

Ipari Ökológia pp. 81-100.
(2012) 1. évfolyam 1. szám

Magyar Ipari Ökológiai Társaság
© MIPOET 2012

Elfolyó hidrotermikus energia hasznosítása hőszivattyúval távfűtési rendszerekhez*

Komlós Ferenc és Fodor Zoltán*

Nem kell feltétlenül okosabbnak lenni másoknál.

Elegendő, ha egy nappal előbbre látunk.¹

Szilárd Leó (1898–1964)

KIVONAT

A hőszivattyús technika kiemelkedő minőségi előnyei: nincs helyi károsanyag-kibocsátása, megújuló energiát hasznosít, és használata az energiahatékonyság növekedését jelenti. A meglévő épületek hőszigetelésének és tömörségének fokozása már a radiátoros központi fűtésnél is lehetővé teszi a hőszivattyúk gazdaságos alkalmazását. A gazdaságosság mindenekelőtt a méretezési külső hőmérséklethez tartozó, jóval kisebb fűtési előremenő hőmérsékletből és az ún. „növelt hőmérsékletű hőszivattyúk” kifejlesztéséből adódik.

Csökkenthetjük energiatartalmunkat, ha idejében fejlesztjük az ehhez szükséges korszerű technikát; exporttermékek gyártásával és installálásával, oktatásával és kutatásával térségünkben vezető szerephez juthatunk. A tanulmány ismerteti a 9 kW-tól 96 kW-ig tízféle teljesítményre és különböző felhasználói igényre kifejlesztett Vaporline® GBI(x)-HACW hőszivattyúcsaládot. Ezen növelt hőmérsékletű hőszivattyúcsalád esetében az elérhető fűtővíz-hőmérséklet 62 °C, és emelt hőfokszintű hőleadók esetén primer oldali keringető szivattyúval számolva a várható $SPF = 4,1-4,5$ a jelenlegi $SPF = 3,0-3,5$ alacsony hőfokszintű hőleadókkal tervezett átlagos érték helyett.

* A Magyar Ipari Ökológiai Társaság szimpóziumán (2010. november 18-19. Debreceni Egyetem AGTC Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar, Fényház, F4 terem), elhangzott azonos című előadásnak a Szerzők által szerkesztett változata. A vetített képes előadás nyilvánosan is megjelent. Pl. <http://www.e-met.hu/?action=show&id=1731>

× Levelezés: komlosf@pr.hu, fodor.zoltan@geowatt.hu

¹ Marx György: A marslakók érkezése (213. old.) Akadémia Kiadó, 2000.

A távfűtés hazánkban több településen napjainkra elveszítette versenyképességét, ezért is szükséges a megújuló energia használatának növelése irányába új utakat keresni. Új lehetőség a felszíni vizek energetikai hasznosítása, a hidrotermikus energia felhasználása távfűtésekhez. A megújuló energia hasznosítása nem kizárólag gazdaságossági kérdés. Figyelembe kell venni a szükséges komfortot, a környezet védelmét, az energetikai hatékonyságot is.

Ismeretes, hogy a világ talán legtöbb országot összekötő folyama a Duna, mellékfolyóival együtt húsz ország területéről gyűjti össze a vizet. Ezért is ajánljuk az Európai Unió Duna Régió Stratégia projektek közé a hőszivattyús rendszerek alkalmazásának elterjesztési feladatát. Célunk ezzel a Duna vízgyűjtőjéhez tartozó, folyókkal szegélyezett városokban a távhőszolgáltatás műszaki színvonalának javítása, és a hőszivattyúipar megteremtésével új munkahelyek létrehozása. A tanulmány bemutatja, hogyan lehetséges hőszivattyús távfűtés a Duna vizével, más felszíni vizekkel vagy tószonda alkalmazásával.

Kulcsszavak: hőszivattyú, magas hőmérsékletű hőszivattyú, távfűtés, energiahatékonyság, felszíni vizek, Duna folyó

ABSTRACT

Ferenc Komlos, Zoltan Fodor:

Utilisation of effluent hydrothermal energy by heat pump in district heating systems

The benefits of heat pump technology are in its outstanding performance: no local emission of harmful substances, utilisation of renewable energy and growing energy efficiency. Improvement of thermal isolation and air tightness in existing buildings enables economic application of heat pumps in case of radiator based central heating systems as well. Economy originates first of all from a significantly lower main flow temperature needed at a given outdoor temperature and from the development of the so called „high temperature heat pumps”.

Our energy dependency can be decreased by development of advanced technologies. Producing such systems for export, their installation, training and research of these methods can lead to a prominent role in our region. This study introduces the Vaporline® GBI(x)-HACW heat pump family designed with the capacity ranging from 9 kW to 96 kW and for different user demands. Using these devices the temperature of heating water can reach 62 °C. Using heat exchanger at this temperature and circulation pump in the primary circuit, the expected SPF can go up from the actual $SPF = 3.0-3.5$ values with low temperature heat pumps to an expected $SPF = 4.1-4.5$.

Komlós Ferenc és Fodor Zoltán

District heating lost its competitiveness at the majority of settlements. For this reason reconstruction of heating taking into account renewable energy is an urgent problem. A new option is the energetic exploitation of surface waters and integration of other hydrothermal resources for district heating systems. District heating is not purely an economic question, it contributes to the comfort of use, to the protection of environment and energy efficiency, too.

Danube is a great river crossing many countries with influence to twenty countries in its watershed. For this reason, energetic exploitation of Danube can be part of the Danube Strategy of the European Union. The strategy can enhance the technological level of district heating in cities along the river, together with the establishment of heat pump industry it contributes to the creation of new jobs.

The study demonstrates new solutions of district heating with heat pumping from the flow of Danube, from other surface waters and using lake probes.

Keywords: heat pump, high temperature heat pump, district heating, energy efficiency, surface waters, Danube river

BEVEZETÉS

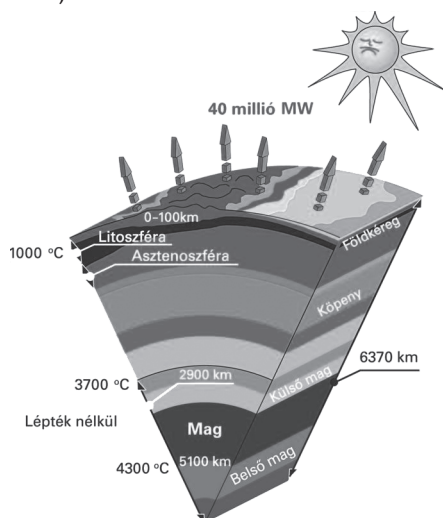
A folyamatos ütemben és drasztikus mértékben emelkedő energiaárak miatt mindenki rákényszerül a takarékosagra. A költségcsökkentés egyik formája olyan technológiák alkalmazása, amelyek közép- és hosszútávon mindenképpen megtérülnek. A különböző fűtési megoldások között a hőszivattyús technika kiemelkedő minőségi előnyei: nincs helyi károsanyag-kibocsátása, megújuló energiát hasznosít, és használata az energiahatékonyság növekedését jelenti. Hozzájárul az Európai Unió (EU) Megújuló Energia Stratégiájának alátámasztásához. A meglévő épületek hőszigetelésének és tömörségének fokozása már nemcsak a melegvíz üzemű sugárzó fűtéseknel (padló-, fal- és mennyezetfűtés) és a fan-coil-nál²², hanem a radiátoros központi fűtéseknel is lehetővé teszi a hőszivattyúk gazdaságos alkalmazását, amely mindenekelőtt a méretezési külső hőmérséklethez tartozó 90 °C-tól jóval kisebb fűtési előremenő hőmérsékletből adódik.

Az Európai Bizottság 2010. november 10-én bemutatta új, 2020-ig szóló stratégiáját: „Energia 2020”. *Günther Oettinger* energiaügyi biztos ekkor a következőket mondta: „Az energiaügyi kihívások mindannyiunk számára hatalmas próbatételt jelentenek. Igaz ugyan, hogy ener-

2 Klímakonvektor (ventillátoros konvektor) elterjedt neve: fan-coil. Olyan fűtő-hűtőkészülék, amelynél a hőátadás elősegítésére ventilátort használnak

giarendszerünk új, fenntarthatóbb és biztonságosabb pályára állítása hosszabb időt igényel, az alapvető döntések meghozatala azonban nem halasztható tovább. A hatékony, versenyképes és kevés szén-dioxidot kibocsátó gazdaság megteremtéséhez európaivá kell tennünk energiapolitikánkat, és figyelmünk java részét arra a néhány területre kell összpontosítanunk, ahol a legsürgetőbb a fellépés.”

Hazánk számára a nemzetközi együttműködés erősítése 2011. első félévében az EU elnökség miatt különösen fontos feladat. A korszerű vízgazdálkodás mind magasabb szintű technikai megvalósítása, szem előtt tartva az EU 2000-ben elfogadott egységes vízipolitikát (Víz Keret-irányelv), új lehetőségeket teremt a felszíni vizek energetikai hasznosítása területén (1. ábra).



1. ábra. A napenergia és a földenergia hőszivattyús hasznosításához jelentős potenciállal ill. hidrotermikus energiával rendelkezünk
Forrás: Dr. Mádlné Szőnyi Judit: A geotermikus energiakészletek, kutatás,hasznosítás. Grafon Kiadó, Nagykovácsi, 2006. (in: Komlós F. et al., 2009: 27. ábra)

Magyarország felszíni vízkészletének kb. 95%-a külföldi eredetű, a déli szomszédjainkat kivéve mindenholonnan folyókon keresztül érkezik a víz. E folyókon (Maros, Körös, Kraszna, Szamos, Bodrog, Hernád, Sajó, Zagyva, Ipoly, Duna stb.) érkező vízhozam: 3 602 m³/s. A két legnagyobb folyónk a Duna³ és a Tisza⁴. Hazánk területén három nagyobb

3 Teljes hossza: 2 860 km, ebből a magyarországi szakasz: 401 km, 14%, vízgyűjtő: 209 000 km².

4 Teljes hossza: 964 km, ebből a magyarországi szakasz: 570 km, 60%, vízgyűjtő: 138 400 km².

tó (Balaton⁵, Fertő-tó⁶, Velencei-tó⁷ és kb. 1 200 természetes és mesterséges (pl. Markazi-, Rakacai-, Lázbérci-tározók, Tisza-tó) tó ill. tározó található (Török Á., 2007).

A Duna menti városoknak kiemelkedő hidrológiai adottságaik (Török Á., 2007) vannak (2. ábra).



2. ábra. Heller László elképzelése: egy nem megvalósult terv a hidrotermikus energia hasznosítására (Handbauer Magdolna grafikus alkotása)

Ez a környezeti erőforrás hőszivattyús hasznosítása a Duna melletti városok levegőjét és környezetét élhetőbbé, ill. egészségesebbé teheti, a betegségek és a halálozások száma csökkenhet (3. ábra).

5 Közepes víztükör: 596 km².

6 Közepes víztükör: 280 km², ebből 82 km² a magyarországi.

7 Közepes víztükör: 26 km².

Elfolyó hidrotermikus energia hasznosítása hőszivattyúval távfűtési rendszerekhez



3.ábra. Duna menti országok és fővárosaik (Bécs, Pozsony, Budapest, Belgrád). Forrás: Wikipédia

Célunk közép- és hosszútávon a távhőszolgáltatás műszaki színvonalának javítása, a lefedettségének növelése, és a hőszivattyúipar megteremtésével összefüggő munkahelyek létrehozása.

IGÉNY LETT A MEGÚJULÓ ENERGIA HASZNOSÍTÁSA

A településen élő emberek a környezet romlásából elsősorban a levegő minőségének a változását érzékelik. Statisztikai adatok mutatják, hogy országunk lakosságának több mint a fele szennyezett levegőjű területen él. A legsúlyosabb helyzet azokban a városainkban alakult ki, ahol kevés a lombos növényzet. A sűrűn lakott településeken a sok kis károsanyag-kibocsátóval szemben távfűtés esetén a szennyeződés koncentráltan lép fel, és annak kezeléséhez fajlagosan jóval kisebb költség szükséges. Elvként rögzíthető: „egy magas kémény a sok kis kémény helyett”. A földgázfelhasználás a budapesti távfűtésnél túlsúlyos, és országos viszonylatban a földgáz 82%-át importból szerezünk be. A távfűtés hazánkban több településen napjainkra elveszítette versenyképességét, ezért is szükséges új utakat keresni a megújuló energia növelése irányába.

A megújuló energia hasznosítása nem kizárólag gazdaságossági kérdés. Az ember élet- és munkakörnyezete is lényeges szempont lehet. Figyelembe kell venni a szükséges komfortot, a környezet védelmét, az energetikai hatékonyságot is. A távhőellátásért felelős tulajdonosoknak, az önkormányzatoknak jelenleg igen korlátozott cselekvési lehetőségük van az adott energiaszerkezetben, a hőszolgáltatás versenyképessé tételében.

Komlós Ferenc és Fodor Zoltán

Magyarország új energiapolitikájában szerepet kap (kaphat) a geotermikus, a bioenergiát és a hőszivattyús megoldásokat felhasználó távhőszolgáltatás szerepének növelése. Jogszabályok segítségével el kellene érni, hogy pl. Budapesten a FŐTÁV Zrt. saját érdekében fokozatosan álljon át hőszivattyús megoldásokra.

A HŐSZIVATTYÚS TÁVFŰTÉS NÉHÁNY JELLEMZŐJE

Hazánk távhőszolgáltatásának néhány összefoglaló adata⁸:

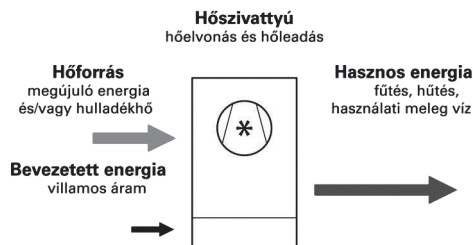
- a távfűtött lakások száma 655 ezer darab, a lakásállományunk kb. 16%-a;
- a távhőszolgáltató rendszerek száma 207 db;
- a fűtési időny átlaghőmérséklete 5 °C;
- a fűtési napok száma 191 nap;
- az összes csúcshőigény: 5 279MW;
- energiahordozó-felhasználás összesen: 49 908 TJ/év, ebből vezetékes gáz: 40 205 TJ/év.

Csökkenthetjük energiafüggőségünket, és ha idejében fejlesztjük az ehhez szükséges korszerű technikát, új exporttermékek gyártásával és installálásával, oktatásával és kutatásával térségünkben vezető szerephez juthatunk. Ezúton is ajánljuk az EU Duna Régió Stratégia projektek közé a hőszivattyús rendszerek alkalmazásának tömeges elterjesztési feladatát. A magyar mérnökök egyik kiemelkedő apostolának, *Heller Lászlónak* mintegy hetven éves tudományos műve⁹, amely hungarikumnak számít, a hőszivattyúipar megteremtésével tárgyasodhatna (a tervbe vett projekt elnevezése ezért: *Heller-projekt*).

A hőszivattyús rendszer (4. ábra) által kiváltott szén-dioxid megkötésénél egyrészt a közvetlenül kiváltott fosszilis tüzelőanyag révén megtakarított kibocsátás elkerülését kell figyelembe venni, másrészt a hőszivattyús körfolyamat munkavégzéséhez szükséges befektetett energia fosszilis energiátartalmát kell értékelni.

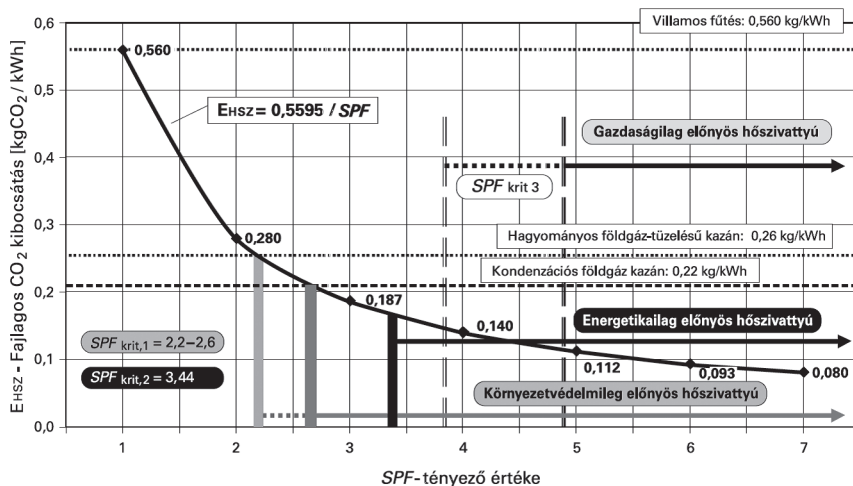
8 2009. évi adatok. Forrás: Energia Központ Nonprofit Kft.

9 *Heller László doktori disszertációja*: Die Bedeutung der Wärmepumpe bei thermischer Elektrizitätsterzeugung (cím magyarul: „A hőszivattyú jelentősége termikus villamosenergia-termelés esetében”). Egyetemi Nyomda, Budapest, 1948.



4. ábra. Kompresszoros hőszivattyús rendszer.
Padlófűtés vagy esetleg nagy felületű radiátoros fűtés (40/30 °C)
a célszerű megoldás az új építésű szociális bérlakásoknál
(Forrás: Komlós F. et al., 2009: 4. ábra)

Ha ehhez a munkához villamos energia szükséges, akkor az országos energiámérlegekben villamosenergia-termelésre felhasznált primer energiahordozók arányából kiindulva értékelik az energiaegységre jutó globális CO₂-terhelést, mert ekkor helyi (lokális) viszonylatú CO₂-terhelés nincs. A magyarországi erőművek tüzelőanyag-felhasználása és villamosenergia-termelésének adatai felhasználásával készült az alábbi diagram, amely a villamos hőszivattyú alkalmazásának környezetvédelmi, energetikai és gazdaságossági indokoltasági tartományára ad szemléltető tájékoztatást (5. ábra).



5. ábra. A hasznos hőtermelésre vetített CO₂-kibocsátás és az SPF kapcsolata
(Forrás: Komlós F. et al., 2009: 6.1. ábra)

2013-tól a hőszivattyús rendszerek megújuló energia felhasználásának elszámolása a 2008. év végén kiadott EU-irányelv az ún. RES (megújuló energia) direktíva VII. melléklete b) része szerint:

$$E_{\text{RES}} = Q_{\text{hasznos}} \times (1 - 1/\text{SPF})$$

ahol:

- Q_{hasznos} a hőszivattyúból származó teljes becsült hasznos hőenergia. Csak az $\text{SPF} > 1,15$ ($1/\eta$) hőszivattyúk vehetők figyelembe;
- SPF a becsült átlagos szezonálisteljesítmény-tényező (**S**easonal **P**erformance **F**actor [kWh/kWh]);
- η a teljes (bruttó) villamosenergia-termelés és a villamosenergia-termeléshez felhasznált elsődleges (primer) energia aránya. Az EUROSTAT (Statistical Office of the European Communities: az Európai Közösségek Statisztikai Hivatala) adatai alapján megállapított EU átlaggal kell kiszámolni. A Bizottság a számítás bevezetéséig még iránymutatásokat készít, hogy a tagállamok megbecsülhessék Q_{hasznos} és SPF értékeit különböző hőszivattyúzási technológiák esetében.

A hazai villamosenergia-rendszer átlagos hatásfoka, amivel helyileg a hőszivattyúknál számolni lehet¹⁰:

$$\eta = \eta_{\text{erőmű}} \times \eta_{\text{hálózat}}$$

ahol:

- $\eta_{\text{erőmű}}$ a magyarországi összes erőművi technológiák hatásfokaiból és részarányából számítható (értéke a kezdetektől fogva növekedik – ma is, és előre várhatóan a jövőben is határozottan növekedik)
- $\eta_{\text{hálózat}}$ hálózati hatásfok (szállítási és elosztási hatásfok, ez csak hosszabb távon növekvő érték).

A fenti képletbe számértékeket behelyettesítve:

$$\eta = 0,35 \times 0,90 = 0,315 \text{ illetve } 31,5\%.$$

¹⁰ Dr. Stróbl Alajos „A hőszivattyú használatának műszaki és gazdasági lehetőségei, feltételei” című vetítettképes előadás. MTA Budapest, 2009. november 25.

A szezonálisteljesítmény-tényező ezzel:

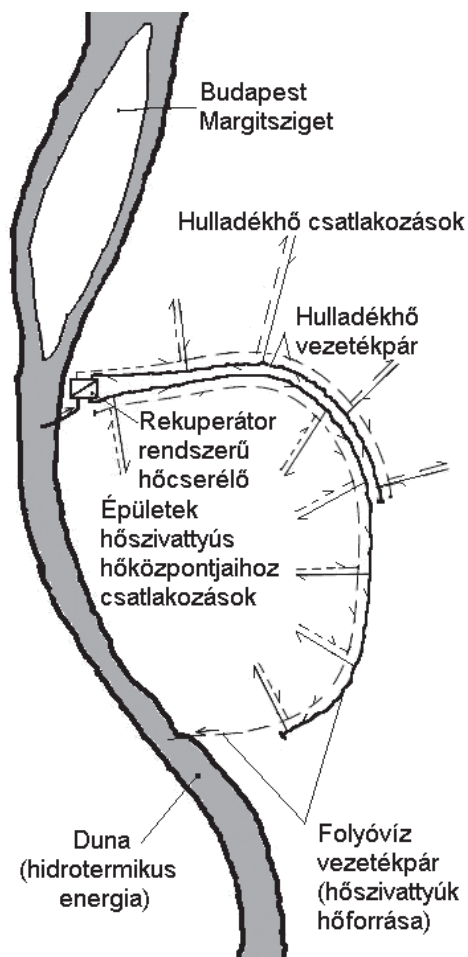
$$SPF = 1,15 (1 / \eta) \approx 3,65.$$

Ennyi szükséges a hőszivattyúzási technológiától függetlenül. Ez az érték előírható a pályázatoknál, mint elérendő minimális érték.

Fontos hangsúlyozni, hogy a szezonálisteljesítmény-tényező, *SPF* valós értékét mérések alapján lehet meghatározni: a hőszivattyú működéséhez szükséges villamosáram-fogyasztás [kWh] és a hőszivattyú által leadott hőmennyiség mérésével [kWh]. Pontos értéke számos adottságtól és körülménytől függ. Pl. az adott épület funkciójától, használatától, a hőforrás és a hőleadás mindenkori hőmérséklet szintjétől, a hőlépcsőktől, a fűtési időszaktól, a külső és a helyiségek belső hőmérsékletétől, a vezérléstől, a szabályozástól, a hőszivattyús rendszer tervezésének, kivitelezésének, üzememeltetésének (pl. szellőzés, helyiség túlfűtés) és karbantartásának szakszerűségétől, a társadalmi szokásoktól, a fogyasztói magatartástól. Jelezzük, hogy a hőszivattyú kondenzátor oldali hőmérsékletének (fűtési előremenő vezeték hőmérsékletének) szabályozása a külső hőmérséklet függvényében történjen. Ezek a befolyásoló tényezők többsége nemcsak hőszivattyús rendszerű fűtésre, ill. hűtésre vonatkozik. A nyilvánvalóan felesleges energiafogyasztás megszüntetése, az energiatakarékosság elsősorban fogyasztói magatartás kérdése. A tervezett hőszivattyú működési üzemóraszámának az ellenőrzése a rendszerbe vagy a hőszivattyúba beépített üzemóra-számlálóval történhet.

FELSZÍNI VIZEK ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSA

Alapelve, hogy a felhasználási helyre a kis hőmérsékletű tápvizet kell szállítani kis veszteséggel, és a felhasználási helyen hőszivattyúval hasznosítani (6. ábra).



6. ábra. Elvi vázlat: távfűtés a Dunával (vagy más felszíni vizekkel) és hulladékhővel (távfűtés földgáz nélkül)

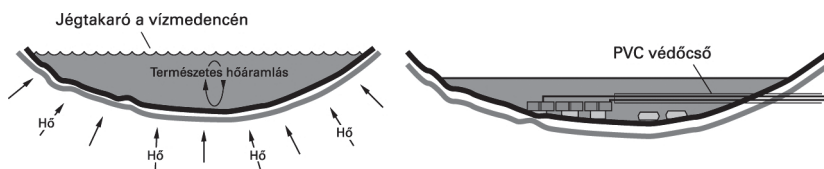
Fűtés a Duna vizével: a folyóvíz felhasználása során az előkészítési (pl. ülepítés, szűrés, lágyítás, gáztalanítás) módszerek azon megoldásai kerüljenek alkalmazásra, amelyek feltétlenül szükségesek és az adott cél elérésére a legalkalmasabbak. A hőszivattyús rendszert úgy lenne célszerű kialakítani, hogy a téli hidegebb időszakokban is a vízhőmérsékletet min. $6,0^{\circ}\text{C}$ -on kellene tartani a rendszerbe épített hőcserélőn keresztül bevitt hulladékhővel, esetleg termálvízzel, vagy közvetlenül, parti szűrésű kutak melegebb vizének felhasználásával. Az elfolyó víz hőmérsékletét $2,0^{\circ}\text{C}$ legkisebb hőmérsékletre szükséges leszabályozni.

Elfolyó hidrotermikus energia hasznosítása hőszivattyúval távfűtési rendszerekhez

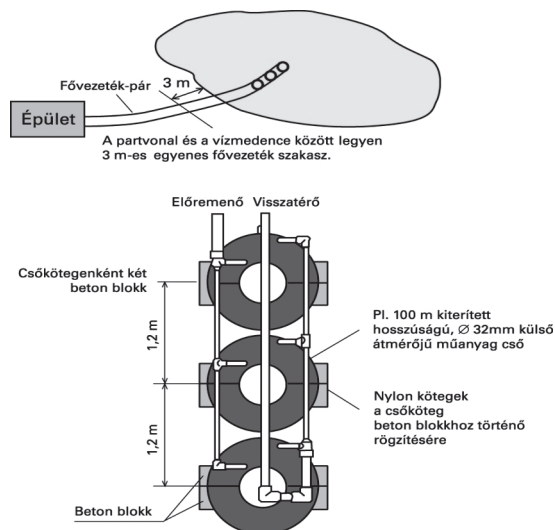
A Duna vízkivételét és visszavezetését a tél leghidegebb időszakában a hálózat megfelelő szakaszolásával meg kell szüntetni. Az ilyenkor keringetett folyóvíz melegítését a hőcserélőben más hőtermelő ill. csúcskazán biztosíthatja (elvi ábra erről nem készült).

A folyóvízi rendszer energetikai számításánál a szivattyú üzemeltetési költségét pontosan ki kell számítani, figyelembe véve az árvízi időszakokat is, amikor csak gát fölötti átemelés lehetséges.

Tószonda alkalmazása (l. 7. és 8. ábra): a másik megoldás, hogy ahol erre lehetőség van, egy tószondás rendszer (5,0 ha felületű, 2,5 m mélységű tó) 5,0 MW teljesítményű fűtő-hűtő rendszerét képes kiszolgálni, amely közel 1 000 lakás energiagondját, üzemeltetési költségét lenne képes enyhíteni. A ténylegesen szükséges terület kW-onként kb. 10 m², 1,8-2,4 m mélységű vízmedencét feltételezve. A tó vizének temperálásával a rendszer *SPF* értékét magas szinten lehetne tartani, illetve a példában számítottnál is nagyobb értékre lehetne növelni (geotermikus energia, hulladékhő, szennyvizek hőjével). Jellemzője a stabil, biztonságos üzem, mert téli üzemben a rendszer akár fagypont alatti hőmérsékleten is képes megfelelő fűtési tényezővel (*COP* értékkel) üzemelni. Ez a rendszer is alkalmas távhőszolgáltatásra. Ebben az esetben is irányelv legyen, hogy a tó viszonylag kis hőmérsékletű hőjét kell talajba süllyesztett (min. 2,0 m mélység) nem szigetelt műanyag vezetéken a felhasználás helyére vezetni, s az épületek hőközpontjaiban elhelyezett hőszivattyúkkal a megfelelő hőmérsékletre szállítani. Télen a jégtakaró alatt a vízmedencék kb. 4 °C hőmérsékletet tudnak fenntartani.



7. ábra. A földhő melegítő hatásának és a medencekollektorok elhelyezésének elvi vázlatja (Forrás: Komlós F. et al., 2009: 1.52. ábra)



8. ábra. Víz alatti kollektorok telepítési vázlatja és keresztmetszetének rajza
(Forrás: Komlós F. et al., 2009: 1.51. ábra)

Főbb műszaki-gazdasági adatok összehasonlítása egy elkészített ajánlat felhasználásával

5 MW-os szokványos fűtő-hűtő rendszer

- Évi gázfelhasználás: 1 520 339 Nm³/év
- Villamos fogyasztás (split): 837 200 kWh/év
- Éves költség összesen: 241 millió Ft/év.

Tőszondás rendszer

- Villamos fogyasztás: 2 368 080 kWh/év
- Éves költség összesen: 74 millió Ft/év
- Primerenergia-megtakarítás: 69%

Így a költségmegtakarítás 167 millió Ft/év.

A távhőfogyasztás elszámolása

Napjainkban műszakilag elhasználódott belvárosok, belső kerületek teljes körű újjáépítését és felújítását végzik a nagyvárosokban és a kisebb településeken. Megújulnak az egyes lakó- és középületek. Épületrekonstrukció esetén is szükséges a korszerű energiaellátás. Távfűtésnél, különösen a lakótelepi panellakások használóinál az üzemeltetési költség csökkentése hosszútávon jelentős előnyként jelentkezik. Energiatakarékossági és kényelmi szempontok ma már megkívánják a helyiségenkénti hőmérséklet-szabályozást. Az egyes fogyasztók, ill. lakások hőellátása, ill. a fogyasztás külön-külön való megosztása a radiátoronkénti költségmegosztókkal megoldható. A meglévő távfűtések fűtőkorszerűsítése során ún. költségosztási mérési rendszereket hoznak létre. Az „egy bekötés – egy mérés” elvét a nagymértékű csővezeték-hálózati átalakítások miatt csak épületekre, ill. épületrészekre terjesztik ki. A hőfogyasztók is joggal elvárják a távhő hőenergia felhasználásával arányos elszámolását. Hiszen a lakások üzemeltetési költségei között jelenleg az egyik legnagyobb költség a lakások fűtése. A távfűtések energiafelhasználásának a fogyasztástól függő költségelszámolása jelentősen hozzájárul az energiafelhasználás csökkentéséhez. Tekintettel arra, hogy a távhőszolgáltatásba való bekapcsolódás helyi csatlakoztatást igényel, és minden épületnek saját csőhálózata van, a csővezetékben szállított távhő átadását az épület hőközpontjában hőcserélők vagy hőszivattyúk is biztosíthatják. A fűtési rendszer kialakítása az egész létesítmény épületgépészeti tervezését is befolyásolhatja.

Növelt hőmérsékletű hőszivattyú

A hőszivattyúzásnak a helyi magyarországi viszonyokra alakítása – elegendő tapasztalat hiányában – még kezdeti állapotban van. A fejlett országok technológiájának hazai másolása önmagában nem biztosítja a hatásos működést. Ennek oka, hogy sajátosan eltérőek pl. a meteorológiai, hidrológiai, geológiai viszonyaink, lakóépületeink hőszigetelése, fűtése. A hazai viszonyokra méretezett rendszerek kifejlesztésével piaci lehetőség nyílik térségünkben határainkon kívül is versenyképes technológiákat kialakítani. Már ma is vannak magyar eredmények, pl. a Vaporline® GBI(x)-HACW hőszivattyú család fejlesztése, és Heller Lászlóra utalva, a magyar szakma történelmileg is megalapozott. A Geowatt Kft. által kifejlesztett növelt hőmérsékletű hőszivattyú család esetében pl. az elérhető fűtővíz-hőmérséklet $62\text{ }^{\circ}\text{C}$, és a várható $SPF = 4,1-4,5$ magas hőfokszintű hőleadók esetén, a primer oldali cirkulációs szivattyúval számolva (a jelenlegi alacsony hőleadókkal tervezett átlagos érték $SPF = 3,0-3,5$ helyett). Ezt alapvetően a hőszivattyús körfolyamatban gőzbefecskendezéssel, közbenső előhűtéssel lehet elérni (Copeland EVI

Komlós Ferenc és Fodor Zoltán

kompresszorral). A körfolyamat teljesítményszabályzását nem termosztatikus szelep, hanem egy kisebb lengésű, elektronikusan vezérelt expanziós szelep és – a teljesítményváltozás miatt – változó áramú munkaközeg kiegyenlítését egy beépített munkaközegtartály biztosítja. A család egyik nagyobb teljesítményű tagjának adatlapja az 1. táblázatban látható.

Sok épületnél földhőszivattyú alkalmazásakor a hőleadók megváltoztatása és az elosztó csővezeték cseréje is szükséges – pl. radiátor helyett fan-coil – a hőszivattyúval előállított kis fűtővíz-hőmérséklet miatt. Ez pedig jelentős többletköltséget eredményez, ezért ahol hűtési funkcióra nincs igény, a hőtermelő cseréje sok esetben elmarad. A fejlesztéstől azt reméljük, hogy ezzel a nemzetközi piacon is versenyképes új magyar termékcsalád készülhet el.

1. táblázat. A Vaporline® GBI(x)-HACW sólé-víz hőszivattyú típuscsalád GB 96-HACW jelzetű tagjának műszaki adatai
(Forrás: Geowatt Kft.)

Zárt körös hőszivattyús rendszer (B/W) GB 96-HACW Fűtési üzemmód (66,0 °C-os kondenzációs hőmérséklet) 2 x ZH48-KVE típusú Copeland scroll-kompresszorral													
Hőforrásoldali adatok				Készülék-adatok				Hőleadó-oldali adatok					
A sólé* előremenő hőmérséklete	[°C]	14,1	12,1	10,1	4,1	2,1	Villamos teljesítményfelvétel	[kW]	41,2	40,8	40,4	39,0	38,5
A munkaközeg** elgőzöltetési hőmérséklete	[°C]	11,0	9,0	7,0	1,0	-1,0	Áramfelvétel	[A]	66,4	65,8	65,1	63,1	62,4
A sólé* tömegárama	[liter/min]	300	300	300	300	300	Fűtőteltetés	[kW]	141,6	135,2	128,8	111,4	106,2
A sólé* visszatérő hőmérséklete	[°C]	8,9	7,2	5,5	0,3	-1,5	Teljesít-mény-tényező COP	[kW/kW]	3,4	3,3	3,2	2,9	2,8
A sólé* hőmérséklet csökkenése Δt	[°C]	5,2	4,9	4,6	3,8	3,6	A fűtővíz visszatérő hőmérséklete	[°C]	56,2	56,5	56,9	57,7	57,9
Az elgőzöltető teljesítménye	[kW]	102,4	96,4	90,4	74,4	69,6	A fűtővíz tömegárama	[liter/min]	300	300	300	300	300
							A fűtővíz előremenő hőmérséklete	[°C]	63,0	63,0	63,0	63,0	63,0
							A fűtővíz hőmérséklet csökkenése Δt	[°C]	6,8	6,5	6,1	5,3	5,1
							A munka-közeg** kondenzációs hőmérséklete	[°C]	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0

Komlós Ferenc és Fodor Zoltán

Zárt körös hőszivattyús rendszer (B/W) GB 96-HACW Fűtési üzemmód (66,0 °C-os kondenzációs hőmérséklet) 2 x ZH48-KVE típusú Copeland scroll-kompresszorral							
Hőforrásoldali adatok			Készülék-adatok			Hőleadó-oldali adatok	
A sólé* előremenő hőmérséklete	[°C]	0,1	0	-1,9	0	A sólé* visszaterő hőmérséklete	[°C]
A munkaközeg** elgőzöltetési hőmérséklete	[°C]	-3	-3,1	-5,0	-3,1	A sólé* hőmérséklet csökkenése Δt	[°C]
A sólé* tömegárama	[liter/min]	300	300	300	300	Az elgőzöltető teljesítménye	[kW]
A sólé* visszaterő hőmérséklete	[°C]	-3,2	-3,4	-5,0	-3,4	Villamos teljesítményfelvétel	[kW]
A sólé* hőmérséklet csökkenése Δt	[°C]	3,3	3,4	3,1	3,4	Áramfelvétel	[A]
		65,0	65,2	60,8	65,2	Fűtőteljesítmény	[kW]
		37,9	37,2	37,3	37,2	Teljesít-mény-tényező COP	[kW/kW]
		61,7	60,6	60,7	60,6	A fűtővíz visszaterő hőmérséklete	[°C]
		101,0	100,6	96,2	100,6	A fűtővíz tömegárama	[liter/min]
		2,7	2,7	2,6	2,7	A fűtővíz előremenő hőmérséklete	[°C]
		58,2	57,2	58,4	57,2	A fűtővíz hőmérséklet csökkenése Δt	[°C]
		300	300	300	300	A munka-közeg** kondenzációs hőmérséklete	[°C]
		63,0	62,0	63,0	62,0		
		4,8	4,8	4,6	4,8		
		66,0	65,1	66,0	65,1		

* **Sólé** (hőátadó közeg): fagyálló folyadék, 20 térfogatszázalékos propilénlikol-oldat.

** **Munkaközeg** (hűtőfolyadék, hűtőközeg): **R 407C** (a munkaközeg/ hűtőfolyadékot azonosító szabványosított nemzetközi jel)

Elfolyó hidrotermikus energia hasznosítása hőszivattyúval távfűtési rendszerekhez



9. ábra. A Vaporline® GBI13-HACW sólé-víz (B/W) hőszivattyú bukaresti beépítéséről készült fotók: a 180 m²-es családi ház homlokzata és hőközpontja. A rendszerhez 3 db 100 m hosszú, U-hurkos földszonda csatlakozik. (Forrás: Geowatt Kft.)

9 kW-tól 96 kW-ig tízféle teljesítményre és különböző felhasználói igényre (fűtés; fűtés és passzív hűtés; fűtés és előnykapcsolással hmv készítés; fűtés és aktív hűtés, valamint elsődleges hmv hőcserélő angolul „desuperheater”), valamint a különféle hőhordozókra (földhő, felszíni víz, levegő, hulladékhő) kifejlesztett hőszivattyúcsalád egyik tagjának a beépítés helyén készített fotóját láthatjuk a 9. ábrán.

Példák évtizedekkel ezelőtt megvalósult hőszivattyús rendszerekre¹¹

Egy 1943-ban írt magyar nyelvű kiadvány példái felszíni vizek hőtartalmának hőszivattyúval történő hasznosításra:

- a zürichi műegyetem távfűtőközpontja (fűtés a Limmat folyó vizével),
- a Bodeni-tó melletti textilgyár hőellátása (fűtés a Bodeni-tó vizével),
- Berlin egyik városrészének távfűtése (fűtés a Spree folyó vizével).

„Joggal reméljük – amit meggyőződéssel vallok is –, hogy általános energiagazdaságunk racionalizálásának a közeljövőben a hőszivattyú egyik legértékesebb eszközévé fog válni!” (43. old.) (l. a ¹¹ lábjegyzet: 43. old.)

¹¹ Dr. Haidegger Ernő: A hőszivattyú szerepe az energiagazdaságban

Különlenyomat a Magyar Mérnök- és Építész Egylet kiadásában megjelenő ÉRTEKEZÉSEK, BESZÁMOLÓK a műszaki és gazdaságtudományok köréből 1943. évi IV. füzetéből. - Stádium Sajtóvállalat Részvénytársaság, Budapest, 1943.

Komlós Ferenc és Fodor Zoltán

Befejezésül Teller Ede (1908–2003) gondolatával zárjuk írásunkat: „Ha azt kérdezik, hogy nem késtünk-e el, hogy visszafordítható-e még az a rombolás, amit az emberiség ejtett a természetén, a válaszom az, hogy nem késtünk el. Amíg él az akarat, addig sosincs késő. Ha pedig az emberek közösen akarnak valamit, akkor azt meg is teszik, ezáltal érvén el céljukat, bármi is legyen az.”

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők megköszönik dr. Szanyi János (PhD) címzetes egyetemi docensnek a Geotermikus Koordinációs és Innovációs Alapítvány kuratóriumi elnökének alapos lektori munkáját és értékes tanácsait.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Komlós F. et al., 2009: Komlós Ferenc – Fodor Zoltán – Kapros Zoltán – dr. Vajda József – Vaszil Lajos:
Hőszivattyús rendszerek. Heller László születésének centenáriuma. Magánkiadásban, Komlós F., Dunaharaszti, 2009. www.komlosferenc.info [itt a szerző újabb témába vágó írásai is elérhetőek]
- Török Á., 2007:
Geológia mérnököknek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2007.