

A zárt szondás hőszivattyús rendszerek tervezése III.

A szondahosszúság és SCOP számítás elméleti alapjai

Jelen cikk keretében folytatom az elő részben elkezdett horizontális és vertikális zárt kollektoros és szondás rendszerek méretezésének, elméleti alapjainak ismertetését. Az előző cikk végén bemutattam egy példát, melyet most megismétlek annak érdekében, hogy egyértelműbb legyen a folytatás.

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 $T_{min}=5\text{ °C}$ értékhez tartozó érték: $COP_H=3,6$.

Föld oldali adatok		Készülék adatai				Fűtés oldali adatok						
ELT /°C/	Tömeg-áram /l/min/	LLT /°C/	Δt /°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	Δt /°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.

$$T_L = T_M - A_s \cdot X \cdot \exp\left\{-X_s \cdot \left(\frac{\pi}{365 \cdot \alpha}\right)^{1/2}\right\}$$

T_M = A talaj átlagos hőmérséklete a tervezett kollektor mélységben (ábra)

A_s = Éves felszíni talajhőmérséklet ingadozás (K)

X_s = A kollektor/szonda telepítés mélysége (m)

α = A talaj termál diffúziója, (m²/nap)

A fenti szükséges hőmérsékleti és geológiai adatok az adott földrajzi területekre jellemzők, melyekhez geológiai táblázatokból hozzá lehet jutni, és így az adott projektre jellemző $T_L(K)$ érték számítható, és a fentiek alapján a $T_{HD} = T_L - T_{min}$ (K) érték meghatározható.

A hőszivattyú futási százalékának meghatározása (FH)

Számítása. $F_H = \frac{\text{Havi hőszivattyú üzemórák száma}}{31 \times 24}$

Léghőmérsékleti hőfoklépcsők /°C/	Hőmérséklet /°C/	Előfordulási órák száma	Az épület fűtési telj. igénye /kW/	Hőszivattyú futási óraszám
13/15	14	64	0,8	3,6
10/12	11	79	2,2	11,9
7/9	6	102	3,6	25,3
8/6	3,0	160	4,9	54,0
0/5	0	324	7,6	169,8
-1/4	-3	236	9,0	146,5
-5/-2	-5	81	10,4	58,0
-9/-6	-8	61	11,7	49,2
-12/-10	-11	32	14,5	32,0
-15/-13	-14	5	15,8	5,4
-17/-14	-16,5	2	17,2	2,4
				558

$F_H = 558/24 \times 31 = 0,75$

2. táblázat

A 2. táblázat alapján nyomon követhető a futási százalék meghatározásának menete. A táblázat adatai tájékoztató jellegűek, tervezésre nem alkalmasak. A léghőmérsékleti adatok és előfordulási órák száma a meteorológiai szolgálattól beszerezhetők.

Horizontális földhő kollektor hosszának meghatározása hűtési üzemmódban

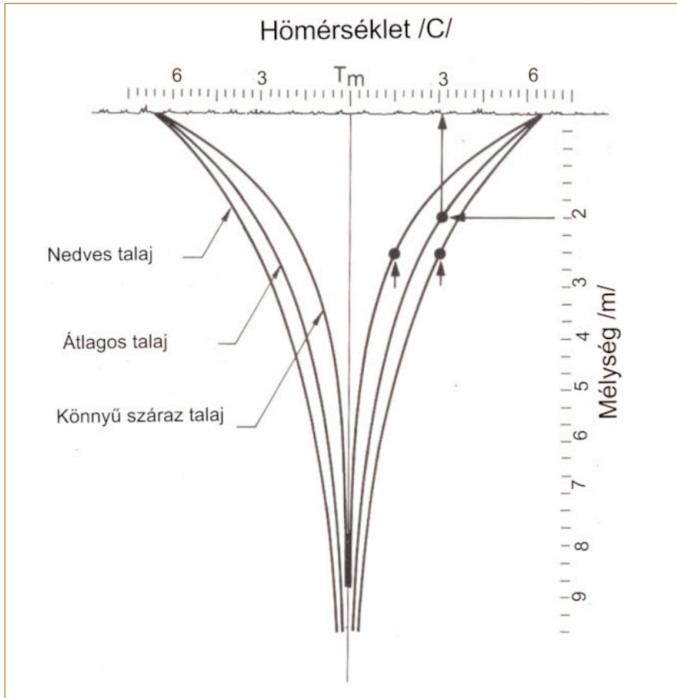
$$L_c(m) = \frac{Q_c \cdot \left(\frac{COP_c + 1}{COP_c}\right) \cdot (R_p + R_s \cdot F_c)}{(T_{max} - T_H)}$$

Q_c = az épület számított nyári hőterhelése /kW/
 COP_c = a kiválasztott hőszivattyú „ T_{max} ” értékhez tartozó COP értéke

R_p, R_s = a fűtési üzemmódban számítottak szerint
 F_c = A hőszivattyú futási százaléka hűtési üzemmódban. Meghatározása a fűtési üzemmódban vázolt módszernek megfelelően történhet.

T_{max} = A = folyadék /föld oldal/ maximális hőmérséklete hűtési üzemmódban. A szondarendszer tervezője határozza meg.

T_H = a talaj évi maximum hőmérséklete a kollektorok mélységében



Ábra. Talaj hőmérséklet

$$T_H = T_M + A_s \cdot \text{EXP} \left\{ -X_s \left(\frac{\pi}{365 \cdot \Delta} \right)^{1/2} \right\}$$

A vertikális szondák méretezése

A vertikális szondák méretezése alapjaiban nem különbözik a horizontális szondák méretezésétől.

A különbség: $T_L = T_H = T_M$

Ez azt jelenti, hogy a talaj hőmérsékletnél az adott terület geotermikus gradienseiből következő átlagos talaj hőmérsékletet kell figyelembe venni a fűtésnél és a hűtésnél is egyaránt.

A másik különbség a kollektorokat és szondákat körülvevő talajmező hővezetési ellenállásának számításában van. A szondákban a tömedékeléshez szükséges különféle tömedékelő anyagok, a furat átmérők, a szondák elhelyezése befolyásolják a szondát közvetlenül körülvevő réteg hővezetési ellenállását, amelyet a számításnál figyelembe kell venni.

$$R_g = \frac{1}{S_b} \left[\frac{R_s - R_g}{R_s R_g} \right] \text{ (mK/W)}$$

k_g = a tömedékelő anyag hővezetési ellenállása (W/mK)

Az előzőekben a zárt szondás rendszerek méretezésének módszerét követhettük nyomon, hiszen a részletek, a sok szükséges táblázat, diagram, amely a főleg a hővezetési ellenállások, talajhőmérsékletek meghatározásához szükségesek, könyv terjedelműek, így egy cikk kereteit, lehetőségeit bőven meghaladják. A fentiek megértése és ismerete azonban elégséges lehet ahhoz, hogy erre az elméleti módszerre épülő szondatervező szoftverek alkalmazását elsajátítsuk és sikeresen alkalmazzuk.

A fenti kollektor és szonda tervezési módszer alapján egyértelmű, hogy zárt szondás rendszerek tervezését a hőszivattyú típus megválasztása nélkül nem lehet megfelelő szinten elvégezni. Hangsúlyozottan igaz ez amennyiben a szondatervezés a várható évi SPF (SCOP) érték számítását is elvégzi. Ehhez ugyanis a tervezett fűtési hőfokszintek között általában három fűtési előremenő hőfokszintre kell megadni a kiválasztott hőszivattyú paramétereit, köztük a pillanatnyi COP-értékeket. Lehet mondani, hogy ahány hőszivattyú, annyi értéket képvisel.

A fentiek alapján az is egyértelmű, hogy különböző hőszivattyú típusokhoz ugyanolyan évi SPF (SCOP) érték eléréséhez, ugyanazon geológiai viszonyok között nem egyforma szondahossz, illetve szondaszám szükséges.

A méretezési módszer alapján az is látható, hogy a szondákat nem kW értékre, hanem kWh terhelésre méretezzük, hiszen a képlet számlálójában a F_H , a hőszivattyú futási százaléka is szerepel. A külső hőmérsékleti viszonyok, a fűtési-hűtési órák számának ismerete nélkül az F_H érték nem határozható meg.

Végezetül, meg kell jegyezni, hogy a szondatervezés láthatóan részben épületgépészeti (Q_H, F_H, COP érték meghatározás), másrészt geológiai ismereteket kíván meg. Mindenesetre ezt a tervezést, az első cikkben írt „Hosszútávú Termikus hatás Elemzéssel” egyetemben a hőszivattyús rendszer tervezője nem ruházhatja át a szondatelepítést végző szakemberre, hiszen ez a számítás lehet az alapja az elkészített hőszivattyús rendszer tervének.

A cikk következő részében egy gyakorlati példát mutatok be egy szondatervező szoftveren keresztül, amely remélhetőleg értelmezhetőbbé teszi a számítási módszert és hozzájárul a szélesebb körű alkalmazásához.

(Folytatjuk)

FODOR ZOLTÁN
okl. gépészmérnök

