

Tóth László

A földhő kinyerési módjainak összehasonlítása

A tanulmány a földhőkinyerési módjainak hozadékát és befektetési költségeit teszi mérlegre egyszerű, gyakorlati példák alapján. A számok segédletet adhatnak ilyen rendszerek beruházói, tervezői és kivitelezői számára is. Konklúzióként nagyfogyasztók esetére a mélységi, kisfogyasztóknak pedig a talajfelszín-közeli megoldásokat mutatja ki előnyösebbnek. A geológiai értelemben talajfelszín-közeli (0-150 méteres mélységbe nyúló, itt talajvízzel nedvesítettnek említett) és az 1000 méter alá nyúló mélységi szondák ma ismerhető költségeit és az ilyen tárgyú beruházások energetikai hozadékát taglaljuk.

A talajvízzel nedvesített szondák hőkinyerése

A talajszondák beruházási költsége

132-160 mm lyukátmérőjű furat átlagos költsége (nettó) 4000-4500-5000 Ft/m. Szondakészítés (KPE), lehelyezés, tömedékelés (nettó) 1200 Ft/m [1]. Fajlagos anyag- plusz munkaköltség 4500 Ft/m + 1200 Ft/m = 5700 Ft/m. A talajból hőszivattyú segítségével elvonható hő és a kompresszor munkájának aránya éves átlagban 3/1 (COP = 4).

Alább, az egyszerűség kedvéért kerek számokat választva, egy 10 kW fűtési igényű, víz/víz hőszivattyúval ellátott családi ház/intézmény fűtésére alkalmas rendszer adatai szerepelnek. A talajból hőszivattyú segítségével elvonható hő és a kompresszor munkájának aránya éves átlagban 3/1 (COP = 4). A földből elvonandó fűtőtéljesítmény 10 kW $\times \frac{3}{4} = 7,5$ kW.

A szerző és munkatársa által először 1989-ben publikált mérésekből [2] és az azóta hozzáférhető adatokból ismert, hogy 83,74 W fűtőtéljesítmény kinyeréséhez ~1 m talajvízzel nedvesített szondát szükséges létesíteni. 10 kW fűtési igény és 7,5 kW talajból nyert hőteljesítmény alapján számított szondaméret: 7500 W : 83,74 W/m = 89,56 m.

A példánkban szereplő ház/intézmény ~2,5 kW teljesítményfelvételű és ~10 kW fűtőtéljesítményű hőszivattyúval és egy ~90 méteres szondával kiszolgálható. Tervezési tartalékként 1 db 100 méteres szondát javasolva annak költsége: 100 m \times 5700 Ft/m = 570 000 Ft. A talajszonda létesítésének fajlagos költsége: 570 000 Ft / 10 000 W = 57 Ft/W ~ 60 Ft/W.

A hőszivattyú beruházási költsége

Számos cég kínál komplett hőszivattyú rendszert. A példánkban szereplő 10 kW-hoz legközelebbiként egy 10,2 kW fűtési teljesítményű hőszivattyú érhető el a kereskedelmi forgalomban [1]. 3715 EUR/db \times 300 Ft/EUR = 1 114 500 Ft. A fenti összeg a beszerzési és installálási költségeket felel meg, nem tartalmazza a családi ház fűtésével kapcsolatos belső épületgépészeti egységek – radiátorok/padlófűtés, vezetékek, a fűtött lakótérben elhelyezett kezelő és vezérlő szerelvények, melegvíz-keringtető szivattyúk – anyag- plusz munkaköltségét.

Összes költség: szonda 570 000 Ft, hőszivattyú 1 114 500 Ft, összesen 1 684 500 Ft.

A példánkban szereplő rendszer fajlagos beruházási költsége (pénzügyi és egyéb, e tanulmány tárgyát nem képező költségek nélkül):

$$1\,412\,000\text{ Ft} / 10\,000\text{ kW} = 168,45\text{ Ft/W} = \sim 170\text{ Ft/W}$$

Nyitott vízrendszerű talajhő-kinyerés

A fentiekben zárt folyadékáramú szondákkal foglalkoztunk. Említést kell tennünk a nyitott vízrendszerű talajhő-kinyerésről is. Ez esetben kötött agyagba, a vízzáró talajréteg fölött elhelyezkedő kavicsos, hordalékos vagy homokos talajba fúrt vagy ásott kutakat használhatunk talajszondák helyett. A két egyikeből kiszivattyúzzuk, majd a hőszivattyú elpárologtatóján keresztül áramoltatva, ott lehűtve visszajuttatjuk az emésztő kútba, onnan a talajba a vízáramot.

A hőszivattyú elpárologtatójában lehűtött vízáram az egymástól légvonalban >20 méterre lévő két kút közt megtett, földfelszín alatti áramlás során ismét felmelegszik. A két kút helyének kiválasztásához figyelembe kell venni a talaj helyi hidrológiai tulajdonságait, elsősorban a rétegvizek áramlási irányát. A rendszer méretezéséhez ismerni kell a kútpár kinyerő kútjának vízhozamát. Legelőnyösebben nagy élővizek vagy stabil felszín alatti vízkészletek közelében valósítható meg ez a földhő-kinyerési módszer.

Az USP 4 375 831 egyetlen kutat és egy a fagyhatár alá (pl. a pincébe) telepített, hideg vízzel telt hőtároló és hőátadó puffertartályt alkalmaz. A puffer folyadék tartalmát egyrészt a kúton átvezetett zárt csőhurokban keringtetve fűti, másrészt egy másik szivattyúval mozgatott folyadékáramot a hőszivattyú elpárologtatóján át keringetve hűt [3].

Előnyei a kétkutas eljárásához képest:

- A rendszer kisebb mértékben van kitéve a talajvíz áramlási viszonyainak.
- Jóval kisebb mértékben avatkozik be a talajvíz természetes mozgásába.

Beruházási költség a kétkutas rendszernél: 200 mm lyukátmérőjű furat készítése (bélelcsővel, kiemelő vezetékkel együtt) nettó 5000 Ft/m, két 12 méteres kút esetén ez összesen 120 000 Ft. Búvárszivattyú: 60 000 Ft. A két kutat a hőszivattyúval összekötő, fele részben hőszigetelt, fagyhatár alatti, összesen 25 méteres vezeték létesítése: 75 000 Ft. 10,2 kW fűtési teljesítményű hőszivattyú beszerzése, installálása: 3715 EUR/db \times 300 Ft/EUR = 1 114 500 Ft. Mindösszesen: 1 369 500 Ft.

Fajlagos beruházási költség: 1 369 500 Ft/10 200 W = 134,26 Ft/W ~ 135 Ft/W.

A direkt, nyitott rendszer előnyei:

- 10-25 l/perc vízhozamú kútpár birtokában, vízfolyás közelében e víz-áramból 5,6-14 kW fűtőtéljesítményű hőáram nyerhető ki.
- Élővíz (patak, folyó, tó) közelében nincs szükség talajszondákra, mindössze egy, tulajdonképpen vízszűrő céllal létesített kútra és a hőszivattyúra.
- A zárt rendszerű szondákhoz képest alacsonyabb beruházási költség: 135 Ft/W < 170 Ft/W.

A direkt, nyitott rendszer hátrányai:

- A zárt rendszerű szondákénál nagyobb vízszivattyúzási teljesítmény-igény (~300 W/10 kW). Ez az üzemelési költségben jelent ~5% többletet.
- Beavatkozás történik a természetes talajvízmozgásba.
- Nem számíthatunk a nyári napmeleg tárolására és téli újrahasonlítására

Mélyégi szondák hőkinyerése

A Kárpát-medence, azon belül Magyarország átlagos geotermikus hősrűsége meghaladja a világszerte. A már működő hazai mélyégi szondák közül is kiemelkedő víz- és hőhozamot mutatnak a Miskolc közelében lévő kitermelő (mályi) és víznyelő (kistokaji) kutak. A továbbiakban ezen adatokkal számolunk [4].

A mélyégi szondákból búvárszivattyúk segítségével a felszínre juttatott vízáram hőtartalmát a közeli nagyvárosi lakótelep távfűtésével és HMV-ellátásával hasznosítják. A beruházás összköltsége 8 milliárd Ft, mely összeg a kutak fúrását, szondák kialakítását, távvezetékek, hőcserélők létesítését is tartalmazza.

A két mélyégi kút (2305 m és 1514 m) mellett még három, összesen 3888 m mélységű víznyelő kutat fúrtak, mindösszesen 7707 m mélységben. A mélységből a felszínre jutó vízáram hőmérséklete 92-100 °C, hozama 7500-9000 l/sec kutanként. Az ez alapján elvárható fűtőteltjesítmény 30 MW. A lakótelepről visszatérő víz a most még csak tervezett melegvázi, és/vagy egyéb hasznosítása nélkül várható az itt jelzett 30 MW fűtőteltjesítmény. A ~30 °C-os visszatérő hőmérsékletig kinyerhető összes hőteljesítmény ~48 MW.

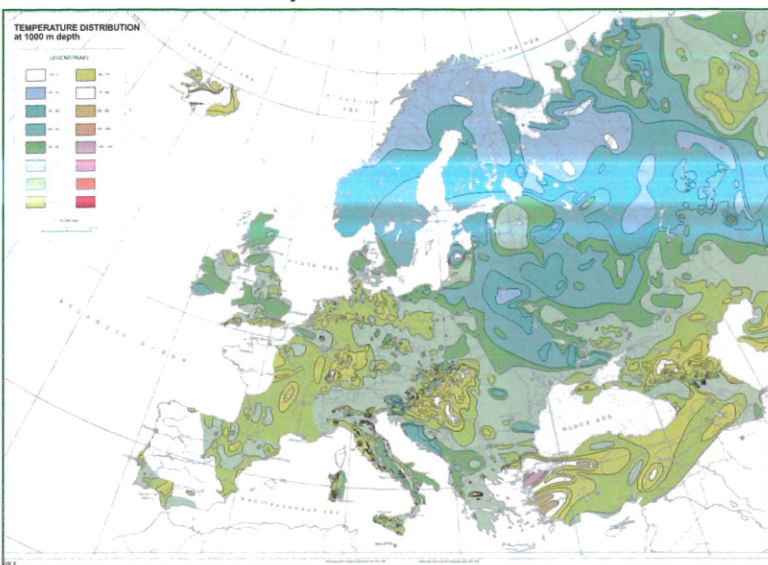
A mélyégi szondarendszer fajlagos beruházási költsége: 8 milliárd Ft : 30 millió W = 266,7 Ft/W. Megjegyzés: Hasonló hőhozam eléréséhez például a német-lengyel síkságon kb. kétszer ilyen mély szondákra lenne szükség [5]. Ez a fajlagos beruházási költség ottani megduplázódását is predesztinálja.

A talajvízzel nedvesített, talajfelszín-közeli és a mélyégi szondák összehasonlítása

A mélyégi szondák előnyei:

- A fűtőteltjesítmény koncentráltan jelentkezik.
- Igen alacsony (rendkívül kedvező) a fajlagos primerenergia-felhasználás mutatója.
- Nagy lakóövezetek szezonális fűtésigényei minimális működtetési befektetés (szivattyúzás, karbantartás) árán elláthatók.
- Fűtési szezonon kívül a mélyégi szondákban működtetett szivattyúk teljesítményszabályozása útján egyszerűen beállítható a földből kivont hő- és forróvíz-mennyiség a csökkent fogyasztási igény szintjére.
- Magyarország előnyös geofizikai adottságaiból adódóan Észak-, Északkelet-Európához képest alacsonyabb fajlagos beruházási igény, gyorsabban megtérülő befektetés várható.

Az ábra a földfelszín alatt 1000 méteres mélységben uralkodó hőmérséklet-eloszlást mutatja.



A mélyégi szondák hátrányai:

- Fűtési szezonon kívül korlátozott (csak HMV) a fűtőkapacitás kihasználási lehetősége. Ez némileg elnyújtja a beruházás megtérülési idejét.
- A felszínközeli, talajvízzel nedvesített szondákénál magasabb fajlagos beruházási költségek (267 Ft/W >170 Ft/W >135 Ft/W).
- Egy létesítmény 5-10 km-es környezetén belül nem lehet másik ugyanilyen. Ez a potenciális nagyfogyasztók (pl. a nagyvárosok) választási lehetőségeit korlátozza.
- Jelenleg még EU-szinten is zavaros jogi környezet (HU: vízjog, bányahatóság, Energiafelügyelet, környezetvédelmi hatóság).

A talajvízzel nedvesített szondák előnyei:

- Sziklás talaj kivételével bárhol igénybe vehető.
- 10x20 m-es alapterületen létesített szondák elegendők egy átlagos hőigényű családi ház ellátásához (akár a kertben, „zöldmezős” beruházás esetében előnyösen a ház alatt).
- A mélyégi szondákénál alacsonyabb fajlagos beruházási költség.
- Nem avatkozik be a talaj vízháztartásába, összetételébe.
- Kedvező szondakörnyezet esetén a fűtési szezon után is eredményesen és a télnél jóval kisebb költséggel és primerenergia-felhasználással hasznosítható a létesített beruházás (klimatizálás, hőtárolás).
- Elektromos szolgáltatás híján is megoldható a rendszer működtetése (robbanómotoros kompresszorral vagy abszorpciós hőszivattyúval).
- Talajvízáramlás-mentes szondakörnyezet esetén mód nyílik a nyári napmeleg egy részének olcsó elraktározására és téli hasznosítására.
- Létesítésének elterjedésével jelentősen csökkenne a lakóházak fűtésre elhasznált primer energia mennyisége.
- Nem befolyásolja a létesítmény környezetének flóráját, faunáját (ellentétben a talajfelszínrel párhuzamosan elhelyezett kollektorral).
- Nincs szükség vízügyi, energiafelügyeleti, bányahatósági engedélyekre.

A talajvízzel nedvesített szondák hátrányai:

- A mélyégi szondákénál magasabb primerenergia-felhasználás a fűtési szezonban.
- Sziklás talaj esetén jelentősen megnőnek a fajlagos beruházási költségek (fúrás költsége, szondahossz-igénynövekedés).
- A jelenlegi hazai pályázati kiírások nem, vagy csak jelentős saját erő befektetése mellett támogatják ilyen rendszer létesítését.

Konklúzió

Nagyfogyasztók esetére a mélyégi fúrásokon alapuló földhő-kinyerés előnyös, különösen ha a talajba történő visszaprélés előtt még van lehetőség a vízáram maradék hőtartalmának hasznosítására is. Kisfogyasztók – családi ház, társasház, intézmény – számára a talajfelszín-közeli földhő-kinyerés előnyösebb.

Felhasznált irodalom

- [1] HOTJET Kft <http://www.hotjet.hu/>
- [2] Black Imre, Tóth László: A talaj hőkinyerése, Energia és Atomtechnika 42 p. 10-16 (1989)
- [3] USP 4 375 831 Geothermal storage heating and cooling system (1983)
- [4] PannErgy Nyrt. <http://www.pannergy.hu/>
<http://miskolci-geotermia.hu/index.php/main/page/projects>
- [5] Suzanne Hurter, Rüdiger Schellschmidt: Atlas of geothermal resources in Europe Geothermics Volume 32, Issues 4-6, August-December 2003, Pages 779-787
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375650503000701>