

Az aktív hőszigetelés elemzése 2. rész

szerző: dr. Csomor Rita

Folytassuk az aktív hőszigetelés elemzését a [www.isoactive-3d.hu](http://www.isoactive-3d.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=58:szigeteljenk-es-ne-ftsuenk-foeldenergiaval&catid=3:newsflash) honlapon közzétett leírás (http://www.isoactive-3d.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=58:szigeteljenk-es-ne-ftsuenk-foeldenergiaval&catid=3:newsflash) alapján.

(eredeti szöveg ez, **magyarázat** ez)

Hogyan működik?

Ha az épület hőveszteség-számítását elvégezzük az építkezés helyére, a hőtechnikai szabvány által előírt külső hőmérsékletre (pl. $t_e = -15\text{ °C}$), a határoló szerkezet teljes hőátbocsátási tényezőjével (U [$\text{W/m}^2\text{K}$]), és összehasonlítjuk a talajhő által a szerkezetben ($t_f = +10\text{ °C}$) kialakult hőmérséklet és belső szerkezeti (U_i) hőátbocsátási tényező figyelembevételével számolt hőveszteséggel, jelentős eltérést tapasztalunk, mely az 50%-ot is meghaladhatja (3–5. ábra).

Vegyünk egy példát: legyen a falszerkezet teljes hőátbocsátási tényezője $U = 0,15\text{ W/m}^2\text{K}$, a méretezési külső hőmérséklet $t_k = -15\text{ °C}$, a belső hőmérséklet $t_i = 22\text{ °C}$.

Hőveszteség az egységnyi szerkezeten ($A = 1\text{ m}^2$):

$$q = U \cdot (t_i - t_k) = 0,15 \cdot 37 = 5,55\text{ W/m}^2$$

A prospektusában ismertetett Isoactive-3D falszerkezettel ez jön ki

$$Q_0 = U_{\text{egész}} \cdot (t_i - t_e) = 0,161624 \cdot 35 = 5,6568328\text{ W/m}^2$$

Ha a szerkezet belső hőátadási tényezője $U_i = 0,3\text{ W/m}^2\text{K}$, és a talajhő által biztosított „külső” hőmérséklet $t^* = +10\text{ °C}$, akkor:

$$Q_i = U_i \cdot (t_i - t^*) = 0,3 \cdot 12 = 3,6\text{ W/m}^2$$

Mi ez, teremtés? Miért „legyen” $U_i = 0,3\text{ W/(m}^2\text{K)}$, és miért pont ennyi? Miért nem egy konkrét falazat rétegrendjére vonatkozó érték, konkrétan kiszámítva, aszerint, hogy melyik síkban van a csőrendszer?

A 11 cm-es külső EPS-rétegben reálisan úgy helyezhető el a csőrendszer, hogy minimum 3 cm, maximum 8 cm a külső EPS réteg x vastagsága. Ezekre az x értékekre az U_e és U_i értékek konkrétan ennyinek adódnak:

x (cm)	U _i	U _e	U _{eredő}	Q _i	Q _e	Q _{cső}	Q ₀
3	0,1864	1,2174	0,1616	2,2364	30,4346	28,1982	5,9801
4	0,1957	0,9278	0,1616	2,3486	23,1945	20,8458	5,9801
5	0,2061	0,7495	0,1616	2,4727	18,7371	16,2643	5,9801
6	0,2176	0,6287	0,1616	2,6107	15,7167	13,1061	5,9801
7	0,2304	0,5414	0,1616	2,7649	13,5349	10,7700	5,9801
8	0,2449	0,4754	0,1616	2,9385	11,8850	8,9465	5,9801

Eszerint:

- * egyik részellenállás sem adódik kb. 0,3-ra
- * nincsenek egyik csőpozícióban sem megegyező U_i és U_k értékpárok.

Vegyük fel ezért a csőhálózatot ott, ahol ez a +4°C-os téli átlagos külső hőmérséklet esetén körülbelül optimálisnak látszik. Ez kb. x=5 cm.

Ezzel a mi esetünkben a szerkezet belső hőátadási tényezője U_i = 0,2060 W/m²K, és a talajhő által biztosított „külső” hőmérséklet t* = +10 °C, akkor:

$$Q_i = U_i \cdot (t_b - t_f) = 0,2060 \cdot 12 \text{ W/m}^2 = 2,47272 \text{ W/m}^2$$

Ha a szerkezet külső hőátadási tényezője szintén U_e = 0,3 W/ m²K, akkor a külső rétegek hővesztesége, melyet a talajhőnek kell fedezni:

$$Q_e = U_e \cdot (t_f - t_e) = 0,3 \cdot 25 = 7,5 \text{ W/m}^2$$

Ismét a valós értékekkel számolunk:

$$Q_e = U_e \cdot (t_f - t_e) = 0,749483 \cdot 25 \text{ W/m}^2 = 18,7371 \text{ W/m}^2.$$

A Q_e veszteségi hőáramot nem egyedül a talajhő fedezi, hanem a belső fűtőberendezés és a talajhő együtt! Energiamegmaradás! Nagyon durva hiba!

Ha nem fűtenénk egy közbülső szigetelőréteget egy magasabb t* hőmérsékletre, a falon Q₀ nagyságú hőáram távozna, az aktív falfűtés esetén viszont Q_e hőáram távozik.

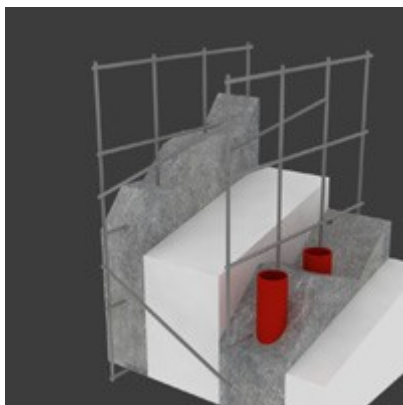
Ezt a hőáramot két forrás fedezi:

- a lakást fűtő elsődleges hőtermelő, és a
- a csőhálózatban keringő fűtőközeg.

Azt is megállapíthatjuk, hogy a környezetet az aktív falfűtéssel, -15°C külső hőmérséklet mellett háromszor akkora hőterheléssel (5,6568328 W/m² versus 18,7371 W/m²) sújtjuk, mint anélkül, mivel Q_e körülbelül háromszor akkora hőáram, mint amennyivel eredetileg lehetett pótolni a falazat transzmissziós veszteségét..

Az aktív hőszigetelés alkalmazásával a példa szerinti épületnél a falszerkezeten **az energiamegtakarítás** hányada:

$$\eta = \frac{Q_i}{Q} = \frac{A \cdot U_i \cdot (t_i - t_f)}{A \cdot U \cdot (t_i - t_e)} = \frac{290 \cdot 0,3 \cdot (22 - 10)}{290 \cdot 0,15 \cdot (22 - (-15))} = 0,648 \sim 65 \% \quad (4)$$



Az „**energiamegtakarítás hányada**”, ami itt **65%-nak van feltüntetve, valójában nem a megtakarítást mutatja, és ezért megtévesztő**. Valójában amit itt felírtak, az a belső fűtőberendezés által fedezett kétféle veszteség aránya: a **veszteség** aktív hőszigetelés és az eredeti hőszigetelés esetére.

Megtakarítás – hétköznapi és szakmai szóhasználatban egyaránt – az eredeti és a csökkentett veszteség különbsége, ill. %-os arányban kifejezve: a különbség az eredeti értékhez viszonyítva. **Így a fenti számokkal képezett arány 35% lenne. A 65% tehát többszörösen megtévesztő!**

Viszont a kiindulási adatok sem állják meg a helyüket, mert a 2:1-es $Q_0 : Q_b$ arány – lásd fent – a leírt szerkezetben semmilyen csővezési helyzetben nem alakul ki. **A helyes az, ha a csővezés konkrét helye szerint kiszámított U_i értékkel számolunk**. Ezek az U_i értékek és az arányok az alábbi táblázatban láthatók. Fizikai okból a csövek nem helyezhetők el a szigetelőréteg határaihoz túl közel. A csövek középvonala és szigetelés széle között szobajöhető legkisebb távolság 3 cm-nél kisebb reálisan nem lehet. Az így megmaradó tartomány szélén az U_0/U_i arány **csak 1,5**.

Mindazonáltal impozáns „**megtakarítások**” adódtak minden csőpozícióra, mindössze azzal a szépséghibával, hogy **a felvett pillanatnyi, mínusz 15 fokos külső hőmérsékletnél, ami, lévén napi átlaghőmérséklet, nem igazán szokott előfordulni ebben a hazában**.

x (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U_0/U_i	0,992	0,950	0,909	0,867	0,826	0,784	0,743	0,701	0,660	0,619	0,577	0,536
U_i/U_0	1,009	1,052	1,100	1,153	1,211	1,275	1,346	1,426	1,515	1,617	1,733	1,867
$(t_b - t^*)/(t_b - t_k)$	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324
Q_b/Q_0	0,327	0,341	0,357	0,374	0,393	0,413	0,437	0,462	0,491	0,524	0,562	0,605
$(Q_0 - Q_b)/Q_0$	0,673	0,659	0,643	0,626	0,607	0,587	0,563	0,538	0,509	0,476	0,438	0,395

Ugyanezt számítsuk ki arra az esetre, amikor a külső hőmérséklet a standard fűtési szezon átlaghőmérsékletével, +4°C-kal egyezik meg:

x (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11
U ₀ /U _i	0,950	0,909	0,867	0,826	0,784	0,743	0,701	0,660	0,619	0,577	0,536	0,536
U _i /U _o	1,052	1,100	1,153	1,211	1,275	1,346	1,426	1,515	1,617	1,733	1,867	1,867
(t _i -t*)/(t _i -t _e)	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,324
Q _i /Q ₀	0,702	0,734	0,769	0,807	0,850	0,897	0,950	1,010	1,078	1,155	1,244	0,605
(Q ₀ -Q _i)/Q ₀	0,298	0,266	0,231	0,193	0,150	0,103	0,050	-0,010	-0,078	-0,155	-0,244	0,395

A relatív nyereségek [(Q₀-Q_i)/Q₀] itt jóval kisebbek, sőt, ha a csövezés a külső felülettől 8 cm-nyire vagy még távolabb vannak a szerkezet belseje irányában, akkor **a nyereség veszteségbe fordul át.**

Nyereség ugyanis nem keletkezhet akkor, ha a temperált réteg hőmérséklete alacsonyabb, mint az ott temperálás nélkül kialakuló spontán hőmérséklet, ekkor ugyanis nem fűtik, hanem hűtik a csövek ezt a réteget. Annál a külső t* határhőmérsékletnél, amelytől kezdve ez bekövetkezne, az áramoltatást ki kell kapcsolni.

Láttuk, hogy alacsony hőmérsékleten jelentős nyereség érhető el, de a külső hőmérséklet növelésével ez a nyereség csökken, és még a fűtési idény alatt meg is szűnik. Az alacsony átlaghőmérsékletű napok száma igen kevés, így összességében ezeknek a magas hozadéka nem ad sok járulékot a fűtési idény egészében. A második számítás csak egy közelítés, és hogy ténylegesen milyen mérleget lehet vonni a fűtési idény egészére, azt pontosan is ki lehet számítani, de messze nem 65%-ot.

Nézzük még egyszer ennek a résznek az elejét:

Az aktív hőszigetelés alkalmazásával a példa szerinti épületnél a falszerkezeten az **energia (!) megtakarítás** hányada:

$$\eta = \frac{Q_i}{Q} = \frac{A \cdot U_i \cdot (t_i - t_f)}{A \cdot U \cdot (t_i - t_e)} = \frac{290 \cdot 0,3 \cdot (22 - 10))}{290 \cdot 0,15 \cdot (22 - (-15))} = 0,648 \sim 65 \% \quad (4)$$

Nem energiákat (kWh) osztanak el, hanem hőáramokat (W). Ha hányadost képezünk, a rövid időtartamokhoz tartozó egyforma időtényezők ugyan egyszerűsítéssel kiesnek, de helyesebb E_i=Q_i*Δτ-t és E_e=Q_e*Δτ-t felírni, ha kis időtartamokról (pl. óra, nap) és energiáról van szó.

Egy felhasználót sem az érdekel, hogy a pillanatnyi megtakarítás mennyi. Meghatározó jellemző a fűtési idényre vett megtakarítás. Az erre vonatkozó energiaértékek a rövid időtartamokra eső energiák összeadogatásával – integrálásával – adódnak ki, és az eredmény nem lineáris függvénye az időtartam hosszának, mert a külső hőmérsékletek gyakorisági görbéje sem lineáris. Ráadásul azt is figyelembe kell venni, hogy a t_e < t* hőmérsékleti

tartományban a Q_i hőáramsűrűség a fix $U_i^*(t_i-t^*)$ értékkel egyenlő, ennél magasabb hőmérsékleteknél pedig az $U_0^*(t_i-t_e)$ értékkel kell számolni.

Mindent egybevetve tehát a www.isoactive-3d.hu honlapon közölt fenti energia-megtakarítási levezetés részleteiben is és koncepcionálisan is elhibázott és félrevezető.