



Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara

# Az épületenergetikai követelmények változásai

## Épületszerkezetek energetikája

Az előadás anyaga szerzői jogvédelem alatt áll, azt a szerző kizárólag a Budapesti és Pest Vármegyei Mérnöki Kamara továbbképzésén résztvevők számára, saját felhasználásra bocsátotta rendelkezésre, harmadik személyek számára nem átruházható. Jelen dokumentum a szerző írásos engedélye nélkül sem elektronikus, sem más adathordozón nem terjeszthető, másolható. Az előadás összeállításához forrásként Dr. Csoknyai Tamás, Dr. Szalay Zsuzsa, Balázs Béla és Szathmáry Csilla anyagait is felhasználtam, ezúton köszönöm nekik!



# Hol található meg az új számítási módszer?

Az Energiaügyi Minisztérium 2023.07.27-én megjelentette a honlapján a 9/2023. ÉKM rendeletben hivatkozott számítási módszertant, melyről a 2023.07.30-i 38. számú Hivatalos Értesítőben tett közzé közleményt.

<https://kormany.hu/dokumentumtar/epuletek-energetikai-jellemzoinek-meghatarozasa-szamitasi-modszer-2>

The screenshot shows the top navigation bar of the Hungarian Government website with the logo and the text 'MAGYARORSZÁG KORMÁNYA'. Navigation links include 'BIZTONSÁG', 'REZSIVÉDELEM', and 'CSALÁDVÉDELEM'. A search icon and 'EN' are also present. Below the navigation is a blue banner with the word 'DOKUMENTUM' in white. Underneath, a grey box contains the title 'Épületek energetikai jellemzőinek meghatározása – számítási módszer' and the date '2023.07.27.' along with 'Energiaügyi Minisztérium' and 'Egyéb'. A download icon and 'Dokumentumok letöltése' are shown. Below this are three smaller boxes, each with a download icon and 'File letöltése'. The first box is labeled 'Meteo 2023.07.27.', the second 'Előterjesztés TNM 2. 2023.07.27.', and the third 'Előterjesztés TNM 1. 2023.07.27.'

Tipp: google keresés  
„ÉKM függelék”



# Számítás a 9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet szerint

## Legfontosabb változások a módszertanban, megfelelően a rendeletben közölt alapelveknek:

- *Új egyszerűsített és részletes számítási lehetőségek több számítási lépésnél összhangban az MSZ EN ISO szabványokkal, de a részletes számítás nem feltétele a besorolásnak*
- *Épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításának leírása a függelékben*
- *Képletek és jelölések változnak (szabványos betű, magyar index), minden számítási lépés módszertana a függelékben*
- *Referenciamódszer kiszélesítése, csak a lakóépületekre vonatkoznak számszerű követelmények és előírt alapadatok*
- *Épületek termikus zónákra, ill. gépészeti alrendszerekre bontása, lefedési arány megszűnik*
- *Havi felbontású számítások a fűtési és hűtési energiaigények számításához (szezonális marad a gépészeti számítás)*
- **Meghatározott meteorológiai adatok és felhasználói profilok**
- **Új és korszerű gépészeti számítások és táblázatos értékek, légtechnikai rendszerek számítása, ErP irányelv alkalmazása**
- **Új egyszerűsített módszerek a napkollektorok és napelemek számítására**
- **Új összefüggések a világítások számítására**



# Az átlagos hőátbocsátási tényező számítása

**9/2023 ÉKM rend.:** „egy épületelemen a szerkezettel érintkező közegek közti egységnyi hőmérséklet-különbség hatására időegység alatt áthaladó hő egységnyi felületre jutó értéke, *amely a csatlakozási hőhidak kivételével az épületelemen belüli hőhidak, a rétegterv, a beépítés és az öregedés hatását is tükrözi*”

- részletes módszer alkalmazása esetén az egész épületszerkezet vagy egy jellemző részének numerikus modellezésével, az MSZ EN ISO 10211 szerinti modellezési szabályokkal,
- egyszerűsített módszer alkalmazása esetén az alábbi összefüggésekkel:

**A hőátbocsátási tényező:** 
$$U = \frac{1}{R_{tot}}$$

**Az eredő hővezetési ellenállás:** 
$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

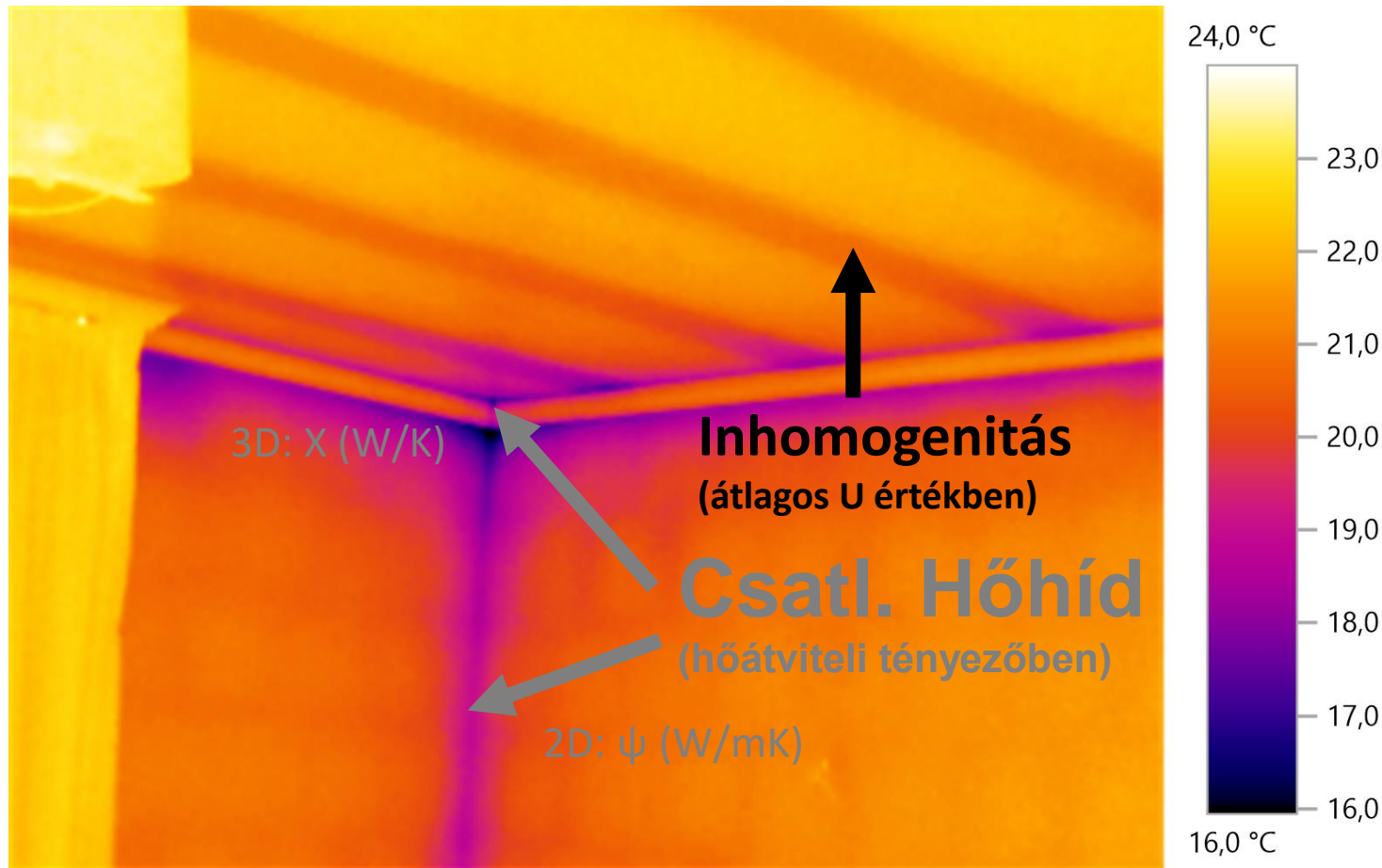
(Belső szerkezetek, vagy fűtött és fűtetlen tereket elválasztó szerkezetek esetén mindkét oldalon  $R_{si}$  kell legyen)

**Egy réteg hővezetési ellenállása:** 
$$R = \frac{d}{\lambda}$$



# Épületelemen belüli hőhidak az átlagos U értékben

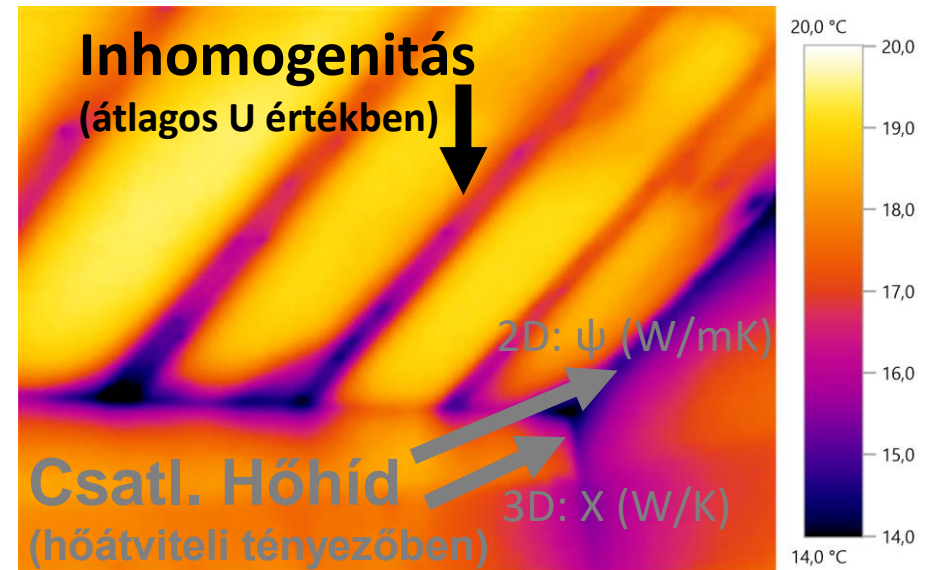
**9/2023 ÉKM rend.:** „egy épületelemen a szerkezettel érintkező közegek közti egységnyi hőmérséklet-különbség hatására időegység alatt áthaladó hő egységnyi felületre jutó értéke, amely a csatlakozási hőhidak kivételével **az épületelemen belüli hőhidak, a rétegterv, a beépítés és az öregedés hatását is tükrözi**”



**Az átlagos hőátbocsátási tényező:**

$$U = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U$$

Az eredő hővezetési ellenállás tartalmazza az épületelemen belüli inhomogenitásokat, a beépítés és az öregedés hatását is tükrözi!



# Hővezetési tényező

**Az anyag- és szerkezetjellemzők tervezési hővezetési tényezőit a termékek minősítő irata alapján, továbbá az MSZ EN ISO 10456 szerint kell figyelembe venni.**

Meglévő szerkezetek esetében megbízható adatok hiányában az **MSZ 24140 szabvány** mellékleteiben található anyagjellemzők használhatók.

Amennyiben a termék minősítő irata a deklarált (közölt) hővezetési tényezőt közli és a laboratóriumi szabványos mérés körülményei eltérnek a jellemző beépítési feltételektől, **az MSZ EN ISO 10456 szerinti korrekciós tényezők figyelembe vételével meg kell határozni a tervezési hővezetési tényezőt:**

**A tervezési hővezetési tényező:**

$$\lambda_t = \lambda_d \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a$$

**Átszámítási tényezők:**

$$F_T = e^{f_T \cdot (T_t - T_d)}$$

$$F_m = e^{f_u \cdot (u_t - u_d)} \text{ vagy}$$

$$F_m = e^{f_\psi \cdot (\psi_t - \psi_d)}$$

$$F_a = 1$$

ÁSVÁNYGYAPOT termék típusa	Deklarált hővezetési tényező	Konverziós együttható	EXPANDÁLT POLISZTIROL HAB termék vastagsága d (mm)	Deklarált hővezetési tényező	Konverziós együttható
	$\lambda$ W/(mK)	$f_T$ 1/K		$\lambda$ W/(mK)	$f_T$ 1/K
Matrac, paplan, laza kitöltés	0,035	0,0046	d ≤ 20	0,032	0,0031
	0,040	0,0056		0,035	0,0036
	0,045	0,0062		0,040	0,0041
	0,050	0,0069		0,043	0,0044
	0,032	0,0038		0,032	0,0030
Táblásított termékek	0,034	0,0043	20 < d ≤ 40	0,035	0,0034
	0,036	0,0048		0,040	0,0036
	0,038	0,0053		0,045	0,0038
	0,030	0,0035		0,032	0,0030
	0,033	0,0035		0,035	0,0033
Merev ásványgyapot táblák	0,035	0,0035	40 < d ≤ 100	0,040	0,0036
	0,030	0,0035		0,045	0,0038
	0,033	0,0035		0,050	0,0041
	0,030	0,0035		0,032	0,0030
	0,033	0,0035		0,035	0,0033
Merev ásványgyapot táblák	0,035	0,0035	d > 100	0,040	0,0034
	0,030	0,0035		0,053	0,0037
	0,033	0,0035		0,032	0,0030

ÉPÍTŐANYAG	Tömeg $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Pára-konverziós együtthatók	
		$f_u$	$f_\psi$
Expandált PS hab	10-50		4
Extrudált PS hab	20-65		2,5
Kemény poliuretán hab	28-55		6
Ásványgyapot	10-200		4 <sup>cl</sup>
Fenol hab	20-50		5
Habüveg	100-150	0	
Perlit tábla	140-240	0,8	
Expandált parafa	90-140		6
Fagyapot tábla	250-450		1,8
Préselt farostlemez	40-250		1,4
Karbamid-formaldehid hab	10-30	0,7	
Szört poliuretán hab	30-50		6
Ásványgyapot kitöltés	15-60		4
Cellulóz-rost kitöltés	20-60	0,5	
Duzzasztott perlit kitöltés	30-150		3
Duzzasztott agyagkavics	200-400		4
Expandált polisztirol gyöngy	10-30		4



# Felületi hőátadási ellenállás

**Általános esetben**, mindkét oldalon levegővel érintkező szerkezet esetén a táblázatban közölt értékek használhatóak:

Hőátadási ellenállás $m^2 \cdot K/W$	A hőáram iránya		
	Felfelé	Vízszintes	Lefelé
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

A vízszintes irányhoz tartozó értékek alkalmazhatóak a vízszintes síktól  $\pm 30^\circ$ -os szögig.

**Nem sík felületek, alacsony emissziós tényezőjű felületek, továbbá speciális peremfeltételek esetén az MSZ EN ISO 6946 szabvány, vagy azzal egyenértékű számítási módszer szerinti hőátadási ellenállással kell számolni:**

$$R_S = \frac{1}{h_c + h_r}$$

Belső konvektív tag:  $h_{ci} = \begin{cases} 5 \frac{W}{m^2 K}, \text{ ha } \uparrow \\ 2,5 \frac{W}{m^2 K}, \text{ ha } \leftrightarrow \\ 0,7 \frac{W}{m^2 K}, \text{ ha } \downarrow \end{cases}$

Külső konvektív tag:  $h_{ce} = 4 + 4 \cdot v$   
Szélesség, alapértéke: 4 m/s

Sugárzásos tag (külső és belső):  
 $h_r = \varepsilon \cdot h_{r0}$   
 $h_{r0} = 4 \cdot \sigma \cdot T_m^3$   
a felület és a környezet átlagos termodinamikai hőmérséklete [K]  
 $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$

# Légrétegek hővezetési ellenállása

- a) részletes módszerrel az MSZ EN ISO 6946 D melléklete szerint. A részletes módszert kell alkalmazni, ha a b) pontban felsorolt feltételek valamelyike nem teljesül. Vastag ( $d > 0,3$  m) légrétegek a hőátbocsátási tényezőben nem vehetők figyelembe, ehelyett a hőáramokat kell számítani a hőegyensúly alapján.
- b) **egyszerűsített módszerrel az alábbi összefüggések szerint**, ha a légréteget szokványos (min. 0,8 emissziós tényezőjű) párhuzamos felületek határolják a hőáram irányára merőlegesen, a légréteg a vastagságához képest nagy kiterjedésű (vastagsága a másik két irányú méret bármelyikének max. 0,1-szerese), de 0,3 m-nél nem vastagabb és a belső környezettel nincs kapcsolatban.

## Zárt légréteg (<500 mm<sup>2</sup>):

A légréteg vastagsága (mm)	Hővezetési ellenállás [m <sup>2</sup> ·K/W] A hőáram iránya		
	Felfelé	Vízszintes	Lefelé
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

MEGJEGYZÉS: A közbenső értékek lineáris interpolációval számíthatók.

Pl. 1 cm vtg. vízszintes zárt légréteg egyenértékű hővezetési tényezője  $d/R = 0,067$  W/mK, míg 10 cm esetén 0,556 W/mK.

## Kismértékben kiszellőztetett légréteg (500-1500 mm<sup>2</sup>):

$$R_{tot} = \frac{1500 - A_{szell}}{1000} R_{tot,zárt} + \frac{A_{szell} - 500}{1000} R_{tot,szell}$$

## Intenzíven kiszellőztetett légréteg (>1500 mm<sup>2</sup>):

$R_{se}$  (zérus szélesebséggel számítva)  
vagy  $R_{si}$

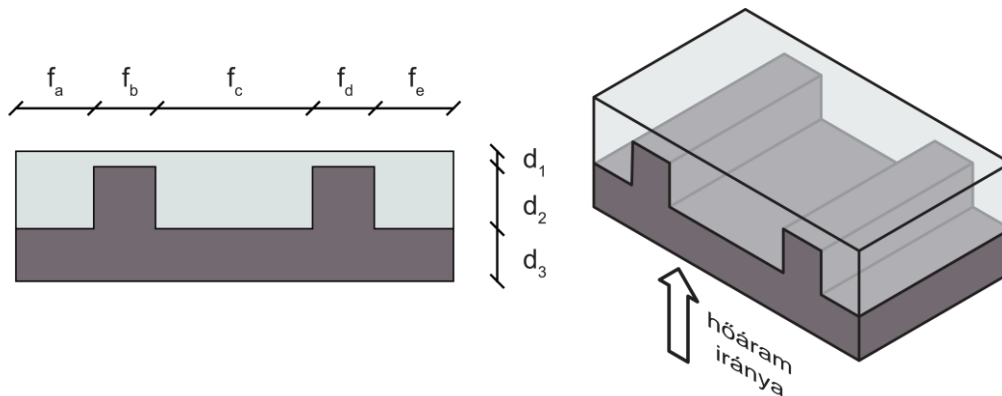


# Inhomogén rétegek a határolószerkezetben

A szerkezet hőtechnikailag inhomogén rétegeket is tartalmazhat (több anyagból összetett szerkezet, pl. szarufák a hőszigetelésben), melyek hőhídhatást okoznak és melyek hatását az átlagos hőátbocsátási tényező meghatározásakor figyelembe kell venni. A rétegtervben szereplő inhomogenitásból származó (elemen belüli) hőhidak hatása számítható:

- a) részletes módszer alkalmazása esetén numerikus modellezéssel, az MSZ EN ISO 10211 szerinti modellezési szabályokkal,  
b) **egyszerűsített módszerrel az MSZ EN ISO 6946 szabványnak megfelelően** az alábbiak szerint. Az egyszerűsített módszer nem alkalmazható olyan inhomogén rétegeket tartalmazó szerkezetek esetén, ahol a hővezetési ellenállás felső és az alsó határértékének aránya meghaladja az 1,5-t, valamint a hőszigetelést átszűrő fém kötőelemek esetén:

Eredő hővezetési ellenállás:  $R_{tot} = \frac{R_{tot,felső} + R_{tot,alsó}}{2}$



Felső határérték:

$$\frac{1}{R_{tot,felső}} = \frac{f_a}{R_{tot,a}} + \frac{f_b}{R_{tot,b}} + \dots + \frac{f_q}{R_{tot,q}}$$

Alsó határérték:

$$R_{tot,alsó} = R_{si} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{eq,j}} + R_{se}$$

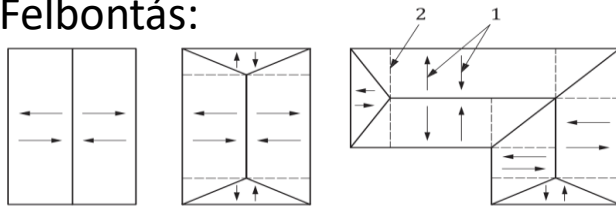
$$\lambda_{eq,j} = \lambda_{aj}f_a + \lambda_{bj}f_b + \dots + \lambda_{qj}f_q$$

**Megengedhető közelítés a hővezetési ellenállás alsó határértékének figyelembe vétele.**

# Változó vastagságú réteget tartalmazó szerkezetek

- a) részletes módszer szerint az MSZ EN ISO 6946 szabvány E mellékletét kell követni, amennyiben a lejtés nem haladja meg az 5%-ot. Ennél nagyobb lejtés esetén numerikus modellezés ad megfelelő eredményt.

Felbontás:



Hővezetési ellenállások:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} \quad R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2}$$

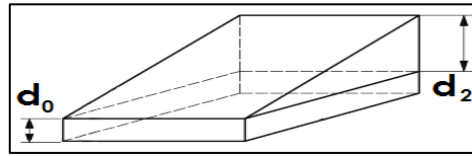
Eredő hőátbocsátási tény.:

$$U = \frac{\sum U_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

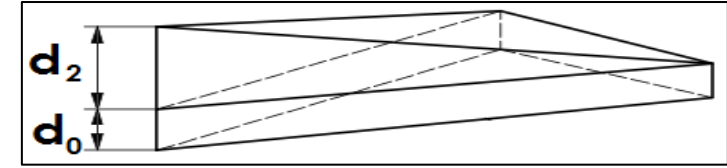
Eredő hővezetési ell.:

$$R_{tot} = \frac{1}{U}$$

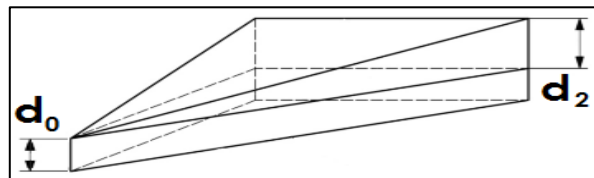
Felbontott szerkezeti részek hőátbocsátási tényezője:



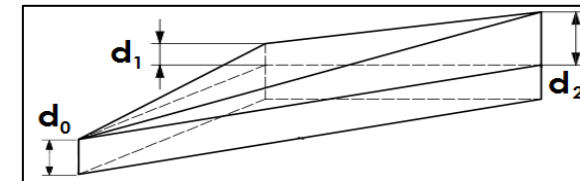
$$U = \frac{1}{R_2} \ln \left( 1 + \frac{R_2}{R_0} \right)$$



$$U = \frac{2}{R_2} \left[ \left( 1 + \frac{R_0}{R_2} \right) \ln \left( 1 + \frac{R_2}{R_0} \right) - 1 \right]$$



$$U = \frac{2}{R_2} \left[ 1 - \frac{R_0}{R_2} \ln \left( 1 + \frac{R_2}{R_0} \right) \right]$$



$$U = 2 \left[ \frac{R_0 R_1 \ln \left( 1 + \frac{R_2}{R_0} \right) - R_0 R_2 \ln \left( 1 + \frac{R_1}{R_0} \right) + R_1 R_2 \ln \left( \frac{R_0 + R_2}{R_0 + R_1} \right)}{R_1 R_2 (R_2 - R_1)} \right]$$

- b) egyszerűsített módszer szerint megengedett a változó vastagságú réteg átlagos vastagságának figyelembe vétele.

# Hőátbocsátási tényező korrekciója

A számított hőátbocsátási tényező korrekciója szükséges lehet a hőszigetelésben lévő légüregek, a hőszigetelést átszűrő mechanikai rögzítőelemek és a fordított rétegrendű lapostetőkön a csapadék miatt:

$$U = U_0 + \Delta U = U_0 + \Delta U_{\text{légüreg}} + \Delta U_{\text{rögz}} + \Delta U_{\text{ford}}$$

**Légüregek, hézagok miatti korrekció** (pl. magastetők):

$$\Delta U_{\text{légüreg}} = \Delta U'' \cdot \left( \frac{R_1}{R_{\text{tot}}} \right)^2$$

Szint	Jellemzők	$\Delta U''$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
0.	A hőszigetelésben nincsenek hézagok, vagy csak kis hézagok vannak, amelyeknek nincsen jelentős hatása a hőátbocsátási tényezőre.	0,00
1.	Átmenő illesztési hézagok vannak a hőszigetelés meleg és hideg oldala között, de a hőszigetelés meleg és hideg oldala között nem alakul ki levegőáramlás.	0,01
2.	Átmenő illesztési hézagok és légüregek vannak a hőszigetelés meleg és hideg oldala között, melynek eredményeképpen a hőszigetelés meleg és hideg oldala között szabad légáramlás jön létre.	0,04

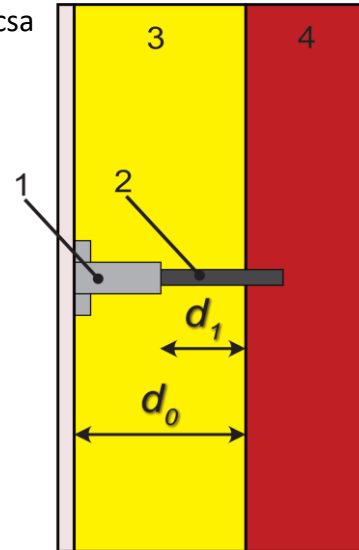
**Mechanikai rögzítések miatti korrekció** (pl. dübelek, tartókonzolok):

$$\Delta U_{\text{rögz}} = \alpha \cdot \frac{\lambda_{\text{rögz}} \cdot A_{\text{rögz}} \cdot n_{\text{rögz}}}{d_0} \cdot \left( \frac{R_1}{R_{\text{tot}}} \right)^2$$

$$\Delta U_{\text{rögz}} = n_{\text{rögz}} \cdot \chi_{\text{rögz}}$$

$$\alpha = \begin{cases} 0,8 & \text{ha a rögzítőelem teljesen átszűrja a hőszig. réteget} \\ 0,8 \cdot \frac{d_1}{d_0} & \text{mélyített rögzítőelem esetén} \end{cases}$$

- 1) Műanyag sülyesztett tárcsa
- 2) Feszítő/Beütőszeg
- 3) Átszúrt hőszigetelés
- 4) Falszerkezet



**Fordított rétegrendű lapostető** miatti korrekció (ha egyrétegű, tompa illesztésű a hőszigetelés):

$$\Delta U_{\text{ford}} = p \cdot f \cdot x \cdot \left( \frac{R_1}{R_{\text{tot}}} \right)^2$$

p – csapadékhozam értéke fűtési idény alatt, 1,3 mm/nap  
 fx – szivárgási tényező és hőveszteséget leíró tényező szorzata,  
 0,04 W\*nap/m<sup>2</sup>\*K\*mm  
 (egyrétegű hőszigetelés, vízáteresztő borítás)

# Panelos épületek homlokzati falainak U értékei

Az 1992 előtt épült házgyári panelos rendszerek átlagos U-tényezőjét az utólagos hőszigetelés függvényében a **2. Függelék szerint kell felvenni**. Az értékek nem tartalmazzák a csatlakozási hőhidak hatását, de az elemen belüli hőhidak hatását igen.

házgyár, poligonüzem	készült lakótelepek példák	készült lakások száma	gyártási idő	hőszigetelés	visszemeső ablaknál	vastagság (mm)				panel közép U <sub>10</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Rétegtervi hőátbocsátási tényező (W/m <sup>2</sup> K) kiegészítő hőszigetelés vastagságoként					
						teljes	külső kéreg	hsz	belső szerk.		0	4	8	12	16	20
Dunaújváros	Dunaújváros: Dózsa városrész, Belváros, Technikum városrész, felső Duna part, Kertváros, Római városrész; Szeged Tarján; Szekszárd Kölcsey lakótelep; Százhalombatta	8 391	1967-1979	salakgyapot	N	300	70	100	130	0,929	1,786	0,680	0,424	0,310	0,244	0,201
			1977-1982	EPS	N	300	70	60	170	1,053	1,796	0,672	0,405	0,294	0,234	0,199
			1982-	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,393	0,591	0,392	0,295	0,235	0,191
Pécs	Pécs, Siklós	21 620	1971-1983	EPS	N	250	50	50	150	1,220	1,591	0,662	0,419	0,306	0,241	0,199
			1983-1987	EPS	N	270	50	70	150	0,898	1,323	0,602	0,393	0,292	0,232	0,193
Budapest I.	Kelenföld, Óbuda, Csorba úti, Bartok Béla úti, Zugló, Óbuda, Békásmegyér, Andor utca, Kelenföld, Újpalota, Rákoskeresztúr, Kőbánya Városcsúsz, Kaszásdűlő, Dunyov uti, Budakeszi	2 456	1965-1967	salakgyapot	N	250	50	110	90	0,868	1,725	0,663	0,417	0,306	0,241	0,199
			1967-1974	EPS	N	250	55	80	115	0,976	1,551	0,639	0,408	0,300	0,237	0,194
			1975-1983	EPS	I	300	70	80	150	0,863	1,612	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199
			1982-1990	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,041	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Budapest II.	Zugló, Kőbánya-Újhegyi, Újlipótváros, Gogol utca, Csepel-Királymajor, Józsefváros, Kőbánya-Városcsúsz, Valéria, Mihálkovic utca, Váci-Gyöngyösi utca, Csengettyű utca, Valéria, Szegedi-Országbíró utca, Rákoskeresztúr, Csepel lakótelep, Gyakottló utca, Vizaforgó, Pesterzsébet,	16 488	1968-1974	EPS	N		65	50		1,323	1,495	0,643	0,410	0,301	0,237	0,196
			1974-1987	EPS	N	265	65	50	150	1,213	1,387	0,622	0,402	0,297	0,235	0,194
			1982-	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,041	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Győr	Győr: Ady város, József Attila, Marcal, Győr 2, Győr 5; Sopron; Szombathely: KISZ, Joskar-Ola, Oladi, Derkovits; Sárvár; Körmend; Cellődömök; Tapolca; Balatonfüred; Székesfehérvár; Várpalota; Oroszlány; Tata: Sárberék, Bánhida, Dózsakert, Gál István, Újváros; Budapest: Órmező, Gazdagrét, Rózsakert; Tata, Komárom	443	1968-1971	salakgyapot	I	250	50			0,991	1,796	0,696	0,431	0,314	0,246	0,202
			1971-1974	EPS	I	250	50	50	150	1,220	1,981	0,713	0,432	0,312	0,243	0,203
			1974-1985	EPS	N	265	65	50	150	1,220	1,591	0,662	0,419	0,306	0,241	0,199
			1984-1990	EPS	N	300	70	80	150	0,898	1,323	0,602	0,393	0,292	0,232	0,193
Miskolc	Miskolc: Belváros, Győrikapu, Gyula utca, Kazincbarcika, Salgótarján	2 357	1969-1971	salakgyapot	I	250	50	100 (75)	100 (125)	0,991	1,796	0,696	0,431	0,314	0,246	0,202
			1971-1975	EPS	I	250	50	50	150	1,220	1,981	0,713	0,432	0,312	0,243	0,203
			1975-1987	EPS	N	265	65	50	150	1,220	1,591	0,662	0,419	0,306	0,241	0,199
Szolnok	Szolnok; Karcag; Törökszentmiklós	2 012	1969-1991	EPS	I		60	60		1,068	1,553	0,655	0,416	0,304	0,240	0,198
			1971-1987	EPS	I	250	60	55- 75	120- 140	0,972	1,457	0,631	0,406	0,299	0,237	0,196
Budapest III.	Újpalota, Kelenföld, Csepel Városcsúsz, Csángó utca, Zugló, Óbuda, Drégelyvár utca, Kerepesi út, Tüzér utca, Kőbánya-Újhegy, Eperfasor utca, Havanna lakótelep, Vát utca, Kispeszt, Békásmegyér, Gyakorló utca, Szobor-Faludi utca	54 950	1971-1987	EPS	I	250	60	55- 75	120- 140	0,972	1,457	0,631	0,406	0,299	0,237	0,196
			1984-1994	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,067	0,546	0,369	0,278	0,223	0,186
Debrecen	Debrecen: Újkert, Vénkert, Mester utci, Hüvelyes út, Csapó utca, Doboz út, Burgundia utca, Kandia-Szt Anna u.i, Tócsóvölgy, Tócsóskert; Budapest: Colombus; Nyíregyháza: Értkert, Örsföld, Jósaváros, egyéb	31 843	1970-1989	EPS	I	250	60	55- 75	120- 140	0,972	1,457	0,631	0,406	0,299	0,237	0,196
			1987-1994	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,067	0,546	0,369	0,278	0,223	0,186
Szeged	Szeged: Tarján, Felsőváros, Északváros, Makkosháza, Újrókus, Odessza, Marostó; Kecskemét: Széchenyi város; Budapest: Kaszálórét; Csongrád; Szentes; Hódmezővásárhely; Orosháza; Békéscsaba; Tótkomlós	33 828	1971-1987	EPS	I	250	60	55- 75	120- 140	0,972	1,457	0,631	0,406	0,299	0,237	0,196
			1982-1987	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,067	0,546	0,369	0,278	0,223	0,186
			1974-1983	EPS	I	300	70	80	150	0,863	1,612	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199
Budapesti IV.	Fehérvári út, Gogol utca, Pesterzsébet, Kispeszt, Csepel, Rákoskeresztúr, Ada utca, Rátz László-Bigszádi út, Adony utca	14 566	1981-1990	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,041	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
			1975-1981	EPS	I	300	70	80	150	0,863	1,612	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199
Veszprém	Veszprém: Jutasi út, Cholnoky Súlyi-Vilonyai utca, Egyr út; Ajkán: Alkotmány utca, Béke út, Fő utca mellett, Ifjúsági utca, Petőfi S. utca; Siófok; Várpalotán; Székesfehérváron; Érden; Budapest: Békásmegyér	18 810	1981-1986	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,041	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
			1976-1987	EPS	I	300	70	80	150	0,863	1,612	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199
Kecskemét	Kecskemét: Széchenyi város, Árpád város; Budapest: Pesterzsébet, Csepel, Mézesfő utca, Rakéta utca; Dunaújváros: Béke városrész; Baja; Nagykőrös; Cegléd; Gödöllő; Kiskunfélegyháza; Kistarcsa, Nagytarcsa; Pécs; Kiskunhalas; Kiskunfélegyháza	20 698	1985-1989	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,041	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
			1976-1987	EPS	I	300	70	80	150	0,863	1,612	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199

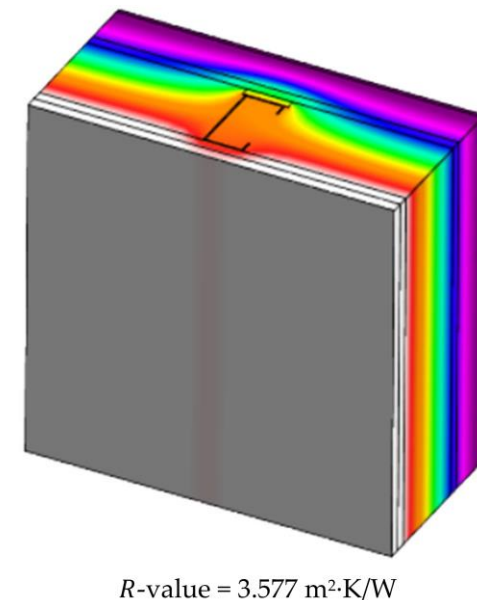
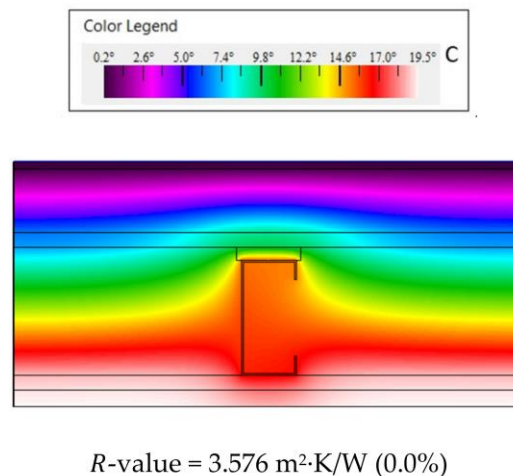
# Hőátbocsátási tényező numerikus modellezéssel

9/2023. ÉKM rendelet [kormany.hu](http://kormany.hu)-n elérhető számítási melléklete alapján az átlagos hőátbocsátási tényező számítható a) részletes módszer alkalmazása esetén az egész épületszerkezet vagy egy jellemző részének numerikus modellezésével, az MSZ EN ISO 10211 szerinti modellezési szabályokkal

A szerelt, könnyűszerkezetes épületek megadott hőátbocsátási tényezője nem a ténylegesen megvalósuló épületre, hanem egy általános szerkezeti kialakításra vagy gyakran csak rétegtervre érvényes. Sok esetben ezek az épületek egyedileg méretezett tartószerkezeti rendszerrel készülnek, az átlagos hőátbocsátási tényezőjük tehát a megvalósult épület tényleges kialakításától is függ.

A szerelt, könnyűszerkezetes épületek komplex tartószerkezeti rendszereket, profilokat, „hőhíd megszakítókat” és rögzítési megoldásokat is tartalmazhatnak, melyek egyszerűsített módszerekkel történő számítása sokszor csak jelentős elhanyagolásokkal, ezáltal a számítások pontatlanságával jár.

**Komplex kialakítású könnyűszerkezetes épületek határoló szerkezetei esetében javasolt a részletes módszerrel, azaz numerikus modellezéssel történő U-érték számítás.**



<https://doi.org/10.3390/en16041699>



# Homlokzati üvegfalak, függönyfalak U értéke

- a) részletes módszer alkalmazása esetén az MSZ EN ISO 12631 szerinti „átfogó értékelő módszer” használatával, numerikus modellezéssel,
- b) **egyszerűsített módszerrel az MSZ EN ISO 12631 szabvány alapján „komponens értékelő módszer”** használatával az alábbiak szerint, mely eljárás azonban nem alkalmazható strukturális üvegezés (SG), strukturális szilikon üvegezés (SSG) és átszellőztetett kialakítás esetén.

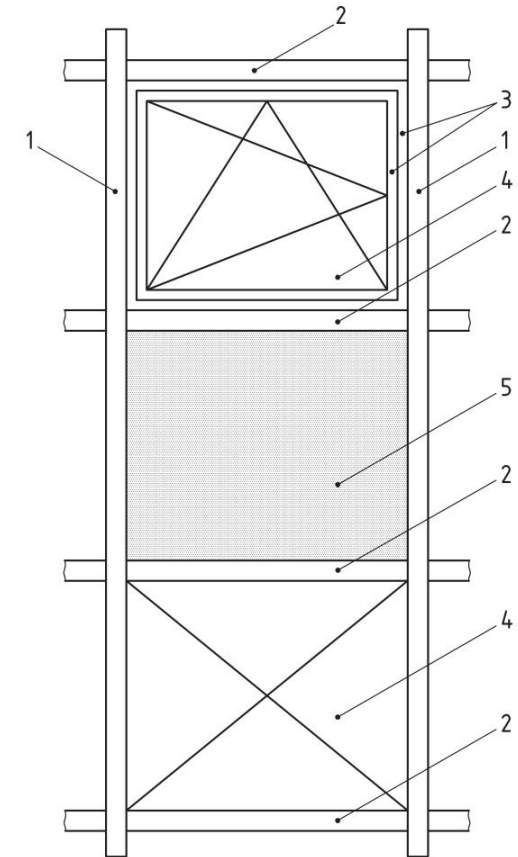
Hőátbocsátási tényező: 
$$U_{FF} = \frac{\sum(U_{FF,elem} \cdot A_{FF,elem})}{\sum A_{FF,elem}}$$

Egy függönyfalelem hőátbocsátási tényezője:

$$U_{FF,elem} = \frac{\sum A_{\ddot{u}} \cdot U_{\ddot{u}} + \sum A_p \cdot U_p + \sum A_k \cdot U_k + \sum A_b \cdot U_b + \sum A_l \cdot U_l}{\sum A_{\ddot{u}} + \sum A_p + \sum A_k + \sum A_b + \sum A_l} + \frac{\sum l_{k,\ddot{u}} \cdot \psi_{k,\ddot{u}} + \sum l_{b,\ddot{u}} \cdot \psi_{b,\ddot{u}} + \sum l_{g,\ddot{u}} \cdot \psi_{g,\ddot{u}} + \sum l_{b,p} \cdot \psi_{b,p} + \sum l_{b,k} \cdot \psi_{b,k} + \sum l_{l,k} \cdot \psi_{l,k}}{\sum A_{\ddot{u}} + \sum A_p + \sum A_k + \sum A_b + \sum A_l}$$

Átszellőztetett, kismértékben átszellőztetett és zárt kéthéjű homlokzatburkolatok hőátbocsátási tényezőjét a légrétegekre vonatkozó hővezetési ellenállások figyelembe vételével lehet számítani.

- 1 - függőleges borda (lizéna)
- 2 - vízszintes borda
- 3 - keret és szárny
- 4 - üvegezés
- 5 - panel



# Nyílászárók hőátbocsátási tényezője

- a) részletes módszer alkalmazása esetén az MSZ EN ISO 10077-1 szerint vagy numerikus modellezéssel az MSZ EN ISO 10077-2 szabvány szerint,
- b) **egyszerűsített számítási módszer alkalmazása esetén az MSZ EN ISO 10077-1 szabvány alapján, de egyszerűsítésekkel**, az alábbi összefüggésekkel:

Az adott méretű nyílászáró vagy a nyílászáró komponensek hőtechnikai adatait a termékek teljesítménynyilatkozata alapján kell felvenni.

Teljesítménynyilatkozat hiányában felvehetőek a nyílászáró komponensekre vonatkozó tájékoztató műszaki adatok a 2. Függelék alapján.

## Néhány példa a 2. függelékből:

Az üvegezés típusa	$U_{\tilde{v}} \left[ \frac{W}{m^2K} \right]$	$g_n [-]$
Egyrétegű üvegezés (4 mm float)	5,8	0,85
Kétrétegű üvegezés (4-12-4 mm) bevonat nélkül	2,9	0,75
Kétrétegű üvegezés (4-12-4 mm) egy szelektív low-e bevonattal a belső üveg külső oldalán ( $\epsilon=0,15$ )	1,6	0,7
Kétrétegű üvegezés (4-16-4 mm) egy szelektív low-e bevonattal a belső üveg külső oldalán ( $\epsilon<0,05$ ), argon nemesgáz töltéssel (>90%)	1,2	0,59
Reflektív kétrétegű hővédő ( $g=0,32$ ) üvegezés (4-16-4 mm) egy low-e bevonattal a külső üveg belső oldalán, argon nemesgáz töltéssel (>90%)	1,1	0,32
Háromrétegű üvegezés (4-12-4-12-4 mm) két szelektív low-e bevonattal ( $\epsilon<0,05$ ), argon nemesgáz töltéssel (>90%)	0,8	0,55

A keret típusa	$U_K \left[ \frac{W}{m^2K} \right]$
Műanyag (kétkamrás)	2,2
Műanyag (háromkamrás)	2,0
Műanyag (négykamrás)	1,6
Műanyag (öt kamrás)	1,3
Műanyag (többkamrás)	1,0
Fa (50 mm)	2,2
Fa (70 mm)	2,0
Fa (80 mm)	1,8
Fa (100 mm)	1,6
Fa (150 mm)	1,2
Fém (termikus elválasztás nélkül)	5,8
Fém (gyenge termikus elválasztás)	3,3
Fém (közepes termikus elválasztás)	2,6
Fém (erős termikus elválasztás)	2,0

A keret, üvegezés és távtartó típusa	$\psi_{X,C} \left[ \frac{W}{mK} \right]$
Fa vagy műanyag nyílászáró, low-e bevonatos kétrétegű vagy két low-e bevonatos háromrétegű rétegű üvegezéssel, fém távtartóval	0,08
Fa vagy műanyag nyílászáró, low-e bevonatos kétrétegű vagy két low-e bevonatos háromrétegű rétegű üvegezéssel, fejlett (műanyag) távtartóval	0,06
Fa vagy műanyag nyílászáró, bevonat nélküli üvegezéssel, fém távtartóval	0,06
Fa vagy műanyag nyílászáró, bevonat nélküli üvegezéssel, fejlett (műanyag) távtartóval	0,05
Az üvegezés és merevítő típusa	$\psi_{M,C} \left[ \frac{W}{mK} \right]$
Low-e bevonatos kétrétegű üvegezés, merevítőprofil távolsága az üvegtől > 2 mm, fém belső	0,07
Low-e bevonatos kétrétegű üvegezés, merevítőprofil távolsága az üvegtől > 4 mm, fém belső	0,04
Bevonat nélküli kétrétegű üvegezés, merevítőprofil távolsága az üvegtől > 2 mm, fém belső	0,03
Bevonat nélküli kétrétegű üvegezés, merevítőprofil távolsága az üvegtől > 4 mm, fém belső	0,01

# Egyhéjú nyílászárók

A nyílászáró szerkezetek esetében a keretszerkezet, a transzparens szerkezet (üvegezés), annak távtartói és hasonló funkciójú szerkezetek (pl. átlátszatlan panel, merevítők) hatását is tartalmazó hőátbocsátási tényezőt kell figyelembe venni.

**Egyhéjú nyílászárók** (ablakok, ajtók) átlagos hőátbocsátási tényezője az alábbi összefüggés alkalmazásával számolható:

$$U_{ablak} = U_{ajtó} = \frac{\sum A_{\ddot{u}} \cdot U_{\ddot{u}} + \sum A_{ke} \cdot U_{ke} + \sum A_{ki} \cdot U_{ki} + \sum l_t \cdot \psi_t + \sum l_{ki} \cdot \psi_{ki} + \sum l_o \cdot \psi_o}{\sum A_{\ddot{u}} + \sum A_{ke} + \sum A_{ki}}$$





# Kéthéjű nyílászárók

Átszellőztetés nélküli, külső és belső szárnyal kialakított, kapcsolt nyílászárók átlagos hőátbocsátási tényezője az alábbi összefüggés alkalmazásával számolható, a két héj közötti levegőréteg hővezetési ellenállásának figyelembevételével:

$$U_{ny,k} = \frac{1}{\frac{1}{U_{Ny,1}} - R_{si} + R_l - R_{se} + \frac{1}{U_{Ny,2}}}$$

$R_l$ :

A légréteg vastagsága (mm)	Hővezetési ellenállás [m <sup>2</sup> ·K/W]		
	Felfelé	A hőáram iránya Vízszintes	Lefelé
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

MEGJEGYZÉS: A közbenső értékek lineáris interpolációval számíthatók.



# Nyílászárók társított árnyékoló szerkezettel

**Társított árnyékoló szerkezetek hővezetési ellenállásának többlet hőszigetelő hatása az elemi követelmények ellenőrzésekor nem vehető figyelembe.**

Ugyanakkor társított árnyékoló szerkezetek hővezetési ellenállása fűtési energiaigény számításakor figyelembe vehető a nyílászáró hőátbocsátási tényezőjében az MSZ EN ISO 10077-1 szabvány alapján a következő módon:

Árnyékoló szerkezet légáteresztési osztálya átlagos hézagméret alapján:

$$b_{eth} = b_{ha} + b_{hf} + b_{ho}$$

Osztály	Árnyékoló szerkezet légáteresztő képessége	$b_{eth}$ [mm]
1	nagyon magas	$b_{eth} \geq 35$
2	magas	$15 \leq b_{eth} < 35$
3	átlagos	$8 \leq b_{eth} < 15$
4	alacsony	$b_{eth} \geq 8$
5	légtömör	$b_{eth} \leq 3$ és $b_{ha}+b_{ho}=0$ vagy $b_{hf}+b_{ho}=0$

$$U_{Ny,t} = 0,7 \cdot U_{Ny} + 0,3 \cdot \frac{1}{\frac{1}{U_{Ny}} + \Delta R}$$

Ismert ellenállású árnyékoló esetén  $\Delta R$  :

Árnyékoló osztálya	szerkezetek	légáteresztési	Többlet hővezetési ellenállás [m2K/W]	$\Delta R$
1			0,08	
2			$0,25 R_{árny} + 0,09$	
3			$0,55 R_{árny} + 0,11$	
4			$0,80 R_{árny} + 0,14$	
5			$0,95 R_{árny} + 0,17$	

Ismeretlen ellenállású árnyékoló esetén  $\Delta R$ :

Árnyékoló szerkezet típusa	Árnyékoló szerkezet átlagos hővezetési ellenállása, $R_{árny}$	Többlet hővezetési ellenállás $\Delta R$ [m <sup>2</sup> K/W]		
		1-2 osztály	3 osztály	4-5 osztály
Alumínium redőny	0,01	0,09	0,12	0,15
Fa vagy műanyag redőny habkitöltés nélküli lamellákkal	0,10	0,12	0,16	0,22
Redőny habkitöltéses lamellákkal	0,15	0,13	0,19	0,26
25-30 mm-es fa lamellák	0,20	0,14	0,22	0,30



# Talajjal érintkező szerkezetek hővesztesége

Talajjal érintkező szerkezetek hőátbocsátási tényezője a talaj hatását is tartalmazó egyenértékű hőátbocsátási tényező!

a) részletes módszer alkalmazása esetén az MSZ EN ISO 13370 szabvány előírásai szerinti számítással vagy numerikus modellezéssel (az MSZ EN ISO 10211 alapján felvett geometriai modellel és -20 m-es mélységben +10 °C talajhőmérséklet feltételezésével) kell meghatározni. Nagy pontossági igény esetén a periodikus hőáramok valamint az áramló talajvíz hatása is figyelembe vehető,

b) **egyszerűsített számítási módszer alkalmazása esetén az MSZ EN ISO 13370 szabvány alapján, de egyszerűsítésekkel**, az alábbi összefüggésekkel kell meghatározni:

## Talajjal érintkező szerkezetek hővesztesége:

Padló/pincepadló/terepszint feletti padló

$$H_{tr,T,p} = AU_{T,p} + \underbrace{zPU_{T,pf}}_{\text{pincefal (ha van)}} + \underbrace{P\Psi_{p,f}}_{\text{Padló-fal csatlakozási hőhíd: (kivéve pince!)}}$$

Külső falat alkotó vakolatlan falazat egyenértékű hővezetési tényezője	Külső fal kialakítása	Lábazati fal hőszigeteletlen		Lábazati fal csak a terepszintig hőszigetelt <sup>1</sup>		Lábazati fal a terepszint alatt 0,5 m-ig hőszigetelt <sup>1</sup>	
		Padló hőszigeteletlen	Padló hőszigetelt <sup>1</sup>	Padló hőszigeteletlen	Padló hőszigetelt <sup>1</sup>	Padló hőszigeteletlen	Padló hőszigetelt <sup>1</sup>
0,45 W/mK-nél nagyobb	külső oldali, megszakítatlan hőszigeteléssel	0,25	0,45	0,1	0,25	0,05	0,15
	hőszigetelés nélkül	0,15	0,3	0,2	0,25	0,25	0,2
0,15 W/mK és 0,45 W/mK közötti	külső oldali, megszakítatlan hőszigeteléssel	0,15	0,2	0,05	0,15	0,05	0,1
	hőszigetelés nélkül	0,1	0,15	0,1	0,15	0,1	0,15
0,15 W/mK-nél kisebb	külső oldali, megszakítatlan hőszigeteléssel	0,1	0,15	0,05	0,1	0,05	0,05
	hőszigetelés nélkül	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1

<sup>1</sup> Tartalmaz legalább egy R = 1,25 m<sup>2</sup>K/W hővezetési ellenállású hőszigetelő réteget.

# Talaj hőtechnikai jellemzői

**A talaj hőtechnikai tulajdonságai az alábbi táblázat alapján vehetők fel** (melynek forrása az MSZ EN ISO 13370 szabvány). Amennyiben a talaj típusa nem ismert, a 2. típus jellemzőit kell figyelembe venni.

A terepszint alatt beépített építőanyagok hőtechnikai jellemzőinek meghatározásánál figyelembe kell venni a beépítés helyének jellemző nedvesség és hőmérsékletviszonyait. Amennyiben a padlóval közvetlenül érintkező terek belső hőmérséklete eltér egymástól, a helyiség-hőmérsékletek területarányos átlagértéke használható.

**Amennyiben az ágyazat (pl. zúzottkő, kavicsfeltöltés) jellemzői nem ismertek, szintén az alábbi táblázat 2. típusát kell figyelembe venni, vagy a hővezetési ellenállását a számítás során el kell hanyagolni.**

Talaj-típus	Leírás	Hővezetési tényező $\lambda_{talaj}$ W/(m·K)	Térfogatra vonatkoztatott hőkapacitás $\rho c$ , J/(m <sup>3</sup> ·K)
1	Agyag, iszap	1,5	$3,0 \cdot 10^6$
2	Homok, kavics	2,0	$2,0 \cdot 10^6$
3	Homogén kő	3,5	$2,0 \cdot 10^6$



**A padlószerkezet hővezetési ellenállásának számításakor a szemcsés ágyazat (pl. homokos kavics, zúzottkő) hővezetési ellenállását nem szabad figyelembe venni, a nagy testsűrűségű betonlemezek és vékony padlóburkolatok hatása elhanyagolható.**

# Talajon fekvő padló hőátbocsátási tényezője

Padló karakterisztikus mérete:

$$B = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

← Padló területe  
← Kerület (beleszámítandó a külső környezettől vagy a szomszédos fűtetlen tértől elválasztó csatlakozások hossza)

Padló egyenértékű vastagsága:

$$d_p = d_f + \lambda_{talaj} \cdot (R_{si} + R_p + R_{se})$$

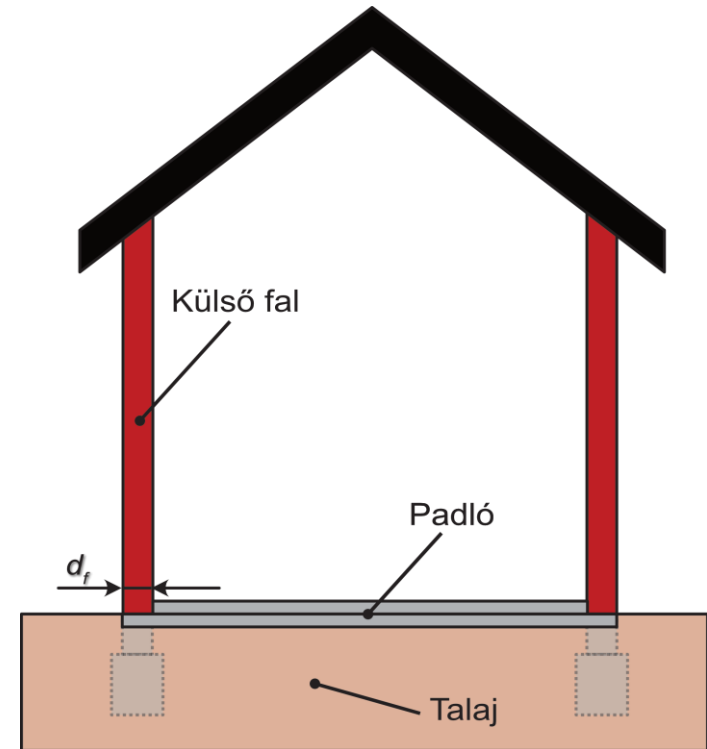
Padló hőátbocsátási tényezője:

Ha  $d_p < B$ , (hőszigetetlen, kissé szigetelt padlók) akkor:

$$U_{T,p} = \frac{2 \cdot \lambda_{talaj}}{\pi \cdot B + d_p} \cdot \ln\left(\frac{\pi \cdot B}{d_p} + 1\right)$$

Ha  $d_p \geq B$ , (jól hőszigetelt padlók) akkor:

$$U_{T,p} = \frac{\lambda_{talaj}}{0,457 \cdot B + d_p}$$



# Terepszint feletti padló hőátbocsátási tényezője

Terepszint feletti padlószervezetek esetén, ha a padlószervezet területe nem haladja meg a 250 m<sup>2</sup>-t és a padlószervezet felső szintjének magassága a külső oldali talaj szintjétől legalább  $m > 0,5$  m-re helyezkedik el, az egyenértékű hőátbocsátási tényező a következő összefüggéssel számítható:

$$U_{T,p} = \frac{1}{\frac{1}{U_p} + \frac{1}{U_{talaj} + U_{T,lf}}}$$

$U_p$  - a padlószervezet hőátbocsátási tényezője (felületi ellenállásokkal)

$U_{talaj}$  - a padlószervezet alatti talaj egyenértékű hőátbocsátási tényezője (ha van lábazati szigetelés, akkor azt figyelembe lehet venni  $U_{talaj}$ -ban a terepszint alatt)

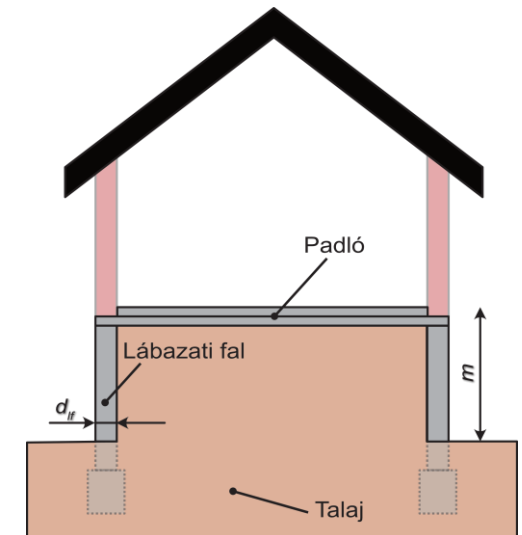
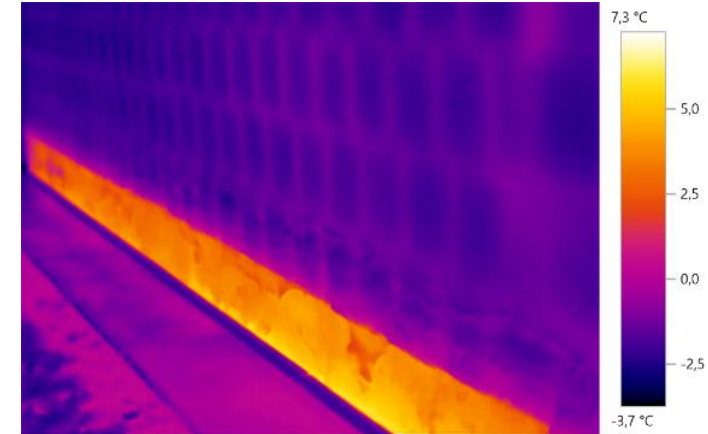
$$U_{talaj} = \frac{2\lambda_{talaj}}{\pi B + d_{lf} + m} \ln \left( \frac{\pi B}{d_{lf} + m} + 1 \right)$$

← Lábazati fal teljes vastagsága

$U_{T,lf}$  - a lábazati fal egyenértékű hőátbocsátási tényezője, mely tartalmazza a lábazati szigetelés terepszint feletti részét és a talaj hatását is:

$$U_{T,lf} = \frac{2 \cdot m \cdot U_{lf}}{B}$$

$U_{lf}$  - a lábazati fal hőátbocsátási tényezője (felületi ellenállásokkal)



# Fűtött pince padlójának hőátbocsátási tényezője

Pincepadló karakterisztikus mérete:

$$B = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

$A$  ← Padló területe  
 $P$  ← Kerület (beleszámítandó a külső környezettől vagy a szomszédos fűtetlen tértől elválasztó csatlakozások hossza)

Pincepadló egyenértékű vastagsága:

$$d_{pp} = d_f + \lambda_{talaj} \cdot (R_{si} + R_{pp} + R_{se})$$

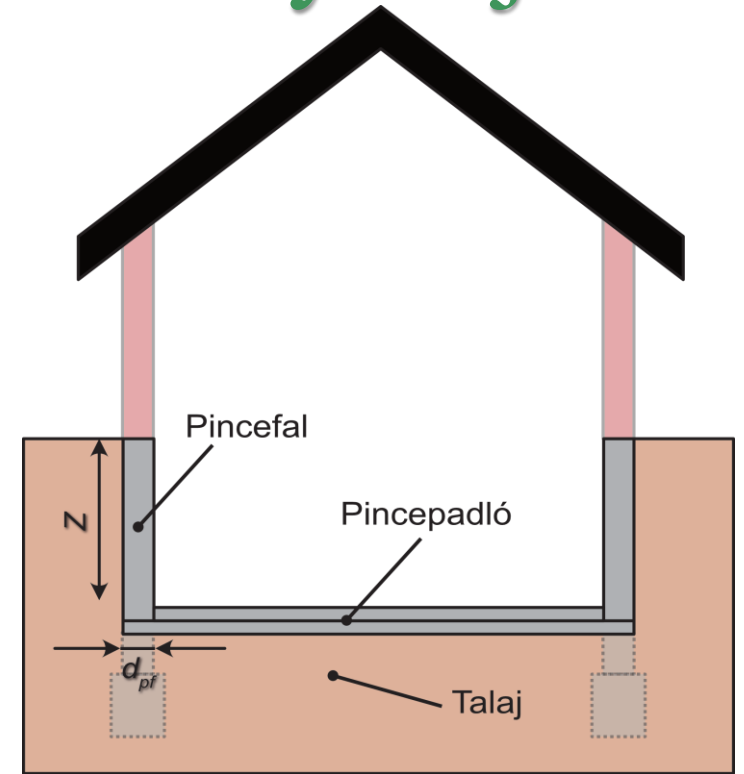
Pincepadló hőátbocsátási tényezője:

Ha  $(d_{pp} + 0,5 \cdot z) < B$ , (hőszigetetlen, kissé szigetelt padlók) akkor:

$$U_{T,p} = \frac{2 \cdot \lambda_{talaj}}{\pi \cdot B + d_{pp} + 0,5 \cdot z} \cdot \ln\left(\frac{\pi \cdot B}{d_{pp} + 0,5 \cdot z} + 1\right)$$

Ha  $(d_{pp} + 0,5 \cdot z) \geq B$ , (jól hőszigetelt padlók) akkor:

$$U_{T,p} = \frac{\lambda_{talaj}}{0,457 \cdot B + d_{pp} + 0,5 \cdot z}$$



# Fűtött pince falának hőátbocsátási tényezője

Pincefal egyenértékű vastagsága:

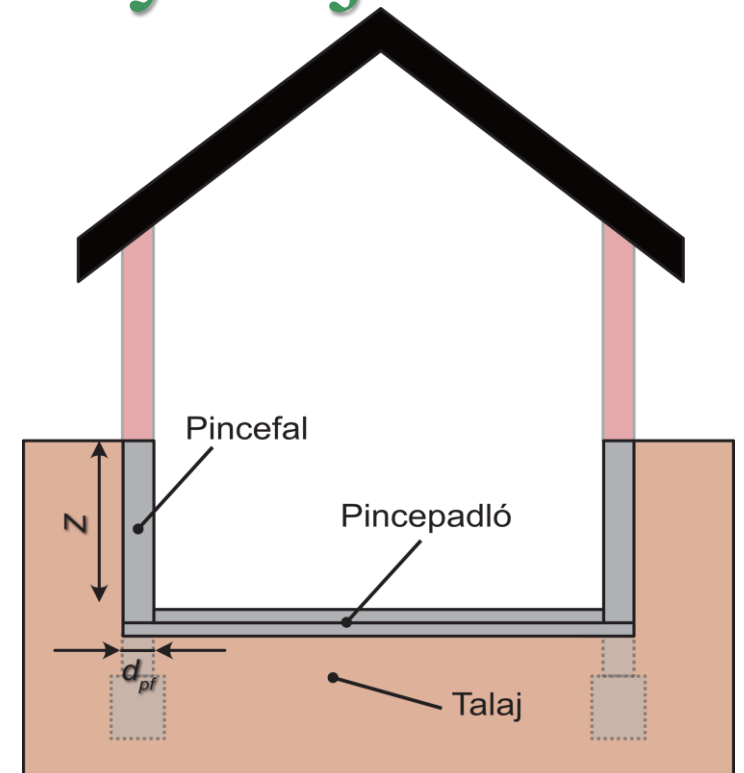
$$d_{pf} = \lambda_{talaj} \cdot (R_{si} + R_{ppf} + R_{se})$$

Pincepadló egyenértékű vastagsága:

$$d_{pp} = d_f + \lambda_{talaj} \cdot (R_{si} + R_{pp} + R_{se})$$

Pincefal hőátbocsátási tényezője:

$$U_{T,pf} = \frac{2\lambda_{talaj}}{\pi \cdot z} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_{pp}}{d_{pp} + z}\right) \cdot \ln\left(\frac{z}{d_{pf}} + 1\right)$$



Amennyiben  $d_{pf} < d_p$  (ritka eset), az összefüggésben  $d_p$  helyett  $d_{pf}$ -t kell használni.

A fenti képletek nem vonatkoznak részlegesen alápincézett épületekre. Ilyen esetekben megengedhető közelítés, ha az épületet teljesen alápincézettnek feltételezzük, de mélységét a tényleges mélység felének vesszük fel. A részlegesen fűtött pincék esetén a számítást el kell végezni teljesen fűtött pince, valamint fűtetlen pince esetére is az MSZ EN ISO 13370 alapján, majd az eredményeket a fűtött és fűtetlen alapterületek arányában súlyozni kell.



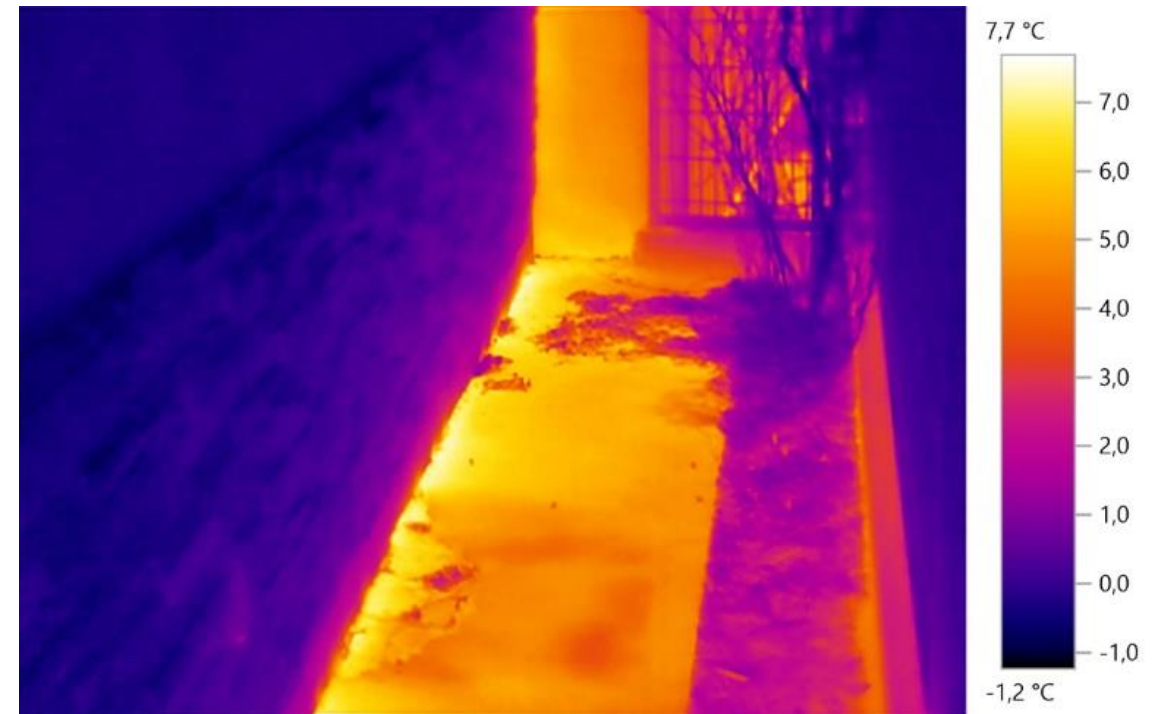
# Perem hőszigetelés hatása terepszint közeli padlóknál

**9/2023 ÉKM rend.:** „Terepszint közelében vagy terepszint felett fekvő padló esetében a padló kerülete mentén vízszintes síkban legalább 2,5 m, vagy függőleges síkban a padlósík alatt legalább 1,5 m mélységig perem hőszigetelést kell alkalmazni, amely legalább 2,5 m<sup>2</sup>K/W hővezetési ellenállással rendelkezik.

Ha a terepszint közelében fekvő padló tartalmaz legalább 2,5 m<sup>2</sup>K/W hővezetési ellenállású hőszigetelő réteget, perem hőszigetelésként elegendő a terepszint alatt 0,5 m mélységig függőleges síkban elhelyezni legalább 2,5 m<sup>2</sup>K/W hővezetési ellenállású hőszigetelő réteget.”

Terepszint közelében fekvő padló esetén a perem hőszigetelés (kerület mentén vízszintesen vagy függőlegesen elhelyezett hőszigetelő sáv vagy kis testsűrűségű, jó hőszigetelő képességű lábazati fal) hatását egy negatív előjelű vonalmenti hőátbocsátási tényezővel vesszük figyelembe.

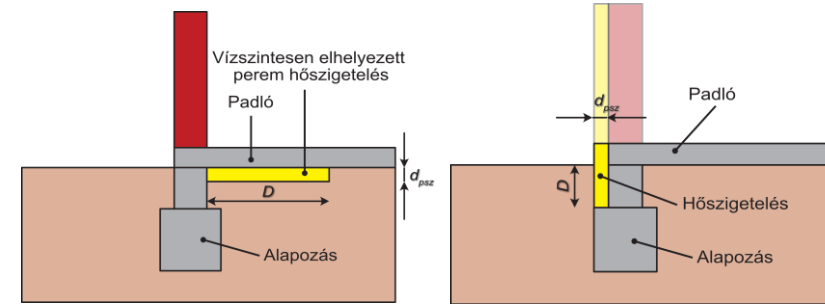
Amennyiben többféle perem hőszigetelés van (vízszintes és függőleges is), a számítást külön el kell végeznie az egyes hőszigetelésekre, és a legnagyobb csökkenést adó szigetelést lehet figyelembe venni.



# Perem hőszigetelés hatása terepszint közeli padlóknál

Perem hőszigetelés hatása figyelembe vehető a padló egyenértékű hőátbocsátási tényezőjében:

$$U_{T,p} = U_{T,p,0} + \frac{p_{sz}\psi_{psz}}{A}$$



A peremszigetelés kívül és belül is elhelyezhető! (amennyiben lehetséges, függőleges esetben javasolt kívül elhelyezni)

Peremszigetelés miatti többlet egyenértékű vastagság:

$$d' = R' \cdot \lambda_{talaj}$$

Peremszigetelés miatti többlet hővezetési ellenállás:

$$R' = R_{psz} - \frac{d_{psz}}{\lambda_{talaj}}$$

Vízszintes peremszigetelés vonalmenti hőátbocsátási tényezője:

$$\psi_{psz,v} = -\frac{\lambda_{talaj}}{\pi} \cdot \left[ \ln \left( \frac{D}{d_p} + 1 \right) - \ln \left( \frac{D}{d_p + d'} + 1 \right) \right]$$

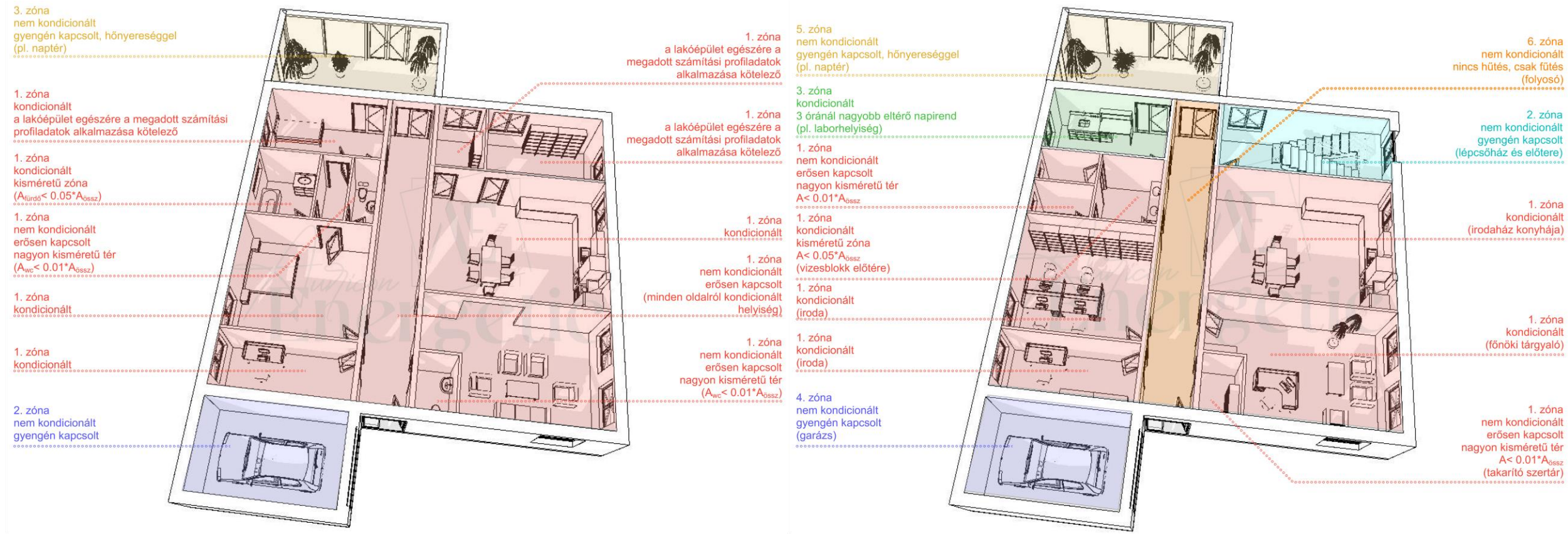
Függőleges peremszigetelés vonalmenti hőátbocsátási tényezője:

$$\psi_{psz,f} = -\frac{\lambda_{talaj}}{\pi} \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot D}{d_p} + 1 \right) - \ln \left( \frac{2 \cdot D}{d_p + d'} + 1 \right) \right]$$

# A termikus zónázás szabályai – 1.

**Számítást termikus zónánként kell végezni, majd a zónák eredményeit összesíteni.**

**A zónák kialakítására és felbontására szabályrendszer az ÉKM függelékében!**



Lakóépület (általában egy zóna), kötelező felhasználói profilal

Egyéb épületek: termikus zónázás és felhasználói profilok

# A termikus zónázás szabályai – 2.

**Számítást zónánként kell végezni, majd a zónák eredményeit összesíteni.**

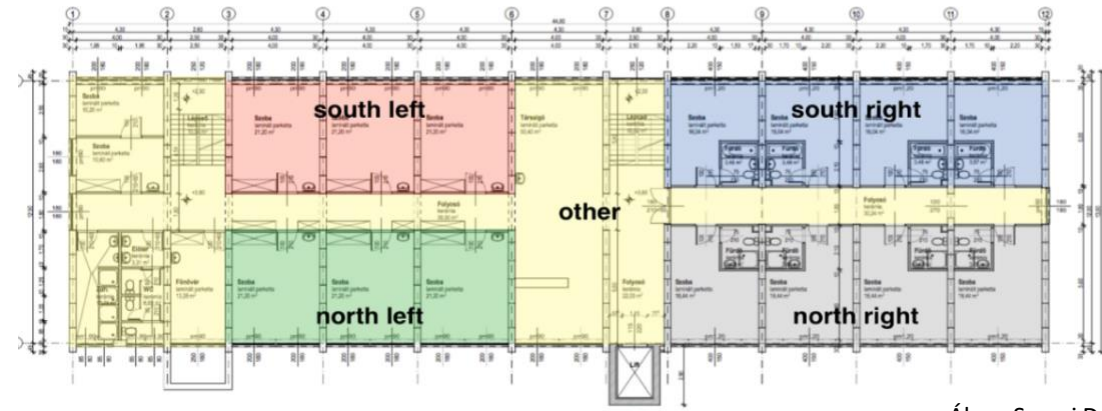
Az épület egy termikus zónaként kezelhető, bizonyos kivételekkel (pl. különböző használati feltételek, különbségek az épülettechnikai rendszerben, jelentős eltérés a hőmérségben).

**Zónák két fő típusa:**

- **kondicionált zóna:** fűtési és/vagy hűtési szezonra van előírt hőmérséklet
- **nem kondicionált zóna:** erősen kapcsolt, vagy gyengén kapcsolt, vagy gyengén kapcsolt jelentős szoláris/belső nyereséggel

**A zónákra osztás lépései:**

1. Helyiségek kategóriába sorolása a fő funkció alapján, zónákba sorolás
2. Felosztás az épülettechnikai rendszerek alapján
3. Összevonás hasonló használati feltételek esetén
4. (További) felosztás a hőegyensúly szempontjából
5. Egyszerűsítés kisméretű zónák esetén
6. Egyszerűsítés nagyon kisméretű zónák esetén



Ábra: Szagri Dóra

# Az épület/zóna pillanatnyi energiamérlege

Transzmissziós  
veszteségek

$$\dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_{szell}$$

Szellőzési  
veszteségek

Sugárzási  
nyereségek

$$\dot{Q}_{sug} + \dot{Q}_{belső}$$

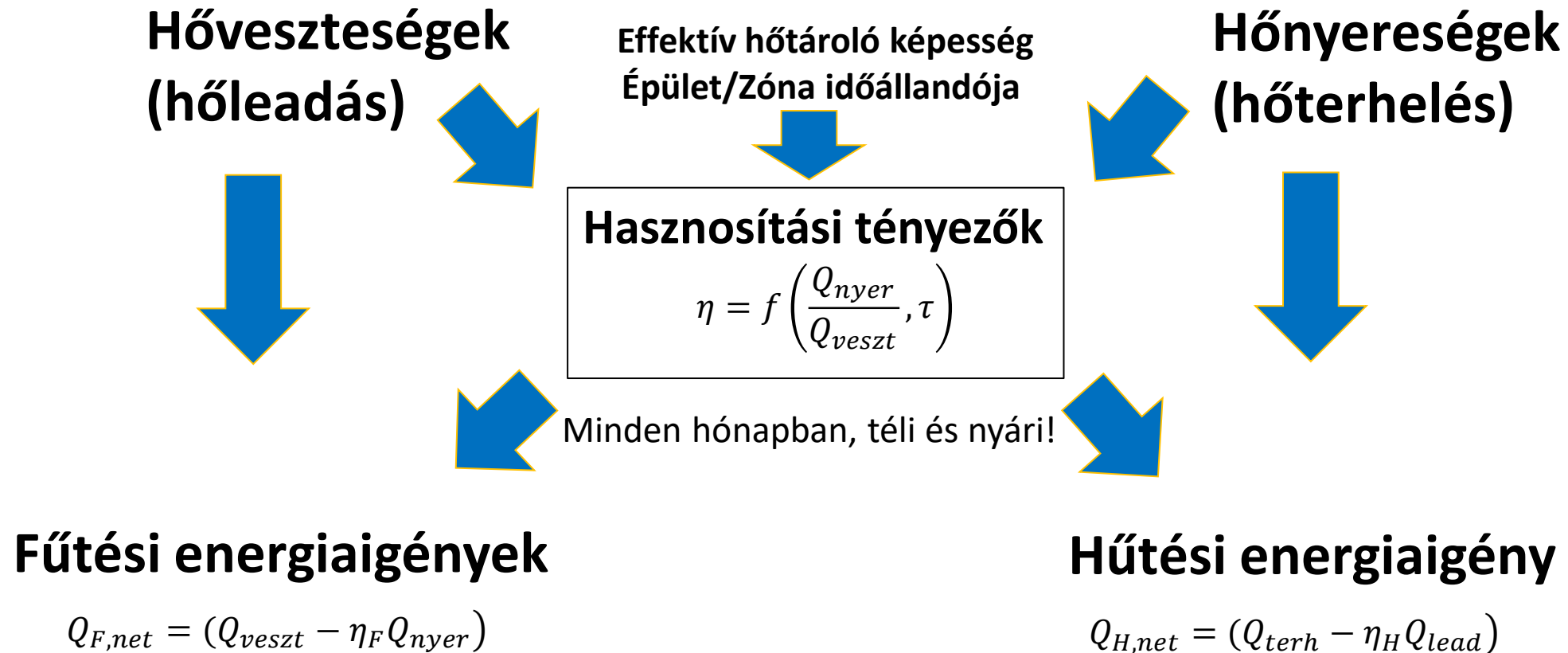
Belső  
nyereségek

Tárolt hő  
időbeni változása

$$+ \frac{\dot{Q}_{tárolt}}{T} + \dot{Q}_{F/H} = 0$$

Fűtési / Hűtési  
rendszer teljesítménye

# Fűtés / hűtés nettó hőenergia igénye – ÉKM rendelet havi módszer szerint (MSZ EN ISO 52016 alapján)



# Transzmissziós hőátviteli tényező [W/K]

$$H_{tr,D} = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

## Hőátvitel transzmisszióval

- Csatlakozási hőhidak hatása (szimuláció, korrekciós tényezők, hőhídkatalógus)
- Nem kondicionált terek hatása (b módosító tényezővel)
- Talajjal érintkező szerkezetek hőátviteli tényezője (szerkezetek U értékével és felületével, padló-fal csatlakozási  $\psi$  táblázat)
- A transzmissziós hőátviteli tényezőket zónánként, havonta, hűtés vagy fűtés esetére összegezzük a vonatkozó hőm.kül.-el.

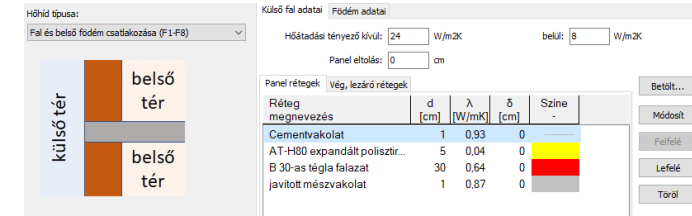
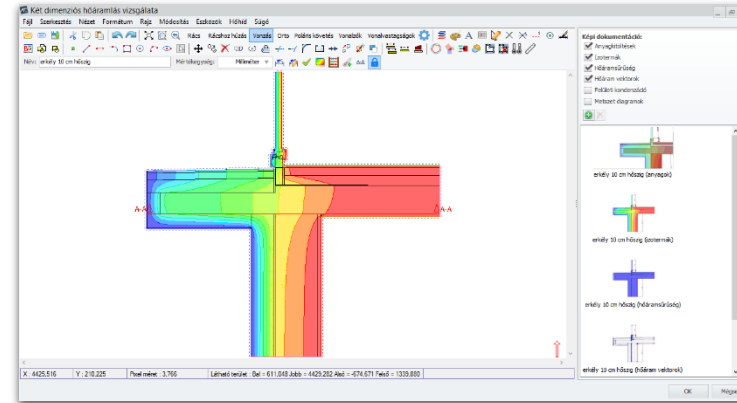
# Csatlakozási hőhidak hatása – 1.

## Részletes számítás:

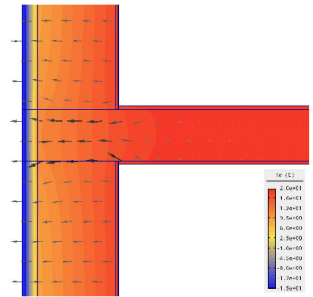
- numerikus modellezés

pl. Therm7, Auricon Energetic, Agros2D,...

Vonalmenti hőátbocsátási tényező numerikus modellezése **Auricon Energetic** szoftverrel



**fal és belső fűdém + vég szig**  
 L2d: 1.294 W/mK  
 Típusa: hőhid (külső)  
 Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.143 W/mK  
 Fűdém adatai  
 $\alpha_i = 10.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $\alpha_e = 12.0 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 1,5 cm (0,22 W/mK) téglyfa (rostokra merőlegesen)  
 20 cm (1,55 W/mK) vasbeton  
 1 cm (0,87 W/mK) javított mészkövek  
 Vég, lezáró rétegek  
 1 cm (0,93 W/mK) Cementvakolat  
 5 cm (0,04 W/mK) AT-H80 expandált polisztirolhab  
 Külső fal adatai  
 $\alpha_i = 8.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $\alpha_e = 24.0 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 1 cm (0,93 W/mK) Cementvakolat  
 5 cm (0,04 W/mK) AT-H80 expandált polisztirolhab  
 30 cm (0,64 W/mK) B 30-as téglafalazat  
 1 cm (0,87 W/mK) javított mészkövek



Vonalmenti hőátbocsátási tényező numerikus modellezése **WinWatt modul + Agros 2D**

- alkalmas hőhídkatalógus használata

belső méretek szerinti  $\psi$  alkalmazható (pl. PHPP hőhídkatalógus nem!)

MSZ EN ISO 14683:2017 szabványos hőhídkatalógus alkalmazása nem ajánlott

„Nemzeti Hőhídkatalógus” 2020-ban készült az ITM megbízásából, ajánlható:

[https://epito.bme.hu/sites/default/files/page/NagyB\\_Hohidkatalogus.xlsx](https://epito.bme.hu/sites/default/files/page/NagyB_Hohidkatalogus.xlsx)

Szr.	Épíletszerkezetek csoportja	Szabvány	Darab	Falazatok hőátbocsátási tényezői			
				Falazat	Hőátbocsátási tényező	Expanzált polisztirolhab	Expanzált polisztirolhab
1	Falazatok hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 6946:2017	1020				
2	Acél mechanikai rögzítések $\Delta U$ korrekciós tényezői	MSZ EN ISO 6946:2017 F melléklet	712				
3	Posztív falazatok vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	956				
4	Falazatokba épített pillérek vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	707				
5	Nyílászáró beépítések vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	1434				
6	Közbenő fűdém és falcsatlakozások vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	1453				
7	Erkélyközök, közbenő fűdém és falcsatlakozások vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	956				
8	Közbenő fűdémek áthidalóval vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	1423				
9	Lábazat és padlócsatlakozások felmenő falakkal vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12.4.3 fejezet (2D, B módszer)	4021				
10	Lapostető áttikával és falcsatlakozások vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	4188				
11	Attika nélküli lapostető és falcsatlakozások vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	2099				
12	Magastető kialakítások hőátbocsátási és $\Delta U$ korrekciós tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 11. fejezet (3D)	288				
13	Magastető és pánthűdémcsatlakozások vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 11. fejezet (3D)	2364				





# Csatlakozási hőhidak hatása – 2.

## Egyszerűsített módszer:

- táblázatos értékek a számítási függelékben

b) egyszerűsített módszer alkalmazása esetén a következő összefüggés szerint:

$$U_R = U(1 + \chi) \quad (\text{II.3.b})$$

kell figyelembe venni. A korrekciós tényező nem használható a gyártási, kivitelezési, tervezési hibák figyelembevételére és az ezek miatt időben bekövetkezett hőhidasság figyelembevételére (pl. hőszigetelt panelos rendszerek gyártási hibái).

A  $\chi$  korrekciós tényező értékeit a szerkezet típusa és a határolás tagoltsága függvényében az II.1. táblázat tartalmazza.

II.1. táblázat. A hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező

Határoló szerkezetek			A hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező $\chi$
Külső falak <sup>1)</sup>	külső oldali, vagy szerkezeten belüli megszakítatlan hőszigeteléssel	gyengén hőhidas	0,15
		közepesen hőhidas	0,20
		erősen hőhidas	0,30
	egyéb külső falak	gyengén hőhidas	0,25
		közepesen hőhidas	0,30
		erősen hőhidas	0,40
Lapostetők <sup>2)</sup>	gyengén hőhidas	0,10	
	közepesen hőhidas	0,15	
	erősen hőhidas	0,20	
Beépített tetőteret határoló szerkezetek <sup>3)</sup>	gyengén hőhidas	0,10	
	közepesen hőhidas	0,15	
	erősen hőhidas	0,20	
Padlásfödémek <sup>4)</sup>			0,10
Árkádfödémek <sup>4)</sup>			0,10
Pincefödémek <sup>4)</sup>	szerkezeten belüli hőszigeteléssel		0,20
	alsó oldali hőszigeteléssel		0,10
Fűtött és fűtetlen terek közötti falak, fűtött pincetereket határoló, külső oldalon hőszigetelt falak			0,05

<sup>1)</sup> Besorolás a pozitív falsarkok, a falazatokba beépített acél vagy vasbeton pillérek, a homlokzatsíkból kinyúló falak, a nyílászáró-kerületek, a csatlakozó födémek és belső falak, erkélyek, lodzsák, függőfolyosók hosszának fajlagos mennyisége alapján (a külső falak felületéhez viszonyítva).

<sup>2)</sup> Besorolás az attikafalak, a mellvédfalak, a fal-, felülvilágító- és felépítmény-szegélyek hosszának fajlagos mennyisége alapján (a tető felületéhez viszonyítva, a tetőfödém kerülete a külső falaknál figyelembe véve).

<sup>3)</sup> Besorolás a tetőélek és élszaruk, a felépítményszegélyek, a nyílászáró-kerületek hosszának, valamint a térd- és ormfalak és a tető csatlakozási hosszának fajlagos mennyisége alapján (a födém kerülete a külső falaknál figyelembe véve).

<sup>4)</sup> A födém kerülete a külső falaknál figyelembe véve.

## Változás a 9/2023 ÉKM-ben a TNM-hez képest:

1) Besorolás a pozitív falsarkok, a falazatokba beépített, az elemen belüli hőhidak közé nem sorolt acél vagy vasbeton pillérek, a homlokzatsíkból kinyúló falak, a nyílászáró-kerületek, a csatlakozó födémek és belső falak, erkélyek, lodzsák, függőfolyosók hosszának fajlagos mennyisége alapján (a külső falak nyílászárókkal együtt vett felületéhez viszonyítva).

A besoroláshoz szükséges tájékoztató adatokat a II.2. táblázat tartalmazza.

II.2. táblázat: Tájékoztató adatok a  $\chi$  korrekciós tényező kiválasztásához

Határoló szerkezetek	A hőhidak hosszának fajlagos mennyisége (fm/m <sup>2</sup> )		
	Határoló szerkezet besorolása		
	gyengén hőhidas	közepesen hőhidas	erősen hőhidas
Külső falak	< 0,8	0,8 - 1,0	> 1,0
Lapostetők	< 0,2	0,2 - 0,3	> 0,3
Beépített tetőteret határoló szerkezetek	< 0,4	0,4 - 0,5	> 0,5

$$H_{tr} = \sum_i A_i U_{R,i}$$

# Kondicionálatlan terek miatti „b” módosító tényezők

$$H_{tr,x} = b \cdot H_{tr,ix}$$

Októbertől áprilisig  $b_{tél}$ , májustól szeptemberig  $b_{nyár}$  értékek alkalmazandók:

<i>A gyengén kapcsolt nem kondicionált térrel határos szerkezet</i>	$b_{tél}$	$b_{nyár}$
Padlástérrel határos födém vagy fal	0,9	0,0
Zárt, fűtetlen pincével határos födém vagy fal	0,5	1,5
Zárt, fűtetlen mélygarázzsal határos födém vagy fal	0,8	0,8
Zárt, fűtetlen garázzsal határos födém vagy fal	0,9	0,9
Fűtetlen/ hűtés nélküli helyiséggel határos födém vagy fal	0,5	0,5
Fűtetlen, külső homlokzattal rendelkező lépcsőházzal határos fal	0,7	0,7
Naptérrel vagy fűtetlen átriummal határos fal, ha az üvegezett szerkezet <sup>1</sup>		0,0
- egyrétegű	0,8	
- kétrétegű	0,7	
- hőszigetelő üvegezés <sup>2</sup>	0,5	

<sup>1</sup>napterek esetén, ha a b tényező jelen egyszerűsített módszerrel kerül kiszámításra, az indirekt sugárzási nyereség nem vehető figyelembe

<sup>2</sup> hőszigetelő üvegezés: legalább kétrétegű, legalább egy low-e bevonattal ellátott és argon nemesgázzal töltött üvegezés

Az egyszerűsített módszer értékei akkor alkalmazhatóak, ha a zóna/épület parancsolt hőmérséklete fűtés esetén 18-22 °C, hűtés esetén 24-28 °C között van.

**Részletes módszer alkalmazása esetén az MSZ EN ISO 13789 szabvány szerint határozható meg;**

**Fűtetlen napterek esetén a b tényező és az indirekt sugárzási nyereség meghatározását azonos módszerrel kell végezni.**



# Talajjal érintkező szerkezetek

## Terepszint közelében vagy felett fekvő padló

$$H_{tr,T,tp} = AU_{T,p} + P\Psi_{p,f}$$

$H_{tr,T,tp}$  a terepszint közelében vagy felett fekvő padló hőátviteli tényezője állandósult állapotban [W/K],

$A$  a padló területe [m<sup>2</sup>],

$U_{T,p}$  a terepszint közelében vagy felett fekvő padló a talaj hatását is tartalmazó egyenértékű hőátbocsátási tényezője [W/m<sup>2</sup>K],

$P$  a padló kitett kerülete [m],

$\Psi_{p,f}$  a padló-fal csatlakozás vonalmenti hőátbocsátási tényezője [W/mK], egyszerűsítve:

## Fűtött pince

$$H_{tr,T,p} = AU_{T,p} + zPU_{T,pf} + P\Psi_{p,f}$$

Külső falat alkotó vakolatlan falazat egyenértékű hővezetési tényezője	Külső fal kialakítása	Lábazati fal hőszigeteletlen		Lábazati fal csak a terepszintig hőszigetelt <sup>1</sup>		Lábazati fal a terepszint alatt 0,5 m-ig hőszigetelt <sup>1</sup>	
		Padló hőszigeteletlen	Padló hőszigetelt <sup>1</sup>	Padló hőszigeteletlen	Padló hőszigetelt <sup>1</sup>	Padló hőszigeteletlen	Padló hőszigetelt <sup>1</sup>
0,45 W/mK-nél nagyobb	külső oldali, megszakítatlan hőszigeteléssel	0,25	0,45	0,1	0,25	0,05	0,15
	hőszigetelés nélkül	0,15	0,3	0,2	0,25	0,25	0,2
0,15 W/mK és 0,45 W/mK közötti	külső oldali, megszakítatlan hőszigeteléssel	0,15	0,2	0,05	0,15	0,05	0,1
	hőszigetelés nélkül	0,1	0,15	0,1	0,15	0,1	0,15
0,15 W/mK-nél kisebb	külső oldali, megszakítatlan hőszigeteléssel	0,1	0,15	0,05	0,1	0,05	0,05
	hőszigetelés nélkül	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1

<sup>1</sup> Tartalmaz legalább egy R = 1,25 m<sup>2</sup>K/W hővezetési ellenállású hőszigetelő réteget.

**Pince esetén a padló-fal csatlakozás vonalmenti hőátbocsátási tényezője egyszerűsített számításnál elhanyagolható!**

# Transzmissziós hőátvitel [kWh]

Meghatározandó minden zónára és minden hónapra

$$Q_{tr,F/H} = \left( \left( \sum H_{tr,D,F/H} + \sum H_{tr,x,F/H} \right) (\theta_{i,F/H} - \theta_{e,átlag}) + H_{tr,T} (\theta_{i,F/H} - \theta_{e,év}) \right) \cdot \Delta t / 1000$$

$H_{tr,D,F/H}$  direkt transzmissziós hőátviteli tényező külső környezettel határos szerkezetek esetén fűtésre/hűtésre [W/K],

$H_{tr,x,F/H}$  transzmissziós hőátviteli tényező nem kondicionált térrel határos szerkezetek esetén fűtésre/hűtésre [W/K],

$H_{tr,T}$  talajjal érintkező szerkezetek transzmissziós hőátviteli tényezője [W/K],

$\theta_{i,F/H}$  a zóna/épület parancsolt hőmérséklete fűtés/ hűtés esetén [°C],

$\theta_{e,átlag}$  a külső tér átlaghőmérséklete, havi átlagérték [°C],

$\theta_{e,év}$  a külső tér éves átlaghőmérséklete [°C],

$\Delta t$  a számítási időszak hossza (hónap) [h].

# Szellőzési hőátviteli tényező [W/K]

$$H_{szell,F/H} = 0,35 \cdot \sum_k \left( b_{szell,k} \cdot n_k \cdot V_k \cdot \frac{\Delta t_k}{\Delta t} \right)$$

- 0,35 a levegő térfogatra vonatkoztatott hőkapacitása [Wh/m<sup>3</sup>K],
- $b_{szell,k}$  hőmérséklet korrekciós tényező a  $k$  szellőzési mód esetén, értéke 1, amennyiben a szellőző levegő hőmérséklete megegyezik a külső hőmérséklettel, egyéb esetben a 6.9. képlet szerint számítható,
- $n_k$  légcserezszám a  $k$  szellőzési mód esetén, havi átlagérték, figyelembe véve ha a szellőzési mód nem teljes időben működik [1/h],
- $V_k$  a szellőztetett térfogat [m<sup>3</sup>],
- $k$  az egyes szellőzési módokat jelöli, (pl. infiltráció, természetes szellőzés, gépi szellőztetés, éjszakai többletszellőztetés, stb),
- $\Delta t_k$  a  $k$  szellőzési módhoz tartozó időszak hossza (használati idő) [h],
- $\Delta t$  a vizsgált teljes időszak (hónap) [h].

# Szellőzési hőátviteli tényező

- **Módosító tényező a levegő hőmérsékletére:**

$$b_{szell} = \frac{\theta_{i,F/H} - \theta_{bef,F/H}}{\theta_{i,F/H} - \theta_{e;\text{átlag}}}$$

$\theta_{i,F/H}$  a zóna/épület parancsolt átlagos hőmérséklete fűtés / hűtés esetén [°C],

$\theta_{bef,F/H}$  a szellőző levegő átlagos befúvási hőmérséklete fűtés / hűtés esetén [°C],

$\theta_{e;\text{átlag}}$  a külső tér átlaghőmérséklete, havi átlagérték [°C].

- **Különböző természetes és/vagy gépi szellőzési esetek figyelembevétele:**
  - természetes szellőzés télen / nyáron,
  - gépi szellőzés (fűtés/hűtés) hővisszanyerő nélkül,
  - gépi szellőzés hővisszanyerővel (csak fűtés)
  - gépi szellőzés fagyvédelmi előfűtéssel és hővisszanyerővel (csak fűtés)
  - gépi szellőzés talajkollektoros előmelegítés és hővisszanyerővel (csak fűtés)

# Szellőzési hőátviteli tényező [W/K]

## Természetes szellőzés

$$H_{szell,F/H} = 0,35 \cdot \left( n_{szüks} \cdot \frac{\Delta t_{term}}{\Delta t} + n_{filt} \right) \cdot V$$

$n_{filt}$  légcsereszám az infiltráció miatt [1/h] ->

$\Delta t_{term}$  a természetes szellőzésű időszak hossza a használati időben [h],

$\Delta t$  a vizsgált teljes időszak [h]

## Éjszakai többlet szellőztetés

$$H_{szell,H,nyár,éjjel} = 0,35 \cdot \left( b_{éjjel} \cdot \frac{7}{24} \cdot n_{éjjel} \right) \cdot V [W/K]$$

$b_{éjjel}$  az alacsonyabb hőmérsékletű éjszakai szellőző levegő miatti módosító tényező, egyszerűsített számítás:

$$b_{éjjel} = 1,5$$

$\frac{7}{24}$  az éjszakai szellőztetés időaránya nyáron, 23 – 6 óra közötti éjszakai szellőztetés feltételezve,

$n_{éjjel}$  az éjszakai légcsereszám növekmény:

A légcsereszám számítási értékei a nyári félévben, természetes szellőztetéssel	Nyitható nyílások	
	egy homlokzaton	több homlokzaton
éjszakai szellőztetés miatti légcsereszám növekmény ( $n_{éjjel}$ )	3	6

Nyílászáró légáteresztése	Nyílások elhelyezkedése	Szintek száma	Tömítetlenségéből származó légcseres <sup>1)</sup>	
			$n_{th}$ szélvédett	szélnek kitett <sup>2)</sup>
Gyenge légzárású: vetemedett, rosszul illesztett; vagy falhézagnál hőszigeteltelen, tömítetlen nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,20	0,35
		3-6		0,40
		7-		0,60
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,40	0,65
		3-6		0,75
		7-		1,00
Közepes légzárású: kettős jól illeszkedő, de tömítetlen, vagy egyszeres jól illeszkedő öntapadó tok-szárnyötmitéssel ellátott; vagy falhézagnál csak hőszigeteléssel tömített nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,05	0,10
		3-6		0,15
		7-		0,25
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,10	0,20
		3-6		0,25
		7-		0,40
Jó légzárású: körbemenő, gyárilag beépített, alakos-tok-szárnyötmitéssel; oldalanként legalább egy ponton záródó; vagy minősítő irabban MSZ EN 12207 szerint 4-es légáteresztési osztályú; és minden esetben falhézagnál légzáróan is tömített nyílászárók	Egy homlokzaton		0,03	
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő		0,06	
Kiváló légzárású <sup>3)</sup>	$V \leq 1500 \text{ m}^3$	nincs gépi szellőzés $n_{50} \leq 2,0 \text{ h}^{-1}$	0,00	
		van gépi szellőzés $n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$		
	$V > 1500 \text{ m}^3$	nincs gépi szellőzés $q_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$		
		van gépi szellőzés $q_{50} \leq 2,0 \text{ h}^{-1}$		

# Szellőzési térfogatáramok – ÉKM 2. függelékben

	Napi használati idő	Éves használati idő	Éves használati idő	Hőmérséklet fűtési ideny	Hőmérséklet hűtési ideny	Szükséges szellőzési térfogatáram üzemidőben	Megvilágítás **	Hőnyereség napi átlag
	h/nap	nap/év	h/év	°C	°C	$\dot{V}_{LT}/A_k$ $m^3/(m^2h)$	MV lx	$q_b$ $W/m^2$
Lakóépület egésze*	24	365	8760	20	26	$n_{szüks}=0,5/h$	-	5
Kis iroda (1-5 fő)	11	250	2750	20	26	4	500	7
Nagy iroda (>5 fő)	11	250	2750	20	26	6	500	8
Tárgyaló	11	250	2750	20	26	15	500	8
Osztályterem, óvoda csoportszoba	10	szept.-jún.: 22 nap/hó júl.- aug.: 0 nap/hó	szept.-jún.: 220 h/hó, júl.- aug.: 0 h/hó	20	26	10	300	9
Bölcsőde csoportszoba	12	220	2640	23	26	10	300	9
Előadó	7	szept.-jún.: 22 nap/hó júl.- aug.: 0 nap/hó	szept.-jún.: 154 h/hó, júl.- aug.: 0 h/hó	20	26	30	500	19
WC és mosdó középületben	fő funkció szerint			20	26	15	200	0
Alárendelt helyiség	fő funkció szerint			20	26	0	100	0
Közlekedő	fő funkció szerint			20	26	0	100	0



# Szellőzési hőátviteli tényező – gépi szellőzés 1.

Lakóépületek esetén, ha nincs hővisszanyerős szellőztetés vagy központi folyamatos üzemű elszívás, egyszerűsített módszerként a természetes szellőzés számítási módszere alkalmazható.

**Folyamatos hővisszanyerős, állandó térfogatáramon működtetett, előfűtés vagy talajhőcserélős levegő előkezelés nélküli gépi szellőzés esetén (külső térből történik a levegő beszívása):**

$$H_{szell,F} = 0,35 \cdot (\dot{V}_{LT,friss} \cdot (1 - \eta_r) + n_{filt} \cdot V) \quad [W/K]$$

Hővisszanyerő hatásfoka

**Szellőzési hőátviteli tényező szakaszos, gépi szellőzés, külső térből történő beszívás esetére fűtési és hűtési módra:**

$$H_{szell,F/H} = \sum \left( H_{term,F/H} + \sum H_{LT,n,F/H} + H_{filt,F/H} \right) \quad [W/K]$$

Természetes

Gépi

Filtráció

# Szellőzési hőátviteli tényező – gépi szellőzés 2.

Szakaszos üzemű gépi szellőztetés, nincs hővisszanyerő a rendszerben:

$$H_{szell,F/H} = \sum \left( H_{term,F/H} + \sum H_{LT,n,F/H} + H_{filt,F/H} \right) \quad [W/K]$$

A szellőzési hőátviteli tényező abban az időszakban, amikor az épületet használják, de a gépi szellőzés ki van kapcsolva (pl. eltérő téli és nyári üzem) az alábbi képlettel számítható:

$$H_{term,F/H} = 0,35 \cdot n_{szüks} \cdot \frac{t_{term}}{t} \cdot V \quad [W/K]$$

A gépi szellőzés n. fokozatához tartozó hőátviteli tényező alapesetben (fűtés vagy hűtés, nincs hővisszanyerő):

$$H_{LT,n,F/H} = 0,35 \cdot \dot{V}_{LT,n,friss} \cdot \frac{t_{LT,n}}{t}$$

Egyszerűsített módszer alkalmazása esetén hűtési üzemmódot mindig így kell kiszámolni.

Az épületburok tömítetlenségéből származó többlet légcserét kifejező szellőzési hőátviteli tényező:

$$H_{filt,F/H} = 0,35 \cdot n_{filt} \cdot V$$

Amennyiben éjszaka a szellőző rendszer nem működik, de éjszakai természetes szellőztetés lehetséges, az éjszakai szellőzés többlet hőátviteli tényezője ( $H_{szell,H,nyár,éjjel}$ ) is figyelembe vehető.

# Szellőzési hőátviteli tényező – gépi szellőzés 3.

Szakaszos üzemű gépi szellőztetés, hővisszanyerő van a rendszerben:

$$H_{szell,F/H} = \sum \left( H_{term,F/H} + \sum H_{LT,n,F/H} + H_{filt,F/H} \right) \quad [W/K]$$

A szellőzési hőátviteli tényező abban az időszakban, amikor az épületet használják, de a gépi szellőzés ki van kapcsolva (pl. eltérő téli és nyári üzem) az alábbi képlettel számítható:

$$H_{term,F/H} = 0,35 \cdot n_{szüks} \cdot \frac{t_{term}}{t} \cdot V \quad [W/K]$$

A gépi szellőzés n. fokozatához tartozó hőátviteli tényező hővisszanyerő esetén:

$$H_{LT,n,F} = 0,35 \cdot \dot{V}_{LT,n,friss} \cdot \frac{t_{LT,n}}{t} \cdot (1 - \eta_r) \qquad H_{LT,n,H} = 0,35 \cdot \dot{V}_{LT,n,friss} \cdot \frac{t_{LT,n}}{t}$$

Az épületburok tömítetlenségéből származó többlet légcserét kifejező szellőzési hőátviteli tényező:

$$H_{filt,F/H} = 0,35 \cdot n_{filt} \cdot V$$

Amennyiben éjszaka a szellőző rendszer nem működik, de éjszakai természetes szellőztetés lehetséges, az éjszakai szellőzés többlet hőátviteli tényezője ( $H_{szell,H,nyár,éjjel}$ ) is figyelembe vehető.

# Szellőzési hőátviteli tényező – gépi szellőzés 4.

Szakaszos üzemű gépi szellőztetés, hővisszanyerő és fagyvédelmi előfűtés van a rendszerben:

$$H_{szell,F/H} = \sum \left( H_{term,F/H} + \sum H_{LT,n,F/H} + H_{filt,F/H} \right) \quad [W/K]$$

A szellőzési hőátviteli tényező abban az időszakban, amikor az épületet használják, de a gépi szellőzés ki van kapcsolva (pl. eltérő téli és nyári üzem) az alábbi képlettel számítható:

$$H_{term,F/H} = 0,35 \cdot n_{szüks} \cdot \frac{t_{term}}{t} \cdot V \quad [W/K]$$

A gépi szellőzés n. fokozatához tartozó hőátviteli tényező fagyvédelmi előfűtés és hővisszanyerő esetén:

$$H_{LT,n,F} = 0,35 \cdot \frac{\dot{V}_{LT,n,friss}}{t} \cdot \left( \left( (t_{LT,n} - t_{EF,n,e<-4C}) + t_{EF,n,e<-4C} \cdot \frac{\theta_{i,F} - (-4)}{\theta_{i,F} - \theta_{e;átlag}} \right) \cdot (1 - \eta_r) + t_{EF,n,e<-4C} \cdot \frac{-4 - \theta_{e<-4C}}{\theta_{i,F} - \theta_{e;átlag}} \right)$$
$$H_{LT,n,H} = 0,35 \cdot \dot{V}_{LT,n,friss} \cdot \frac{t_{LT,n}}{t}$$

Az épületburok tömítetlenségéből származó többlet légcserét kifejező szellőzési hőátviteli tényező:

$$H_{filt,F/H} = 0,35 \cdot n_{filt} \cdot V$$

Amennyiben éjszaka a szellőző rendszer nem működik, de éjszakai természetes szellőztetés lehetséges, az éjszakai szellőzés többlet hőátviteli tényezője ( $H_{szell,H,nyár,éjjel}$ ) is figyelembe vehető.

# Szellőzési hőátviteli tényező – gépi szellőzés 5.

Szakaszos üzemű gépi szellőztetés, hővisszanyerő és talajkollektoros előmelegítés van a rendszerben:

$$H_{szell,F/H} = \sum \left( H_{term,F/H} + \sum H_{LT,n,F/H} + H_{filt,F/H} \right) \quad [W/K]$$

A szellőzési hőátviteli tényező abban az időszakban, amikor az épületet használják, de a gépi szellőzés ki van kapcsolva (pl. eltérő téli és nyári üzem) az alábbi képlettel számítható:

$$H_{term,F/H} = 0,35 \cdot n_{szüks} \cdot \frac{t_{term}}{t} \cdot V \quad [W/K]$$

A gépi szellőzés n. fokozatához tartozó hőátviteli tényező talajkollektoros előmelegítés és hővisszanyerő esetén:

$$H_{LT,n,F} = 0,35 \cdot \dot{V}_{LT,n,friss} \cdot \frac{t_{LT,n}}{t} \cdot \frac{\theta_{i;F} - \theta_{thcs;F}}{\theta_{i;F} - \theta_{e;átlag}} \cdot (1 - \eta_r) \quad H_{LT,n,H} = 0,35 \cdot \dot{V}_{LT,n,friss} \cdot \frac{t_{LT,n}}{t}$$

Az épületburok tömítetlenségéből származó többlet légcserét kifejező szellőzési hőátviteli tényező:

$$H_{filt,F/H} = 0,35 \cdot n_{filt} \cdot V$$

Amennyiben éjszaka a szellőző rendszer nem működik, de éjszakai természetes szellőztetés lehetséges, az éjszakai szellőzés többlet hőátviteli tényezője ( $H_{szell,H,nyár,éjjel}$ ) is figyelembe vehető.

# Szellőzési hőátviteli tényező – gépi szellőzés 6.

Számítást segítő alapadatok az 1. és 2. függelékből

$\Delta t_{EF,n,e < -4C}$  az az időszak a vizsgált időszakon belül, amikor a gépi szellőzés n. üzemmódban megy és a külső hőmérséklet  $-4\text{ C}$  alatt van és fagyvédelmi előfűtés működik, értéke nulla, ha nincs fagyvédelmi előfűtés

$\theta_{e < -4C}$  átlagos külső hőmérséklet abban az időszakban, amikor a külső hőmérséklet  $-4\text{ C}$  alatt van (fagyvédelmi előfűtés esete)

## 1.2.2 Alapadatok a fagyvédelmi előfűtéshez

1.3. táblázat: Külső átlaghőmérsékletek és időtartamok  $-4\text{C}$  külső hőmérsékletekhez

időszak	időtartam, amikor a külső levegő hőmérséklete $-4\text{ °C}$ alatt van $\Delta t_{EF,n,e < -4C}$ (h)	átlagos külső hőmérséklet azon időszakban, amikor a külső levegő hőmérséklete $-4\text{ °C}$ alatt van $\theta_{e < -4C}$ (°C)
január	72	-5,82
február	110	-5,75
március	24	-6,00
november	1	-4,08
december	82	-5,51
Teljes év	289	-5,72 °C

$\theta_{e; \text{átlag}}$  a külső tér átlaghőmérséklete, havi átlagérték:

1.1. táblázat: Havi külső hőmérséklet átlagértékek

Hónap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Éves
Átlagos külső hőmérséklet [°C]	2,1	-0,1	3,5	10,9	16,8	20,8	21,9	21,0	17,8	8,3	7,6	-0,1	10,9

$\theta_{thcs;F}$  a talajhőcserélőből kilépő levegő átlaghőmérséklete:

10.1. táblázat: A talajhőcserélőből kilépő levegő hőmérséklete a fektetési hossz (L) és a szállított térfogatáram függvényében

Szállított térfogatáram	Talajhőcserélőből kilépő levegő hőmérséklete (°C)					Szezonális átlag (°C)
	január	február	március	november	december	
L=30m						
120 m <sup>3</sup> /h	10,7	11,9	11,5	10,6	8,9	10,7
150 m <sup>3</sup> /h	10,4	11,6	11,3	10,5	8,7	10,5
180 m <sup>3</sup> /h	10,2	11,2	11,1	10,4	8,4	10,3
L=40m						
120 m <sup>3</sup> /h	11,2	12,7	12,1	10,8	9,5	11,3
150 m <sup>3</sup> /h	11,1	12,5	11,9	10,7	9,3	11,1
180 m <sup>3</sup> /h	10,9	12,2	11,8	10,7	9,2	10,9
L=50m						
120 m <sup>3</sup> /h	11,5	13,1	12,3	10,9	9,8	11,5
150 m <sup>3</sup> /h	11,4	12,9	12,2	10,8	9,7	11,4
180 m <sup>3</sup> /h	11,3	12,8	12,1	10,8	9,6	11,3
L=60m						
120 m <sup>3</sup> /h	11,6	13,3	12,4	10,9	9,9	11,6
150 m <sup>3</sup> /h	11,6	13,2	12,4	10,9	9,9	11,6
180 m <sup>3</sup> /h	11,5	13,1	12,3	10,9	9,8	11,5



# Szellőzési hőátvitel [kWh]

Meghatározandó minden zónára és minden hónapra a szellőzési hőátvitel érezhető hányada

$$Q_{szell,F/H} = \sum H_{szell,F/H} (\theta_{i,F/H} - \theta_{e,átlag}) \Delta t / 1000$$

$\theta_{i,F/H}$  a zóna/épület parancsolt hőmérséklete fűtés / hűtés esetén [ $^{\circ}\text{C}$ ],

$\theta_{e,átlag}$  a külső tér átlaghőmérséklete, havi átlagérték [ $^{\circ}\text{C}$ ],

$\Delta t$  a számítási időszak hossza (hónap) [h]

# Szoláris hőnyereség/hőterhelés [kWh]

Meghatározandó minden zónára és minden hónapra

$$Q_{s,F/H} = Q_{sd,F/H} + Q_{sid,F/H}$$

$Q_{sd,F/H}$  a direkt sugárzási hőnyereség fűtés vagy hűtés esetén;

$Q_{sid,F/H}$  az indirekt sugárzási hőnyereség a fűtés vagy hűtés esetén (MSZ EN ISO 52016-1 szerint).

**Direkt sugárzási nyereség:**

$$Q_{sd,F/H} = \sum_i A_{\ddot{u},i} \cdot g_{F/H,i} \cdot g_{\acute{a}rny,H,i} \cdot F_{\acute{a}rny,i} \cdot G_{s,i}$$

$A_{\ddot{u},i}$  az  $i$  tájolású és hajlásszögű üvegezés területe [m<sup>2</sup>]

$g_{F/H,i}$  az  $i$  tájolású és hajlásszögű üvegezés összesített sugárzásátbocsátási képessége fűtés/hűtés esetén

$g_{\acute{a}rny,H,i}$  az  $i$  tájolású és hajlásszögű nyílászáró társított (napvédő) szerkezetének sugárzásátbocsátási képessége,

$F_{\acute{a}rny,i}$  a külső akadályok (pl. horizont, függőleges és vízszintes árnyékvető szerkezetek) miatti összesített árnyékoltsági tényező az  $i$  tájolású és hajlásszögű nyílászáró esetén

$G_{s,i}$  az  $i$  tájolású és hajlásszögű felületre érkező napsugárzási energiahozam az adott időszakra [kWh/m<sup>2</sup>]





# Üvegezések összesített sugárzásátbocsátási képessége

$g_{F/H,i}$  az  $i$  tájolású és hajlásszögű üvegezés összesített sugárzásátbocsátási képessége fűtés/hűtés esetén

$$g_{F/H} = F_{\ddot{u}} \cdot g_n$$

$F_{\ddot{u}}$  az üvegezés beesési szögtől függő korrekciós tényezője, alapértéke 0,9

$g_n$  az üveg sugárzásátbocsátási képessége merőlegesen beeső napsugárzás esetén

Az üvegezés típusa	$U\ddot{U} \left[ \frac{W}{m^2K} \right]$	$g_n [-]$
Egyrétegű üvegezés (4 mm float)	5,8	0,85
Kétrétegű üvegezés (4-12-4 mm) bevonat nélkül	2,9	0,75
Kétrétegű üvegezés (4-12-4 mm) egy szelektív low-e bevonattal a belső üveg külső oldalán ( $\epsilon=0,15$ )	1,6	0,7
Kétrétegű üvegezés (4-16-4 mm) egy szelektív low-e bevonattal a belső üveg külső oldalán ( $\epsilon<0,05$ ), argon nemesgáz töltéssel (>90%)	1,2	0,59
Reflektív kétrétegű hővédő ( $g=0,32$ ) üvegezés (4-16-4 mm) egy low-e bevonattal a külső üveg belső oldalán, argon nemesgáz töltéssel (>90%)	1,1	0,32
Háromrétegű üvegezés (4-12-4-12-4 mm) két szelektív low-e bevonattal ( $\epsilon<0,05$ ), argon nemesgáz töltéssel (>90%)	0,8	0,55

# Társított szerkezet sugárzásátbocsátási képessége

$g_{\text{árny},H,i}$  az  $i$  tájolású és hajlásszögű nyílászáró társított (napvédő) szerkezetének sugárzásátbocsátási képessége (pl. redőny, spaletta, zsalúzia, függöny, stb.), mobil árnyékolók, pl. 2. függelékből:

Árnyékoló típus	Árnyékolási tényező ( $g_{\text{árny}}$ )	
	belül elhelyezve	kívül elhelyezve
Spaletta	-	0,15
Redőny	-	0,1
Reluxa, világos	0,45	0,15
Reluxa, sötét	0,80	0,35
Textil roló, világos	0,55	0,35
Textil roló, sötét	0,85	0,6
Roló reflexív (alu) bevonattal	0,2	0,1
Függöny, világos	0,8	-
Függöny, sötét	0,95	-

# Külső akadályok miatti össz. árnyékoltsági tényező

$F_{\text{árny},i}$  a külső akadályok (pl. horizont, függőleges és vízszintes árnyékvető szerkezetek) miatti összesített árnyékoltsági tényező az  $i$  tájolású és hajlásszögű nyílászáró esetén

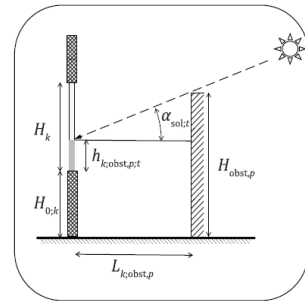
## Benapozásvizsgálat:

- Részletes módszerrel benapozásvizsgálat MSZ EN ISO 52016 szerint
- Egyszerűsített módszerrel táblázatok alapján

Egyszerűsített módszerrel háromféle akadály megkülönböztetése: (standard méretű 120x150 cm-es nyílászáró esetére kidolgozva)

- Horizont árnyékvető –  $F_h$
- Vízszintes árnyékvető –  $F_v$
- Függőleges árnyékvető –  $F_f$

$$F_{\text{árny}} = F_h \cdot F_v \cdot F_f$$



a. Vertical cross-section - obstacles

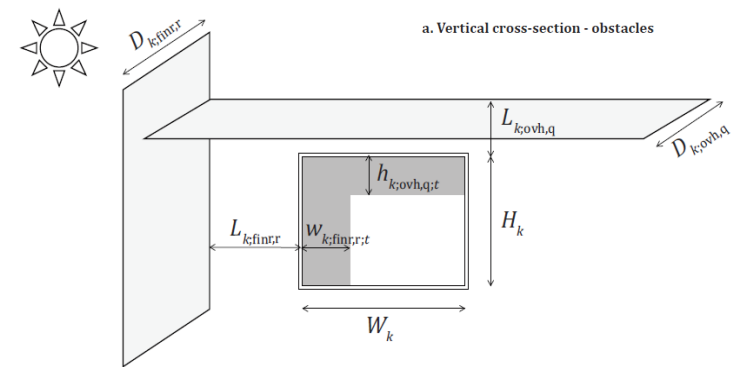


Figure F.1 — Geometry of simple overhangs or side fins

**Hűtés esetén a biztonság javára történő közelítés az árnyékoltsági korrekciós tényezők elhagyása.**

Hűtés esetén az egyes korrekciós tényezők hatása közül dőlt síkú nyílászárók esetén csak a horizont árnyékoltsági korrekciós tényező, minden egyéb esetben pedig a horizont, a vízszintes és a függőleges árnyékvető szerkezetek árnyékoltsági korrekciós tényezője közül a legnagyobb hatású vehető figyelembe (amennyiben van ilyen árnyékvető szerkezet).

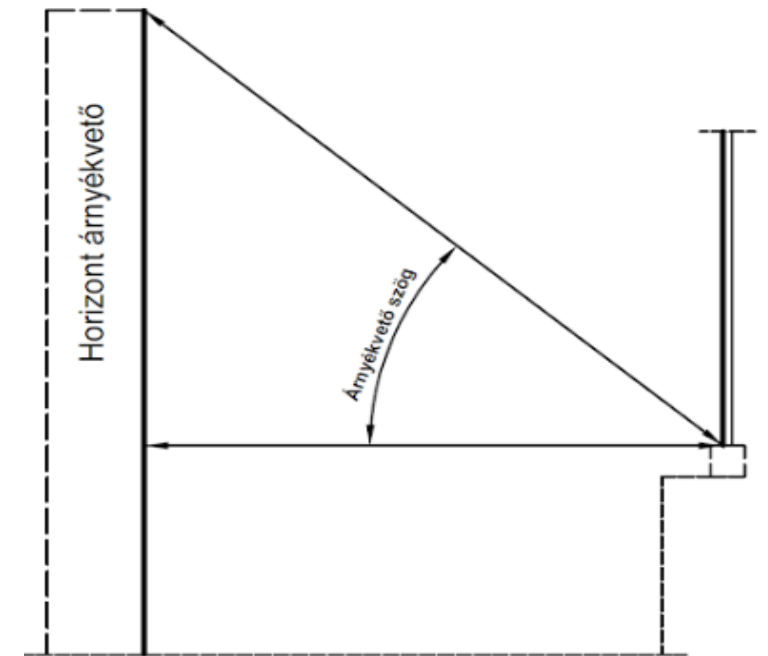
# Külső akadályok miatti össz. árnyékoltsági tényező

$$F_{\text{árny}} = F_h \cdot F_v \cdot F_f$$

Horizont árnyékvető –  $F_h$

Példa a 2. függelékből függőleges pozíciójú nyílászáróra:

Árnyékvető szög: 30 fok					
Horizont árnyékvető, $F_h$	90 fokos hajlásszög (függőleges)				
	É	ÉNy/ÉK	Ny/K	DNy/DK	D
január	1,00	0,98	0,80	0,61	0,48
február	1,00	0,93	0,80	0,71	0,57
március	1,00	0,94	0,91	0,91	0,87
április	0,91	0,87	0,87	0,87	0,93
május	0,84	0,87	0,87	0,88	0,99
június	0,83	0,89	0,89	0,90	1,00
július	0,88	0,91	0,91	0,93	1,00
augusztus	0,88	0,87	0,86	0,87	0,95
szeptember	0,96	0,87	0,85	0,85	0,83
október	1,00	0,88	0,79	0,75	0,61
november	1,00	0,96	0,77	0,55	0,41
december	1,00	0,98	0,82	0,65	0,53



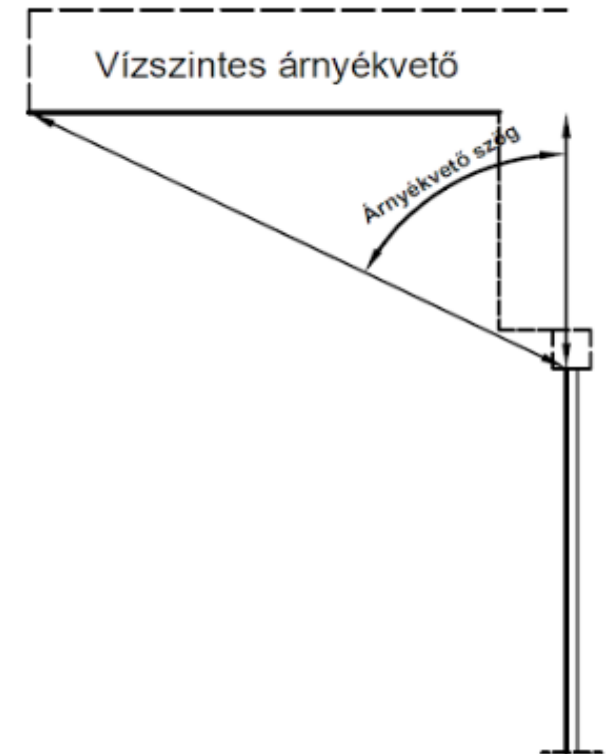
# Külső akadályok miatti össz. árnyékoltsági tényező

$$F_{\text{árny}} = F_h \cdot F_v \cdot F_f$$

Vízszintes árnyékvető –  $F_v$

Példa a 2. függelékből függőleges pozíciójú nyílászáróra:

Vízszintes árnyékvető, $F_v$	Árnyékvető szög: 30 fok				
	90 fokos hajlásszög (függőleges)				
	É	ÉNy/ÉK	Ny/K	DNy/DK	D
január	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
február	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00
március	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00
április	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
május	0,98	0,98	0,98	0,98	0,95
június	0,98	0,99	0,98	0,98	0,94
július	0,99	0,99	0,98	0,98	0,95
augusztus	0,96	0,97	0,96	0,97	0,96
szeptember	0,99	0,98	0,98	0,97	1,00
október	1,00	0,98	0,99	0,99	0,99
november	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
december	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00



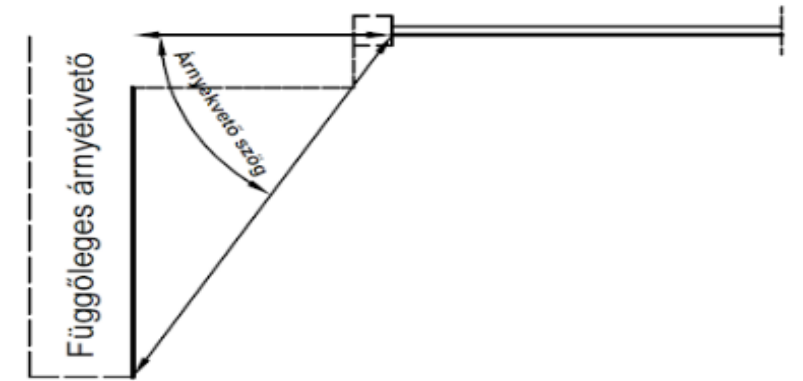
# Külső akadályok miatti össz. árnyékoltsági tényező

$$F_{\text{árny}} = F_h \cdot F_v \cdot F_f$$

Függőleges árnyékvető –  $F_f$

Példa a 2. függelékből függőleges pozíciójú nyílászáróra:

Árnyékvető szög: 30 fok					
Függőleges árnyékvető, $F_f$	Függőleges (90 fokos) pozíció				
	É	ÉNy/ÉK	Ny/K	DNy/DK	D
január	1,00	0,97	0,95	0,94	1,00
február	1,00	0,91	0,96	0,95	0,99
március	1,00	0,97	0,98	0,97	0,98
április	1,00	0,96	0,98	0,98	0,96
május	1,00	0,97	0,98	0,98	0,95
június	1,00	0,98	0,99	0,99	0,97
július	1,00	0,97	0,98	0,99	0,97
augusztus	1,00	0,96	0,97	0,98	0,95
szeptember	1,00	0,94	0,97	0,96	0,93
október	1,00	0,91	0,96	0,96	0,92
november	1,00	0,94	0,95	0,93	1,00
december	1,00	0,96	0,96	0,95	1,00



Ha két függőleges árnyékvető van, akkor a nagyobb hatásút vesszük figyelembe.

# Napsugárzási energiahozam

$G_{s,i}$  az  $i$  tájolású és hajlásszögű felületre érkező napsugárzási energiahozam az adott időszakra [kWh/m<sup>2</sup>]

45°-onkénti tájolásra és 30-90° között 15°-onkénti dőlésszögekre megadott átlagos havi sugárzási energiahozamok a 2. függelékben:

Havi sugárzási energiahozam [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Hajlásszög	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Éves
0	33,0	50,6	66,6	136,4	197,1	183,0	173,0	166,8	112,7	80,5	43,7	23,4	1266,9
É	30	16,9	24,2	39,3	96,1	152,7	152,5	139,5	120,5	66,8	31,5	18,6	873,2
	45	16,2	22,7	30,1	69,0	118,3	125,5	112,0	88,0	40,7	26,2	18,2	680,6
	60	15,2	21,4	28,1	48,5	79,0	92,9	79,7	57,2	34,7	25,6	17,4	512,5
	90	12,6	18,1	23,4	41,1	56,7	60,0	53,4	47,0	31,9	23,5	15,2	393,0
ÉK	30	19,2	31,0	47,8	105,9	160,4	153,7	141,7	127,3	79,6	46,8	23,9	952,6
	45	17,1	26,8	40,0	89,2	134,4	130,3	118,6	105,2	65,1	37,6	20,3	798,3
	60	15,7	24,1	34,3	75,7	112,0	109,0	98,1	87,5	55,1	32,8	18,4	675,4
K	30	31,7	45,2	62,8	128,7	184,5	167,8	157,3	152,8	106,0	74,8	41,2	1175,1
	45	30,6	42,6	59,0	120,8	171,0	154,9	144,4	141,7	99,8	70,7	39,4	1096,4
	60	28,8	39,6	53,9	110,4	154,0	138,9	128,6	128,1	91,5	65,5	36,7	996,0
	90	23,3	31,5	40,7	83,8	113,8	101,5	92,8	95,6	69,9	51,0	29,0	748,7
DK	30	46,6	62,2	76,4	146,5	202,0	178,7	170,7	174,0	129,0	103,3	60,9	1381,2
	45	50,1	63,8	76,6	142,8	192,3	167,1	159,9	167,6	128,5	107,2	65,3	1353,8
	60	51,1	62,3	73,2	133,1	174,6	149,5	143,4	154,3	122,3	105,9	66,1	1268,9
	90	45,3	51,4	57,7	98,8	121,8	102,3	98,2	111,5	94,3	87,1	57,4	954,6
D	30	54,5	73,3	82,8	153,6	206,9	182,1	176,4	184,3	139,5	118,8	72,0	1480,9
	45	61,3	79,3	85,0	150,4	195,6	168,3	165,0	178,6	141,8	128,6	80,7	1475,0
	60	64,7	81,0	83,0	139,5	174,6	146,8	145,3	163,3	136,4	130,9	84,7	1392,6
	90	60,6	71,5	67,0	98,3	110,0	88,4	89,7	110,4	104,5	113,5	78,4	1032,0
DNy	30	48,4	69,6	77,3	147,8	201,7	181,6	175,3	180,9	131,5	109,1	64,8	1421,3
	45	52,6	74,1	77,6	143,6	190,8	169,6	164,8	175,3	131,4	115,0	70,5	1401,6
	60	54,0	74,8	74,2	133,7	173,1	152,0	148,0	162,3	125,4	115,1	72,3	1322,1
	90	48,5	65,2	58,5	99,5	121,7	104,6	102,2	118,9	97,1	97,1	64,2	1011,1
Ny	30	33,4	53,9	63,5	130,2	185,2	174,0	164,8	162,4	108,9	81,2	44,7	1226,6
	45	32,7	53,7	59,8	122,7	171,7	161,6	152,6	153,3	103,2	79,0	44,0	1158,4
	60	31,4	51,7	55,0	113,2	156,0	146,9	137,8	141,2	95,9	75,0	41,9	1069,2
	90	25,8	42,8	43,0	88,6	118,3	111,4	103,3	109,9	75,4	60,6	34,6	833,1
ÉNy	30	19,7	35,2	48,3	107,5	162,6	160,2	148,6	135,7	81,8	50,3	25,1	990,8
	45	17,5	30,3	41,1	91,3	136,8	138,5	127,1	115,0	68,0	41,4	21,6	843,1
	60	16,0	27,0	36,3	79,4	115,5	118,4	107,5	99,0	59,0	36,6	19,9	727,8
	90	13,1	21,6	28,4	61,7	87,3	89,2	79,9	76,8	46,8	30,2	16,7	562,4

# Belső hőnyereség / hőterhelés [kWh]

Meghatározandó minden zónára és minden hónapra

$$Q_{b,F/H} = A_N \cdot q_b \Delta t / 1000$$

$q_b$  a fajlagos átlagos belső hőnyereség, mely tartalmazza a használók, berendezések, háztartási gépek, világítás hőleadását, illetve az épülettechnikai rendszerek hasznosítható veszteségeit [ $W/m^2$ ],

$\Delta t$  a számítási időszak hossza (hónap) [h].

	Napi használati idő	Éves használati idő	Éves használati idő	Hőmérséklet fűtési idény	Hőmérséklet hűtési idény	Szükséges szellőzési térfogatáram üzemidőben	Megvilágítás	Hőnyereség napi átlag
	h/nap	nap/év	h/év	°C	°C	$V_{LT}/A_k$ $m^3/(m^2h)$ $n_{szüks}=0,5 /h$	MV lx/m <sup>2</sup>	$q_b$ W/m <sup>2</sup>
Lakóépület egésze*	24	365	8760	20	26	$n_{szüks}=0,5 /h$	-	5
Kis iroda (1-5 fő)	11	250	2750	20	26	4	500	7
Nagy iroda (>5 fő)	11	250	2750	20	26	6	500	8
Tárgyaló	11	250	2750	20	26	15	500	8
Osztályterem, óvoda, bölcsőde csoportszoba	10	szept.-jún.: 22 nap/hó júl.-aug.: 0 nap/hó	szept.-jún.: 220 h/hó, júl.-aug.: 0 h/hó	20	26	10	300	9



# Teljes hőátvitel számítása

## FŰTÉS

Teljes hőátvitel (hővesztés):

$$Q_{veszt} = \sum Q_{tr,F} + \sum Q_{szell,F}$$

Teljes hőnyereség:

$$Q_{nyer} = \sum Q_{s,F} + \sum Q_{b,F}$$

Nyereség / veszteség arány:

$$\gamma_F = \frac{Q_{nyer}}{Q_{veszt}}$$

## HŰTÉS

Teljes hőátvitel (hőleadás):

$$Q_{lead} = \sum Q_{tr,H} + \sum Q_{szell,H}$$

Teljes hőterhelés:

$$Q_{terh} = \sum Q_{s,H} + \sum Q_{b,H}$$

Hőterhelés / hőleadás arány:

$$\gamma_H = \frac{Q_{terh}}{Q_{lead}}$$

# Effektív belső hőtároló képesség

## A zóna/épület $C_{m,eff}$ effektív belső hőtároló képessége

- a) részletes módszer esetén az MSZ EN ISO 52016-1 és az MSZ EN ISO 13786 szabvány szerint határozható meg, javasolt számító excel szerkezetekhez: <https://www.htflux.com/en/free-calculation-tool-for-thermal-mass-of-building-components-iso-13786/>
- a) egyszerűsített számítási módszer esetén táblázatból:

	$C_{m,eff} / A_N$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	Besorolás	Jellemzők
1	95	könnyű épület	Könnyűszerkezetes épület nehéz belső szerkezetek nélkül
2	190	közepesen nehéz épület	- Vegyes építési mód vagy nehéz szerkezetű épület álmennyezettel és/vagy álpadlóval és túlnyomórészt könnyű válaszfalakkal - vagy nagy belmagasságú terek (pl. tornacsarnok, múzeum).
3	280	nehéz épület	Jellemzően nehéz külső és belső szerkezetek (vasbeton födém, külső és belső épületszerkezetek átlagos testsűrűsége $\geq 600 \text{ kg/m}^3$ ), álmennyezet és álpadló nélkül, belső hőszigetelés nélkül. Normál belmagasságú terek (< 4,5 m).
4	560	nagyon nehéz épület	Nagyon nehéz külső és belső szerkezetek (vasbeton födém, külső és belső épületszerkezetek átlagos testsűrűsége $\geq 1600 \text{ kg/m}^3$ ), álmennyezet és álpadló nélkül, belső hőszigetelés nélkül. Normál belmagasságú terek (< 4,5 m).

# Zóna vagy Épület időállandója

$$\tau_{F/H} = \frac{C_{m,eff}/3,6}{\sum H_{tr,F/H} + H_{tr,T} + \sum H_{szell,F/H}}$$

$C_{m,eff}$  a zóna effektív hőtároló képessége [kJ/K],

$H_{tr,F/H}$  a teljes transzmissziós hőátviteli tényező fűtés/hűtés esetén, a talajjal érintkező szerkezetek hatása nélkül [W/K],

$H_{tr,T}$  a teljes transzmissziós hőátviteli tényező a talajon fekvő padlón keresztül [W/K],

$H_{szell,F/H}$  a teljes szellőzési hőátviteli tényező a fűtés/ hűtés esetén [W/K]

# Hasznosítási tényező – fűtés esetén

**Hasznosítási tényező a dinamikus hatások figyelembevételére:**

Nyereség / veszteség arány és az időállandó alapján számítható az egyes hónapokra:

$$\text{ha } \gamma_F > 0 \text{ és } \gamma_F \neq 1 \quad \eta_F = \frac{1 - \gamma_F^{a_F}}{1 - \gamma_F^{a_F+1}}$$

$$\text{ha } \gamma_F = 1 \quad \eta_F = \frac{a_F}{a_F + 1}$$

$$\text{ha } \gamma_F \leq 0 \text{ és } Q_{\text{nyer},F} > 0 \quad \eta_F = 1/\gamma_F$$

$$\text{ha } \gamma_F \leq 0 \text{ és } Q_{\text{nyer},F} \leq 0 \quad \eta_F = 1$$

**Fűtési numerikus tényező:**

$$a_F = a_{F,0} + \frac{\tau_F}{\tau_{F,0}}$$

A fűtési referencia értékek:  $a_{F,0} = 1,0$  és  $\tau_{F,0} = 15$  h



# Fűtés nettó hőenergiaigénye

Számítás zónánként és havonta, majd összegzés az egész épületre és évre

$$Q_{F,net} = Q_{veszt} - \eta_F Q_{nyer}$$

$Q_{veszt}$  a teljes hőveszteség fűtés esetén [kWh]

$\eta_F$  a nyereségek hasznosítási tényezője,

$Q_{nyer}$  a teljes hőnyereség fűtés esetén [kWh]

**Fűtési energiaigény nulla, ha:**

a)  $\gamma_F \leq 0$  és  $Q_{nyer} > 0$

b)  $\gamma_F > 2,0$

**Éves fűtési energiaigény:**

$$Q_{F,net,év} = \sum_{m=1}^{12} Q_{F,net,m}$$

**Fajlagos nettó fűtési energiaigény:**

$$q_{F,net} = \frac{Q_{F,net}}{A_N}$$



# Szakaszos fűtési üzem figyelembevétele

**Szakaszos üzem kezelése** (ha van automatikával programozható fűtés)

- Részletes módszerrel: MSZ EN ISO 52016-1 szerint számítva
- Egyszerűsített módszerrel: eddigiekhez hasonlóan  $\sigma_{F/H}$  tényezővel

$$Q_{F,net,szakaszos} = \sigma_F \cdot Q_{F,net}$$

**Éves fűtési energiaigény:**

$$Q_{F,net,év} = \sum_{m=1}^{12} Q_{F,net,szakaszos,m}$$

**Fajlagos nettó fűtési energiaigény:**

$$q_{F,net} = \frac{Q_{F,net}}{A_N}$$

	Lakóépületek	Egyéb rendeltetés (hétköznapi éjjel és hétvégi csökkentett hőmérséklet esetén)
	$\sigma_F$ [-]	$\sigma_F$ [-]
nincs automatikával programozható fűtés	1,0	1,0
fűtés automatikával programozható, időálló nagyobb mint 24 óra	1,0	0,95
fűtés automatikával programozható, időálló kisebb mint 24 óra	0,95	0,9

# Hasznosítási tényező – hűtés esetén

**Hasznosítási tényező a dinamikus hatások figyelembevételére:**

Hőterhelés / hőleadás arány és az időállandó alapján számítható az egyes hónapokra:

$$\text{ha } \gamma_H > 0 \text{ és } \gamma_H \neq 1 \quad \eta_H = \frac{1 - \gamma_H^{-a_H}}{1 - \gamma_H^{-(a_H+1)}}$$

$$\text{ha } \gamma_H = 1 \quad \eta_H = \frac{a_H}{a_H + 1}$$

$$\text{ha } \gamma_H \leq 0 \quad \eta_H = 1$$

**Hűtési numerikus tényező:**

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau_H}{\tau_{H,0}}$$

A hűtési referencia értékek:  $a_{H,0} = 1,0$  és  $\tau_{H,0} = 15$  h



# Hűtés nettó hőenergiaigénye [kWh]

Számítás zónánként és havonta, majd összegzés az egész épületre és évre

$$Q_{H,net} = Q_{terh} - \eta_H Q_{lead}$$

$Q_{lead}$  a teljes hőleadás (hővesztesség) hűtés esetén [kWh]

$\eta_H$  hasznosítási tényező

$Q_{terh}$  a teljes hőterhelés (hőnyereség) hűtés esetén [kWh]

Hűtési energiaigény nulla, ha:  $1/\gamma_H > 2,0$

Éves nettó hűtési energiaigény:  $Q_{H,net,év} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H,net,m}$

Fajlagos nettó hűtési energiaigény:  $q_{H,net} = \frac{Q_{H,net}}{A_N}$

Látens hőenergia igény figyelembe vehető (Levegő gépi szárítása és nedvesítése esetén, gépi hűtés esetén korrekciós tényezővel)





# Szakaszos hűtési üzem figyelembevétele

**Szakaszos üzem kezelése** (ha a leszabályozás/kikapcsolás időtartama min. 2 nap/hét):

- Részletes módszerrel: MSZ EN ISO 52016-1 szerint számítva
- Egyszerűsített módszerrel: eddigiekhez hasonlóan  $\sigma_{F/H}$  tényezővel

$$Q_{H,net,szakaszos} = \sigma_H \cdot Q_{H,net}$$

**Éves hűtési energiaigény:**

$$Q_{H,net,év} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H,net,szakaszos,m}$$

**Fajlagos nettó hűtési energiaigény:**

$$q_{H,net} = \frac{Q_{H,net}}{A_N}$$

	$\sigma_H$ [-]
a leszabályozás/kikapcsolás időtartama rövidebb, mint 2 nap/hét	1,0
a leszabályozás/kikapcsolás időtartama min. 2 nap/hét (pl. egész hétvégére kikapcsolt üzem)	0,8

# Fajlagos hővesztésgtényező [W/m³K]

Összegzés november – március hónapokra,  $\Delta t = 3624$  h

$$q = \frac{1000}{V \cdot \Delta t} \sum_{\text{nov}}^{\text{márc}} \frac{Q_{tr,F} - \eta_F (Q_{sd,F} + Q_{sid,F})}{\theta_{i,F} - \theta_{e,\text{átlag}}}$$

TNM rendelethez képest megváltozott tartalommal bír!

# Fűtési hőszükséglet becsült értéke [W]

A lefedési arányok meghatározásához (de nem rendszerméretezéshez):

$$Q_{F,o} = (H_{tr,F} + H_{szell,F}) \cdot (\vartheta_{i,F} - \vartheta_{e,o})$$

$$\vartheta_{e,o} = -13 \text{ °C}$$



# Fűtés / hűtés nettó hőenergiaigénye, fajt. hőveszt. tény.

Fűtési idény hossza azon hónapok napjainak száma, melyben van fűtési igény, de a legelső és legutolsó hónapot csak 15 nappal vesszük figyelembe, Hosszú szünet (min. egy hétig tartó) figyelembevételére képlet, mellyel az igény lecsökkenthető.

1. zóna	Alapadatok			Nettó fűtési igény										q <sub>zóna</sub> [W/(m <sup>3</sup> K)]
	Hónap	Hónap hossza [h]	Átlagos külső hőmérséklet [°C]	ΣQ <sub>veszt</sub> [kWh/év]	Q <sub>nyer</sub> [kWh/év]	γ <sub>F</sub>	τ <sub>F</sub> [h]	a <sub>F,0</sub>	τ <sub>F,0</sub> [h]	a <sub>F</sub>	η <sub>F</sub>	Q <sub>F,net</sub> [kWh/év]	q <sub>F,net</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> év)]	
	1	744	2,1	4303	1170	0,27	40,9	1,0	15,0	3,7	0,99	3139	16,1	172,550
	2	672	-0,1	4347	1313	0,30	40,9	1,0	15,0	3,7	0,99	3045	15,6	144,789
	3	744	3,5	3978	1499	0,38	40,9	1,0	15,0	3,7	0,98	2504	12,8	151,944
	4	720	10,9	2189	2050	0,94	40,9	1,0	15,0	3,7	0,81	521	2,7	79,208
	5	744	16,8	1000	2407	2,41	36,1	1,0	15,0	3,4	0,40	0	0,0	65,682
	6	720	20,8	-58	2223	-38,14	36,1	1,0	15,0	3,4	-0,03	0	0,0	-36,500
	7	744	21,9	-352	2168	-6,16	36,1	1,0	15,0	3,4	-0,16	0	0,0	12,722
	8	744	21	-113	2268	-20,03	36,1	1,0	15,0	3,4	-0,05	0	0,0	-21,049
	9	720	17,8	711	1927	2,71	36,1	1,0	15,0	3,4	0,36	0	0,0	90,643
	10	744	8,3	2865	1730	0,60	40,9	1,0	15,0	3,7	0,93	1250	6,4	122,101
	11	720	7,6	2930	1291	0,44	40,9	1,0	15,0	3,7	0,97	1673	8,6	148,720
	12	744	-0,1	4813	1026	0,21	40,9	1,0	15,0	3,7	1,00	3789	19,4	181,290
Éves		8760	10,9	26615	21073							15923	81,6	

1. zóna	Alapadatok				Nettó hűtési igény									
	Hónap	Hónap hossza [h]	Átlagos külső hőmérséklet [°C]	b <sub>nappal</sub>	ΣQ <sub>lead</sub> [kWh/év]	Q <sub>terh</sub> [kWh/év]	γ <sub>H</sub>	τ <sub>H</sub> [h]	a <sub>H,0</sub>	τ <sub>H,0</sub> [h]	a <sub>H</sub>	η <sub>H</sub>	Q <sub>H,net</sub> [kWh/év]	q <sub>H,net</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> év)]
	1	744	2,1	1	6438	887	0,14	40,9	1,0	15,0	3,7	0,14	0	0,0
	2	672	-0,1	1	6327	901	0,14	40,9	1,0	15,0	3,7	0,14	0	0,0
	3	744	3,5	1	6078	1026	0,17	40,9	1,0	15,0	3,7	0,17	0	0,0
	4	720	10,9	1	4036	1275	0,32	40,9	1,0	15,0	3,7	0,31	0	0,0
	5	744	16,8	1	2990	1493	0,50	36,1	1,0	15,0	3,4	0,47	0	0,0
	6	720	20,8	1	1753	1432	0,82	36,1	1,0	15,0	3,4	0,69	223	1,1
	7	744	21,9	1	1488	1397	0,94	36,1	1,0	15,0	3,4	0,75	284	1,5
	8	744	21	1	1753	1393	0,79	36,1	1,0	15,0	3,4	0,68	205	1,1
	9	720	17,8	1	2609	1182	0,45	36,1	1,0	15,0	3,4	0,44	0	0,0
	10	744	8,3	1	4841	1089	0,22	40,9	1,0	15,0	3,7	0,22	0	0,0
	11	720	7,6	1	4859	911	0,19	40,9	1,0	15,0	3,7	0,19	0	0,0
	12	744	-0,1	1	7005	843	0,12	40,9	1,0	15,0	3,7	0,12	0	0,0
Éves		8760	10,9		50178	13831							713	3,7





Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara

# Az épületenergetikai követelmények változásai

## Köszönöm a figyelmet!

Ha bővebben hallanátok az új épületenergetikáról, ajánlom:

BME MTI Épületenergetikai tanúsításra felkészítő tanfolyam

