

A nagykőrösi strand energiatudatos bővítése

Fodor Zoltán¹ – Komlós Ferenc²

A víz a Föld napsugárzás által körforgásban tartott, folytonosan megújuló energiahordozója. Reményi Károly nyomán a víz természeti állandó energiaforrás. A fosszilis energiahordozók véges készletei is szükségessé teszik a természeti állandó energiaforrások kihasználásának jelentős növelését, szükség van továbbá a jelenlegi energiaigény jelentős csökkentésére, és az energiatakarékosság növelésére. E célok eléréséhez szemléletváltozásra van szükség.

Ez a beruházás egy újonnan épített szabadtéri úszómedence (1. ábra), egy fedett, egész idényben üzemelő tanuszoda (2. ábra) és egy meleg vizes termálfürdős medence (3. ábra) létesítésével, valamint egyéb, a működést szolgáló kiszolgáló és gyógyászati tevékenység céljára kialakított helyiségekkel valósult meg.



1. ábra. Kültéri 11 x 25 m-es úszómedence

Fotó: Fehér János (2011-12-09)



2. ábra. Beltéri 7 x 12 m-es tanmedence

Fotó: Fehér János



3. ábra. Beltéri 5 x 10 m-es termálmedence

Fotó: Fehér János



4. ábra. Az új főbejárat

Fotó: Fehér János
(2011-12-09)

Az Alföld Aqua Termálfürdő és Strand (4. ábra) átépítéséből mindenképp a technika mai szintjén lévő hőszivattyús rendszerű épületgépészetet mutatjuk be részletesebben.

A hőszivattyúk a fürdők és az egyéb elfolyó vizek hőtartalmát gazdaságosan tudják hasznosítani. Ezt igazolta a 2008-ban megvalósult kiskőrösi termálfürdő bővítése [1]. Ennek sikeres megvalósítása hatására került sor a nagykőrösi termálfürdő és strand bővítésének áttervezésére, ahol már nem importból származó, hanem magyar fejlesztésű és gyártmányú hőszivattyúkat is alkalmaztak [2]. Ez a kitűnő minőségű magyar termék a magas hőmérsékletű elfolyó termálvíz magas SPF¹ értékű hasznosításának lehetőségét biztosítja.

¹ Az SPF-et a 2008. decemberi ún. EU RES megújuló energia irányelv rögzíti. Angol nyelvű rövidítésből származik (Seasonal Performance Factor), magyar fordítása: szezonális teljesítmény-tényező, Büki Gergely



nyomán átlagos fűtési tényezőnek is nevezzük. Az egy fűtési szezonban a hőszivattyú által a fűtési rendszerbe bevitt energiamennyiség [kWh] osztva a hőszivattyú és az ún. primeroldali szivattyú (vagy ventilátor) által felvett villamosáram-fogyasztással [kWh].

¹ okl. gépészmérnök, épületgépész mérnök, GEOWATT Kft.

² okl. épületgépész mérnök

Az eredetileg tervezett rendszer fő adatai és rövid leírása

A kivitelezést megelőzően a kiskőrösi tapasztalatok hatására az eredeti, ún. „hagyományos energetikai” szemléletű megoldást áttervezték (ld. a következő fejezetcímet).

Az eredetileg számított hőigények:

- az épület hővesztesége (kerekítve): 65 kW.
- a légtechnika hőigénye: 140 kW.
- a medencék hőigénye hőntartáskor: 40 kW.
- a kültéri úszómedence hőigénye felfűtéskor: 140 kW.
- a tanmedence hőigénye felfűtéskor: 50 kW.
- a hmv-ellátás hőigénye: 70 kW.
- az összes hőigény: 505 kW.

Az eredetileg tervezett hőigényt kielégítő berendezések

A kitermelt „geotermikus fluidum” 46 °C hőmérsékletű és 200 liter/min térfogatáramú. Ezt a termálvizet a három medence felfűtésére és hőntartására, valamint a hmv előmelegítésére, továbbá az épület fűtésére tervezték használni.

A kültéri medence felfűtésére – a téli fűtési időnyt kivéve – termálvizes hőcserélő alkalmazását tervezték. Ez a hőcserélő kisebb termálvíz tömegárammal a kültéri medence hőntartására is szolgált volna.

A légtechnikai hőigényhez 2 db Vitodens 80 kW teljesítményű kondenzációs földgázkazánt terveztek. Ezek a kazánok kizárólag a légtechnikai léghevítőket fűtötték volna.

Az épület földszintjén külön gépészeti helyiségben tervezték elhelyezni a kaszkádkapcsolású Vitocal WW/WWWS 145 típusú, 114,2 kW teljesítményű hőszivattyút. A hőszivattyú a puffertárolóban lévő, visszahűtött termálvíz hőmérsékletét 35 °C-ra emelte volna. A hőszivattyú ezzel a termálvízzel az épületet és a hmv-tárolót fűtötte volna. A hmv előállítására a hőszivattyú előnykapcsolásával volt elképzelve.

Az eredetileg tervezett szellőztetés és légkondicionálás

Ennél a megoldásnál a légkezelő nagy mennyiségű friss levegővel oldotta volna meg a medencetér relatív páratartalmának megfelelő értéken való tartását. Az alkalmazni kívánt berendezés: VENTUS VS-100-L-PMCH1 (12 000 m³/h) típusjelzésű légkezelő.

A fenti megoldás a jelenlegi szakmai gyakorlatban általánosan alkalmazott tervezési szemléletet tükrözi. A gázkazánok beépített teljesítményeivel igen bőkezűen bántak a tervezők. A terv nem foglalkozott az egyes igények egyidejű jelentkezésének elkerülésében rejlő megtakarítási lehetőséggel. Az egyidejűségek vizsgálatával a beépített hőtermelő kapacitások csökkenthetők (pl. a medencék felfűtési hőigénye). Az épület hőveszteségébe beszámították a szellőzési hőigényt is, amelyet a légtechnikai kalorifer fűtésénél szintén figyelembe vettek. A legnagyobb megtakarítási lehetőséggel, a hőszivattyús páratlanítással, szintén nem számoltak.

A terv hibája továbbá, hogy a hőszivattyú max. 20 °C-os tápvizét a termálvíz és hideg kútvíz keverésével kívánták biztosítani.

A komplex energetikai szemlélet bemutatása

A komplex energetikai szemlélet lényege, hogy az épület hőellátásához az elfolyó termálvíz hőjét ún. magas *SPF* értékű hőszivattyú betervezésével hasznosítsuk a lehető legnagyobb *SPF* értékkel, s egyben alacsony hőfokszintre szorítsuk (12 °C) az elfolyó termálvíz hőmérsékletét, megszüntetve a környezet hőszennyezését.

A beépített hőszivattyúkat a feladat és a fűtési hőfokszintek alapján különválasztjuk, ezzel maximalizálva az elérhető *SPF* értéket. A feladatok: épületfűtés, uszoda hőntartás, hmv, valamint légtechnikai kaloriferfűtés. A hőszivattyú elpárolgási hőfokszintjét maximalizálva alakítjuk ki az elpárolgató-oldali tápvíz hőfoklépcsőjét: speciális elpárolgató méretezéssel vagy külső hőcserélő méretezéssel.

További lényeges szempont, hogy optimalizáljuk a beépített fűtő- és szellőzési teljesítményeket, kapacitásokat: a felfűtési hőigény évente kétszer jelentkező igény, amelynek időpontját jól lehet tervezni. Amennyiben a medencék felfűtésének időpontját fűtési szezonon kívül tervezzük, úgy az összes egyéb célra beépített kapacitás „szabad”, vagyis azokat a medencék felfűtésére lehet fordítani a komfortszint csökkenése nélkül.

A páratlanító hőszivattyú alkalmazásával, és ezzel összhangban a külső szellőzőlevegő mennyiségének optimalizálásával töredékére csökkenthető a légtechnikai kalorifer fűtéséhez szükséges fűtési teljesítmény.

Az áttervezésnél a fenti főbb szempontok figyelembevételével jártunk el.

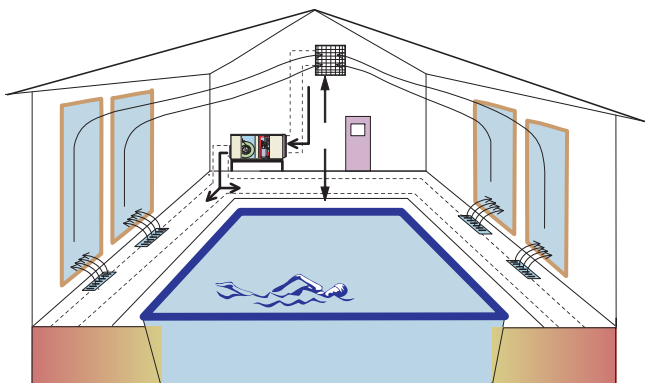
Áttervezés energiatakarékos rendszerre

Az eredetileg tervezett rendszer legnagyobb problémája a medencetér páratlanításának frisslevegős megoldása, amely jelentős légcserét és ehhez tartozó jelentős hőmennyiséget igényel. Az áttervezés ezért mindenekelőtt a medencetér páratlanításának energiatakarékosabb megoldására irányult, és ez jelentősen csökkentette az épület hőszükségletét (5. ábra, lásd a következő oldalon).

A medencetér-kondicionáló (páratlanító) kizárólag a belső levegő keringetését végzi, a párából a rejtett hőt visszanyeri, és azt az épület légfűtésére vagy a medence hőntartására használhatja. Tehát beszívja a meleg párás levegőt, amelyet a párakicsapódás hőmérséklete alá hűt. A kinyert hőt a kondenzátoroldalon visszaadja a kondenzátornak és így meleg száraz levegőt fúj vissza. Képes a kívánt értéken tartani a medencevíz és medencetér hőmérsékletét.

Kiinduló és alapadatok:

- A beltéri medencék felülete (kerekítve): 135 m²
- A medencevíz hőmérséklete: 28 °C
- A tervezett összes létszám: 61 fő
- Előírt szellőzési igény: 30 m³/h
- Az épület egyik oldalon nyitható nagy ablakfelülettel és csúszásgátló padozattal épült (radiátoros és padlófűtés sem alkalmazható).
- A levegő hőmérséklete: 30 °C
- Előírt relatív páratartalom: 60%



5. ábra. Nordic PC-75 páratlanító hőszivattyú beépítéséről készült felvétel és a páratlanítás elvi vázlata

Forrás: <http://www.nordicghp.com/images/stories/PDFs/PC-series/001029man-01-pc-series-two-stage-r410a.pdf>

A fenti főadatokból számítással meghatározott medencetér kondicionáló típusa, darabszáma és a szellőzőgép:

- Nordic PC-75; 1 db
- A kiválasztott szellőzőberendezés: VENTUS VS-15-R-PH (1830 m³/h)

Az áttervezés miatt újraszámolt hőigények:

- Az épület hővesztesége: 27,8 kW.
- A medencetér-kondicionálóval bevitt fűtési teljesítmény: 6 kW.
- A légtechnika hőigénye, illetve a VS-15-R-PH-T légkezelő fűtőegység teljesítménye: 16,6 kW.
- A szükséges fűtőkapacitás: 21,8 kW.
- A medencék hőigénye hőntartáskor: 40 kW.
- A hmv-ellátás hőigénye (38 °C kondenzációs hőmérséklet; 2 x 1000 = 2000 literes hmv tároló): 70 kW.
- Összesen: 148,4 kW.

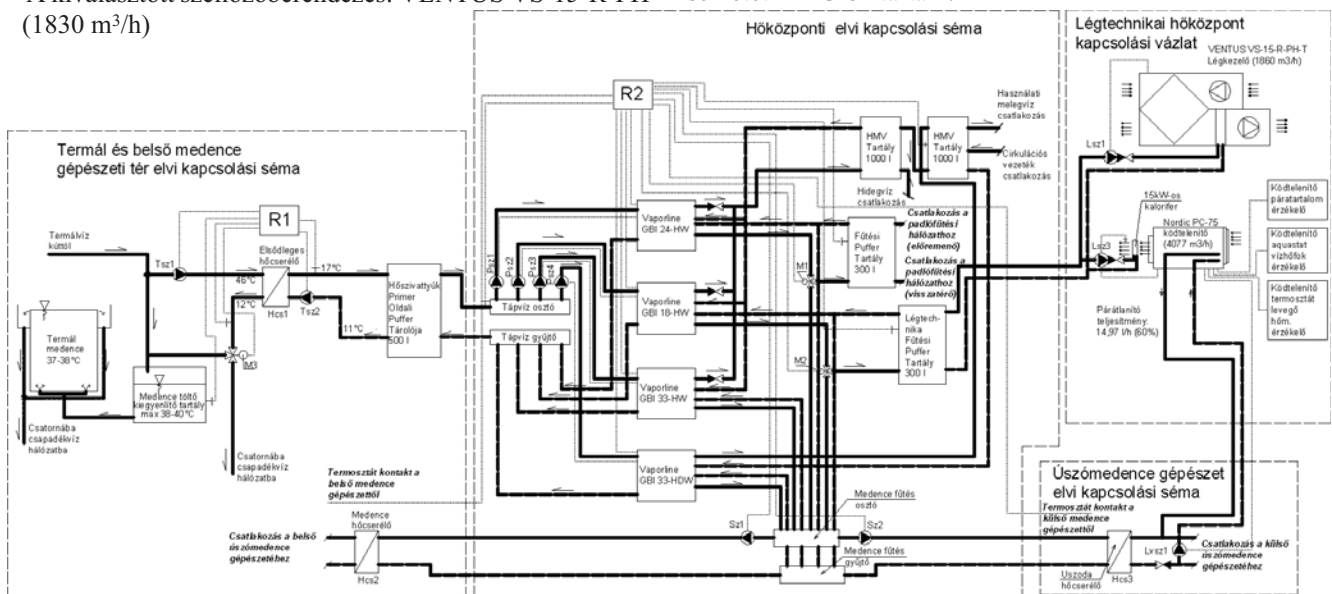
Az energiaellátás folyamatának leírása

A 6. ábrán látható, hogy a hőszivattyúkat az elpárologtató oldalon az elsődleges hőcserélőn keresztül táplálják.

Ezen a hőcserélőn az 1 kg/s tömegáramú termálvíz 46 °C-os hőmérséklete 12 °C-ra csökken (a maximális termálvíz-igény 60 liter/min). A hőszivattyú 500 literes primer puffertárolója 17 °C-os tápvízzel, 142 kW teljesítménnyel (17/11 °C hőfoklépcső és 5,655 kg/s tömegáram) töltődik maximális hőszivattyú-kapacitás esetén. A hőszivattyú szükséges legnagyobb elpárologtató-oldali teljesítményszükséglete: 124,1 kW.

A 12 °C-ra lehűtött termálvíz egy háromjratú keverőszelven halad keresztül, amely a 46 °C-os termálvízzel keveri és állítja be a medence töltő-kiegyenlítő tartályának 38 – 40 °C-os bemenő vízhőmérsékletét. A termálmedencét a medence töltő-kiegyenlítő tartályából folyamatosan töltik (átöblítéses rendszer). A keverés számára szükségtelen 12 °C-os termálvíz a közcsatornába kerül.

Az elsődleges hőcserélőn áthaladó termálvíz tömegáramnak és az elfolyó termálvíz 12 °C-os hőmérsékletének értéken tartására, szabályozására, fordulatszám szabályozású szivattyúkat (Tsz1, Tsz2) építettek be. A tápvízoldal szabályozását az R1 jelű processzoros szabályozó (7. ábra) végzi, amely a hőszivattyú puffertárolójának hőigényét és a tervezett 17 °C-os hőfokszintet figyelve képes az elfolyó termálvíz hőmérsékletét 12 °C-on tartani.



6. ábra. Nagykőrösi termálfürdő és strand, gépészeti elvi kapcsolási rajz

Forrás: Geowatt Kft.



7. ábra. R1 jelű vezérlőszekrény és kinagyított kijelzőjéről készített felvétel

A hőszivattyús rendszer szabályozását az R2 jelű PLC szabályzó végzi. Kezelen képes az egyes üzemmódokat: folyamatos üzem, medence felfűtés, hőszivattyú monitoring.

Ez a szabályzó végzi a medence felfűtési üzemben az Sz1 és Sz2 jelű változtatható tömegáramú szivattyúk szabályozását, annak függvényében, hogy a felfűtést hány darab hőszivattyú végzi. Biztosítja a tervezett medencevíz-hőmérsékleteket. Beállítja a fűtési és hmv hőfokszinteket, valamint kijelzi a beállítási és működési paramétereket.

A betervezett hőcserélők:

- Az elsődleges hőcserélő típusa (a tömegáramokat és a tervezett hőfoklépcsőket előbbiekben ismertettük): Tranter, Superchanger összeállítás: GCP-009-L-5-P-22-73607.
- A beltéri medence felfűtés/hőntartás hőcserélő típusa (a beltéri medencevíz-hőmérséklet: 33 °C): Tranter, Superchanger összeállítás: GLD-013-L-4-P-40-73607 (8. ábra).
- A kültéri medence felfűtés/hőntartás hőcserélő típusa (kültéri medencevíz-hőmérséklet: 28 °C) Tranter, Superchanger összeállítás: GLD-013-L-4-P-32-73607 (9. ábra).

A betervezett hőszivattyúk darabszáma, típusa és funkciói

A hőszivattyúk hatékonyságának (amelynek jellemzője az *SPF* értékek nagysága) biztosítására a különböző hőmérsékletszintekre külön-külön hőszivattyúkat terveztünk, ezek

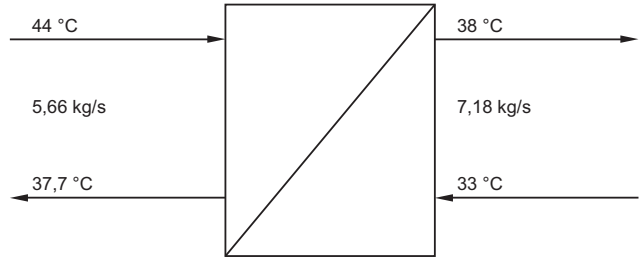
- 1 db Vaporline® GBI24-HW többfunkciós készülék: medencetér fűtése + medence felfűtése + hmv-előállítás *desuperheaterrel*².

A medencefűtés hőcserélőkön keresztül történik. Emiatt a fűtési rendszer a hőcserélőkig zárt kört alkot. A funkcióváltás a hidraulikus körbe beépített M1 jelű háromjratú motoros szeleppel történik. A funkcióváltást a szabályzó segítségével lehet megtenni, amely a motoros szelepet működteti. Ebben az esetben a szabályozást a medencevíz visszatérő vezetékébe épített állítható termosztát végzi, amely a beállított hőmérséklet elérésekor visszakapcsolja a készüléket fűtési üzemmódba.

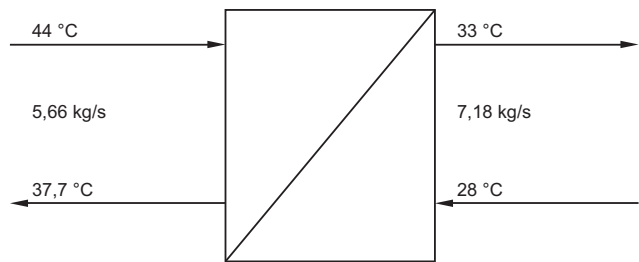
- 1 db Vaporline® GBI18-HW többfunkciós készülék: légkezelő léghevítő fűtése + medence felfűtése + hmv előállítás *desuperheaterrel*.

Az előző bekezdésben írtakkal egyezően történik a szabályozás. A léghevítő fűtése és a medence felfűtése közötti át-

² *Desuperheater*: a hőcserélő a hűtőkörfolyamat túlhevítési hőjét használja hmv termelésre.



8. ábra. A Hcs2 jelű hőcserélő elvi vázlata, főbb adatok



9. ábra. A Hcs3 jelű hőcserélő elvi vázlata, főbb adatok

váltást itt is a beépített M2 jelű, háromjratú irányváltó motoroszelep biztosítja. A hmv előállítása *desuperheaterrel* történik minden esetben, amikor a készülék üzemel. A szabályozás a keringető szivattyú indítására és megállítására korlátozódik, amit a tartályba beépített termosztát biztosít.

- 1 db Vaporline® GBI33-HW fűtő + hmv készítő készülék: az uszodavíz hőntartása + hmv előállítása *desuperheaterrel*. Az R2 szabályzóról szabályozott hőszivattyú. A hőntartás irányát és intenzitását a szabályzó a medencék hőmérséklete alapján a beépített szivattyúk indításával és megállításával szabályozza.

A hmv-t *desuperheaterrel* állítja elő minden esetben, amikor a készülék üzemel. A szabályozás a keringető szivattyú indítására és megállítására korlátozódik, ezeket szintén a tartályba beépített termosztát biztosítja.

- 1 db Vaporline® GBI33-HDW többfunkciós készülék: hmv előállítás + medence felfűtése. Fő funkciója a hmv előállítás, alkalmanként emellett a medence felfűtése. Ehhez kétkondenzátoros készülék (DW) került beépítésre. A funkcióváltás a szabályzó (R2) és hőmérséklet-érzékelők segítségével automatikusan a hmv előnykapcsolásával történik. Funkcióváltáskor a beépített kondenzátorok és a hőmérséklet-érzékelők is felcserélődnek.

Az egyes funkciók ellátására szükséges hőszivattyúk rendelkezésre álló teljesítménye:

- medencetér fűtés: 33 kW > 27,8 kW,
- a légkezelő léghevítő fűtése: 25,6 kW > 16,6 kW,
- az uszodavíz hőntartása: 45,4 kW > 40 kW,
- a medence felfűtése: 142 kW > 140kW,
- hmv-ellátás: 55,5 kW + *desuperheaterek* = 70 kW.

A rendszer beüzemelése, üzemeltetési tapasztalatok, költségmegtakarítások

A komplex energetikai – az igények egyidejűségét is figyelembe vevő – szemlélet alapján tervezett és már a negyedik fűtési szezonban működő kiskörösi rendszer (amelyet még a

kevésbé hatékony Nordic® hőszivattyúkkal szereltek fel) a beruházó teljes megelégedésére működik. Megfelelően tartja a belső hőfokszinteket, ellátja a hmv-igényeket és biztosítja az 50% körüli relatív páratartalmat. Sajnos a beruházási költségek korlátai miatt a mérőrendszer nem valósult meg.

A nagykorösi hőszivattyús rendszert 2011. október 28-án üzemelték be. A rendszer főbb jellemzői:

- Az üzemi hőfokszintek beállítással a tervezett szellőző és hőszivattyús páratlanító egység a relatív páratartalmat 50% körüli értéken képes tartani.
- A hőszivattyús fűtőegység a belső léghőmérsékletet 30 °C-on tartja.
- A padlófűtés üzemeltetése 40 °C-os fűtővízzel, a légtechnikai kalorifer fűtése 60 °C-os fűtővízzel történik.
- Az uszodavíz hőntartása hőcserélőn keresztül, 44 °C hőmérsékletű hőszivattyúból kilépő fűtővízzel történik.
- A hmv hőszivattyú 55 °C-os használati meleg vizet szolgáltat.

Külön villamosenergia- és hőmennyiségmérés – beruházási költségsökkentési okokból – sajnos itt sem került beépítésre. Ennek ellenére ennél a rendszernél az *SPF* értékek jól prognosztizálhatók, hiszen a hőszivattyúk állandó elpárologtató oldali hőfokszinteken dolgoznak, és a kondenzátor felőli oldalak is közel állandó hőfokszinteken működnek. A készülékek tesztlabor mérései megbízhatóak. Ennek alapján az egyes hőszivattyúk *SPF* értékei (primer oldali szivattyúval):

- GBI18 17/55-62 °C (víz-víz) hőfokszinten: *SPF* = 3,8
- GBI24 17/40-45 °C (víz-víz) hőfokszinten: *SPF* = 5,3
- GBI33 17/44 °C (víz-víz) hőfokszinten: *SPF* = 5,0
- GBI33 17/50 °C (víz-víz) hőfokszinten: *SPF* = 4,3

Jelen esetben azonban a megvalósuló *SPF* értékeknél erőteljesebben befolyásolja a rendszer energiafogyasztását az a tény, hogy a hőszivattyús rendszerrel csak egy 144 kW fűtőteljesítményű rendszert kell üzemeltetni és nem egy 274 kW teljesítményigényűt. A legnagyobb különbség a légtechnikai kalorifer fűtésére beépített teljesítmények között mutatkozik. A fenti rendszer a beüzemelése után lényeges üzemzavar nélkül látja el feladatát.

A 160 kW teljesítményű kondenzációs gázkazán várható futási ideje hat hónapos fűtési időszakkal és napi 60%-os futási idővel 2600 üzemóra/a (416 000 kWh/a). Ez 105%-os hatásfokkal számolva egy szezonban, kerekítve 42 000 Nm³ gázfelhasználást jelent, ami 130 Ft/Nm³ tarifával számolva: 5 460 000 Ft/a. Ezzel a költséggel az eredeti tervek szerint 12 000 m³/h térfogatáramú levegőt kellett volna felmelegíteni.

Az áttervezett rendszerben összesen 1830 m³/h térfogatáramú levegő melegítésére van szükség. Így a hőszivattyús rendszerrel a kalorifer fűtésére egy GBI18-HW hőszivattyút alkalmazunk *SPF* = 3,8 értékkel. Ugyanannyi működési időt, 2600 üzemóra/a értéket feltételezve a fűtési energia által elfogyasztott villamos energia: 2600 üzemóra/a x 16,6 kW = 43 160 kWh/a.

A hőszivattyú villamosenergia-felvétele a primer keringésű szivattyúval együtt: 43 160 kWh/a : 3,8 = 11 358 kWh/a

Ennek költsége „H” tarifával: 11 358 kWh/a x 31 Ft/kWh = 352 098 Ft/a

Az éves költségmegtakarítás:

$$5\,460\,000\text{ Ft/a} - 352\,100\text{ Ft/a} = 5\,107\,900\text{ Ft/a}$$

A többi esetben nem számolunk megtakarítást, mert az eredetileg tervezett rendszer csak részben gázkazános, 114 kW teljesítményben már tartalmazott hőszivattyút is.

A PC-75 jelű páratlanító és az 1830 m³/h térfogatáramú légkezelő működtetéséhez természetesen még szükséges villamosenergia-felhasználás, de együttesen sem szükséges több, mint az eredetileg tervezett, 14 600 m³/h szállítású légkezelő ventilátor teljesítményére, így ezt az előbbivel azonos fogyasztásúnak tekintettük (külön nem számítottuk).

Az áttervezett rendszer beruházási költsége is kisebb lett, mint ahogy az eredeti tervekben szerepelt.

Összefoglalás

A „hagyományos energetikai szemlélet” főbb jellemzői fűdőknel:

- 20 °C feletti vizek elfolytatása a közcatornába vagy felszíni vizekbe;
- gázkazánok és nagy kapacitású szellőzőgépek alkalmazása;
- üzemeltetési és működtetési zavarok a nagy energiaköltségek miatt.

Az ismertetett energiatudatos megoldással az eredetileg tervezett 505 kW helyett, kerekítve 148 kW beépített hőszivattyús teljesítménnyel valósult meg a teljes rendszer kiépítése és földgázkazánok nélkül! A komplex energetikai szemlélet eredménye, hogy a hagyományos szemlélet alapján tervezett rendszer 274,2 kW teljesítményigényével szemben a beépített hőszivattyús teljesítmény a tervezett hőfokszinteken 144 kW! A beépített szellőző kapacitás a tervezett 14 600 m³/h helyett 1830 m³/h, amely a szabványos személyenként számított frisslevegő-igényt biztosítja. Ismeretünk szerint Magyarországon az uszodák jelentős részének a hőellátása hagyományos elveken épül fel, ezért üzemeltetésük gazdaságossága csak a bevételek emelésével lenne tartható. Sok helyen az önkormányzat képtelen működtetni a fürdőket, ezért a bemutatott komplex energetikai szemlélet jogosan vélelmezhető, hogy példamutató jelentőségű. A cikkben bemutatott nagykorösi termálvizes fürdőbővítés projektben a hőtermelő berendezések jelentős része magyar fejlesztésű és gyártású villamos hőszivattyú. Ezek termálvizes hőforrást hasznosítanak. A medencetér páratlanítását hulladék hő hasznosítását lehetővé tevő, egyedi kivitelű hőszivattyú biztosítja.

Széles körben ismert szlogen, hogy „Magyarország Európa fürdő nagyhatalma”. A földgáz kiváltása és a termálvíz energiatakarékos felhasználása, nevezetesen az ésszerű és hatékony energiagazdálkodás minden önkormányzatnak, fogyasztónak, felhasználónak illetve üzemeltetőnek közös érdeke. Az Új Széchenyi Terv 1. programja a „Gyógyító Magyarország – Egészségipari Program”. Ennek része a fürdőfejlesztéseink energiatakarékos folytatása!

Irodalom

- [1] *Komlós F. - Fodor Z. - Kapros Z. - Dr. Vajda J. - Vaszil L.:* Hőszivattyús rendszerek. Heller László születésének centenáriuma. Magánkiadás: Komlós F., Dunaharaszti, 2009. www.komlosferenc.info
- [2] *Fodor Z. - Komlós F.:* Termálvizes fürdő bővítése hőszivattyúk alkalmazásával. Energiagazdálkodás, 52. évf., 2011/6. szám, 17–20 oldal.