

A zárt szondás hőszivattyús rendszerek tervezése II. rész

A szondahosszúság és SCOP számítás elméleti alapjai

Az előző részben említetteknek megfelelően, a következőkben, mint olyan mérnök, aki több mint 10 éve alkalmazza az „Oklahoma State University Division Of Engineering Technology” által kidolgozott méretezési szisztémát, amely valójában az IGSHA (International Ground Source Heat Pump Association) méretezési módszere, igyekszem azt e cikk keretein belül olyan mélységig bemutatni, hogy felkeltsem a téma iránt érdeklődő, és a méretezési rendszert nem használó Tisztelt Mérnök Kollégák érdeklődését.

Ezt az alábbi okokból tartom időszerűnek és fontosnak: Magyarországon szakmai berkekben is érezhetően nagy ellentét van a geotermikus hőszivattyús rendszerek alkalmazásának.

Évek óta nem tapasztalható jelentős elmozdulás a rendszerek alkalmazásában, holott a legtöbb európai országban ezen rendszerek alkalmazásában jelentős felfutás tapasztalható. Egy olyan fűtési-hűtési és HMV-rendszert mellőzünk, amely nagyrészt megújuló energiát – földhőt – hasznosít, olyan ár/érték arányban, amelyet bizonyíthatóan egyik alternatív, megújuló energiát hasznosító rendszer sem tud produkálni. Olyan technikát és technológiát mellőzünk, amelyet a leghatékonyabb módon, a legnagyobb komfortfokozatot biztosítva lehet alkalmazni nem csak új, hanem meglévő épületek gázkazános fűtési rendszereinek kiváltására is, és amely megoldást biztosít a jelenlegi gázárak mellett az intézmények, lakóépületek fűtési-hűtési és HMV költségeinek 50-60%-os mértékű csökkentésére.

Olyan rendszert mellőzünk, amely jól illeszthető az energiastratégiába, hiszen a hőszivattyúk hajtásához szükséges (káros) elektromos energia a decentralizált energiaellátás bővülésével, a technikai fejlődéssel nagyrészt megújuló energiával kiválható.

Véleményem szerint a mellőzés egyik oka lehet, hogy mi, a rendszert tervező, kivitelező szakemberek nem használtuk ki kellőképpen a rendszerben rejlő lehetőségeket, az energia hatékonyságra, az ár/érték arány alakulására nem fordítottunk kellő figyelmet. Okot és lehetőséget adtunk a rendszerrel nem szimpatizálóknak, hogy a negatív tapasztalatokat általánosítsák.

A lehetőségek kihasználásának egyik módja, ha a rendszert tervezők, kivitelezők alapjaiban megismerik a hőszivattyús technika és technológia tervezésének elméle-

tét, és nem követik el azokat az alapvető hibákat, amelyekkel sajnos igen sűrűn találkozhatunk, és amelyek alapjaiban megkérdőjelezzik a hőszivattyús rendszerek energiahatékonyságát, ár-érték arányát.

Tapasztalatom szerint a mérnök kollégák egy részének nincs elméleti rálátása, megalapozottsága, a horizontális és vertikális szondarendszerek méretezésének elméletére, amely a rendszerek energiahatékonyságát, ár/érték arányát, üzembiztonságát, jelentősen befolyásolhatja.

Ez egyértelműen a magyar nyelvű szakirodalom és oktatás hiányából ered.

A mérnök kollégák abból dolgoznak, amit kézhez kapnak, és amennyiben az egy egyszerűsített, bizonyos feltételek között működő, ökol szabályokon alapuló méretezési módszer, akkor természetes, hogy az általuk elfogadott. Az egyszerűsített tervezési módszer alkalmazása bizonyos határok között és feltételek mellett elfogadható, de amennyiben a tervező nincs tisztában az elméleti alapokkal, akkor főleg a „határokon kívüli” esetekben, komoly tervezési hiányosságok keletkezhetnek.

Remélem, hogy az alábbiak felkeltik a mérnök kollégák érdeklődését és hozzájárul ahhoz, hogy magas SCOP értékű és kedvező ár/érték arányú geotermikus hőszivattyús rendszerek terveződjenek.

A horizontális és vertikális zárt kollektoros és szondás rendszerek méretezésének elméleti alapja

A szondarendszer méretezésének alapja az adott körülmények közötti, szükséges szondahosszúság meghatározása, amely lehetővé teszi egyéb, számunkra szükséges paraméter, SPF(SCOP) várható értékének meghatározását, és ahogy azt az előző cikkemben írtam, a „Hosszútávú Termikus Hatás” elemzés elvégzését is.

Horizontális földhő kollektor hosszának meghatározása fűtési üzemmódban:

$$L_H(m) = \frac{Q_H \left(\frac{COP_H - 1}{COP_H} \right) \times (R_p + R_s \times F_H)}{(T_L - T_{min})}$$

A képletben szereplő adatok meghatározása

Az épület számított hővesztesége: /Q_H: kW/

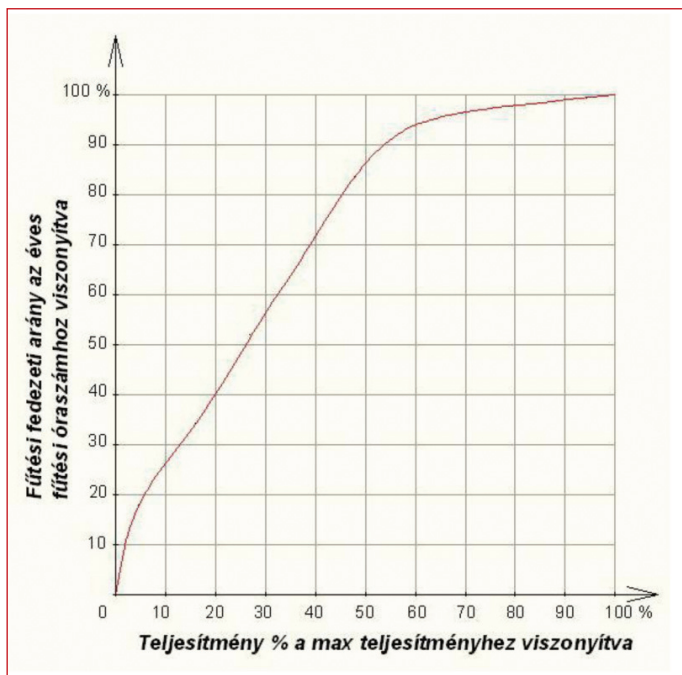
A szondatervezéshez elsőként az épület lehetőség szerinti pontos hőveszteség számítását kell elvégezni: az adott területre a szabványban meghatározott legalacsonyabb külső léghőmérsékleti hőfokszintre. A pontos számítás a

rendszer ár/érték arányát tekintve nagy jelentőségű, hiszen a hőszivattyús rendszereket túltervezni célszerűtlen, költséges, és a rendszerek megítélését erősen rontja!

A hőszivattyús rendszereknél emiatt optimális megoldás a monoenergetikus üzemmód.

A hőszivattyúra számítandó kisebb beruházási költségek miatt, a monoenergetikus üzemmód, a monovalens működésű hőszivattyúval szemben jelent gazdaságossági előnyt.

Általános rendszerkonfiguráció esetén a hőszivattyú fűtőteljesítményét az épület maximális hőszükségletének kb. 70 - 85%-ára (az EN 12831 szabvány szerint) célszerű méretezni. Ebben az esetben a hőszivattyú éves fűtési fedezeti aránya kb. 95 - 98 %. A kiegészítő fűtést célszerű egy puffertartályba épített elektromos fűtőbetéttel megoldani, amelyet szükség esetén, automatikusan a hőszivattyú szabályzója indít (1. ábra).



1. ábra. A hőszivattyú fedezeti aránya (%) az éves fűtési órák %-ában (csak fűtő üzem) szabványos lakóépület esetén a hőszivattyú monoenergetikus üzemben nyújtott fűtőteljesítményének függvényében.

Alkalmazott kollektor/szonda hővezetési ellenállása

Horizontális egycsöves rendszerek esetén a számítása:

$$R_p = \frac{1}{2\pi k_p} \ln\left(\frac{D_{0e}}{D_1}\right) \text{ (mK/W)}$$

D_0 = Cső külső átmérője (mm)

D_1 = Cső belsőátmérője (mm)

k_p = A cső hővezető képessége (W/mK)

Horizontális kétsöves rendszerek esetén a számítása:

$$R_p = \frac{1}{2\pi k_p} \ln\left(\frac{D_{0e}}{D_{0e} - (D_0 - D_1)}\right) \text{ (mK/W)}$$

$D_{0e} = (N)1/2xD_0$

N = csőhurkok száma

A kollektorokat és szondákat körülvevő talajmező hővezetési ellenállása

$$R_s = \frac{1}{S_b k_s} \text{ (mK/W)}$$

S_b = konfigurációtól függő tényező, amelyet manuális számítás esetén táblázatokból és diagramokból lehet meghatározni.¹

A talaj minimum (T_L), valamint a tervezett minimális (T_{min}) folyadék hőmérsékletkülönbségének meghatározása fűtési üzemmódban

$$T_{HD} = T_L - T_{min} \text{ (K)}$$

$T_{min} = ELT = A$ tervezett legalacsonyabb hőszivattyúba bemenő folyadék hőmérséklete. (K).

Ezt a hőmérsékletet a szondatervezést végző mérnök adja meg, az évi SPF-érték, valamint a szükséges furatszámok figyelembevételével.

A T_{min} (ELT) hőmérséklethez tartozó fűtési COP_H értéket a tervezett hőszivattyú teljesítmény táblázatából lehet kiválasztani, a legnagyobb terheléshez tartozó fűtési előremenő hőmérséklet ismeretében.

Példa:

Amennyiben a legnagyobb terhelésnél/legalacsonyabb tervezett külső léghőmérséklet/ a hőszivattyú elpárologtatójába bemenő folyadék hőmérsékletét 5 °C-ban határozzuk meg, és ekkor a fűtési hőleadók működtetéséhez 50 °C-os fűtési előremenő szükséges, akkor az 1.táblázat kijelölt sorában lévő paraméterek az irányadók. Jelen példában a $T_{min} = 5$ °C értékhez tartozó érték: $COP_H = 3,6$.

Vaporline® GBI18-HACW Fűtési üzemmód (50 °C Fűtési hőm.) Propilén/alkohol - víz 23/0%												
Föld oldali adatok					Készülék adatai				Fűtés oldali adatok			
ELT / °C/	Tömeg-áram /l/min/	LLT /°C/	? /°C/	Elpárolg. Telj. /kW/	Elektr. telj. Igény /kW/	Amp. /A/	Fűtési telj. /kW/	COP	EWT / °C/ Fűtés vissza	Tömeg-áram /l/min/	LWT /°C/ Fűtés előre	? /°C/
10,0	58,0	5,4	4,6	17,2	5,6	11,1	22,5	4,0	44,4	58,0	50,0	5,6
7,2	58,0	3,0	4,2	15,9	5,6	11,1	21,2	3,8	41,7	58,0	50,0	5,3
5,0	58,0	1,0	4,0	15,0	5,6	11,1	20,2	3,6	45,0	58,0	50,0	5,0

1. táblázat. A talaj minimum hőmérsékletének meghatározása fűtési üzemmódban (TL), (XS) mélységben.

(Folytatjuk)

FODOR ZOLTÁN
okl. gépészmérnök



¹ Groutng for Vertical Geothermal Heat Pump Systems Engineering Design and Field Procedures Manual IGSHA Oklahoma State University Figure 2-4; Table 2-5