

Geotermikus és napenergia hasznosítására épülő fűtési/hűtési rendszer bemutatása

Dibáczai Zita¹ – Szemán Róbert²

A megújuló energiaforrások piacképessége és hosszú távú alkalmazhatósága egyre inkább a figyelem középpontjába kerül, ugyanis megfelelő technológia és optimális földrajzi elhelyezkedés kombinációja révén ígéretes lehetőség nyílik a költségcsökkentés elérésére, nem is beszélve a környezetvédelmi hozadékról, amely egyenesen hozzájárulhat a jó hírnév megteremtéséhez, a jövőre nézve pedig a fenntartható fejlődéshez.

Hazánkban az alternatív energiaforrások alkalmazása eddig döntő mértékben a lakossági építési szektorban jelent meg. Jelenleg még nem áll rendelkezésre olyan hazai szakirodalom, amely tudományos alapossággal, igényel, az egzakt természettudományok protokolljának (Popper) kritériumai szerint, ipari alkalmazási szinten dolgozni fel ezt a napjainkban oly aktuális szakterületet. Hozzá kell tenni, hogy a tudományos indokok között különös jelentősége van annak a körülménynek is, hogy ezek az alternatív energiaforrások (technológiai szinten: hőszivattyú, napkollektor, kishőmérsékletű felületfűtés, -hűtés stb.) felhasználásában a gyakorlat megelőzte a tudományos vizsgálatokat.

Ezek az alapvető indokok vezérelték az Ing-Reorg Kft.-t, hogy 2005 őszén egy egyedülálló kutatási projektet indítson el, amelynek célja egy olyan korszerű, ipari, kereskedelmi rendeltetésű épület felépítése volt, amely ötvözi magában a jelenleg rendelkezésre álló, megújuló energiaforrásokra támaszkodó technológiákat, a kész épület pedig rendelkezik azokkal a mérőberendezésekkel, amelyek biztosítják a különböző fajtájú energiahordozók vizsgálatát az üzemszerű működési környezetben.

A Gazdasági Versenyképesség Operatív Program (GVOP) által támogatott, „Autonóm ház” című projekt fő célkitűzése az alternatív energiaforrások alkalmazásának, hatékonyságának vizsgálata.

A projekt során a debreceni logisztikai központ építészeti, épületgépészeti, valamint villamossági rendszereit a megújuló energiaforrások jelenlegi csúcstechnológiai megoldásaival alakítottuk ki.

A lehetőségekhez képest minimalizálni kívántuk az épület külső energiaszükségletét, ezért a tervezés során a passzív építészeti megoldásokra törekedtünk. Kiemelt hőszigetelést alkalmaztunk, alacsony az É-értékű nyílászárók aránya, illetve az épület megfelelő tájolását és az árnyékolástechnikai megoldásokat biztosítottuk.

¹ Környezetmérnök, a cikk témájában előadást tartott a Pollock Expo 2008 Tudományos ülésszakán, Pécs, március 14.

² Épületgépész-mérnök

A cikket tudományos szempontból átnézte: *Prof. Dr. Garbai László* egyetemi tanár, BME Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Az épületben kishőmérsékletű fűtési rendszert installáltunk: központi fűtésű-hűtésű padló, falfűtés és szerkezettemperálás.

Az irodaépület fűtési és használati melegvíz igényét talajszondás, talajkollektoros hőszivattyú, napkollektor és hulladékhőhasznosító kazán látja el. Mivel az épület egész éves energiaigényét kívánjuk vizsgálni, ezért nyáron a hűtést passzív talajszondás rendszer biztosítja.

A hőszivattyú jóságfokának meghatározása céljából külön fogyasztásmérő áll rendelkezésre az elektromos hálózaton, illetve hőmennyiségmérők a megfelelő termelt hőmennyiség mérésére. Mindamelllett, hogy különböző megújuló energiaforrások alkalmazása, és egyben megfigyelése történik (geotermikus, napenergia), a talajszondák esetében hőmennyiségmérőkkel össze kívánjuk hasonlítani a különböző mélységű talajszondákból kinyerhető pontos energiamennyiséget, ezért 9 db DN 32 átmérőjű, 50 méter hosszúságú, és 6 db DN 32 átmérőjű, 100 méter hosszúságú, négycsöves talajszondát, továbbá 1 db DN 40 átmérőjű, 100 méter hosszúságú kétcsöves talajszondát telepítettünk. A szondákra különböző mélységben hőmérsékletérzékelőket szereltünk, így a talaj hőmérsékletét rögzíteni tudtuk a hőszivattyú beüzemelése előtt, a hőszivattyú beüzemelése után pedig a talajszondaköpeny hőmérsékletét gyűjtjük. Ezen kívül 3 db talajszonda körül helyeztünk el hőmérséklet-érzékelőket 50 cm, 1, 2, 3 és 5 méter távolságban, sugárirányban. Összesen 82 db talajhőmérséklet-érzékelő és 81 db szondaköpeny-érzékelő áll rendelkezésünkre.

4 db Stiebel Eltron Sol25 típusú napkollektort szereltünk fel, amelyek több funkcióval is rendelkeznek, ezeket a kapcsolási sorrend szerint ismertetjük:

1. Használati melegvíz-termelés és a fűtési rendszerek rásegítő energiaellátása. Az energetikai rendszerben ez könnyen mérhető, ugyanis a megfelelő pontra helyeztünk el hőmennyiségmérőt, illetve egy vízmérőt.

2. 2 db 100 méter hosszúságú talajszonda segítségével a talajszonda környezetében a földköpeny temperálása. Nyári üzemmódban ez a két talajszonda nem vesz részt a hűtésben, a téli időszakra „készítjük fel”, oly módon, hogy a napkollektorokkal nyert hőmennyiséget tároljuk el ebben a 2 db talajszondában, ebből kifolyólag temperáljuk a talajszonda környezetét. Így a téli időszakban meg tudjuk határozni, hogy a hőszivattyú milyen hatékonysággal dolgozik az egyik előfűtött, és a másik, nem előfűtött talajszonda esetében.

3. 1 db 61 m³-es és 1 db 65 m³-es földbe süllyesztett puffer tartály fűtése. A tartályokban elhelyezett 3-3 db hőmérő alapján tudjuk ellenőrizni a hőmérsékletet.

A megfelelő légtechnika kialakítása egyik kulcskérdés volt az épület tervezése folyamán, ugyanis a klasszikus szellőztetési rendszerrel óriási lenne a hőveszteség. Ezért olyan hővissza-

nyerős légkezelő berendezés telepítésére került sor, amely rendkívül nagy hatékonysággal végzi munkáját, fűtőkalorifer alkalmazása nélkül. Ami a mérési dokumentációt illeti, első-sorban a betáplált villamos energia válik dokumentálhatóvá.

Mivel az épület egész éves energiaigényét kívánjuk vizsgálni, ezért nyáron a hűtést passzív talajszondás rendszer biztosítja. Előzetes számításaink és mérési eredményeink alapján a talajból nyerhető és a levegő középhőmérséklete közötti jelentős hőmérsékletkülönbség alapján kedvező hatásokkal működő hűtési rendszer valósítható meg, amely kellemes hőérzettel párosulhat a felülethűtési rendszer hőleadási tulajdonsága miatt.

Nagy jelentősége van ezen a területen a harmatpontméréseknek is. Abból a célból, hogy a védendő készülékeknek elkerülhető legyen a páralecsapódás, a harmatponti hőmérsékleteket mérni kell, megfelelő mérőegységekkel. Az épület-felületei rendszer letiltja a hűtést, amennyiben a hőmérsékleti adatok ezt megkívánják.

Jelenleg kutatási fázisban van a projekt, a mérési eredmények közül kulcsfontosságú a 2007/2008 évi téli fűtési szezon kiértékelése. Jelen cikkben a geotermikus energia hasznosításra vonatkozó tapasztalatokat foglaljuk össze.

Az egyik lényeges kutatási részmunka lezárult: elkészült a helyi talajviszonyokra vonatkozó hőmérséklet-lefutási görbe, annak elemzése és értékelése. Így pontos adatok állnak rendelkezésünkre a projekt helyszínén, Debrecenben a talajból kinyerhető energiapotenciál meghatározására. Mérési eredményeink alapján megállapítható, hogy 15-20 méteres mélységben már elhanyagolható a léghőmérséklet hatása a talaj hőmérsékletére. Fontos szempont tehát a talajkollektorok telepítésénél, hogy a talajban 1,5 – 2 méteres mélységben napenergia raktározódik el, tehát a talajkollektor határfoka nagymértékben függ a napsugárzástól, az évszakok váltakozásától. Mérési eredményeink alapján 1,5 – 2 méter mélységben a talajhőmérséklet az év során 12 °C és 16 °C között ingadozik.

A mélyebb rétegekben, 50 méter mélységben, ahol a talaj hőmérséklete már független a napsugárzás intenzitásától, 0,6 °C-os szóráson belüli értékeket figyelhetünk meg, az év minden napján. A valószínűségi változó centrális momentumai több, a változó eloszlását jellemző számértéket is takarnak. Általánosan az X valószínűségi változó k -adik centrális momentuma bármely k pozitív egész szám esetén az $E((X - E(X))^k)$ által felvett értéként határozható meg, ahol $E(X)$ az X várható értékét jelöli.

2006. június és 2007. június között, 70 mérési eredmény alapján, 50 m mélységben a talaj átlaghőmérséklete 13,73 °C!

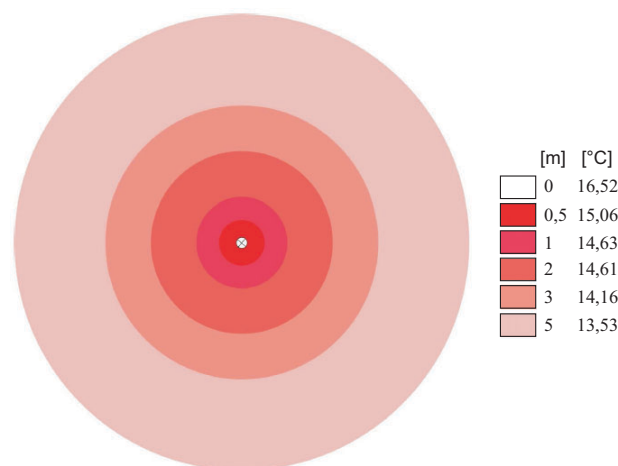
Megjegyezzük, hogy svájci kutatási eredmények alapján 50 méteres mélységben a talaj átlaghőmérséklete 9 – 10 °C [1]. A két mérési eredményt összehasonlítva megállapítható, hogy a debreceni talajhőmérséklet 27%-kal nagyobb, mint Svájcban.

100 méter mélységben, 2006. június és 2007. június között, 36 mérési eredmény alapján az átlaghőmérséklet 15,1 °C. Összehasonlításképp, svájci kutatási eredmények alapján 100 méter mélységben a talaj átlaghőmérséklete 10-12 °C [1], tehát a 100 méter hosszúságú szondákból kb. 7 – 8 kW, az 50 méter hosszúságú szondákból kb. 3,5 – 4 kW teljesítményt tudunk a talajból kinyerni.

Mérési eredményeink alapján a projekt helyszínén a geotermikus gradiens a 2006. december 15-i mérési adatsor alapján 0,049 °Cm⁻¹. Emellett a talaj hődiffuzivitása is nagyban segíthet abban, hogy felmérjük az adott terület potenciálját talajhő/víz hőszivattyús rendszer telepítését megelőzően. A hődiffuzivitás³ anyagi állandó, amely a hőmérséklet térbeli és időbeli eloszlásának a jellemzésére szolgál, miután a rendszer adott helyén hőmérsékletváltozás következett be. Ez a fizikai mennyiség a hővezetési együtthatóval együtt alkalmas a hőáram, mint transzportjelenség leírására. A szondák telepítési helyén, a talajrétegződés alapján 70-80 W/m-es fajlagos hőárammal számolhatunk.

A kutatási projekt egyik következő lényeges szakasza az üzemelő hőszivattyús rendszer primeroldali vizsgálata, amely során a talajszondák környezetében vizsgáljuk a talajhőmérséklet változását. A legtávolabbi mérési pont a talajszondától sugárirányban 5 méterre helyezkedik el. 3 db talajszonda köré: 1 db 50 méter mélységű és 2 db 100 méter mélységű talajszonda köré telepítettük a 183 db talajhőmérséklet-érzékelőt, azért, hogy az üzemelő talajszondák környezetének hőmérsékletváltozását vizsgáljuk. E három talajszonda köré sugárirányban 0,5; 1, 2, 3 és 5 méter távolságban helyeztünk el érzékelőket, úgynevezett „vak szondákat”.

A jobb szemléltetés érdekében készítettük az **1. ábrát**, amely a 2007. nyári végi adatokat szemlélteti.



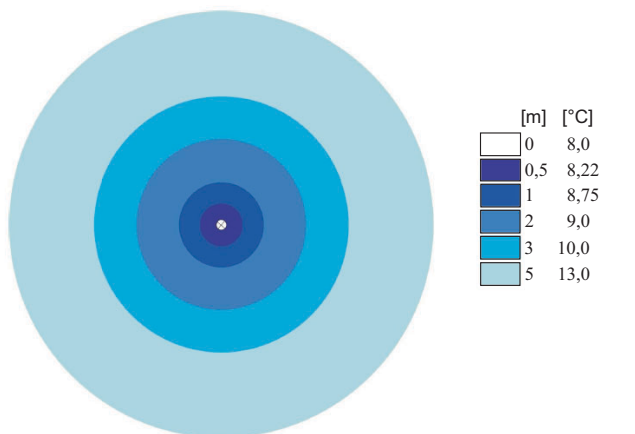
1. ábra. Talajszonda környezetének hőmérséklet-változása a nyári időszakban

Tételezzük fel, hogy a hő a talajban a talajszondától minden irányban ugyanolyan mértékben terjed tovább. Ez az ábra a nyári adatok feldolgozásából készült, miközben passzív hűtés üzemelt az épületben. Az ábra középpontja szemlélteti a talajszondát, amelynek átlaghőmérséklete 16,52 °C. A mérési eredmények feldolgozása alapján a talajszondától kifelé folyamatosan csökken a hőmérséklet.

Ha összevetjük a korábbi mérési eredményekkel, amikor nem üzemelt a rendszer, akkor megállapíthatjuk, hogy a talajszondától mért 2 – 3 méterre átmelegítettük a talajt nyáron, miközben üzemelt a hűtési rendszerünk.

³ A lektor megjegyzése: a hődiffuzivitás a hővezetés egyenletében az $a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c}$ együttható.

A **2. ábrán** a fűtési időszakban rögzített mérési eredmények láthatók. Az ábra középpontja szemlélteti a talajszondát, amelytől távolodva folyamatosan emelkedik a hőmérséklet.



2. ábra. Talajszonda környezetének hőmérsékletváltozása a téli időszakban

A befolyásolatlan korábbi mérési eredményekhez képest megállapítható, hogy a talajszondától sugárirányban 2-3 méterig változtattuk meg a talaj hőmérsékletét.

A kutatási projekt rövid összefoglalásaként elmondható, hogy az egyes részelemek hatékonysága számszerűsített formában meghatározható, tehát nemcsak a teljes komplexum energetikai paraméterei állnak rendelkezésre, hanem konkrét rendszerekéi is, mint például a napkollektoros rendszeré. Ebből pedig a továbbiakban egyértelmű következtetést lehet levonni az épület üzemeltetési költségeire is.

Az épületben és az épületen kívül elhelyezett mérőberendezések és az épületfelügyeleti szoftver által rögzített adatokból lehetőség nyílik az épület üzemelése során a felületi hőmérsékletnek, a külső és belső levegő hőmérsékletének, továbbá a páratartalom lekérdezésére. Az adatok alapján vizsgáljuk a rendszer üzemelését és környezetre gyakorolt hatását.

Hazánkban precedens nélküli, hogy az üzemelő hőszivattyú szondáinak közelében a föld termikus energiáját ilyen sűrűn ellátott mérőhálózattal vizsgáljuk. Így számszerűsített adatok állnak rendelkezésünkre, amelyek jó alapot szolgáltathatnak például az alternatív energiaforrások segítségével működtetett rendszerek megtérülésével kapcsolatos vitákra.

További információ a projekt hivatalos honlapján, a www.fold-energia.hu weboldalon található.

Felhasznált irodalom

- [1] Godfrey Boyle: Renewable energy
(Oxford University with The Open University)