

A levegős hőszivattyúkról

Puffertároló vagy hidraulikus váltó?

Mind a hőtermelő gyártók, mind a hőleadó oldal képviselői javasolni szokták, hogy a primer és szekunder oldal hidraulikailag független legyen a másiktól. Vannak olyan cégek, akik a hidrováltóban „hisznek”, vannak, akik a puffert preferálják, de sajnos olyannal is találkoztam, aki egyik csoportba sem tartozik. Az alábbi írásban ezen kapcsolódási pont-ra fókuszálunk és picit megpróbálunk a dolgok mögé nézni.

Assan húsz éve kezdtem a pályafutásomat egy kazános cégnél. Határozottan emlékszem, hogy a kazánokban lévő keringtető szivattyúk 20 °C-os hőlépcsőre, radiátoros rendszerekhez voltak kitalálva, így ha valaki padlófűtést, vagy falfűtést akart hőleadó oldalra (kisebb hőfoklépcsővel, nagyobb vízmennyiséggel és legtöbbször nagyobb ellenállással), akkor leginkább hidrováltót javasoltunk beépíteni.

Arra is emlékszem, hogy akkoriban társasházak építése esetén az volt a jellemző műszaki tartalom, hogy minden lakás kapott egy kombi gázkazánt, és ez a min. 24 kW-os kazán látta el az átlagos lakásméret esetén a kb. 3-4 db – összteljesítményben kb. 3-4 kW maximális teljesítményű – radiátort. A kazánok még a méretezési szélsőséges állapotban is csupán néhány percig tudtak folyamatosan működni. Romlott a kazán éves hatásfoka és a millió kapcsolási szám miatt csökkent a várható élettartam is, de kit érdekelt ez a téma, amikor saját kazános lakásba költözhetek a konvektoros vagy távhős lakásból?

Hőszivattyúk esetében sokkal alaposabban körbe kell járni a témát! Nem akarom a gázkazánok műszaki tartalmát és lelkivilágát bántani, de rettenetesen leegyszerűsítve arról van szó gázkazán esetében, hogy beengedjük a gázt az égőbe, begyújtjuk, és a tűz melegíti a hőcserélőben lévő vizet. Annyi vizet, amennyit beengedünk. Aztán a fejlettebb berendezések még az égés oldalt is tudják szabályozni... Hőszivattyú esetén egy tökéletes gázkörfolyamatot kell fenntartani: 100% gőz halmazállapotból 100% folyadék halmazállapotot kell elérni, majd vissza ugyanezt; miközben a folyamatban két ponton folyamatosan változó hőmennyiséget vonunk be és folyamatosan változó hőmennyiséget adunk le – változó térfogatáramokkal, változó hőmérsékletekkel. És mindezt úgy, hogy ha véletlenül nem sikerül tökéletesen a folyamat és véletlen folyadék megy a kompresszorba, akkor jó eséllyel mehet a kukába. A hőszivattyúk méretezésénél, kiválasztásánál és működtetésénél sokkal körültekintőbben kell eljárni. A gáz körfolyamatot jól illesztett rendszerre, megfelelően méretezett alkatrészekkel és precíziós vezérlőkkel fenn lehet tartani, így ha pl. nincs meg a szekunder (fűtési) oldalon a minimális térfogatáram, akkor nem egyszerűen kikapcsol a gép, hanem kiáll hibára. És addig nem indul újra, amíg valaki „rá nem jön” a hiba okára, és ki nem törli a hibát a berendezésből.

Szép teljesítményű keringetőszivattyút adnak a hőszivattyúkhöz, így akár használhatnánk a fűtési rendszer keringtetésére is, viszont ha a kedves tulajdonos helyiségenkénti hőmérsékletszabályozást tesz fel (ma már energetikai előírás és komfort szempontból alapkövetel-

mény!), és ha mondjuk a körök többsége elzár és nem biztosított a minimális térfogatáram, akkor érthetetlenül áll majd a laikus tulaj a drága hőszivattyú előtt, hogy állandóan kiáll hibára! Sajnos az elmúlt években nem egy ilyen esetenél jártam helyszínen... Olyan hidraulikát kell(ene) kitalálni, tervezni, ami a napjainkban aktuális előírásokat, javaslatokat és rendszer követelményeket ki tudja elégíteni!

Előfordulhat, hogy a beruházónak épp nincs pénze szekunder oldali helyiségenkénti hőmérsékletszabályozásra és éppen a hidrováltó + szekunder szivattyún is lehet spórolni mondjuk nettó 60 ezret, és azt is értem, hogy ez is pénz, de ha mondjuk két év múlva gondol egyet a tulaj és beépíti a szabályozást – és persze a fűtési rendszer kellős közepén teszi meg mindezt –, akkor megkezdődhet a gépházi szerelés is, hogy egy hidrováltót bepaszírozzunk? Ha egyáltalán befér...

(Ha a megrendelőknek, építetőknek szóló színes prospektust veszünk a kezünkbe, akkor nagyon sok gyártónál ezen rendszer elemek – pl. puffer, hirováltó, szekunder szivattyú stb. – nincsenek a „referenciafotón”. Látható a fotón egy szép „beltéri egység”, de érdekes módon egyetlen csőcsatlakozása sincs. Utána pedig a tervező győzze meg az ügyfelet, hogy a valóságban azért még kellene néhány szerelvény arra a falra...)

Szóval, ha a szekunder oldalon az előírásoknak, TNM-rendeletnek és a komfortkövetelményeknek meg akarunk felelni, akkor valamiféle hidraulikus „kuplungot” kell tennünk a hőszivattyú és a hőleadó oldal közé. Puffer vagy hidrováltó? Ehhez néhány, hőszivattyúk működtetése során jellemző folyamatot végig kell gondolnunk.

Leolvasztás

A stabil klíma körfolyamat érdekében, a hőszivattyúk esetében van egy előírt minimális visszatérő fűtővízhőmérséklet. Ha ez alá csökken a víz hőmérséklete, akkor a hőszivattyú megvédi az alkatrészeit, a vezérlés kikapcsolja a kompresszort és átáll tiszta elektromos patronos üzemre! Ha fordított ciklusú leolvasztás esetén (*a sorozat előző részében erről volt szó*) el akarjuk kerülni, hogy a primer oldal hőmérséklete a hőszivattyús működési tartomány alá csökkenjen, akkor kiszámolható, hogy mekkora minimális primer oldali víztérfogat szükséges. Ez leginkább a jegesedés mértékétől, azaz a leolvasztás energiaigényétől, a fűtés oldali közeghőmérséklettől és a hőszivattyú teljesítményétől függ. Kb. 20-30-50 liter. Egy családi házas méretre jellemző hidrováltó 2 liter vizet tartalmaz, ami biztosan kevés. Azon gyártók, akik fordított ciklusú leolvasztást csinálnak és a hid-

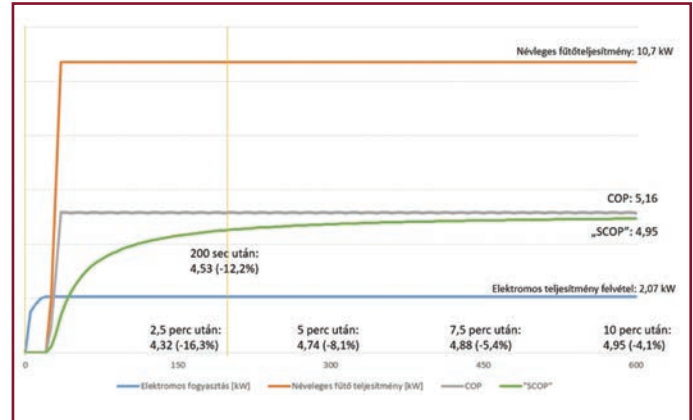
rováltót javasolnak, minden esetben előírnak „működési feltételként”, néha garanciális követelményként (!) bizonyos méretű előtétartályt, azaz átfolyós puffert is. Vannak még gyártók, akik elektromosan (tényleg?) vagy forró gázos módszerrel olvasztanak, de szerintem ők tartoznak a kisebb „halmazba”. Szóval, ha a nagy halmazt, a fordított ciklusú leolvasztással működő hőszivattyúkat vizsgáljuk, akkor a cikk címében szereplő kérdést helyesen úgy kell feltenni: hidrováltó és átfolyós puffer (előtétartály) együtt vagy klasszikus puffer?

Hőszivattyúindítás

A gázkazánokhoz visszakanyarodva: van mondjuk, egy zárt égésterű, turbós, azaz ventilátoros gázkazánunk. Szerintem minden kolléga látott már ilyen kazánt elindulni: először kezdődik a ventilátorindítás, égéstér-átszellőztetés, aztán jöhet a gázszelap-megnyitás, gyújtás, utána a tökéletes égéshez a megfelelő mennyiségű levegő és égés (fűtőteljesítmény, gáz mennyiség) összehangolása, végül ne feledkezzünk meg a fűtési szivattyú és a fűtővíz mennyiségének beállításáról. Még soha nem mértem le, hogy ezen folyamat hány másodpercig tart, de az biztos, hogy a szükséges fűtőteljesítmény nem áll rendelkezésre azonnal. Továbbá abban is biztos vagyok, hogy valamiféle indítási veszteséggel lehet számolni.

Nézzünk meg egy levegős hőszivattyúindítást: indul a kompresszor, indulnak a kondenzátor és elpárologtató oldali térfogatáramok (szivattyú és ventilátor), hogy a környezeti és fűtőkör oldali hőmérsékleteket megfelelően megmérhessük. Ezekhez hozzá kell „húzni”, be kell állítani a gázkörfolyamatot – természetesen folyamatos mérésekkel, apróbb korrekciós beavatkozásokkal. Az indítási ciklus hosszát itt is sok tényező befolyásolja, ha időintervallumot kell megadnom, akkor az indítástól kb. 20–30 másodpercre tehető az az időpont, amikor a mérhető fűtőteljesítmény megjelenik a gépen! A hőszivattyú COP-je = fűtőteljesítmény osztva elektromos fogyasztással, így az első kb. fél percben a nullával való osztás nem értelmezhető, azaz nincs a gépnek értelmezhető COP-je. „SCOP”-ben, azaz átlagos hatásfokot tekintve egy negatív határról beszélünk, veszteséget kell elkönyvelnünk, hisz a kompresszor már fogyasztja az áramot, de fűtőteljesítmény nincs! Egy ilyen indítás látható 10 °C-os külső hőmérséklet és 35 °C-os fűtővíz esetén az 1. ábrán. Az diagramról az is leolvasható, hogy 10 percet követően az „SCOP” 4%-kal kisebb összeget mutat, 200 mp környékén pedig 12,2%-kal kevesebb a megtermelt mennyiség, mint a gép pillanatnyi COP „tudása”!

Nézzünk meg egy hőszivattyú kiválasztást a 2. ábra bal oldalán. Kiválasztok egy gépet monoergias üzemre, azaz a méretezési –13 °C-ban a hőszivattyú elektromos patron ráségítés nélkül, önállóan ellátja a fűtési igényeket. Bordó egyenes vonal az épület fűtési igénye, sötétszürke vonal a hőszivattyú maximális fűtőteljesítménye, a világosszürke vonal pedig a hőszivattyú minimális teljesítménye. (Inverteres gép kb. 40–50%-os teljesítményig tudja „visszaszabályozni” magát, eddig tart a folyamatos



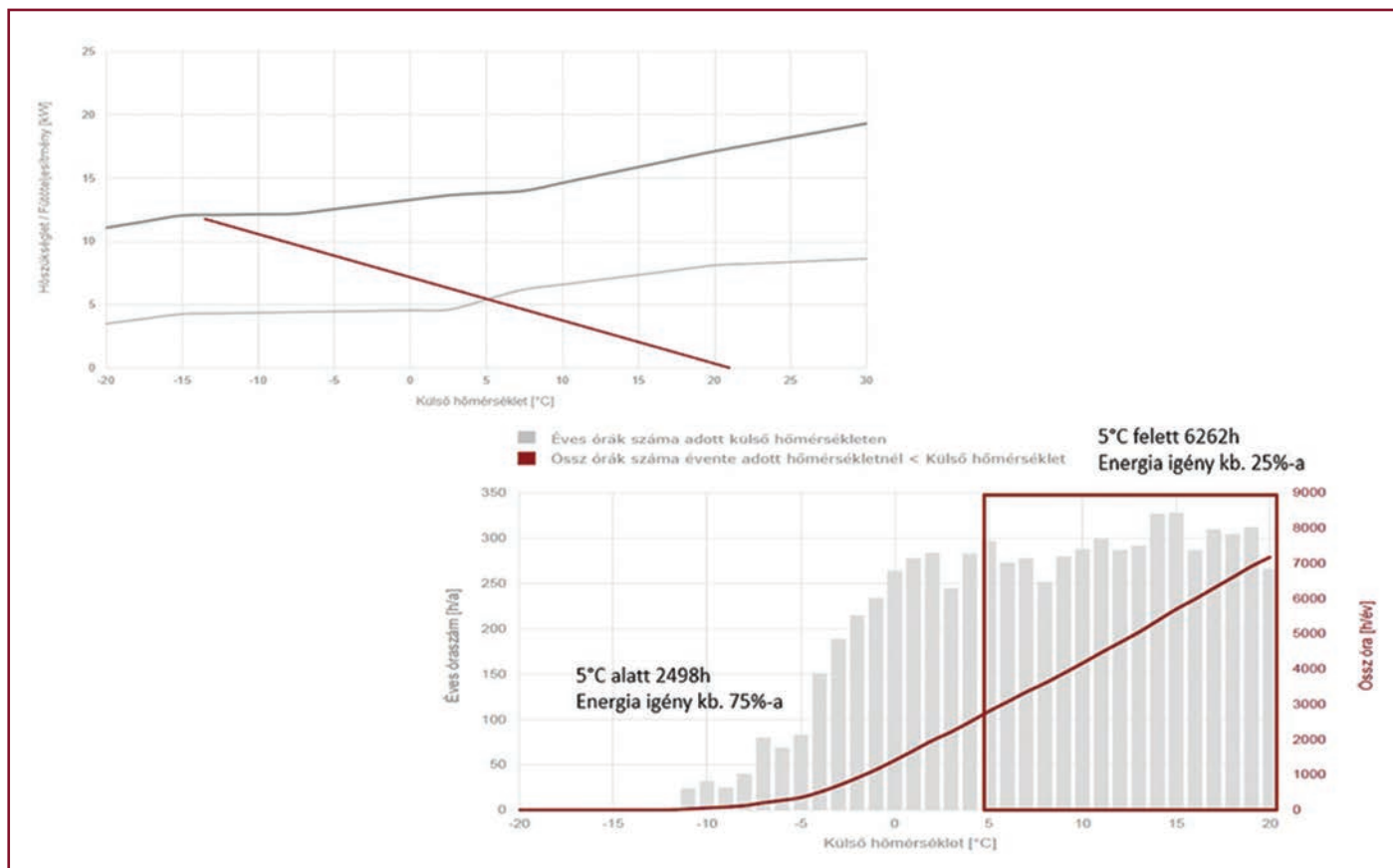
1. ábra. Hőszivattyúindítás 10 °C-os külső hőmérséklet és 35 °C-os fűtővíz esetén

üzem!) 5 °C környékén metszi egymást a fűtési igény és a hőszivattyú minimális teljesítményének görbéje, ami azt jelenti, hogy külső 5 °C felett az inverteres hőszivattyú ki/be kapcsolós üzemre vált.

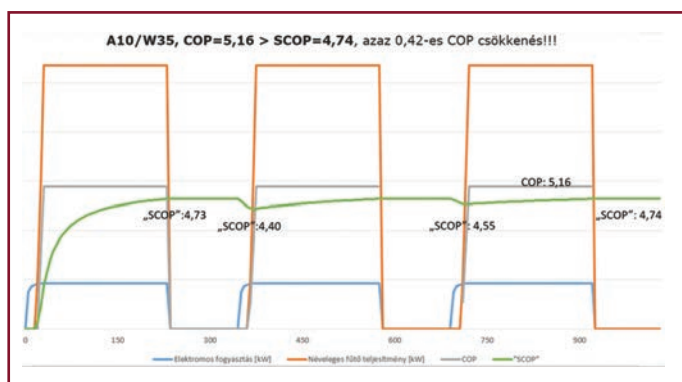
A jobb oldali képen különböző hőmérsékletek előfordulása látható 10 éves meteorológiai Meteoronorm 1995–2005 alapján. A diagramra írt számadat picit félrevezető lehet – a fűtési határhőmérséklet felett azért láthatók számadatok, mert hőszivattyú esetében a HMV-készítést egész évben kell figyelni. Az ábrából most számunkra az a fontos, hogy 5 °C alatt 2498 h látható, azaz 104 nap, ami kb. a fűtési idény felét teszi ki. Szóval az inverteres gép a fűtési szezon felében folyamatosan, felében ki/be kapcsolós üzemben dolgozik.

A ház fűtési igénye –13 °C-ban legyen 12,0 kW, akkor 10 °C-ban a hőszükséglet 3,88 kW. Kiválasztunk mondjuk egy Stiebel Eltron HPA-O 13 AC inverteres hőszivattyút, aminek a működési tartománya 10 °C-nál: 6,70–14,80 kW. Legyen a primer oldal víztérfogata: hőszivattyú víztartalma kb. 5 liter, 10 fm 1”-os cső térfogata 2,0 liter, hidrováltó térfogata 2,0 liter, beépítünk egy 18 literes előtétartályt (átfolyós puffert), így összesen a víztérfogat 27 liter. Ha 5 °C-os rendszerhőmérsékletcsökkenésre bekapcsol a hőszivattyú, akkor a fenti 27 liter víz felmelegítéséhez 564,3 kJ energia (0,15675 kWh) szükséges. Ha azt feltételezzük, hogy a szekunder oldalon folyamatosan 3,88 kW energiát fogyasztanak, akkor a primer oldalon marad 2,82 kW „többlet energia” – ennyivel nagyobb a hőszivattyú teljesítménye a pillanatnyi igényhez képest. A gép kb. 30 + 200 sec időt fog dolgozni, majd 145 sec-ot áll. Aztán újraindul a folyamat... (3. ábra). A gép pillanatnyi COP „tudásához” képest 0,42-el kisebb COP-t mérhetünk! (Ha csak 30 °C-os vizet kell gyártani, akkor a pillanatnyi COP = 5,77, a fenti vízmennyiség estén pedig 0,5-ös csökkenés tapasztalható „SCOP”-ben.) Ha egy kisebb hatásfokú gépet nézünk (a magyar piacon fellelhető levegős gépek átlagosan ennél kisebb COP-kel bírnak!), és feltételezzük, hogy a veszteség ugyanakkora, akkor előfordulhat, hogy a veszteség eléri akár a 15%-ot is!

Ha meg tudjuk növelni a primer oldali víztérfogat – mondjuk egy 200 literes pufferrel, akkor nyolcszoros pri-



2. ábra. Hőszivattyú-kiválasztás



3. ábra. Hőszivattyúindítás

mer térfogatot kapunk (a Stibel Eltron 200 literes puffere 207 liter + 5 liter a gépben + 2 liter a csővezetékben), ami nyolcadára csökkenti a kapcsolások számát, így jelentősen csökkenthető a fenti „kapcsolási veszteséget” is – nagyjából 1-2%-ra! A puffer egyértelműen rendszerhatásfokot növel!

Most ismét visszakanyarodnék a bevezetőben írt gázkazános példához. Ha egy hőtermelőnek az élettartalma jelentősen leromlik a sok száz kapcsolás miatt, és a tulajdonosnak 5 év után ki kell cserélnie a kétszázéves gázkazánt, akkor biztosan nem lesz boldog, és talán elkezd keresgélni az okokat, hibákat. De ha a 1,5 milliós hőszivattyúja megy tönkre 5 év után, akkor az már egy másik ingerküszöb – nem biztos, hogy a hibát fogja keresni,

lehet, hogy inkább a felelősöket! A pufferrel jelentősen csökkenthető a kapcsolási szám, így növelhető a várható élettartalom is!

Geo-tarifa

ELMŰ-ÉMÁSZ területen választhatunk a hőszivattyúnkhoz ún. geo-tarfiát is. Sokkal kecsgetetőbb, mint a „H”-tarifa, hisz egész évben olcsóbban kapjuk az energiát (így egész évben olcsóbb tarifáról készül a HMV, és a nyári hűtés is kedvezményes tarifáról megy), viszont cserébe 8–10-ig és 16–18-ig nincs áramszolgáltatás. A 24 órából 4 órát kimarad a fűtés, kimarad a HMV-készítés. Hőszivattyú kiválasztásakor ezzel +16,6%-os pótlékkal számolni kell, nagyobb gépet kell választanunk. Ezzel az inverteres működési tartomány csökken (a fenti példában jelölt 5 °C alá esik), a ki/be kapcsolós intervallum és azzal együtt a fenti kapcsolási veszteségek is növekednek.

Mi történik a fűtési oldalon? Ha csak hidrováltó van a rendszerben és nincs semmi „betárolt energia”, akkor geo-áramszünet esetén a keringető szivattyút akár le is állíthatnánk! Egyszerű a képlet: ha nincs meg a helyiségek állandó hőtartásához szükséges hőenergia pótlása, akkor a szobák hőmérséklete csökkenni kezd! Igaz, hogy számításba kell venni az épület hőtárolását, a fűtési rendszer víztérfogatát, „tartalékait”, a méretezési biztonsági faktorokat (pl. belső hőfejlődések) stb., így biztosan nem percek alatt esik a helyiségek hőmérséklete... Általában

azért ez műszer nélkül nehezen érzékelhető. De ne feledjük – nem 10 percekről van szó, hanem pontosan 2 órán keresztül nincs fűtési energiánk!

A szekunder oldali folyamatos hőmérsékletszabályozás, a jól illesztett időjáráskövető szabályozás, így a hőszivattyú hatásfokát tekintve a „H-tarifa” sokkal egyszerűbb megoldás, így a hőszivattyús cégek és tervezők is inkább azt preferálják – viszont a nyári időszakban magasabb tarifát kell érte fizetni! És a beruházót inkább ez érdekli!

Ha azt akarjuk, hogy a hőmérsékletcsökkenés ne legyen érzékelhető, akkor érdemes energiát betárolni, puffertárolót alkalmazni! Arra nem biztatok senki, hogy a 2 órás áramszünet teljes energiamennyiségét betárolja – főleg nem a méretezési hőszükséglettel számolva (!) –, de a helyiség hőmérséklet-kilengéseinek csökkentése érdekében mindenképpen érdemes valamekkora puffertárolót alkalmazni. Tehát a puffertárolót a hatásfok és a várható hőszivattyú-élettartam mellett komfort szempontjából is megoldásként kell kezelni.

HMV-készítés

Több tervező mondhatja azt, hogy az ELMŰ-ÉMÁSZ területen kívül nincs is geo-tarifa, így a fenti probléma számára nem érdekes. Ugyanez a helyzet HMV-készítésnél is! Ha a hőszivattyú átkapcsol melegvíz-termelésre, a fűtés ugyanúgy szünetel, mint a geo-tarifa esetében! És itt sem 10 percekben kell mérni a „hiányt”, mint egy gázkazános előnykapcsolásnál, hanem a hőszivattyú kisebb teljesítményével és alacsonyabb előremenő hőmérsékletével, és jellemzően nagyobb betárolt HMV-mennyiséggel arányosan egy hosszabb felfűtéssel, így hosszabb fűtési energia-kimaradással kell számolnunk!

HMV-készítéssel kapcsolatban még mélyebbre kell ásunk! Léteznek olyan hőszivattyúk, akik a gázkazánoknál jól ismert „HMV-előnykapcsolást” használják. Ez vezérlésben azt jelenti, hogy ha csökken a tároló víz hőmérséklete, akkor a hőszivattyú átvált melegvízkészítésre (a melegvízkészítést előnyben részesíti a fűtéssel szemben) és viszonylag „gyorsan” visszamelegíti a hiányt. Viszont léteznek olyan hőszivattyúk is, amelyeknek hidraulikában hasonló a rendszer felépítése, de szabályozásban más elven működnek: akkor lesz HMV-készítés, ha a hőszivattyú vezérlőjében beállított időprogram megengedi! (Én csak HMV hátránykapcsolásnak hívom ezeket.) Ha rosszul programozza fel az üzembe helyező, akkor hiába ürül le a HMV-tároló, hiába csökken le a tárolt víz hőmérséklete, a hőszivattyú nem fűti vissza a tárolót! Az is előfordulhat, hogy a teljes vízmennyiséget kifűrdi a család, az apuka már hidegvízben zuhanyozik és megvárják, amíg a hőszivattyú időprogramja engedi a tároló felfűtését. A programozáson persze lehet módosítani, javítani, de az biztos, hogy ha nem a víz hőmérséklet alapján vált át a hőszivattyú, akkor a HMV hőmérséklete biztosan jobban lehűl, azaz hosszabb idő szükséges a felfűtésre, mint klasszikus előnykapcsolás esetén!

Van egy 300 literes HMV-tárolónk beállított 45 °C-os

hőmérséklettel. Előnykapcsolásban, mondjuk 5 °C-os hőmérsékletcsökkenésre reagál a hőszivattyú, és például 10 kW-os fűtőteljesítménnyel elkezd felfűteni azt. (Családi háznál könnyen előfordulhat, hogy ennél kisebb a választott hőszivattyú teljesítménye!) 300 liter esetén, 6285 kJ, azaz 1,9 kWh energiára van szükség, ami azt jelenti, hogy 11,5 perc alatt visszafűti a tárolót – ha nincs közben újabb elvétel...

A második esetben (hátránykapcsolásban) időprogram alapján kapcsol a hőszivattyú az üzemek között, így biztosan nagyobb hőmérsékletkülönbséget kell majd legyőznie. Ha a tárolóból kiveszünk 150 liter vizet és azt 150 liter 10 °C-os hidegvízzel pótoljuk, akkor a tároló hőmérséklete 27,5 °C-ra csökken. Ezt visszafűteni 10 kW-tal 40 perc. Igaz, hogy még mindig nem 2 óra, mint a geo-tarifa esetében, de a hőmérsékletcsökkenés a helyiségekben megint aktuális téma lett, újra nyúlhatunk az energiabetároláshoz...

Remélem sikerült érzékeltetnem, hogy a puffertárolónak hőszivattyús hőtermelés esetén fontos szerepe van! Csökkenti a kapcsolási számokat, növeli a rendszer hatásfokát, növeli a berendezés élettartamát és a helyiségek hőmérséklet ingadozását is csökkenti. De jöjjön a hidegzuhany! Vannak olyan hőszivattyúk, amelyek valószínűleg konstrukciós kialakításuk miatt egyszerűen nem szeretik, nem támogatják a puffert! Találkoztam olyan géppel, ami fűtési visszatérő +5 °C-os fűtővizet képes produkálni, egyszerűen a vezérlő „korlátozza” az előremenő hőfokot. (Gondolom, hogy az éves SCOP-követelmények érdekében.) Ha ilyen géphez teszünk puffert, és mondjuk a 40 perces HMV-készítés után visszakapcsol a hőszivattyú fűtés üzemre, és a pufferből ezalatt az idő alatt kivettük az energiát és lehűlt a hőmérséklete a szobahőmérséklet környékére, akkor hiába parancsolunk 40 °C-os előremenőt, ő bizony 22+5 °C, azaz 27 °C-os előremenőt fog produkálni! A puffer térfogatának függvényében (a hőszivattyú aktuális teljesítmények és az épület hőveszteségének különbözete alapján) időbe telik, amíg a parancsolt értéket eléri. Ez akár hosszú órákat is jelenthet! Nem elég a HMV-készítés miatti „fűtéskimaradás”, még órákat várhatunk, amíg a helyiségek által igényelt fűtővízhőmérséklet, azaz a szükséges hőmennyiség újra rendelkezésre áll. A helyiségek hőmérséklete tovább csökken. Öngól.

Szóval a puffer mindenképp előnyöket generálhat, ha az adott hőszivattyú képes azt kezelni! Minden tervezési munkánál tehát a kiválasztott hőszivattyú gyártói előírásait kell követni, és ha ők hidrováltót javasolnak, akkor a pufferral járó előnyöket muszáj mellőzni, és a felsorolt puffer nélküli üzem hátrányaira érdemes felkészülni.



JOÓ RENÁTÓ
épületgépész mérnök