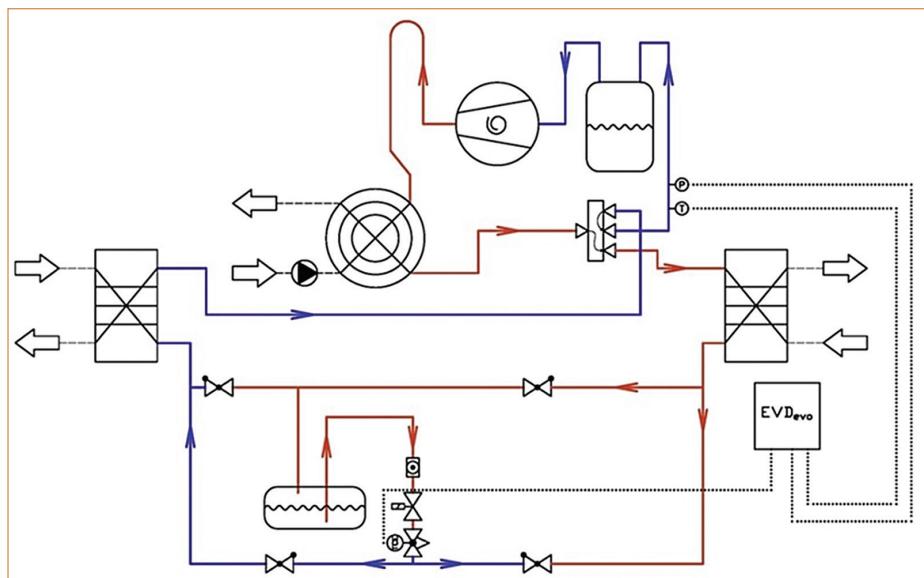


A feladatcsoportokra fejlesztett hőszivattyúk II.

A hatékonyság feladatra, helyesebben feladatcsoportokra optimalizálást, így a fejlesztett és gyártott típusok sokszínűségét, esetenként bonyolultabb körfolyamatot követel meg. E megállapítás mentén a cikk előző részében elemeztük a víz-víz, folyadék-víz, hulladékhő-víz rendszerű hőszivattyúk feladatra történő szétválasztásának, optimalizálásának szükségeségét.

Az előző cikkben megállapítottuk, hogy a hatékonyság szempontjából három fő hőszivattyú típust mindenkorral kellene különítenie a gyártóknak, hiszen az egyes feladatcsoportok más-más kompresszortípus alkalmazását, és eltérő hőfokszintekre történő optimalizálást kívának meg. Megemlíttetük továbbá, hogy az alkalmazási problémák ennél jóval sokrétűbbek, ami feladatcsoportokon belüli „finomhangolást” is indokolttá tesz. E cikk keretében ennek a „finom-



2. ábra. Standard fűtő, aktív hűtő HMV körfolyamat

hangolásnak” az indokoltságát, illetve ennek hiányát egy gyakorlati példán keresztül mutatjuk be.

Aktív hűtés hőszivattyúval

Az aktív hűtés megvalósítása mindenkorral a körfolyamat megfordítását, a kondenzátor és elpárologtató felcserélését igényli. Az aktív hűtéssel zárt szondás rendszerek esetében minden körülmenyek között lehet tartani a tervezett szabványos belső hőfokszinteket a $7^{\circ}\text{C}/12^{\circ}\text{C}$ hűtési hőfoklépcső alkalmazásával.

Passzív hűtés

Passzív hűtés esetében a hőszivattyú hűtőkörének a hűtési körfolyamatban semmi szerepe nincs (1. ábra). Ebben az esetben a hőszivattyú elpárologtató folyadék (föld) oldalához egy külső hőcserélő, szivattyú, háromjáratú szelep és egy szabályzás van illesztve, amellyel megkerülve a hőszivattyút a talajhővel nyári viszonyok között az épületből közvetlenül tudunk hőt elszállítani. Az épület passzív hűtését tehát hőszivattyú nél-

kül, és bármelyik hőszivattyúnál, utólag is meg lehet valósítani!

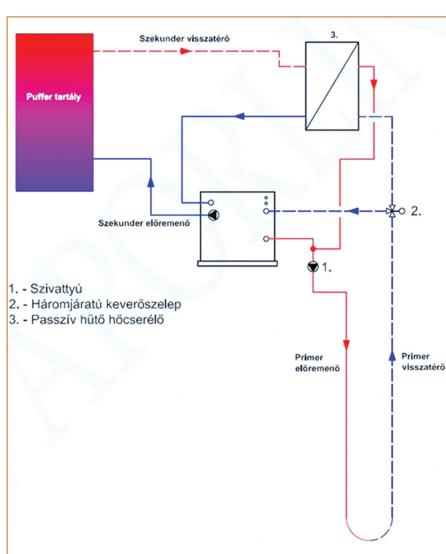
Zárt szondás rendszerekben csak passzív hűtéssel a legnagyobb terhelésű időszakokban a szabványos hőfokszintet a fűtésre méretezett szondaszámok esetében nem lehet biztosítani, mert a szondák hőmérséklete a folyamatos hőbevitel hatására gyorsan emelkedik.

Technikai szempontból megoldást jelenthet a kombinált megoldás, amikor az aktív hűtés mellé párosítunk passzív hűtéssel is. A beruházási költségtöbblet megtérülése azonban a legtöbb esetben nem indokolja ezt a megoldást.

Az aktív hűtés megvalósítható a gyárilag fűtési-aktív hűtési feladatra épített „multifunkciós” hőszivattyúval, vagy gyárilag csak fűtésre opcionál hőszivattyúval, külső körfolyamat megfordítással.

Aktív hűtés multifunkciós hőszivattyúval

Amennyiben igényként jelentkezik az aktív hűtés megvalósítása egy hőszivattyús rendszer kialakításánál,



1. ábra. Passzív hűtés

akkor optimális, szakmailag elfogadható megoldás a megfordítható (reverzibilis) körfolyamatú hőszivattyúk alkalmazása. A megfordítható (reverzibilis) körfolyamat azt jelenti, hogy a hűtő körfolyamatba egy négy járatú útváltó szelep van beillesztve, amely szelep átváltásával a hűtő körfolyamat irányája átváltható, így a kondenzátor és elpárologtató felcserélhető.

Ez esetben a szondarendszer teljesen különválasztható a fűtési rendszertől plusz hőcserélő beépítése nélkül is. Ezzel a szondarendszer stabil működése, hatékonyiséga, és fagyállósági szintje biztosított.

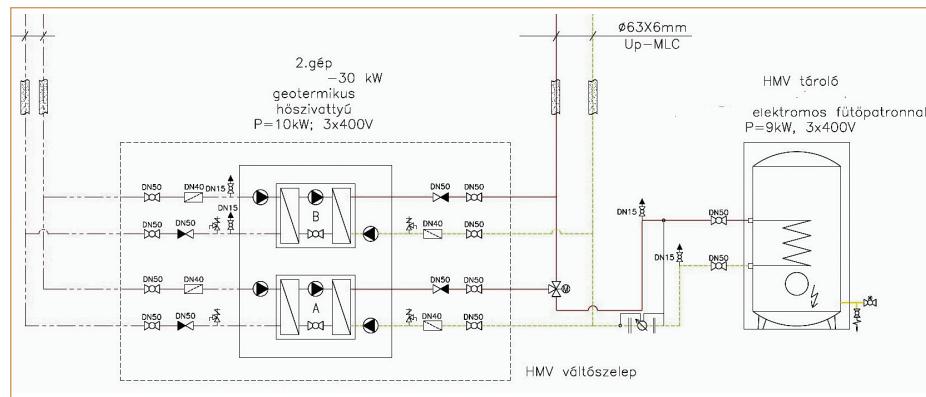
Aktív hűtés megvalósítása gyárilag fűtésre szerelt hőszivattyúval (2. ábra)

A gyárilag csak fűtésre opcionált hőszivattyúkat csak egy külső modul hőszivattyúhoz illesztésével lehet aktív hűtésre alkalmazni, amelyben 4 db háromjáratú motoros szelep van szerelve. Ez külső körfolyamat megfordítást jelent (3. ábra).

A külső körfolyamatot kétféleképpen lehet szerelni:

- aktív hűtő modul+hőcserélő beépítésével,
- aktív hűtő modullal.

Az aktív hűtő modul és hőcserélő beépítése egy üzemeltetési szempontból megfelelő megoldást jelenthetne, hiszen ez esetben a szondakör külön van választva a hőleadó rend-



4. ábra. HMV-termelés külső hőcsere alkalmazásával

szertől. Az egész hőleadó rendszert nem kell fagyállósítani, és a szonda légtelenítési problémák is mérsékődnek.

Hatékonyság (SCOP) szempontjából azonban nagyon rossz megoldás egy hőfoklépcső rendszerbe illesztése.

Nagy valószínűséggel a rossz tapasztalatok miatt egyre gyakrabban csak a hűtő modult építik be a hőszivattyús hőközpontokba. Ennek következménye, hogy a szondarendszeret egybenyítják a hőleadó rendszerrel, és az egész rendszert fagyállósítják.

Ennek következménye:

1. A rendszer üzemeltetési szempontból ellehetetlenül. A szondák óhatatlanul le fognak levegősödni részben vagy teljesen a sok mene-tes kötés, és beépített automata légtelenítőkön keresztül. Amennyiben pedig lecsökken a nyomás a fűtési rendszerben, az üzemki-esést, jelentős hatékonyágsök-kenést, nagy karbantartási igényt jelent az üzemeltetőnek.

2. A fűtési rendszer fagyállósági szintjét értéken tartani szintén nem kis feladat, hiszen a fűtési rendszert folyamatosan után kell tölteni, még akkor is, ha semmi havaria nem történik. Így a fagyál-lót is folyamatosan pótolni kellege.

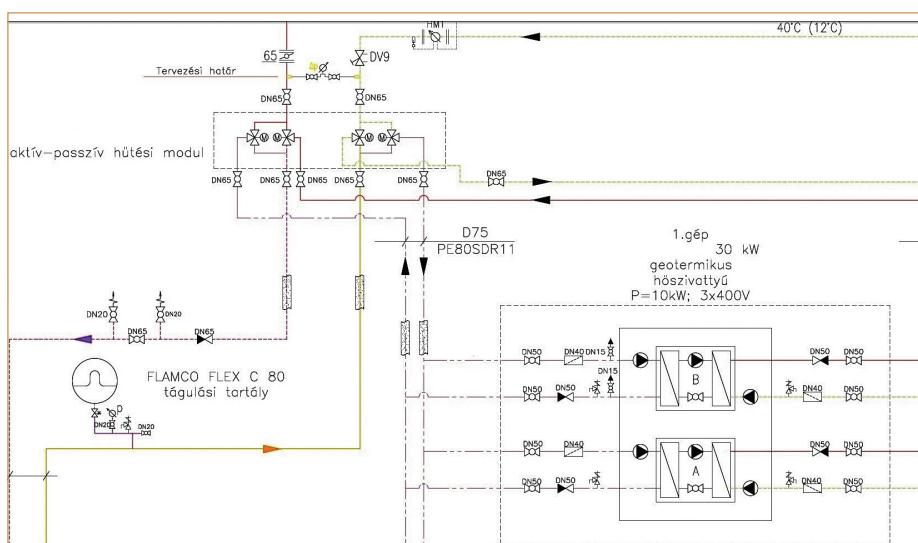
3. A -13 °C-ig fagyállósított fűtési rendszerben a hidraulikus veszte-ség jelentősen megnő. A nagyobb nyomómagasságú cirkulációs szi-vattyúk jelentősen megnövelik az elektromos teljesítmény igényt, ami az egész rendszer SCOP érté-két lerontja.

A HMV-termelés hőszivattyúval

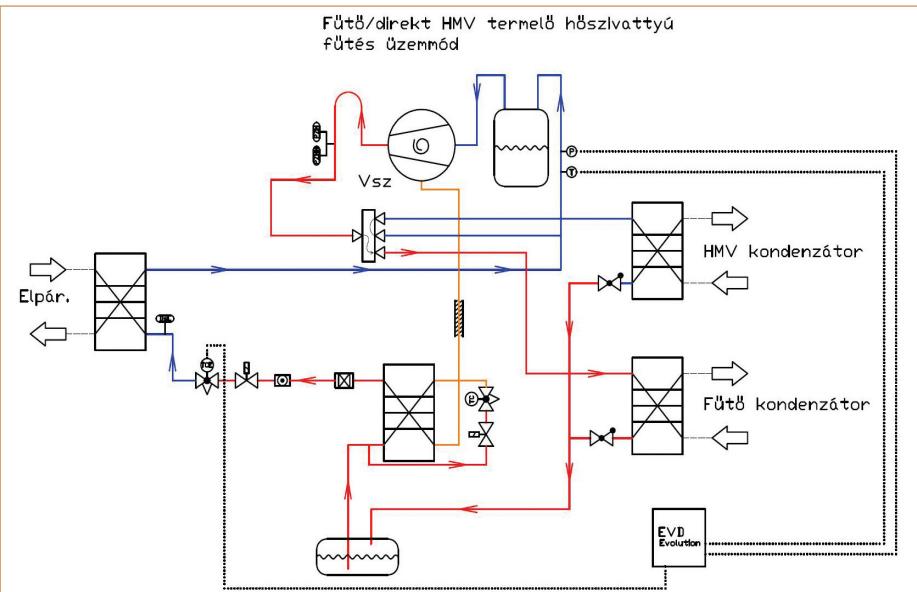
A használati melegvíz-termelés (HMV) kritikus pontja a hőszivattyúk használatának, hiszen folyamatosan 50-60 °C-os vízhőmérsékletet kell biztosítani. Az EU irányelvez ezért HMV-előállításra lényegesen (COP=2,9,3,0) alacsonyabb minimális COP értéket írnak elő, figyelembe véve a leggyakrabban alkalmazott külsőleg illeszthe-tő HMV modul hatékonyását. Ez esetben a kondenzátorban előállított fűtővízet egy háromjáratú útváltó szelep beépítésével egy HMV hőcserélő-re engedik, amely a tárolótartályban lévő HMV-t felmelegíti. A HMV-t a tartályba épített hőcserélőn keresztül a fűtővízzel állítja elő (4. ábra). Akéhő-cserélő alkalmazása a lehető legrosszabb hatékonysságot eredményezi.

A HMV-t azonban gyárilag a hűtő körfolyamatba integrált HMV-előállító egységekkel sokkal hatéko-nyabban lehet biztosítani:

- hőszivattyú körfolyamatba épített elsődleges hőcserélővel (desuper-heater),
- hőszivattyú körfolyamatba épített két kondenzátorral.



3. ábra. Aktív hűtés külső körfolyamat megfordítással



5. ábra. Fűtő, direkt HMV-termelő hőszivattyú körfolyamata

Elsődleges hőcsere (desuperheater)

A leghatékonyabb (magas COP) megoldás!

A közvetlenül a kompresszor után és a kondenzátor előtt beépített (soros kötés) koaxiális hőcserélő a hűtőkörfolyamat túlhevítési hőjét használja HMV-termelésre. A túlhevítési tartomány az összes fűtési teljesítmény 12-15%-a. A túlhevítési hőmérséklet lényegesen magasabb, mint a kondenzációs hőmérséklet¹,

¹50 °C-os kondenzációs hőmérsékletnél a túlhevített hűtőközeg gőz hőmérséklete 80 °C körül alakul. HMV-előállítás céljára ebben az esetben az 50 °C-80 °C közötti hőfuktartományt használjuk. Ebben az esetben tehát a hűtőközeg gőz átlag hőmérséklete 65 °C, amely alkalmas 60 °C-os HMV előállítására a desuperheateren

ezért magasabb hőmérsékletű HMV-t lehet előállítani, mint a fűtési hőmérséklet, úgy, hogy a COP érték nem romlik.

A másik előnye, hogy ezzel a megoldással nyáron az épületből elvont hő 12-15%-ából HMV-t állíthatunk elő gyakorlatilag ingyen, vagy másiképp fogalmazva aktív hűtési üzemmódban javítja a hűtési COP (EER) értékét! A családi házas rendszereknél a minimális kiegészítéssel a leghatékonyabb megoldás, a legmagasabb SPF elérését biztosítja a kombinált üzemmódban.

A két kondenzátoros (direkt HMV) hőszivattyú alkalmazása (5. ábra)

Olyan esetekben, amikor a fűtési teljesítmény 40-50%-át eléri, vagy meghaladja a HMV teljesítmény

igénye, célszerű ennek az alkalmazása.

Ebben a körfolyamatban az egyik kondenzátor előnykapcsolásban dolgozik HMV-re, a teljesítménye 100%-ban. A magasabb hőmérsékletű HMV-előállítás ebben az esetben alacsonyabb COP értéken lehetséges, mint desuperheaterrel, de lényegesen magasabban, mint külső (víz-víz) hőcserélő alkalmazásakor. A legoptimálisabb megoldás a fűtési és a nagy mennyiségű HMV-előállítás igény kielégítésére. Magas hőmérsékletű HMV-előállítás lehetséges.

Összegzés

A fenti példák alapján megállapítható, hogy a hőszivattyúk feladata történő gyári „hűtőkori finomhangolása”, a multifunkciós hőszivattyúk alkalmazása az SCOP maximalizálásának, az üzemeltethetőségnak alapvető feltétele.

A gyárilag csak fűtő feladatra pozicionált hőszivattyúkhöz illesztett külső, aktív hűtő HMV modulok SCOP értékben, üzemeltethetőségen, üzembiztonságban messze elmaradnak a technikai színvonal adta lehetőségektől. Emiatt alkalmazásuk csak fűtési rendszerekben indokolt.

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

