

Geotermikus hőszivattyús rendszer üzemeltetési tapasztalatai

Török Imre

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen
im.torok@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország energiafelhasználásának közel 40%-át az épületek üzemeltetésére fordítja. Hazánkban az elmúlt 5–8 év áttörést jelentett az alacsony energiafelhasználású épületek terén, így növekszik az igény az „energia hatékony” épületekre, és megvalósult több sikeres beruházás. A pályázati rendszereknek köszönhetően egyre több középület bővült környezeti energiát hasznosító rendszerrel pl. napelemmel, hőszivattyúval.

Kulcsszavak: geotermia, villamos energia, üzemeltetés, hőszivattyú, talajszonda

SUMMARY

Energy consumption nearly 40% operation translates of the buildings in Hungary. In the last 5–8 years we can see a breakthrough in the field of low energy buildings, increasing the demand for buildings 'energy efficient', and realized several successful investments in our country. Nowadays thanks to the application system the number of public buildings increased environmental energy recovery system has been growing such as solar power, heat pumps.

Keywords: geothermal energy, electricity, maintenance, heat pump, geothermal probes

BEVEZETÉS

Az Európai Unió energia és klímacsomagjának nyomán megszületett a Megújuló Energia Útiterv 2020-ra, mely:

- 20%-ra növeli a megújuló energiaforrás részarányt,
- 20%-kal növeli az energiahatékonyságot,
- 20%-kal csökkenti az üvegházhatású gázok kibocsátását (az 1990-es szinthez képest).

Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve négy meghatározó pillér köré csoportosulnak.

1. Támogatási intézkedések, programok (Hazai finanszírozás, EU-s társfinanszírozás, közvetlen EU-s források).
2. Egyéb (piaci, költségvetési) pénzügyi ösztönzők (zöldgazdaság-fejlesztés finanszírozása, kutatás-fejlesztés, zöldáram átvételének átalakítása, bioüzemanyag kedvezmények, tarifák, adókérdések).
3. Általános szabályozási, átfogó programalkotási ösztönzők (fenntartható energiagazdálkodási törvény, megújuló energia törvény, engedélyezési eljárások egyszerűsítése, térségi energetikai programok kialakítása, épületenergetikai eljárások felülvizsgálata stb.).
4. Társadalmi intézkedések (foglalkoztatás, országos és regionális képzés, társadalmi tudatformálás, energia szakértői hálózat stb.).

A cselekvési tervben foglalt hazai célkitűzések kiemelt jelentőségük és szükség lenne, hogy az abban foglaltak az oktatásba integrálódjanak. Nem csak a mérnök képzésben van szerepe az oktatási intézményeknek, hanem a társadalmi tudatformálásban is.

A cselekvési terv hőszivattyúk telepítésére vonatkozóan is tartalmaz iránymutatásokat, és a mérés helyszínén is hasonlóan lett kialakítva a vizsgált rendszer.

- Talajszondás, talaj kollektoros és vízbázisra épülő hőszivattyúnál a fűtési energia és használati meleg víz előállításra vonatkozó becsült éves átlagos COP érték legalább 4,2; egyéb hőszivattyú esetén 4,0 kell, hogy legyen, a gyártó és kivitelező megfelelési nyilatkozatával igazolva.
- Rendelkezik CE jelzéssel.
- A hőmennyiség mérése közvetlenül a hőszivattyú kondenzátor egységéből kilépő, valamint az abba visszatérő közegek hőmérsékletének, valamint azok térfogatáramának mérése alapján számítja a hőszivattyú által termelt összes (fűtés + HMV együtt) hőmennyiséget.
- Villamos fogyasztásmérő kerül beszerelésre, mely az egyéb villamosenergia-fogyasztástól elkülönítve méri a hőszivattyú által felhasznált villamos energia mennyiségét.
- A hőszivattyú által fogyasztott villamos energia mennyiséget, valamint a hőszivattyú által termelt hőmennyiséget legalább havi szinten rögzítő eszköz áll rendelkezésre.
- Külső hőmérsékletmérés és óránkénti rögzítés történik.
- A mért és rögzített értékeket éves rendszerességgel kell a pályázatkezelő szervezet rendelkezésére bocsátani.
- A szondák szondasúllyal lesznek lehúztatva.
- A furat egy a szondák mellé fixen és örökre a furatba helyezett plusz cső segítségével lesz lenről felfelé cementes, bentonitos mixtúrával injektálva.
- VDI 4640-es szabványsorozat értelmében "Geothermal Response Test" eljárás alapján dokumentáltan legalább egy talajkör hővezető képességét, valamint a furat tömedékelésére utaló fűrőlyuk ellenállást meg kell vizsgálni. A gépészeti tervek alapján megállapított fűtési/hűtési teljesítmény ér-

tekeket, valamint a mérési eredményeként kapott λ értéket egy 25 éves lefutási modellben kell összevetni. A kivitelezőnek nyilatkoznia kell (kivitelezői nyilatkozatban), hogy ez alapján a talajkör elegendő geotermális energiát biztosít hosszú távon, és alkalmas a regenerálódásra (Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve, 2010).

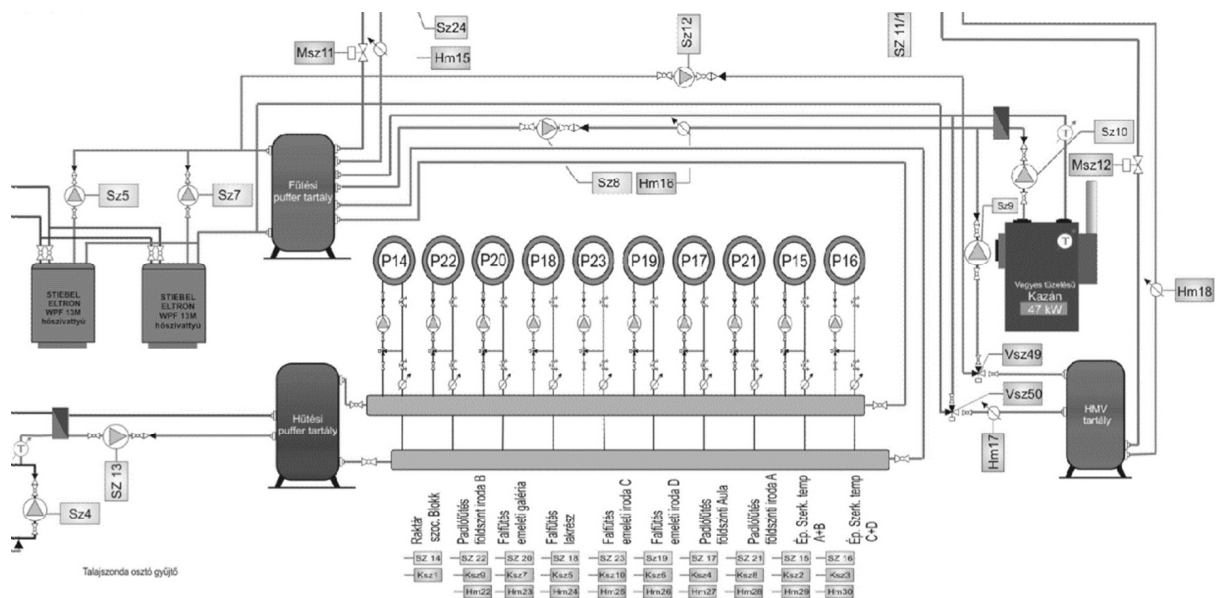
A VIZSGÁLT RENDSZER BEMUTATÁSA

A vizsgált épület téli hőszükségletét döntően a hőszivattyúk fedezik, melyek Stiebel- Eltron WPF 13 típusúak és 2 db lett telepítve a helyszínre.

Jóságfokának meghatározása céljából külön fogyasztásmérő áll rendelkezésre az elektromos hálózaton, illetve hőmennyiségmérők segítségével meghatározható, hogy az egyes helyiségek milyen hőmennyiségeket használtak el. A hőmennyiségmérőket és a rendszer elemeit az 1. ábra szerint építették ki.

A hőszivattyú kondenzátoráról kilépő folyadék hőmennyiségét nem áll módunkban közvetlenül mérni, a termelt hőmennyiségre úgy tudunk következtetni, hogy a fűtési puffer tárolóba a napkollektoroktól (Hm15) és a vegyestüzelésű kazánról (Hm16) érkező hőmennyiségeket tudjuk mérni és a puffer tároló után tudjuk mérni, hogy az egyes helyiségek (Hm22...Hm30) mennyi hőmennyiséget használtak el, a két mennyiség közti különbséget a hőszivattyúnak kellett megtermelni.

1. ábra: A vizsgált hőszivattyús rendszer kapcsolása



Forrás: saját szerkesztés

Figure 1: The testes heat pump system scheme

Source: own edition

$$Q_h = Q_f + (Q_n + Q_v)$$

Ahol:

- Q_h a hőszivattyú által termelt hőmennyiség,
- Q_f a helyiségbe elhasznált hőmennyiség a mérőműszere (Hm22...Hm30),
- Q_n a napkollektorok által termelt hőmennyiség a mérőműszere (Hm19, Hm20),
- Q_v a vegyes tüzelésű kazán által termelt hőmennyiség a mérőműszere (Hm16),

A használati melegvíz előállításnál is hasonló a helyzet, itt a napkollektorok (Hm18) és a vegyes tüzelésű kazánról (Hm17) bevitt mennyiséget tudjuk rögzíteni.

A használati meleg víz esetében 220 kWh energiamennyiségre volt szükség a nyári hónapokban és feltételezve az egyenletes éves felhasználást lehetőségünk van a használati meleg vízre fordított a hőszivattyú által termelt hőmennyiséget meghatározására.

$$Q_{hh} = 220 - (Q_{nh} - Q_{vh})$$

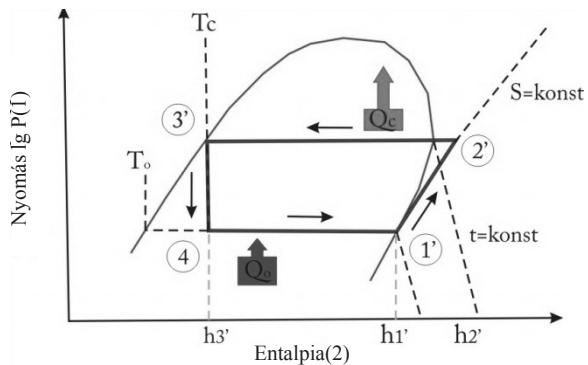
Ahol:

- Q_{hh} a hőszivattyú által termelt használati melegvízre fordított hőmennyiség,
- Q_{nh} a napkollektorok által termelt hőmennyiség a mérőműszere (Hm18),
- Q_{vh} a vegyes tüzelésű kazán által termelt hőmennyiség a mérőműszere (Hm17).

$$\varepsilon = \frac{T_c}{T_c - T_o}$$

A Carnot körfolyamat csak egy idealizált körfolyamat és a gyakorlatban a 3–4-es expanziót nem tudjuk izentropikus állapotváltozásként véghezvinni, ezért a körfolyamat az 1'-2'-3'-4 pontok között fog működni a megvalósított rendszer esetében. (Schreier, 2007) A valós folyamat hatásfokának vizsgálatához lgP-h diagramon ábrázolom ugyanezt a körfolyamatot (2. ábra).

2. ábra: A Carnot körfolyamat lgP-h diagramban



Forrás: saját szerkesztés

Figure 1: The Carnot cycle in log P-h diagram
Pressure lg P(1), Enthalpy(2), Source: own edition

Ahol:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_o &= \dot{m}_r \times (h_{1'} - h_4) \\ P_v &= \dot{m}_r \times (h_{2'} - h_{1'}) \\ \dot{Q}_c &= \dot{m}_r \times (h_{2'} - h_{3'}) = \dot{Q}_o + P_v \end{aligned}$$

\dot{m}_r a munka közeg tömegárama (kg/s),
h az entalpia (kJ/kg).

Ebben az esetben a hatásfok:

$$\varepsilon = \frac{Q_c}{P_v}$$

A COP (Coefficient of Performance – Teljesítménytényező) érték meghatározásánál teljesítményértékek (kW) arányáról beszélünk, ez gépre jellemző érték, és értéke alapvetően az alábbi tényezőktől függ az adott munkaponton, mely már a gép veszteségeit is tartalmazza:

- fűtési előremenő hőmérséklet és visszatérő hőmérséklet,
- hőforrás oldali bejövő és kilépő hőmérséklet.

$$COP = \frac{\text{pillanatnyilag leadott teljesítmény (kW)}}{\text{pillanatnyilag felvett elektromos teljesítmény (kW)}}$$

A COP ezen értékek változásával egészen különböző értékeket vehet fel, éppen ezért az európai szabályozás rögzíti, milyen értékek mellett kell a gyártóknak a COP értékeket közzétenni.

Az EN255 szabvány a hőszivattyú COP értékét a következő feltételek mellett adja meg a talaj/víz illetve víz/víz hőszivattyúk esetén 0 °C illetve 10 °C hőforrásoldali hőmérséklet, levegő/víz hőszivattyúk esetén 2 °C levegőhőmérséklet:

- 35 °C fűtési előremenő víz hőmérséklet,
- 25 °C fűtési visszatérő víz hőmérséklet.

Az EN14511 szabvány a hőszivattyú COP értékét a következő feltételek mellett adja meg a talaj/víz illetve víz/víz hőszivattyúk esetén 0 °C illetve 10 °C hőforrásoldali hőmérséklet, levegő/víz hőszivattyúk esetén 2 °C levegőhőmérséklet:

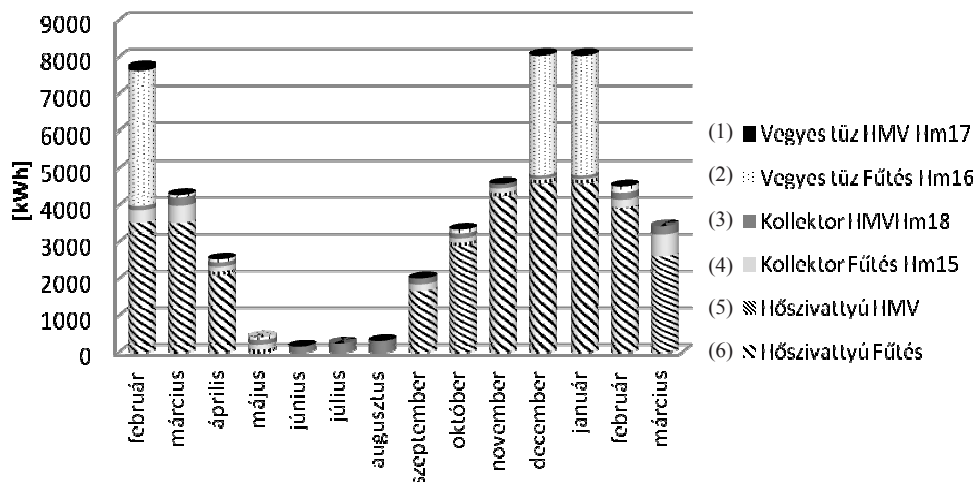
- 35 °C fűtési előremenő víz hőmérséklet,
- 30 °C fűtési visszatérő víz hőmérséklet.

A COP számhoz képest sokkal realisabb képet kaphatunk a rendszerünkről, ha az SPF (Seasonal Performance Factor) értéket vizsgáljuk. Ez a szám a COP egész évre levetített korrekciós értéke. Értékét úgy lehet meghatározni, hogy az egész évben a hőszivattyú üzemeltetésére fordított villamos energiát (kWh) elosztjuk a használati meleg vízre és fűtésre termelt hőmennyiséggel (kWh) (Halász Gy.-né, 2008).

MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉS TAPASZTALATOK

A hőszivattyús rendszer hatékonyságának vizsgálatát azzal folytattam, hogy a fűtésre fordított hőmennyiségeket és azok eloszlását havi bontásban elkészítettem (3. ábra).

3. ábra: Felhasznált fűtési és HMV hőmennyiség éves eloszlása



Forrás: saját szerkesztés

Figure 1: Annual distribution of heating and domestic hot water heat
Wood boiler DHW Hm17(1), Wood boiler heating Hm16(2), Collector DHW Hm18(3), Collector heating Hm15(4), Heatpump DHW(5), Heatpump heating(6), Source: own edition

A fűtésre fordított hőmennyiség a mérések szerint:

44 671 kWh/év

A fűtés nettó hőenergia igénye a méretező szoftver szerint:

45 490 kWh/év

Ebből a hőszivattyú által termelt hőmennyiség fűtésre:

33 812 kWh/év

És a hőszivattyú által termelt hőmennyiség HMV-re:

621 kWh/év

Az elvi és gyakorlati értékek eltérése oka az, hogy az egyes iroda részek nem minden időben voltak üzemben, illetve a tényleges fűtési napok száma is kevesebb, mint a méretezéskor használt érték.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A megújuló energiát hasznosító rendszerek sarkalatos kérdése a gazdaságosság. Véleményem szerint a jövőben épületeinket csak megfelelő minőségű energetikai tanúsítvány kiállítását követően lehetne megépíteni és a kivitelezés után ismét meg kellene vizsgálni, hogy a kivitelezés a tervek szerint valósult-e meg. A nagyobb rendszereket pl. középületek energia fogyasztását pedig monitorozni kellene, ezáltal pontosabb képet kaphatnánk a valós energetikai helyzetről.

A rendszerek tervezésénél figyelembe kell azt is venni, hogy a gyártók által megadott hatásfok értékek a gyakorlatban nem mindig teljesülnek. Lásd előírt COP és éves SPF lehet, hogy bizonyos körülmények között tudja a hőszivattyú, de a valóság valamiért más.

Tehát a megújuló energiát hasznosító rendszereket mindig megfelelő körülményekkel és a helyi adottságok figyelembe vételével kell kiépíteni. (Mihály et al., 2009)

Az üzemeltetési költségek a karbantartási díjat és az esetleges meghibásodásokat egyik esetben sem tartalmazzák. Az üzemeltetés időtartama alatt a gáz- és villanyárakat állandónak tekintetem. A számításoknál az egyik legolcsóbb primerenergia forrást a gázt veszem alapul. A vizsgált időszakban 1 m³ gázra 130 Ft-ra tehető, amiből 9,44 kWh hőmennyiség nyerhető. Egy kondenzációs gázkészülék 85%-os hatásfokát feltételezve 130/8 = 16,2 Ft/kWh értéken állítja elő a hőt.

Hőforrásként – ha az irodaépületben egy a fent említett készüléket üzemeltetnénk – a várható költsége 737 000 Ft/év. 32 Ft/kWh elektromos (Geo vagy H tarifa) áron számolva:

SPF2,7=540 300 Ft/év

SPF3,6=405 200 Ft/év

SPF4,0=364 700 Ft/év az üzemeltetési költség.

Megállapítom az üzemeltetési tapasztalatok alapján, hogy az iroda épületek hűtésére és fűtésére van létjogosultsága a talajszondás hőszivattyús rendszereknek. A passzív hűtésről és annak előnyeiről egy következő cikkben írok. Fontos továbbá azt is hangsúlyozni, hogy a CO₂ kibocsátás nagymértékben csökkenthető, ha az ipari létesítményeket nem fosszilis energiák felhasználásával klimatizáljuk.

IRODALOM

Halász Gy.-né (2008): Geotermikus rendszerek fenntarthatóságának integrált modellezése. Tanulmány. 2008-0017.
Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve (2010)

Mihály B.–Csoknyai T.–Kalmár F.–Magyar Z.–Majoros A.–Osztrólczyk M.–Szalay Zs.–Zöld A. (2009): Épületenergetika Segédlet.

Schreier, U.–Stawiarski, K. H.–Kirchensteiner, W.–Antony, F. (2007): A hőszivattyú. Cser Kiadó. 35–45.