

Az aktív hőszigetelés elemzése 1. rész

szerző: dr. Csomor Rita

Ezzel a cikkel (1., 2., 3. rész) kezdjük:

Aktív hőszigetelés

azaz paradigma váltás az alacsony hőmérsékletű földkéreg energiájának közvetlen hasznosításában

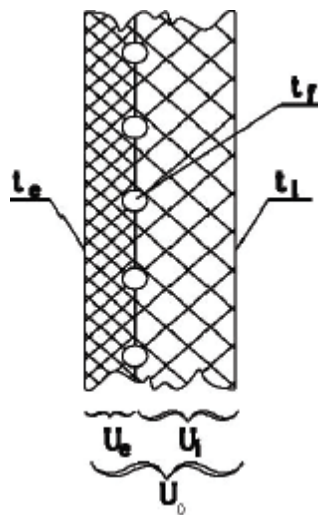
Egy magyar találmány által, amelynek feltalálói Bárkányi Tamás és Nagylucskay László, vált közismertté az alapgondolat, hogy az alacsony hőmérsékletű földkéreg energiáját, amelyet első sorban a Naptól kap, ne fűtésre, hanem aktív hőszigetelésre használjuk. Ezen szakcikk első részében az olvasóknak bemutatjuk az aktív hőszigetelés elméletét, majd a későbbiekben pedig a gyakorlati alkalmazásával foglalkozunk.



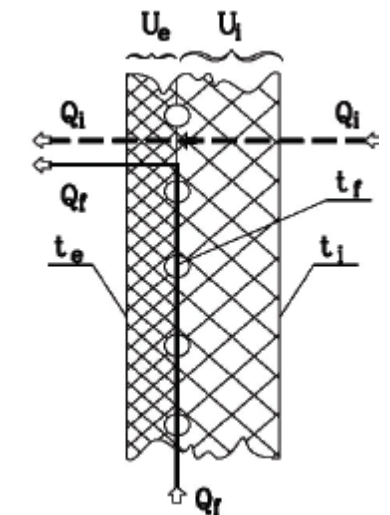
46 | Magyar Installateur | 2013/1.

1.1

U_o - a teljes szerkezet hőátbocsátási tényezője,
 U_i - a belső tér és az aktív hőszigetelés közötti réteg hőátbocsátási tényezője,
 U_e - az aktív hőszigetelési réteg és a külső tér közötti réteg hőátbocsátási tényezője,
 t_e - a külső hőmérséklet,
 t_i - a belső hőmérséklet,
 t_f - az aktív hőszigetelő réteg hőmérséklete.



1. ábra



2. ábra

- aktív hőszigetelés nélküli szerkezeten áthaladó hőmennyiség
 $q_0 = U_o \cdot (t_i - t_e)$
 - a belső tér hővesztése aktív hőszigetelésnél
 $q_i = U_i \cdot (t_i - t_f)$

tudjuk, hogy
 $q_0 = q_i + q_f$
 ezért
 - az aktív hőszigetelési rétegbe vezetendő hőmennyiség $q_f = q_0 - q_i$

Erre az összefüggésre később következtetéseket alapoz a szerző. Ám a jobb oldali ábráról is látszik, hogy ez nem igaz.

Itt le kell szögezni, hogy az aktív hőszigetelésű szerkezetben kialakuló hőáramok alapösszefüggéséről van szó, ez itt az alfa és az omega. Nyilvánvalóan, ha az aktív hőszigetelést működtetik, azaz a folyadék keringetés be van kapcsolva, akkor nem is szerepel a rendszerben a q_0 hőáramsűrűség. Van viszont q_i , (a beltérből az

aktív rétegig), q_e (az aktív rétegtől a kültérig) és q_f (az aktív réteg által betáplált hőáramsűrűség).

Közöttük az összefüggés:

$$q_e = q_i + q_f$$

1.2

Amennyiben a belső t_i hőmérsékletű teret és a külső t_e hőmérsékletű teret elválasztó szerkezet, aminek aktív hőszigetelés nélküli hőátbocsátási tényezője U_0 , valamint a működő aktív hőszigetelés következtében az aktív hőszigetelő réteg hőmérséklete t_f , akkor a belső tér hővesztése csak olyan nagyságú, mintha ugyanannak a teljes szerkezetnek U_a lenne a hőátbocsátási tényezője.

$$Q = A \cdot U_a (t_i - t_e) \text{ [W]}$$

ahol

A a felület [m^2],
 U_a a látszólagos hőátbocsátási tényező $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$,
 $(t_i - t_e)$ a belső hőmérséklet t_i és a külső hőmérséklet t_e különbsége [K],
 $q_i = U_a (t_i - t_e)$, ebből

$$U_a = \frac{q_i}{t_i - t_e}, \text{ de}$$

$$q_i = U_i (t_i - t_f),$$

ezért

$$U_a = U_i \frac{t_i - t_f}{t_i - t_e}$$

A szerző eredménye a látszólagos U-értékre:

$$U_a = U_i \cdot \frac{t_i - t_f}{t_i - t_e}$$

ez egy helyes eredmény, de a helyén kellene kezelni. A fűtési idény során a külső hőmérséklet, t_e , változik. Minél hidegebb van, a nevező annál nagyobb, tehát a fal látszólagos – vagy effektív – U-értéke annál kisebb. A nagyon hideg napok száma azonban kevés, bizonyos hőmérséklet felett pedig a keringetést ki kell kapcsolni, mert nem fűtene, hanem hűtene.

A cikk 3. részében viszont közli, hogy az eredeti $0,2715 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ U-érték helyett egy szerkezetre érvényes:

Látszólagos hőátbocsátási tényező
 $q_i: U_a = 0,051 \text{ (W/m}^2\text{,K)}$ (1. ábra)

anélkül, hogy jelezné, hogy ez egy változó érték kellene, hogy legyen, és nem közli, hogy milyen

t_f és t_e értékekkel számolt. Ez tehát megtévesztő, mert azt a látszatot kelti, hogy aktív hőszigeteléssel a hőátbocsátási tényező az ötödrészt csökkenthető, holott ez nem igaz.

1.3

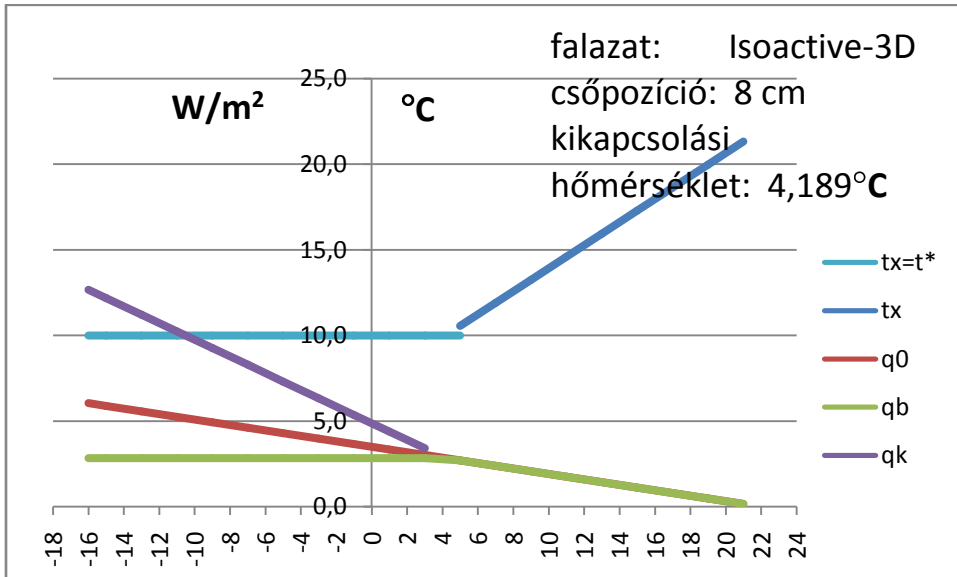
dó hőmennyiség. Az aktív hőszigeteléssel a belső és külső tér közötti hőáramot tudjuk csökkenteni azáltal, hogy a hőelosztó rétegbe energiát vezetünk, vagy elvonunk.

Télen ennek az ellenkezője igaz, ami éppenséggel egy ellenérv az aktív hőszigeteléssel szemben. Azáltal, hogy az aktív hőszigetelő rétegbe energiát vezetünk, növekszik a kültérbe jutó hőáram. Vagyis a környezetet indokolatlan mértékben melegítjük.

A valóságos viszonyok télen az egyes hőáramsűrűségek között a szerző által Isoactive-3D-nek nevezett falszerkezetre a 3. ábrán ábrán láthatók, a következő adatokkal.:

$$U_0 = 0,159 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}), \quad U_e = 0,487 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}), \quad t_i = 22 \text{ fok}, \quad t_f = 10 \text{ fok}$$

t_x = az aktív réteg hőmérséklete



3. ábra

Aktív hőszigetelés II.

azaz a napenergia gazdaságos és környezetbarát hasznosítása

2.1

Hőáramlás az aktív hőszigetelésű épületszerkezetben télen (1. ábra)

Ez az eset akkor áll fenn, ha a hőelosztó rétegben a külső hőmérsékletnél és egyidejűleg az aktív hőszigetelés hőelosztó rétegben kialakult hőmérsékletnél is magasabb, de a belső hőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékletet tudunk biztosítani. $t_i > t_f > t_{fo} > t_e$

A belső tér hővesztése aktív hőszigetelés nélkül $Q_0 = U_0(t_i - t_e)$

A belső tér hővesztése aktív hőszigeteléssel $Q_i = U_i(t_i - t_f)$

Az aktív hőszigetelő rétegbe vezetett hőmennyiség $Q_f = Q_0 - Q_i$

Ez az eset akkor áll fenn, ha a hőelosztó rétegben a külső hőmérsékletnél alacsonyabb, de a belső hőmérsékletnél magasabb hőmérsékletet tudunk biztosítani. $t_e > t_f > t_i$

A talajba vezetett külső hőterhelés hőmennyisége $Q_f = U_e(t_e - t_f) = Q_0 - Q_i$

A talajba vezetett külső hőterhelés hőmennyisége $Q_0 = U_0(t_e - t_i)$

A belső térbe jutó külső hőterhelés hőmennyisége $Q_i = U_i(t_f - t_i)$

Ez vagy ez?

Láttuk már, hogy ezek nem igazak.

Ezek közül melyik?

2.2.

Hőáramlás az aktív hőszigetelésű épületszerkezetben nyáron, a külső hőterhelés csökkentésével (2. ábra)

Hibák, mint a 2.1-ben

Ez az eset akkor áll fenn, ha a hőelosztó rétegbe a külső hőmérsékletnél alacsonyabb, de a belső hőmérsékletnél magasabb hőmérsékletet tudunk biztosítani. $t_e > t_f > t_i$

A talajba vezetett külső hőterhelés hőmennyisége

$$Q_f = U_e(t_e - t_f) = Q_o - Q_i$$

A talajba vezetett külső hőterhelés hőmennyisége

$$Q_o = U_o(t_e - t_i)$$

A belső térbe jutó külső hőterhelés hőmennyisége

$$Q_i = U_i(t_f - t_i)$$



Aktív hőszigetelés III.

Vegyük például egy épületszerkezetet, melynek a rétegrendje:

- teherhordó szerkezet B 30- as tégl (30 cm),
- belső hőszigetelő réteg 8 cm EPS,
- hőelosztó réteg csőhígyóval (aktív hőszigeteléshez) 0,3 mm horganyzott acéllemez,
- külső hőszigetelő réteg 6 cm EPS.

A téglafal hőátbocsátási tényezője: $U_{00} = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$

A téglafal + 14 cm EPS passzív hőszigetelés

$U_o = 0,1914 \text{ W/m}^2\text{K}$

A téglafal + 8 cm EPS

$U_i = 0,2715 \text{ W/m}^2\text{K}$

A külső hőszigetelés 6 cm EPS $U_e = 0,6154 \text{ W/m}^2\text{K}$

3.1

A hőátbocsátási tényezők között a következő összefüggésnek kell fennállni:

$$\frac{1}{U_0} = \frac{1}{U_e} + \frac{1}{U_i}$$

ami itt nem teljesül, és más közleményeik esetén sem. A hiba az, hogy bár az aktív réteg egy szerkezeten belüli, levegővel nem határos réteg, mégis annak tekintik és hol 1/24, hol 1/8 alfát tesznek rá.

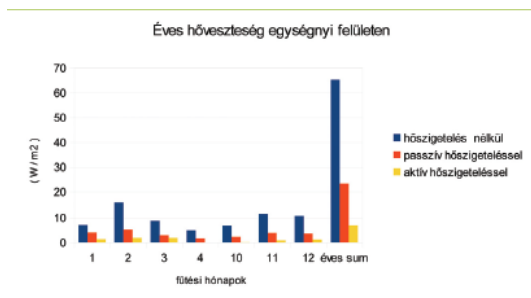
Fűtési hónapok:	I	II	III	IV	X	XI	XII	
havi átlag hőmérséklet								
Belső (C°) t_i	21	21	21	21	21	21	21	
Külső (C°) t_e	0,3	-6,0	6,0	12,8	9,3	1,2	2,5	
hőelosztó réteg (C°) t_f	16,4	14,5	14,4	21,0	20,6	18,0	16,8	
fűtési napok száma	31	28	30	15	15	30	31	
hővesztesség egységnyi felületen								
q_m (W/m ²)	7,0	15,7	8,7	4,8	6,8	11,5	10,7	65,2
q_o (W/m ²)	4,0	5,2	2,9	1,6	2,2	3,8	3,5	23,2
q_i (W/m ²)	1,3	1,8	1,8	0,0	0,1	0,8	1,1	6,9

3.2

A táblázatot külön idemácsolom:

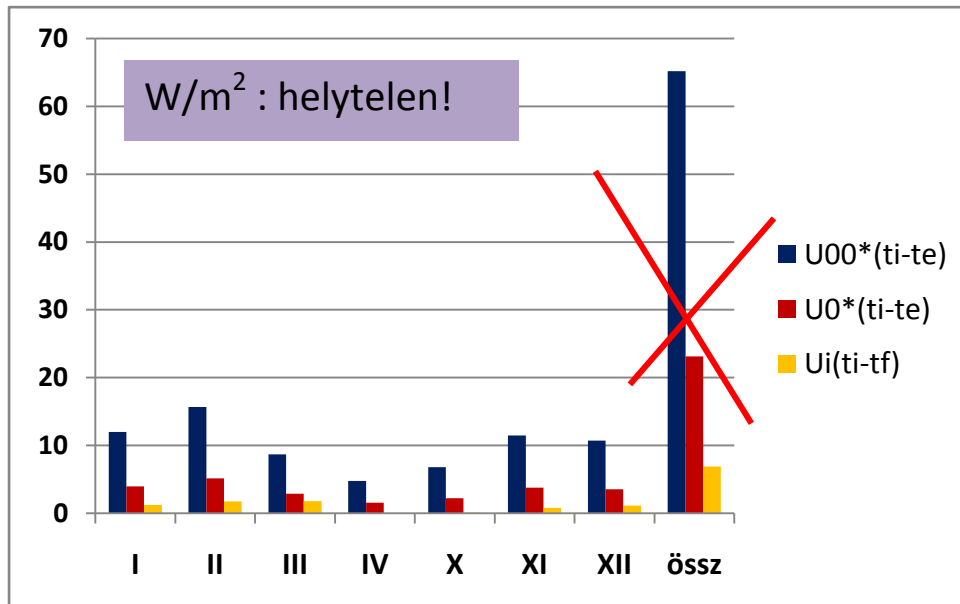
Fűtési hónapok	I	II	III	IV	X	XI	XII	
	havi átlag hőmérséklet							
Belső(C°)ti	21	21	21	21	21	21	21	
Külső(C°)te	0,3	-6	6	12,8	9,3	1,2	2,5	
hőelosztó réteg(C°)tf	16,4	14,5	14,4	21	20,6	18	16,8	
fűtési napok száma	31	28	30	15	15	30	31	
a szerző ezt ábrázolta:	hővesztesség egységnyi felületen							
q00(W/m2)	7	15,7	8,7	4,8	6,8	11,5	10,7	65,2
q0(W/m2)	4	5,2	2,9	1,6	2,2	3,8	3,5	23,2
qi(W/m2)	1,3	1,8	1,8	0	0,1	0,8	1,1	6,9

Itt: $q_{00} = U_{00} \cdot (t_i - t_e)$, $q_0 = U_0 \cdot (t_i - t_e)$, $q_i = U_i \cdot (t_i - t_f)$



1. ábra. Éves hővesztesség egységnyi felületen

4. ábra



5. ábra

Világosan látszik, hogy a táblázatban **hőáramsűrűségek** szerepelnek, W/m² dimenzióval. Mégis összeadta a szerző a havi értékeket. Mintha a betegről, akinek hétfőtől péntekig 38 fokos a láza, azt mondaná az orvos, hogy az öt nap alatt 190 fokos láza volt.

3.3

q00 januári értéke hibás. Helyesen: 12,006 W/m².

3.4

Következik a táblázat alatt ez:

éves hőveszteség egységnyi felületen téglafalon (30 cm)	
q ₀₀ = 65,2 (W/m ²)	x 4320 h = 282 (kWh/év/m ²)
tégla+14 cm EPS (44 cm) q _o = 23,2 (W/m ²)	
	x 4320 h = 100 (kWh/év/m ²)
tégla+8cm EPS+0,03 lemez +6 cm EPS	
q _i = 6,9 (W/m ²)	x 4320 h = 29 (kWh/év/m ²)

4320 óra = 180 nap, a fűtési idény hossza. Ezt megszorozza a helytelenül összeadott hőáramsűrűségekkel, nézzük meg jól: ez azt jelenti, hogy minden hónap adatát megszorozza 6 hónap hosszával, majd ezeket adja össze!

Nézzük meg, mit kellett volna tenni:

	U00	U0	Ub	Uk				
Ez a jó számolás	0,58	0,1914	0,2715	0,6154				
Fűtési hónapok	I	II	III	IV	X	XI	XII	össz
ti-te	20,7	27	15	8,2	11,7	19,8	18,5	
ti-tf	4,6	6,5	6,6	0	0,4	3	4,2	
Ez a jó számolás a hőáramsűrűségekre:								
U00*(ti-te)	12,006	15,66	8,7	4,756	6,786	11,484	10,73	70,12
U0*(ti-te)	3,962	5,1678	2,871	1,56948	2,23938	3,78972	3,5409	23,14
Ub(ti-tf)	1,2489	1,76475	1,7919	0	0,1086	0,8145	1,1403	6,87
Bárkányi ezt számolta (példa: az első sor):	4,320*	4,320	4,320*8	4,320	4,320*6,	4,320*11	4,320*1	
	7	*15,7	,7	*4,8	8	,5	0,7	
U00*(ti-te)*180 nap	30,24	67,824	37,584	20,736	29,376	49,68	46,224	281,664
U0*(ti-te)*180 nap	17,116	22,464	12,528	6,912	9,504	16,416	15,12	100,060
Ub(ti-tf)*180 nap	5,395	7,776	7,776	0	0,432	3,456	4,752	29,587
Ezt kellett volna számolni, és ábrázolni (minden hónapot csak a saját napjaival):	31*12*	28*15,66*	30*8,7*0	15*4,765	15*6,786*	30*11,48*	31*10,73	
	0,024	0,024	,024	*0,024	0,24	0,024	*0,024	
n*U00*(ti-te)*24/1000	8,932	10,524	6,264	1,712	2,443	8,268	7,983	46,127
n*U0*(ti-te)*24/1000	2,948	3,473	2,067	0,565	0,806	2,729	2,634	15,222
n*Ub(ti-tf)*24/1000	0,929	1,186	1,290	0,000	0,039	0,586	0,848	4,879

Tehát a fűtési idényben az egyes fajlagos (1 m²-re eső) hőveszteség értékek rendre nem 282, 100 és 29, hanem 46,13, 15,22 és 4,88 kWh/(m²a).

3.5

Szükséges hőmennyiség a hőelosztó rétegbe

$$q_f = q_o - q_i = 23,2 - 6,9 = 16,3 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Már a cikk első részénél leszögeztük, hogy ez nem igaz. Csak annak a kedvéért, hogy lássuk: ez nem elírás, hanem a saját maga által feltalált rendszert leíró egyik alapösszefüggést nem ismeri a szerző.

3.6

A fenti számítási példa egységnyi aktív hőszigetelésű felületre vonatkozik, ahol az aktív és passzív hőszigetelés éves megtakarításának különbsége csak a fűtési energiára számolva: $100 - 29 = 61 \text{ (kWh/év/m}^2\text{)}$ ami több, mint 60 %-os fűtési energia megtakarítás

Ez nagyon impozánsnak tűnik, de láttuk, hogy rossz adatokon alapul.

Az én táblázatomból még nagyobb megtakarítás adódik: $(15,22 - 4,88) = 10,34$, ami 68%.

Mielőtt ezt biztosra vennénk, vegyük észre, hogy a szerző ezekkel az aktív rétegbeli hőmérsékletekkel számolt:

Fűtési hónapok	I	II	III	IV	X	XI	XII	
hőelosztó réteg(C°)tf	16,4	14,5	14,4	21	20,6	18	16,8	

Honnan vette az adatokat?

Idézzük:

A második részben bemutattuk az aktív hőszigetelést a hőáramok tükrében. Most nézzük meg egy aktív hőszigetelésű épületszerkezet hőátbocsajtásának számítását (a kísérleti épület mért hőmérsékleti adatai alapján).

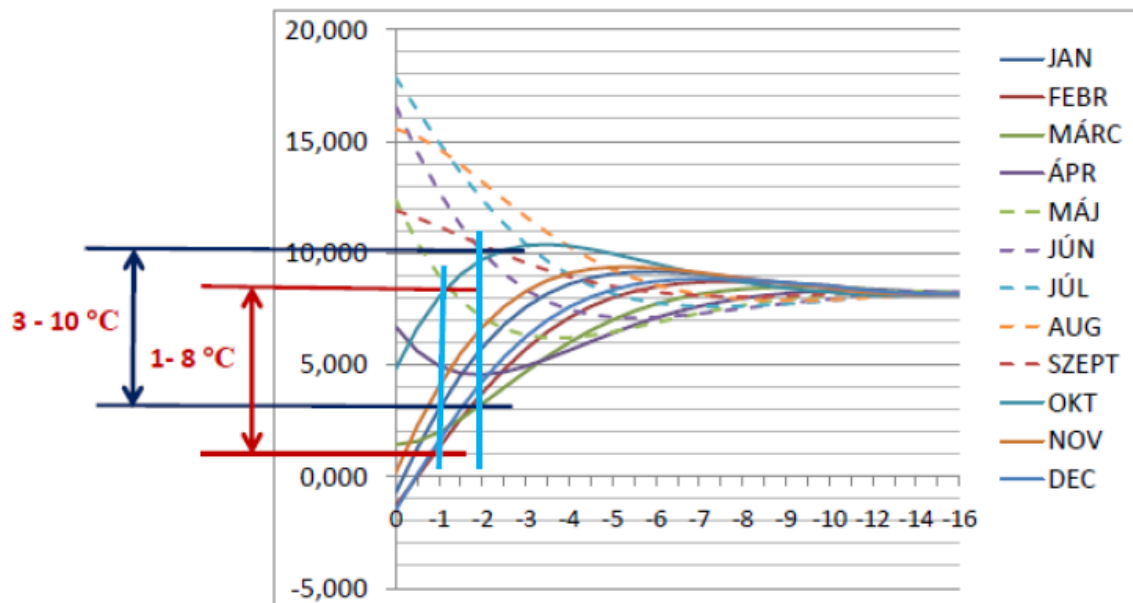
Ezek teljesen irreális adatok.

A hőmérséklet-eloszlás a talajban így írható le:

$$T = T_0 + \gamma z + A \cdot \exp\left(-z \cdot \sqrt{\frac{\pi \rho c}{\lambda t_0}}\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{t_0} \cdot t + \varphi(t) - z \cdot \sqrt{\frac{\pi \rho c}{\lambda t_0}}\right)$$

Itt t_0 a periódusidő (365 nap), ρ , c és λ rendre a talaj tömegsűrűsége, fajhője és hővezetési együtthatója. A külső hőmérséklet T_0 középérték körül ingadozik A amplitúdóval, az exponenciális tag a külső hőingadozás csillapodását írja le a mélység függvényében, a sinus argumentumában a második és harmadik tag azt fejezi ki, hogy a külső változások az egyre mélyebb rétegekbe egyre nagyobb késéssel jutnak le.

Ha a mélység függvényében ábrázoljuk a talajhőmérsékletet az egyes hónapok közepére számítva, nagyjából ezt kapjuk:



6. ábra

Folytonos vonallal a fűtési ideny hónapjainak görbéit ábrázoltam.

1 m mélyen a hőmérséklet-értékek 1 és 8 °C között, 2 m mélyen 3 és 10 °C között változnak. Az tehát, hogy októberben kb. 1,7 m mélyről – ahogy a szerző leírja máshol a kísérleti épület talajkollektorát – 20,6 fokos vizet hoz fel a csövekbe a szivattyú, számomra teljesen abszurdnak tűnik. Ha mondjuk 9 fokkal számolunk, az a fenti ábrát tekintve elég optimistának mondható. Számoljuk át ezzel az értékkel a táblázatot:

Fűtési hónapok	I	II	III	IV	X	XI	XII	
	havi átlag hőmérséklet							
Belső(C°)ti	21	21	21	21	21	21	21	
Külső(C°)te	0,3	-6	6	12,8	9,3	1,2	2,5	
hőelosztóréteg(C°)tf	9	9	9	9	9	9	9	
fűtési napok száma	31	28	30	15	15	30	31	
$n \cdot U_{00} \cdot (t_i - t_e) \cdot 24 / 1000$	8,932	10,524	6,264	1,712	2,443	8,268	7,983	46,127
$n \cdot U_0 \cdot (t_i - t_e) \cdot 24 / 1000$	2,948	3,473	2,067	0,565	0,806	2,729	2,634	15,222
$n \cdot U_i \cdot (t_i - t_f) \cdot 24 / 1000$	2,424	2,189	2,346	1,173	1,173	2,346	2,424	14,075

Az így adódó megtakarítás $(15,222 - 14,075) \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{a}) = 1,147 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{a})$, ami mindössze 7,5 %, és csak a becsővezetett külső határfalra vonatkozik.