



EPBD – Új Épületenergetikai Szabályozás
„Épületek energetikai jellemzőinek meghatározása”

2015.10.03.

Hőátbocsátás, hőhidak

A határoló szerkezetekkel szemben támasztott követelmények.
Hőhidak, hőáramok, vonalmenti veszteségek, pontszerű hőhidak, U-értékek

Bakonyi Dániel

okl. építészmérnök, tanársegéd
BME Épületszerkezzetani Tanszék

7/2006 (V. 24.) TNM rendelet

– A szabályozás szintjei

I. Az összesített energetikai mutatóra vonatkozó követelmények primer energiában kifejezve – E [kWh/m²a]

II. A fajlagos hőveszteség tényezőre vonatkozó követelmények – q [W/m³K]

III. Az egyes határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelmények - U [W/m²K] (régi jelölése: k)

7/2006 (V. 24.) TNM rendelet – A szabályozás szintjei

III. Az egyes határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelmények - U [W/m^2K] (régi jelölése: k)

A hőátbocsátási tényező követelményértékei:

A követelményérték határolószerkezetek esetén „rétegtervi hőátbocsátási tényező”, amin az adott épülethatároló szerkezet **átlagos** hőátbocsátási tényezője értendő: ha tehát a szerkezet, vagy annak egy része több anyagból összetett (pl. váz- vagy rögzítőelemekkel megszakított hőszigetelés, pontszerű hőhidak...), akkor ezek hatását is tartalmazza.

A nyílászáró szerkezetek esetében a keretszerkezet, üvegezés, üvegezés távtartói stb. hatását is tartalmazó hőátbocsátási tényezőt kell figyelembe venni.

A csekély számszerű eltérésre tekintettel a talajjal érintkező szerkezetek esetében a külső oldali hőátadási tényező hatása elhanyagolható.

Épülethatároló szerkezet	A hőátbocsátási tényező követelményértéke U [W/m^2K]
Külső fal	0,45
Lapostető	0,25
Padlásfödém	0,30
Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,25
Alsó zárófödém árkád felett	0,25
Alsó zárófödém fűtetlen pince felett	0,50
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)	1,60
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fém keretszerkezettel)	2,00
Homlokzati üvegezett nyílászáró, ha névleges felülete kisebb, mint $0,5 m^2$	2,50
Homlokzati üvegfal ²⁾	1,50
Tetőfelülvilágító	2,50
Tetősíki ablak	1,70
Homlokzati üvegezetlen kapu	3,00
Homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,80
Fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,50
Szomszédos fűtött épületek közötti fal	1,50
Talajjal érintkező fal 0 és 1 m között	0,45
Talajon fekvő padló a kerület mentén 1,5 m széles sávban (a lábazonon elhelyezett azonos ellenállású hőszigeteléssel helyettesíthető)	0,50

7/2006 (V. 24.) TNM rendelet – A szabályozás szintjei

III. Az egyes határoló- és nyílászáró szerkezetek követelmények - U [W/m²K] (régi jelölése: k)

A hőátbocsátási tényező követelményeinek várható szigorítása:

20/2014.(III.7.) BM

1. táblázat: A hőátbocsátási tényező követelményértékei

Épülethatároló szerkezet	A hőátbocsátási tényező követelményértéke U W/m²K
1 Homlokzati fal	0,24
2 Lapostető	0,17
3 Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,17
4 Padlás és búvótér alatti födém	0,17
5 Árkád és áthajtó feletti födém	0,17
6 Alsó zárófödém fűtetlen terek felett	0,26
7 Üvegezés	1
8 Különleges üvegezés*	1,2
9 Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró (>0,5m²)	1,15
10 Fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	1,4
11 Homlokzati üvegfa, függönyfal	1,4
12 Üvegtető	1,45
13 Tetőfelülvilágító, füstelvezető kupola	1,7
14 Tetősík ablak	1,25
15 Ipari és tűzgátló ajtó és kapu (fűtött tér határolására)	2
16 Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,45
17 Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti kapu	1,8
18 Fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,26
19 Szomszédos fűtött épületek és épületrészek közötti fal	1,5
20 Lábazati fal, talajjal érintkező fal a terepszinttől 1 m mélységig (a terepszint alatti rész csak új épületeknél)	0,3
21 Talajon fekvő padló (új épületeknél)	0,3
22 Hagyományos energiagyűjtő falak (pl. tömegfal, Trombe fal)	1

*Magas akusztikai vagy biztonsági követelményű üvegezés esetén érvényes követelményértékek.

7/2006 (V. 24.) TNM rendelet – A szabályozás szintjei

III. Az egyes határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelmények - U [W/m²K] (régi jelölése: k)

A hőátbocsátási tényező korrekciója:

Ha az épület egyes térelhatároló szerkezeti nem a külső környezettel, hanem attól eltérő t_x hőmérsékletű terekkel érintkeznek (pl. raktár, pince, padlás, szomszédos épület), akkor az U hőátbocsátási tényező a következő tényezővel módosítandó:

$$\frac{t_i - t_x}{t_i - t_e}$$

ahol: t_i – belső tér hőmérséklete (a fűtési idényre vett átlagérték)
 t_e – külső tér hőmérséklete (a fűtési idényre vett átlagérték)
 t_x – az átmeneti tér hőmérséklete (a fűtési idényre vett átlagérték)

Egyszerűsített eljárás esetén: pincefödémekre 0,5, padlásfödémekre 0,9 értékkel felvehető.

Részletes eljárás esetén a szomszédos zónák hőegyensúlya alapján számítandó.



7/2006 (V. 24.) TNM rendelet – A szabályozás szintjei

III. Az egyes határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelmények - U [W/m^2K] (régi jelölése: k)

Számítás:

- Figyelembe kell venni a pontszerű és vonalszerű hőhidakat a rétegtervi hőátbocsátási tényezőben, amit a rögzítő elemek és a burkolattartó vázák okoznak
- A talajjal érintkező szerkezeteknél a külső oldalon a felületi hőátadási tényező elhagyásával számítandó a hőátbocsátási tényező
- A hővezetési tényezők tervezési értékeit az MSZ EN ISO 10456:2008 alapján kell meghatározni

MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai értékek meghatározására.

1.	MSZ-04-140-2:1991 Visszavont! Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai. Hőtechnikai méretezés ICS:91.120.10 Épületek hőszigetelése Megjelenés dátuma: 1992-08-01	Dokumentum megnyitása
2.	MSZ-04-140-3:1987 Visszavont! Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai. Fűtési hőszükségletszámítás ICS:91.120.10 Épületek hőszigetelése Megjelenés dátuma: 1988-06-15	Dokumentum megnyitása
3.	MSZ-04-140-2:1985 Visszavont! Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai. Hőtechnikai méretezés ICS:91.120.10 Épületek hőszigetelése Megjelenés dátuma: 1986-05-15	Dokumentum megnyitása

Izotén kiszellőztetett légrétegben	0,25	kasírozás nélkül	0,25
NIKECELL kiszellőztetett légrétegben	0,50	legalább egy oldalról kasírozva	0,10

MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai
értékek meghatározására.

A jelenleg érvényes eljárás (2008 – óta):

A hővezetési tényező tervezési értéke:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a$$

ahol:

- λ_2 - a hővezetési tényező tervezési értéke az adott környezeti feltételekre
- λ_1 - a hővezetési tényező deklarált értéke a szabványos környezeti feltételekre
- F_T - a hőmérséklet korrekciós (konverziós) tényezője
- F_m - a nedvességtartalom korrekciós (konverziós) tényezője
- F_a - az öregedés korrekciós (konverziós) tényezője



MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai
értékek meghatározására.

A gyártó által megadott deklarált hővezetési tényező:

A szabvány rögzíti hogy milyen környezeti feltételek mellett lehet a hővezetési tényező (λ_2)
mérését elvégezni (a laborban)

Tulajdonságok	Vizsgálati feltételek			
	I (10°C)		II (23°C)	
	a)	b)	a)	b)
Referencia hőmérséklet	10°C	10°C	23°C	23°C
Páratartalom	u_{dry}^*	$U_{23,50}^*$	u_{dry}^*	$U_{23,50}^*$
Öregedés	Öregített	Öregített	Öregített	Öregített
* u_{dry} – alacsony páratartalom, a vizsgálat során a gyártó által meghatározott értékig szárítva				
** $U_{23,50}$ – egyensúlyi páratartalom 23°C léghőmérséklet és 50% relatív páratartalmú levegő esetén				



MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai
értékek meghatározására.

A hőmérséklet F_T korrekciós tényezőjének meghatározása:

$$F_T = e^{f_t \cdot (T_2 - T_1)}$$

ahol: f_t - a hőmérséklet konverziós együttható
 $T_2 - T_1$ - a tényleges és a deklarált hőmérséklet különbsége

MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai értékek meghatározására.

A hőmérséklet F_T korrekciós tényezőjének meghatározása: A hőmérséklet konverziós együttható értékei

ÁSVÁNYGYAPOT termék típusa	Deklarált hővezetési tényező	Konverziós együttható
	λ W/(mK)	f_T 1/K
Matrac, paplan, laza kitöltés	0,035	0,0046
	0,040	0,0056
	0,045	0,0062
	0,050	0,0069
	0,032	0,0038
Táblásított termékek	0,034	0,0043
	0,036	0,0048
	0,038	0,0053
	0,030	0,0035
Merev ásványgyapot táblák	0,033	0,0035
	0,035	0,0035

EXTRUDÁLT POLISZTIROL HAB termék típusa	Deklarált hővezetési tényező	Konverziós együttható
	λ W/(mK)	f_T 1/K
Bevonat nélkül	0,025	0,0046
	0,030	0,0045
	0,040	0,0045
	0,025	0,0040
Bevonattal, vagy finom cellás termék bevonat nélkül	0,030	0,0036
	0,035	0,0035
Vízhatlan borítással	0,025	0,0030
	0,030	0,0028
	0,035	0,0027
	0,040	0,0026

EXPANDÁLT POLISZTIROL HAB termék vastagsága d (mm)	Deklarált hővezetési tényező	Konverziós együttható
	λ W/(mK)	f_T 1/K
$d \leq 20$	0,032	0,0031
	0,035	0,0036
	0,040	0,0041
	0,043	0,0044
$20 < d \leq 40$	0,032	0,0030
	0,035	0,0034
	0,040	0,0036
$40 < d \leq 100$	0,032	0,0030
	0,035	0,0033
	0,040	0,0036
	0,045	0,0038
	0,050	0,0041
$d > 100$	0,032	0,0030
	0,035	0,0032
	0,040	0,0034
	0,053	0,0037



MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai értékek meghatározására.

A páratartalom F_m korrekciós tényezőjének meghatározása:

A pára-konverziós együtthatók értékei

ÉPÍTŐANYAG	Tömeg ρ kg/m ³	Pára-konverziós együtthatók	
		f_u	f_ψ
Expandált PS hab	10-50		4
Extrudált PS hab	20-65		2,5
Kemény poliuretán hab	28-55		6
Ásványgyapot	10-200		4 c)
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	
Szórt 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

ÉPÍTŐANYAG	Tömeg ρ kg/m ³	Pára-konverziós együtthatók	
		f_u	f_ψ
Égetett agyag	1000-2400		10
Kalcium-szilikát	900-2200		10
Habkő adalékos beton	500-1300		4
Nehéz adalékos beton és műkő	1600-2400		4
Polisztirol gyöngy beton	500-800		5
Duzzasztott agyagkavics beton	400-700	2,6	
Részben liapor adalékos beton	800-1700	4	
Minimum 70% kohósalak adalékos beton	1100-1700	4	
Keramzit beton	1100-1500	4	15
Habbeton	300-1000	4	
Egyéb könnyű adalékos beton	500-2000		4
Falazó és vakoló habarcscok	250-2000		4



MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai
értékek meghatározására.

A páratartalom F_m korrekciós tényezőjének meghatározása:

$$F_m = e^{f_u \cdot (u_2 - u_1)}$$

ahol: f_u - a tömegarány szerinti pára-konverziós együttható
 u_2 - a tervezett beépítési szituáció tömegarány szerinti nedvességtartalma
 u_1 - a deklarált szituáció tömegarány szerinti nedvességtartalma

$$F_m = e^{f_\psi \cdot (\Psi_2 - \Psi_1)}$$

ahol: f_ψ - a térfogatarány szerinti pára-konverziós együttható
 Ψ_2 - a tervezett beépítési szituáció térfogatarány szerinti nedvességtartalma
 Ψ_1 - a deklarált szituáció térfogatarány szerinti nedvességtartalma

MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai
értékek meghatározására.

Az öregedés F_a korrekciós tényezőjének meghatározása:

Nincsen egyszerűsített számítási modell, csak kísérleti úton megállapítható. Ha a deklarált
Hővezetési tényezőt az öregedés figyelembevételével határozták meg, akkor:

$$F_a=1$$



MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai értékek meghatározására.

Table 4 – Moisture properties and specific heat capacity of thermal insulation materials and masonry materials

Material	Density ρ kg/m ³	Moisture content at 23 °C, 50 % RH ^a		Moisture content at 23 °C, 80 % RH ^a		Moisture conversion coefficient ^b				Water vapour resistance factor μ		Specific heat capacity c_p J/(kg·K)
		U kg/kg	ψ m ³ /m ³	U kg/kg	ψ m ³ /m ³	Moisture content u kg/kg	f_u	Moisture content m ³ /m ³	f_ψ	dry	wet	
Expanded polystyrene	10 – 50		0		0			< 0,10	4	60	60	1450
Extruded polystyrene foam	20 – 65		0		0			< 0,10	2,5	150	150	1450
Polyurethane foam, rigid	28 – 55		0		0			< 0,15	6	60	60	1400
Mineral wool	10 – 200		0		0			< 0,15	4 ^c	1	1	1030
Phenolic foam	20 – 50		0		0			< 0,15	5	50	50	1400
Cellular glass	100 – 150	0		0		0	0			∞	∞	1000
Perlite board	140 – 240	0,02		0,03		0 to 0,03	0,8			5	5	900
Expanded cork	90 – 140		0,008		0,011			< 0,10	6	10	5	1560
Wood wool board	250 – 450		0,03		0,05			< 0,10	1,8	5	3	1470
Wood fibreboard	40 – 250	0,1		0,16				< 0,05	1,4	5	3	2000
Urea-formaldehyde foam	10 – 30	0,1		0,15		< 0,15	0,7			2	2	1400
Spray applied polyurethane foam	30 – 50		0		0			< 0,15	6	60	60	1400
Loose-fill mineral wool	15 – 60		0		0			< 0,15	4	1	1	1030
Loose-fill cellulose fibre	20 – 60	0,11		0,18		< 0,20	0,5			2	2	1600
Loose-fill expanded perlite	30 – 150	0,01		0,02		0 to 0,02	3			2	2	900
Loose-fill exfoliated vermiculite	30 – 150	0,01		0,02		0 to 0,02	2			3	2	1080

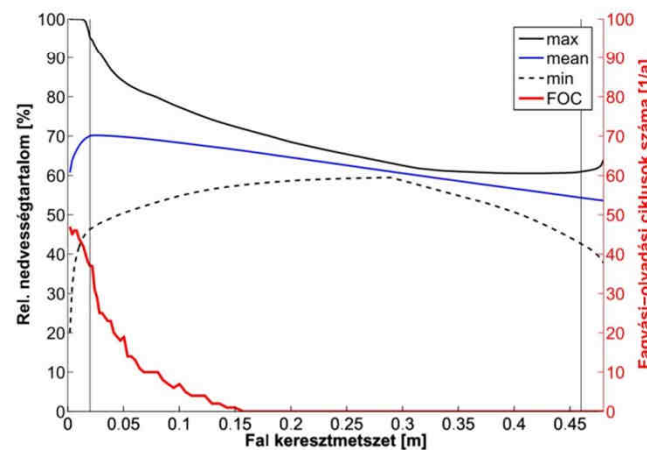
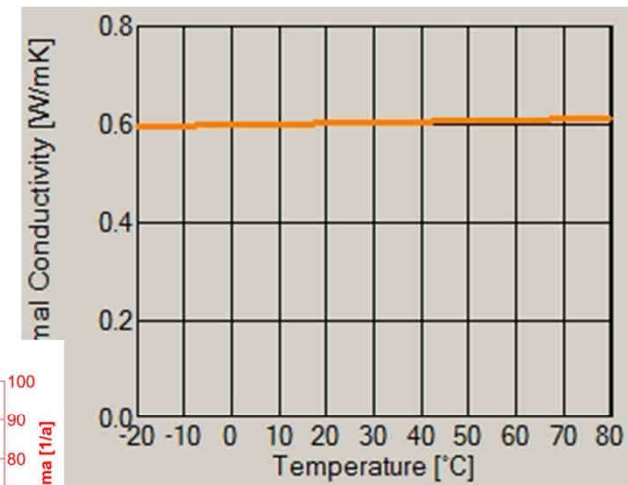
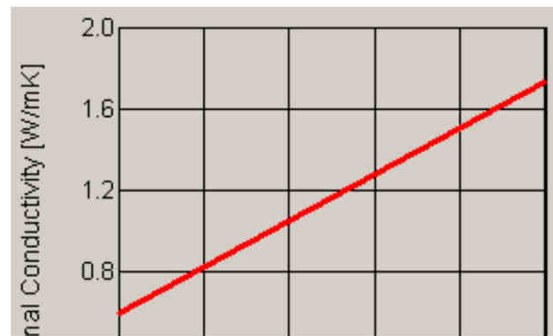
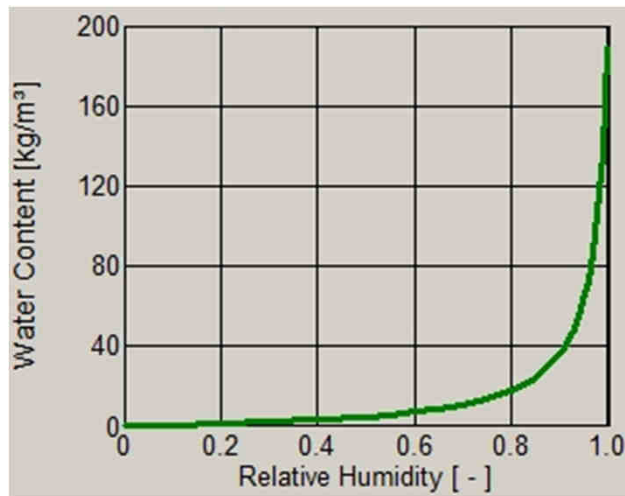
MSZ EN ISO 10456:2008

Építési anyagok és termékek. Hő és nedvességtechnikai tulajdonságok.
Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai értékek meghatározására.

Tömör téglafalazat

Forrás: Fraunhofer IBP

$\rho = 1900 \text{ kg/m}^3$; Porozitás = 0.24 ; $c = 850 \text{ J/kgK}$; $\lambda = 0.6 \text{ W/mK}$; $\mu = 10$



MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

Alapelvek (opak szerkezeteknél):

- Meg kell határozni az épületösszetevő minden, termikusan homogén részének egyenkénti hővezetési ellenállását
- Megfelelően kombinálni az egyes hővezetési ellenállásokat az épületösszetevő teljes hővezetési ellenállásának meghatározása céljából, beleértve a felületi ellenállások hatását is

Homogén rétegek hővezetési ellenállása:

$$R = d / \lambda$$

Ahol: d - az anyagréteg vastagsága az épületelemben
 λ - az anyag **tervezési hővezetési tényezője**

Megjegyzés: A d vastagság különbözhet a névleges vastagságtól (pl. amikor egy összenyomható állapotban van beépítve, d kisebb, mint a néveleges vastagság. Amennyiben ez megfelelő, a vastagságtűrés számára megengedhető d vastagságot kell alkalmazni.



MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

Felületi ellenállások:

Sík felületeknél, a határfelületekre vonatkozó speciális információk hiányakor a következő a következő táblázat értékeit kell használni. A vízszintes irányhoz tartozó értékeket kell használni azokban az esetekben, amikor a hőáram irányának vízszintestől való eltérése kisebb mint $\pm 30\%$.

	A hőáram iránya		
	Felfelé	Vízszintesen	Lefelé
R_{si} [m ² K/W]	0,10	0,13	0,17
R_{se} [m ² K/W]	0,04	0,04	0,04

R_{si} [m²K/W] - belső felülető hőátadási ellenállás

- $R_{si} = 1/h_i$ (h_i - belső felületi hőátadási tényező [W/m²K], régi nevén: α_i)

R_{se} [m²K/W] - külső felülető hőátadási ellenállás

- $R_{se} = 1/h_e$ (h_e - külső felületi hőátadási tényező [W/m²K], régi nevén: α_e)

A táblázatban közölt értékek $\varepsilon=0,9$ felületi emisszivitással, 20°C-os belső, -10°C-os külső léghőmérséklettel és $v=4\text{m/s}$ -os szélességgel lettek meghatározva. Ezekről lényegesen eltérő körülmények esetén részletes számítás szükséges az MSZ EN ISO 6946:2008 alapján

MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

Levegőrétegek ellenállása:

A levegőrétegek a szabvány szándéka szerint termikusan homogén réteggként kell figyelembe venni. Az alábbiakban megadott értékektől olyan levegőrétegek esetén kell alkalmazni, amelyek:

- két olyan felülettel határoltak, melyek ténylegesen párhuzamosak és a hőáram irányára merőlegesek, valamint emissziós tényezőjük legalább 0,8
- a hőáram irányába mért vastagságuk kisebb, mint a másik két irány bármelyikének 0,1-szerese, de legfeljebb 0,3 m
- nincs levegőcseréje a külső környezettel



MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

Levegőrétegek ellenállása:

Átszellőztetlen légréteg: egyenértékű téli hővezetési ellenállás [m²K/W]

- nincs levegőáramlás a rétegen keresztül
- a vízszintes irányhoz tartozó értékeket kell használni azokban az esetekben, amikor a hőáram irányának vízszintestől való eltérése kisebb mint $\pm 30\%$.

A levegőréteg Vastagsága (mm)	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	0,21
300	0,16	0,18	0,21
Megjegyzés: Közbenső értékek lineáris interpolációval számolhatók			



MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

Levegőrétegek ellenállása:

Gyengén átszellőztetett légréteg:

- korlátozott légáram halad át a külső környezet felől olyan nyílásokon át, melyekre fennáll, hogy:
 $500 \text{ mm}^2 < A_{\text{szell}} \leq 1500 \text{ mm}^2$ / függőleges légrétegek m-ben mért hosszúsága, és
 $500 \text{ mm}^2 < A_{\text{szell}} \leq 1500 \text{ mm}^2$ / függőleges légrétegek felületének területe
- a gyengén átszellőztetett légrétegek hővezetési ellenállásának tervezési értéke 0,5-szöröse az átszellőztetlen légrétegre megadott értéknek
- amennyiben a hővezetési ellenállás a légréteg és a külső környezet közt meghaladja a $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ értéket, a $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ értéket kell használni

Erősen átszellőztetett légréteg:

- erősen átszellőztetett a légréteg, ha a szellőző nyílásokra az alábbiak érvényesek:
 $A_{\text{szell}} > 1500 \text{ mm}^2$ / függőleges légrétegek m-ben mért hosszúsága, és
 $A_{\text{szell}} > 1500 \text{ mm}^2$ / függőleges légrétegek felületének területe
- az erősen átszellőztetett légréteget tartalmazó épütelelem teljes hővezetési ellenállását megkapjuk, ha a légréteg és a külső környezet közötti további rétegek hővezetési ellenállását figyelmen kívül hagyva egy külső felületi ellenállást számítunk be, mely a levegőnek felel meg (pl. ugyanazon épütelelem belső felületi ellenállásával egyenlő)



MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

Beépítetlen tetőkterek figyelembe vétele hővezetési ellenállással:

Sík, hőszigetelt födémszerkezet és magas tető által lehatárolt tetőtér tekinthető úgy, mint egy termikusan homogén réteg, amelynek hővezetési ellenállása az alábbi táblázatban található.

Tető jellemzői	R_u [m²K/W]
1. Cserépfedés tetőfólia, burkolat, vagy bármi hasonló nélkül	0,06
2. Bádog, vagy cserépfedés, tetőfóliával, burkolattal, vagy bármi hasonlóval a héjalás alatt	0,2
3. Ua. mint a 2. pontban, de alufólia réteggel, vagy egyéb alacsony emissziójú felülettel a tető belső oldalán	0,3
4. Tető tetőfóliával, burkolattal	0,3
Megjegyzés: A táblázat értékei a tetőszerkezet és az átszellőztetett tér hővezetési ellenállását foglalja magába. Nem tartalmazza az külső felületi ellenállást (R_{se}).	

Figyelem! A 7/2006 TNM rendelet a nem a külső környezettel hanem fűtetlen vagy fűtött átmeneti térrel érintkező szerkezeteket a hőátbocsátási tényező korrigálásával modellezi. A korrekciós tényező:

$$\frac{t_i - t_x}{t_i - t_e}$$

ahol: t_i – belső tér hőmérséklete, t_e – külső tér hőmérséklete,
 t_x – az átmeneti tér hőmérséklete (a fűtési idényre vett átlag érték)

MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A homogén és inhomogén rétegeket tartalmazó épületszerkezet eredő hővezetési ellenállása:

Termikusan homogén rétegeket tartalmazó összetevők esetén:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

ahol: R_{si} a belső felület ellenállása
 $R_1, R_2, \dots, R_n$ minden egyes réteg tervezési hővezetési ellenállása
 R_{se} a külső felület hővezetési ellenállása

Mindebből pedig a hőátbocsátási tényező: $U = 1 / R_T$ [W/m²K]

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{h_e}}$$

MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A homogén és inhomogén rétegeket tartalmazó épületszerkezet eredő hővezetési ellenállása:

Egy vagy több termikusan inhomogén réteget tartalmazó összetevő esetén:

$$R_T = (R'_T + R''_T) / 2$$

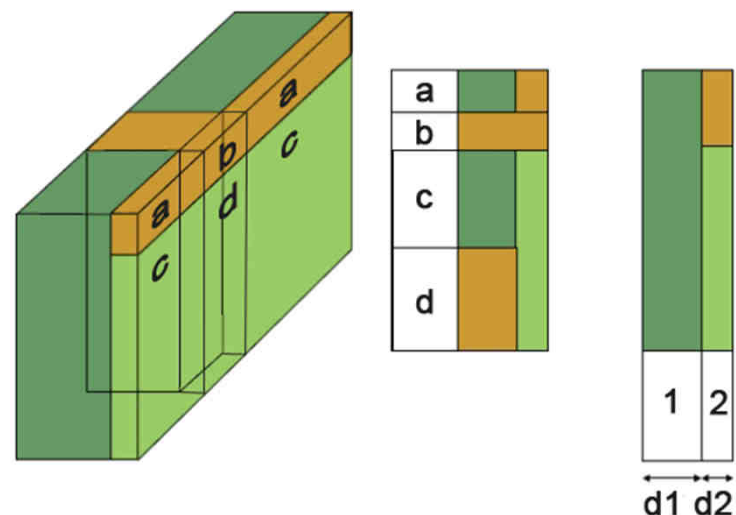
Ahol: R'_T a hővezetési ellenállás felső határértéke

$$\frac{1}{R'_T} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_q}{R_{Tq}}$$

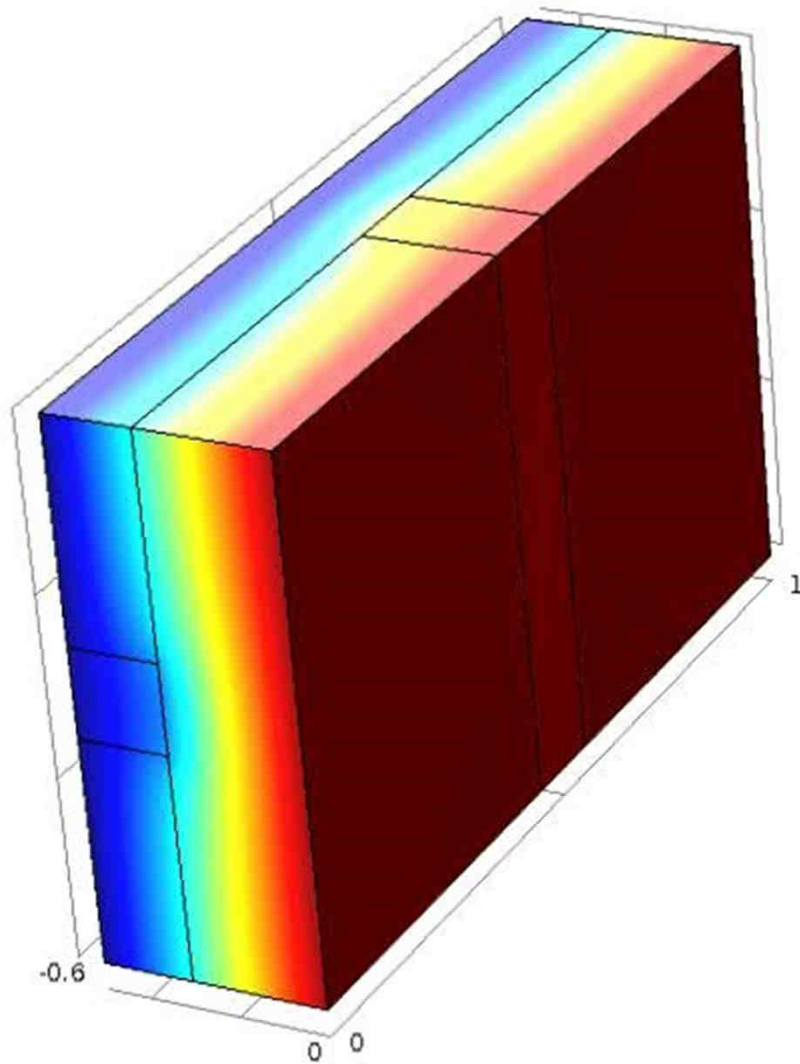
R''_T a hővezetési ellenállás alsó határértéke

$$R_T'' = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

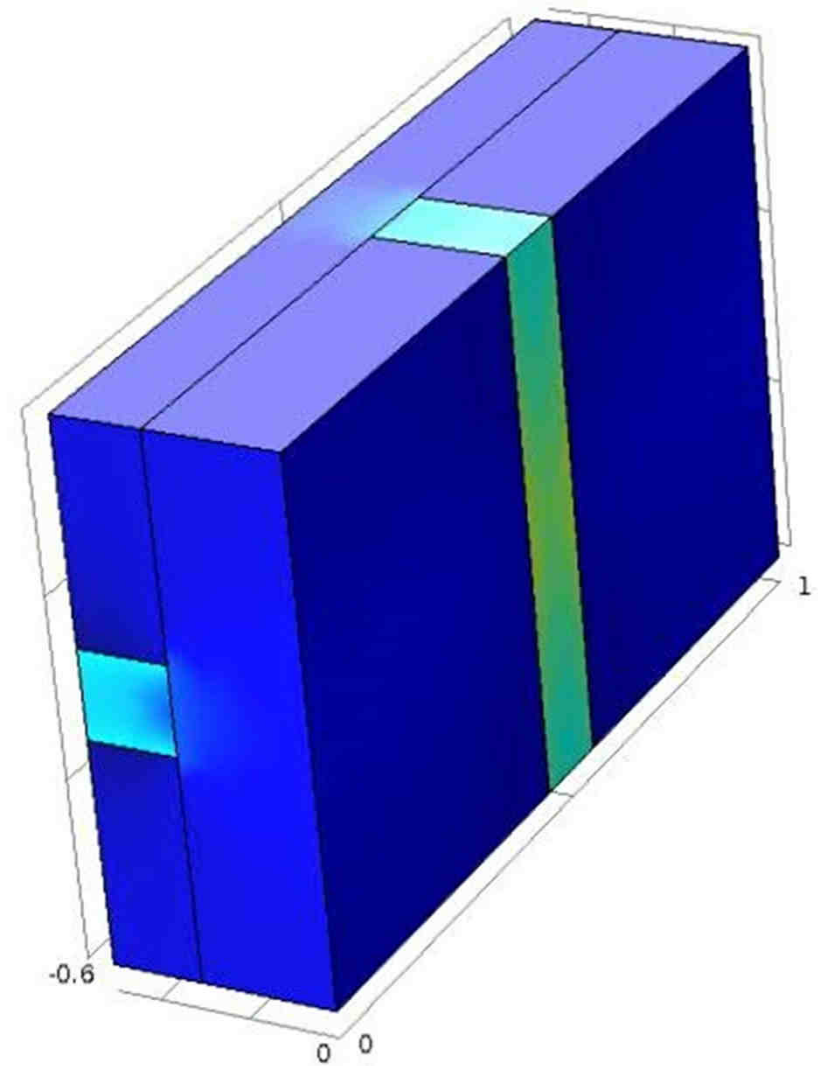
$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_q}{R_{qj}}$$



Surface: Temperature (K)



Volume: Total heat flux magnitude (W/m^2)



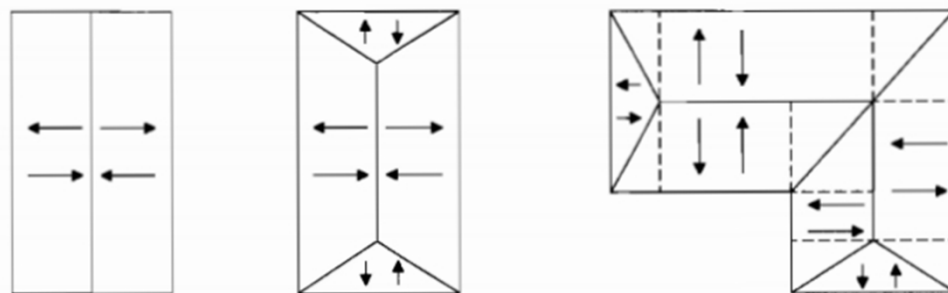
MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A hőátbocsátási tényező korrigálása: elvékonyodó összetevő

Amikor az épületszerkezet elvékonyodó összetevőt tartalmaz (pl. lapostetők lejtésképző hőszigetelése) a hővezetési ellenállás az elem teljes területén át változik.

A hőátbocsátás a teljes épületszerkezet területén áttörtető összegzéssel határozható meg. A számítást külön-külön kell elvégezni a különböző alakú és dőlésű részekre.



A tető önálló részekké osztásának módja (a hajlás bármelyik irányú lehet)

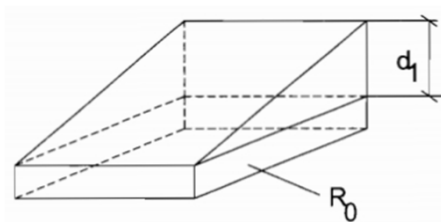


MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

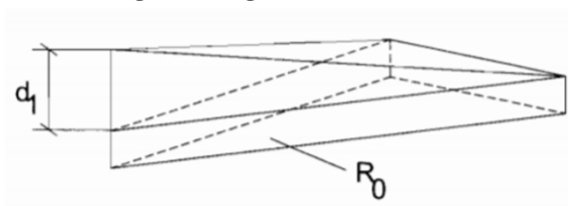
A hőátbocsátási tényező korrigálása: elvékonyodó összetevő

Négyszög alapú terület:



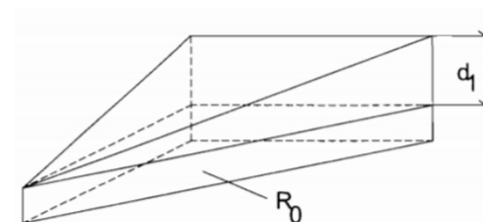
$$U = \ln (1 + R_1 / R_0) / R_1$$

*Háromszög alapú terület,
legvastagabb a csúcsnál:*



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

*Háromszög alapú terület,
egvékonyabb a csúcsnál:*



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

ahol: R_0 – az eredeti hővezetési ellenállás
 R_1 – a hővezetési ellenállás növekménye

MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A hőátbocsátási tényező további korrekciói:

- légrés a hőszigetelésben
- a hőszigetelő rétegen áthaladó mechanikai rögzítések
- csapadék (üledék) a fordított rétegrendű tetőn

A korrigált hőátbocsátási tényezőt az alábbi módon kapjuk meg:

$$U_c = U + \Delta U$$

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

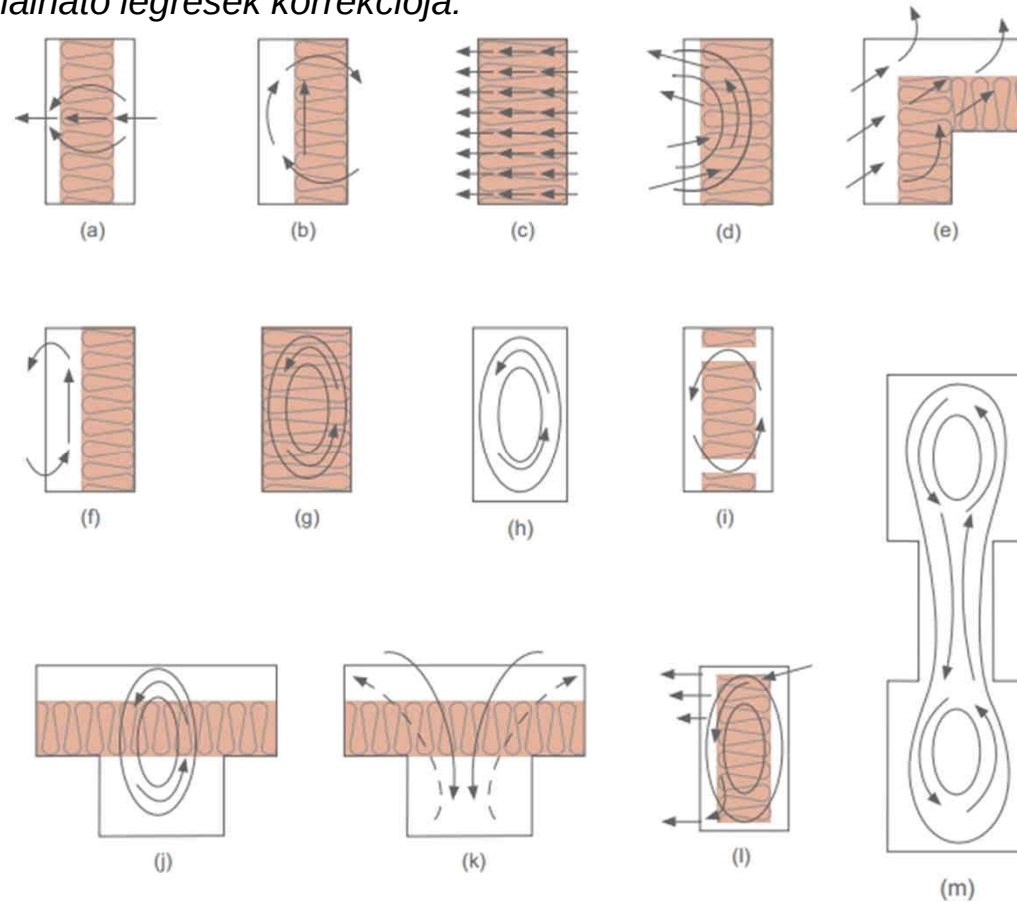
ahol: ΔU_g – a légrések korrekciója
 ΔU_f – a mechanikai rögzítések korrekciója
 ΔU_r – a fordított rétegrendű tetők korrekciója

MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és
hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A hőátbocsátási tényező további korrekciói:

A hőszigetelésben található légrések korrekciója:



MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A hőátbocsátási tényező további korrekciói:

A hőszigetelésben található légrések korrekciója:

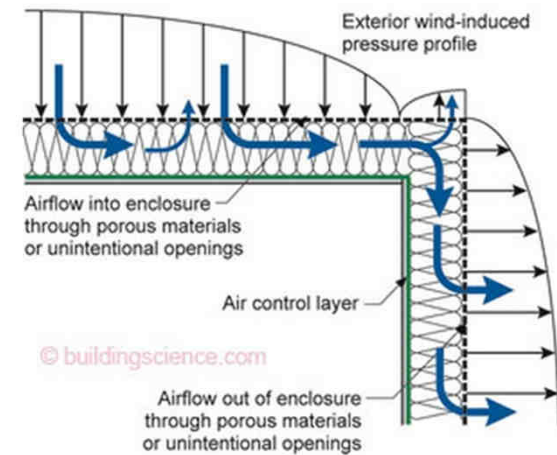
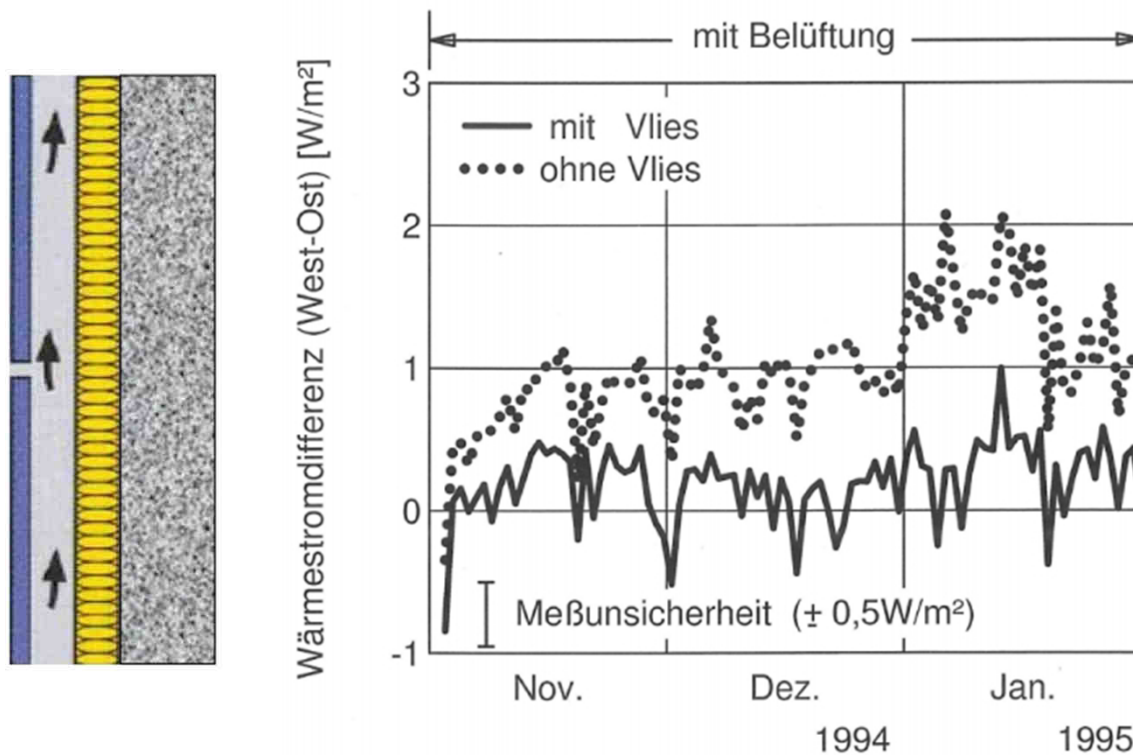


Figure 8: Wind-washing, the flow of wind through air permeable insulations, can reduce the thermal performance of insulations.

MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A hőátbocsátási tényező további korrekciói:

A hőszigetelésben található légrések korrekciója:

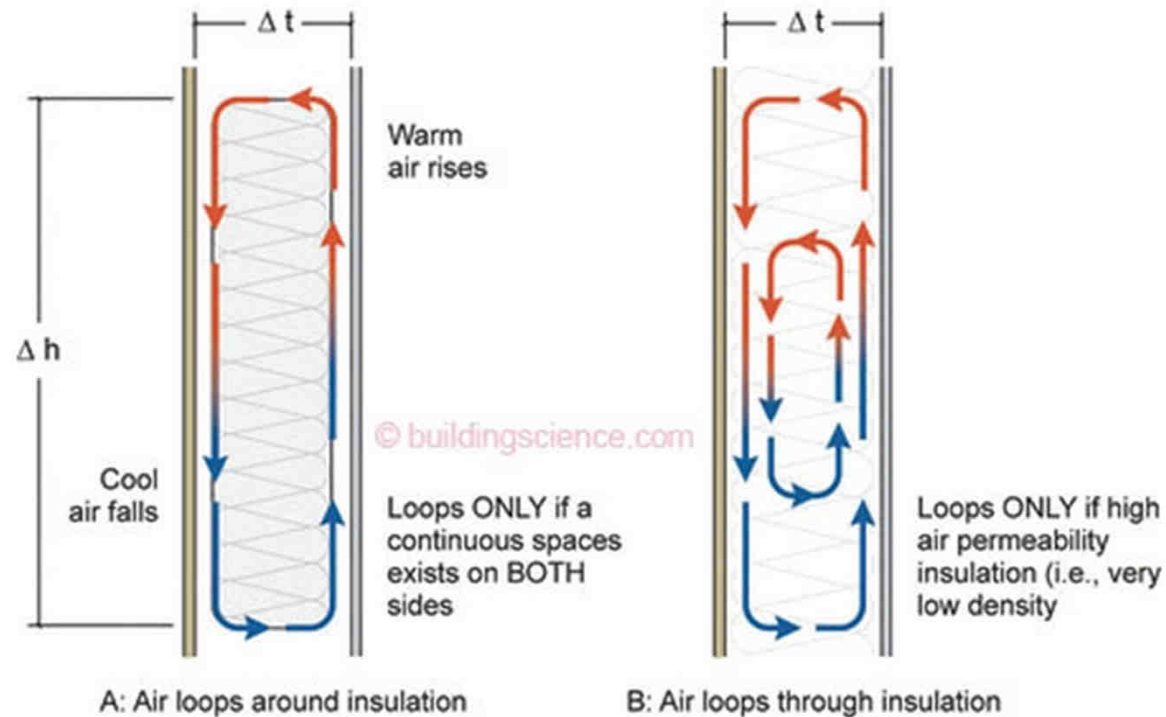


Figure 7: Convective air loops that reduce thermal control of insulation.

MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A hőátbocsátási tényező további korrekciói:

A hőszigetelésben található légrések korrekciója:

fokozat	$\Delta U''$ [W/m²K]	Légrés leírása
0	0,00	A hőszigetelés olyan módon van rögzítve, hogy a hőszigetelés meleg oldalán levegőcirkuláció nem lehetséges. Nincsenek a hőszigetelő rétegen áthaladó légrétegek.
1	0,01	A hőszigetelés úgy van rögzítve, hogy a szigetelés meleg oldalán levegőcirkuláció nem lehetséges. A légrések áthaladnak a szigetelő rétegen
2	0,04	A szerkezetben levegőcirkuláció lehetséges a hőszigetelés meleg oldalán. A légrések áthaladnak a szigetelő rétegen,

$$\Delta U_g = \Delta U'' \left(\frac{R_l}{R_T} \right)^2$$

ahol:

R_l - a légrést tartalmazó réteg hővezetési ellenállása

R_T - az egész szerkezet hővezetési ellenállása

MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A hőátbocsátási tényező további korrekciói:

A mechanikai rögzítések miatti korrekciók:

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot n_f \cdot A_f}{d_0} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2$$

ahol:

α_f - együttható

λ_f - a rögzítőelem hővezetési tényezője

n_f - a rögzítések m²-enkénti száma

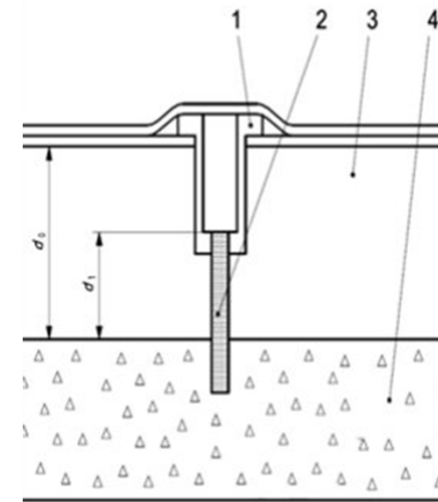
A_f - egy rögzítés keresztmetszeti területe

d_0 - a hőszigetelő réteg vastagsága

d_1 - a rögzítőelem hossza ami átszúrja a szigetelést

R_1 - a szigetelő réteg hővezetési ellenállása

$R_{T,h}$ - a szerkezet teljes hővezetési ellenállása hőhidak nélkül



Rögzítés típusa	α
Teljes hosszában átszúrja a hőszigetelet	0,8
Mélyített rögzítő elem	$0,8 \cdot (d_1/d_0)$

MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

A hőátbocsátási tényező további korrekciói:

Fordított rétegrendű tetők korrekciója:

$$\Delta U_r = p \cdot f \cdot \chi \cdot \left(\frac{R_i}{R_T} \right)^2$$

ahol:

- p - a területre jellemző átlagos csapadékmennyiség a fűtési periódus alatt (mm/nap)
- f - szivárgási tényező
- χ - a vízszigetelésen folyó csapadékvíz okozta hőveszteség növekedés (Wnap/m²Kmm)
- R_i - a hőszigetelő réteg hővezetési ellenállása
- R_T - az egész szerkezet hővezetési ellenállása

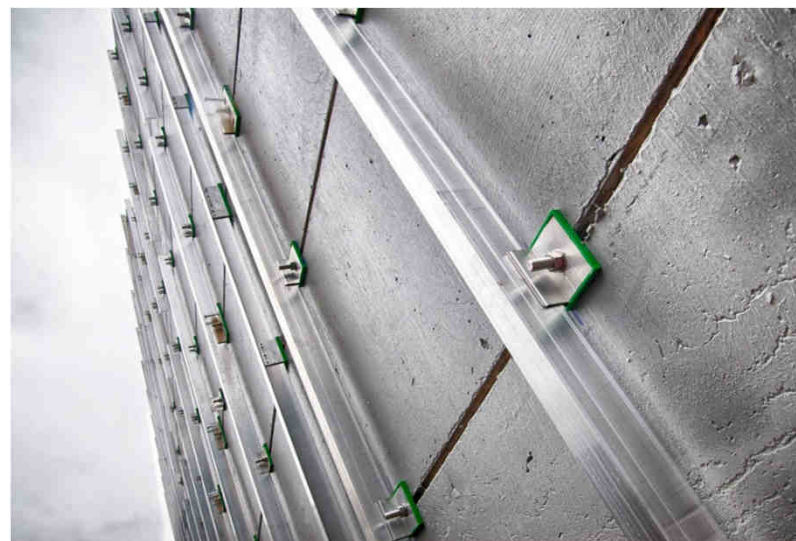
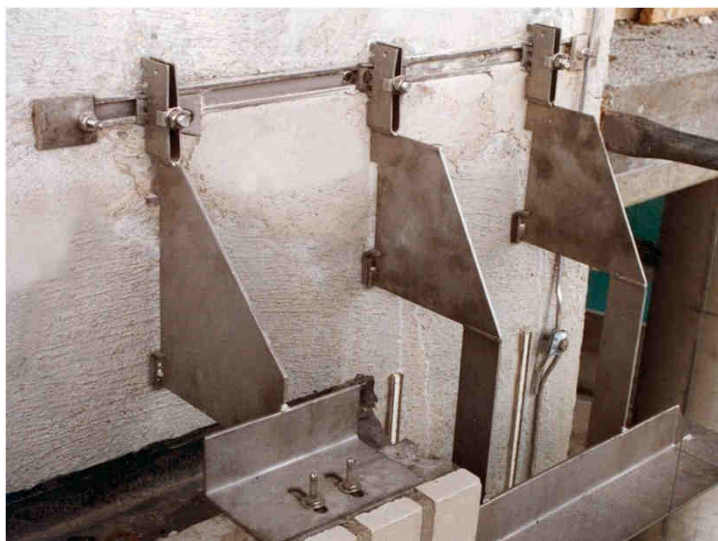
Egyrétegű hőszigetelés és vízáteresztő leterhelés (pl. kavics, zúzottkő) esetén $f \cdot \chi = 0,04$ érték használható. Ez egyben a legkedvezőtlenebb eset is.

Ez a képlet csak leterheléssel rögzített XPS keményhab hőszigetelésű fordított rétegrendű lapostetőkre alkalmazható.



MSZ EN ISO 6946: 1996
(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és
hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

További hőhidak az általános felületen:



$$\Delta U = \sum l\Psi + \sum nX$$



MSZ EN ISO 6946: 1996

(Épületösszetevők és épületelemek – hővezetési ellenállás és hőátbocsátási tényező – Számítási módszer)

Összefoglalva:

Mechanikai rögzítések korrekciója az **MSZ EN ISO 6946** szerint

Fordított tetők korrekciója az **MSZ EN ISO 6946** szerint

Légrések korrekciója az **MSZ EN ISO 6946** szerint

U = $\left(\frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda_1 * e^{f_t(T_2 - T_1)} * e^{f_\psi(\psi_2 - \psi_1)}} + R_{se}} \right) + \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r + \sum l\Psi + \sum X$

Hővezetési tényező korrekciója az **MSZ EN ISO 10456** szerint

További ismétlődő hőhidak **MSZ EN ISO 10211** szerint

Törvény szerinti követelmény

Tanszéki hőtechnikai segédlet



7/2006 (V. 24.) TNM rendelet – A szabályozás szintjei

I. Az összesített energetikai mutatóra vonatkozó követelmények primer energiában kifejezve – E [kWh/m²a]

II. A fajlagos hőveszteség tényezőre vonatkozó követelmények – q [W/m³K]

III. Az egyes határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelmények – U [W/m²K]

7/2006 (V. 24.) TNM rendelet – A szabályozás szintjei

II. A fajlagos hőveszteség tényezőre vonatkozó követelmények – q [W/m³K]

A fajlagos hőveszteség tényező számítása:

hőveszteség **egydimenziós** hőáramokból

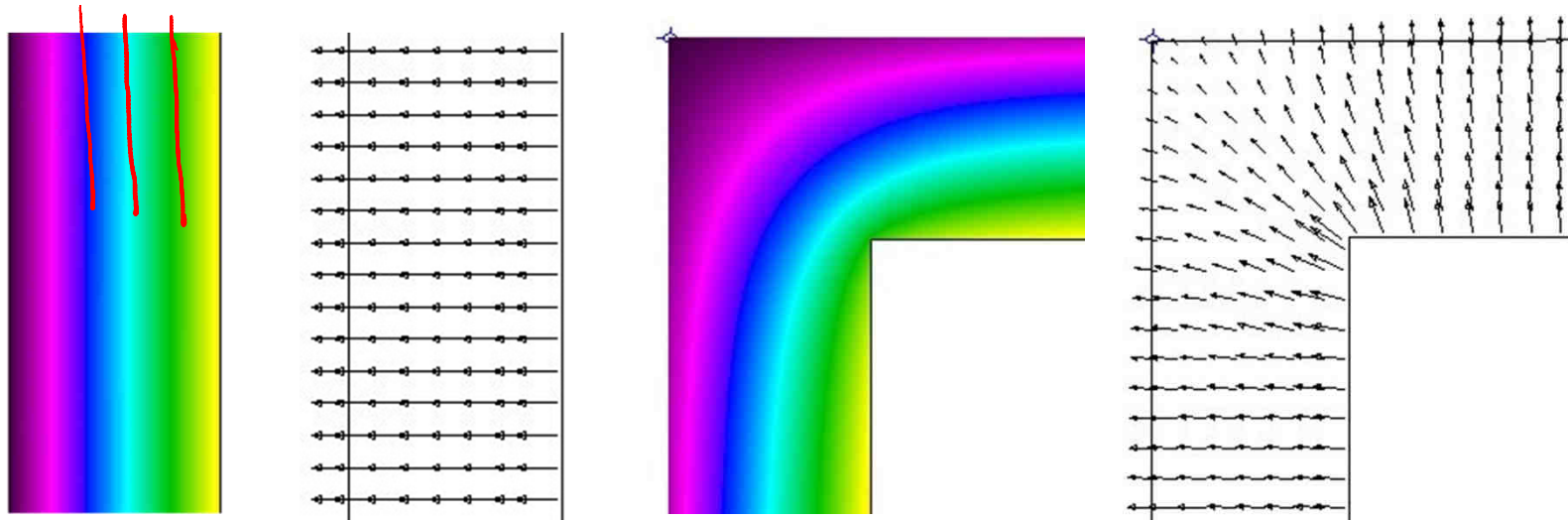
A fajlagos hőveszteség tényező számítása:

$$q = \frac{1}{V} \cdot \left(\sum A_i \cdot U_i + \sum l_j \cdot \Psi_j + \sum \chi - \frac{Q_{SD} + Q_{SID}}{72} \right)$$

hőveszteség **többdimenziós** hőáramokból

- ahol: q – a fajlagos hőveszteség tényező [W/m³K]
 V – a belméretek alapján számított fűtött térfogat [m³]
 A – a belméretek alapján számított lehülő felület [m²]
 U – a határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 l – a vonalmaneti hőhidak hosszúsága [m]
 Ψ – a vonalmenti hőátbocsátási tényezők [W/mK]
 Q_{SD} – az üvegezett felületeken át bejutó direkt sugárzási nyereség [W]
 Q_{SID} – az üvegházakból, energiagyűjtő falakból származó indirekt sugárzási nyereség [W]

Hőhidak



A hőhíd fogalma:

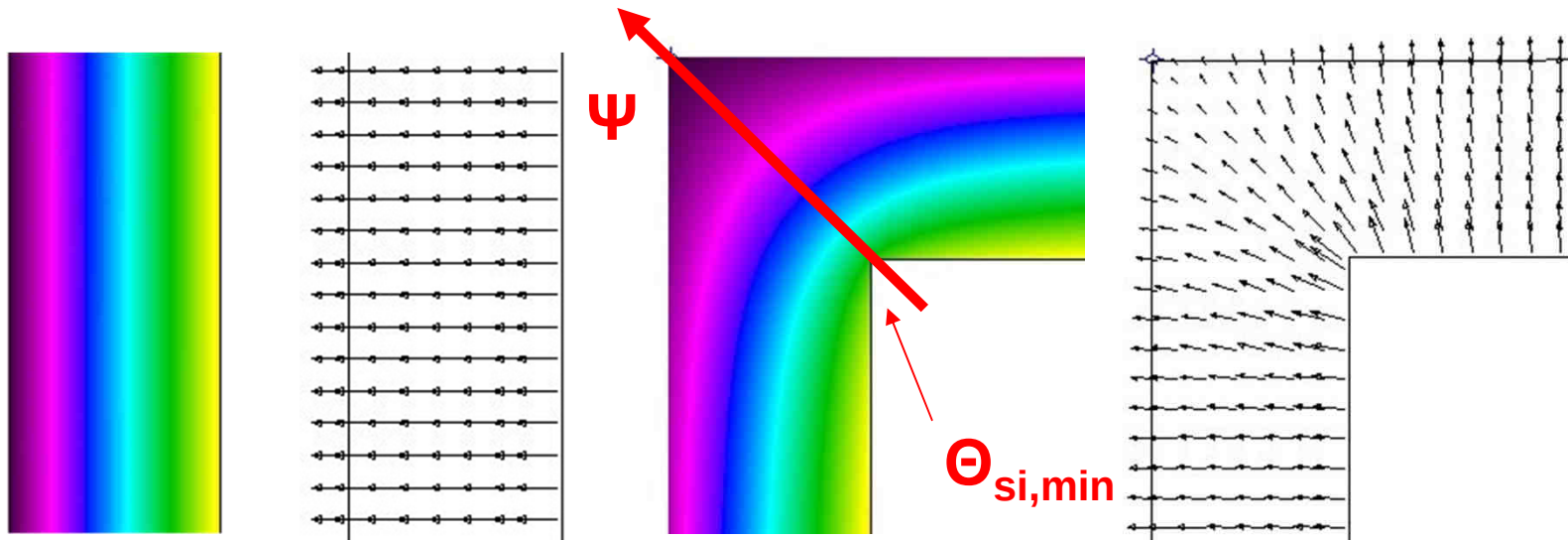
A határolószervezetek azon helyeit, ahol többdimenziós hőáramlás és hőmérsékleteloszlás alakul ki, megállapodás szerint hőhidaknak nevezzük.

A többdimenziós hőáramlás kialakulásának okai lehetnek:

- eltérő vastagságú rétegek
- eltérő külső – belső dimenziók
- eltérő hővezetésű rétegek
- eltérő felületi hőátadások ($h \sim T$, légáramlás, emissziós tényező, sugárzó felületek)
- mindezek kombinációja

Tehát **HŐHÍDMENTES SZERKEZET NEM LÉTEZIK!**

Hőhidak

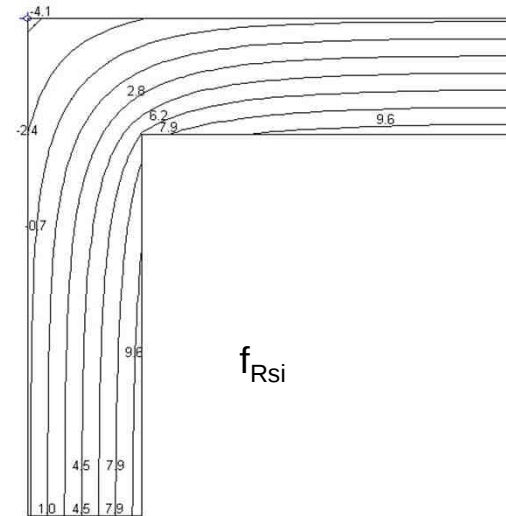
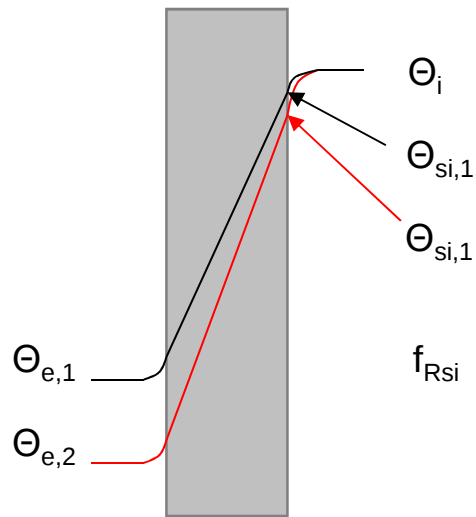


A hőhidak problémái:

- Energetikai probléma: vonalmenti és pontszerű hőveszteségek
- Hőkomfort probléma: alacsony felületi hőmérsékletek
- Épületszerkezettani probléma: állagvédelmi probléma (páralecsapódás, kapilláris kondenzáció, penészképződés)

vonalmonti és pontszerű hőhidak

Saját léptékben mért hőmérséklet



A hőhidak problémái:

$$f_{Rsi} = \frac{(\Theta_{si} - \Theta_e)}{(\Theta_i - \Theta_e)}$$

ahol: f_{Rsi} - a saját léptékben mért hőmérséklet
 Θ_{si} - a belső felületi hőmérséklet (K)
 Θ_e - a külső léghőmérséklet (K)
 Θ_i - a belső léghőmérséklet (K)

Tetszőleges eltérő külső ill. belső hőmérséklet értékekhez tartozó felületi hőmérséklet számítása:

$$\Theta_{si} = f_{Rsi} \cdot (\Theta_i - \Theta_e) + \Theta_e$$

Hőhidak

Megengedett módszerek a hőhidak figyelembevételére:

A 7/2006 (V.24.) TNM rendelet alapján

- Részletes számítás numerikus numerikus módszerrel (FDM,FVM,FEM):
MSZ-EN-ISO 10211: 2007 Hőhidak az épületszerkezetekben.
Hőáramok és felületi hőmérsékletek. Részletes számítások.
MSZ-EN-ISO 13370: 2007 Épületek hőtechnikai viselkedése –
Hőátvitel a talajban - Számítási módszerek
- Hőhídkatalógusok
- Szabványos hőátbocsátási értékek:
MSZ-EN-ISO 14683: 2007 Hőhidak az épületszerkezetekben.
Vonalmenti hőátbocsátási tényező. Egyszerűsített módszerek
és felülírható kiindulóértékek.
- A rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciója a 7/2006 (V.24.) TNM
rendeletben megadott értékek alapján

pontosság



befektetett energia



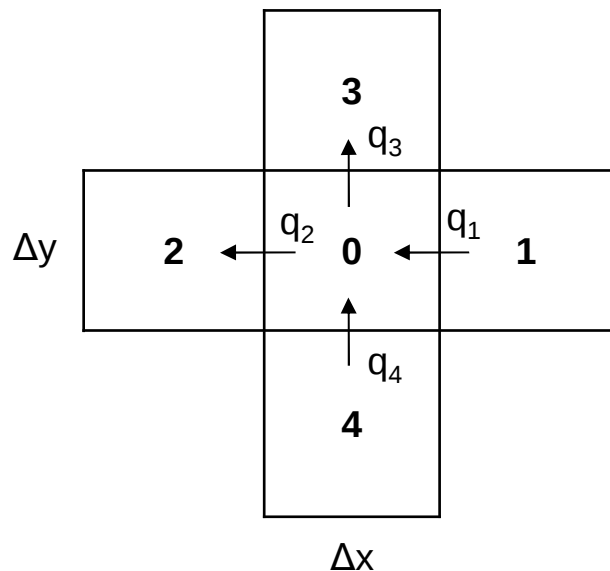
Hőhidak - MSZ-EN-ISO 10211

Hőhidak az épületszerkezetekben. Hőáramok és felületi hőmérsékletek.
Részletes számítás.

Többdimenziós hőmérsékletmező számítása:

Síkbeli esetben: másodfokú parciális differenciálegyenlettel leírható.

—————> **Numerikus számítás:** elemi kis egységekre bontjuk a tartományt
a z irányú kiterjedés konstansan 1



$$q_1 = \frac{\lambda}{\Delta x} (1 \cdot \Delta y) (t_0 - t_1)$$

$$q_2 = \frac{\lambda}{\Delta x} (1 \cdot \Delta y) (t_2 - t_0)$$

$$q_3 = \frac{\lambda}{\Delta y} (1 \cdot \Delta x) (t_3 - t_0)$$

$$q_4 = \frac{\lambda}{\Delta y} (1 \cdot \Delta x) (t_0 - t_4)$$

Az egyensúly feltétele:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0$$

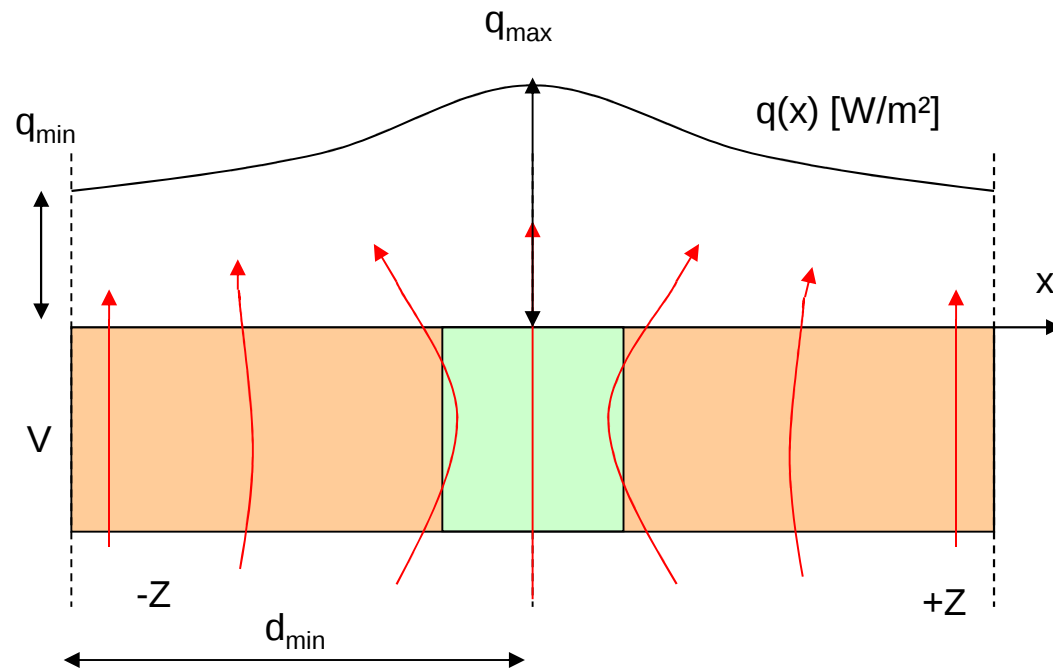
$$\begin{aligned} & \left(2 \cdot \frac{\lambda}{\Delta x} \cdot (1 \cdot \Delta y) + 2 \cdot \frac{\lambda}{\Delta y} \cdot (1 \cdot \Delta x) \right) \cdot t_0 = \\ & = \left(\frac{\lambda}{\Delta x} \cdot (1 \cdot \Delta y) \right) \cdot t_1 + \left(\frac{\lambda}{\Delta x} \cdot (1 \cdot \Delta y) \right) \cdot t_2 + \left(\frac{\lambda}{\Delta y} \cdot (1 \cdot \Delta x) \right) \cdot t_3 + \left(\frac{\lambda}{\Delta y} \cdot (1 \cdot \Delta x) \right) \cdot t_4 \end{aligned}$$

Hőhidak - MSZ-EN-ISO 10211

Hőhidak az épületszerkezetekben. Hőáramok és felületi hőmérsékletek.
Részletes számítás.

Vonalmenti hőátbocsátási tényező meghatározása:

(az y irányú kiterjedés konstansan 1!)



$d_{\min} = \max (3 \cdot V ; 1000 \text{ mm})$
ill két azonos hőhíd közötti szimmetrisáig

$$\dot{Q}_l = \int_{-Z}^Z q dx \quad [\text{W/m}]$$

$$L_{2D} = \frac{\dot{Q}_l}{\Delta T} \quad [\text{W/mK}]$$

$$L_{2D} = \sum U_i l_i + \text{hiba}$$

$$\Psi = L_{2D} - \sum U_i l_i = \text{hiba}$$

ahol:

$\dot{Q}_l$ - hőáram (W/m)

q - egységnyi felületre eső
hőáram (W/m²)

Δt - hőmérsékletkülönbség (K)

L_{2D} - hőhídtényező a 2D-s számításból
(W/mK)

Ψ - vonalmenti hőátbocsátási
tényező (W/mK)



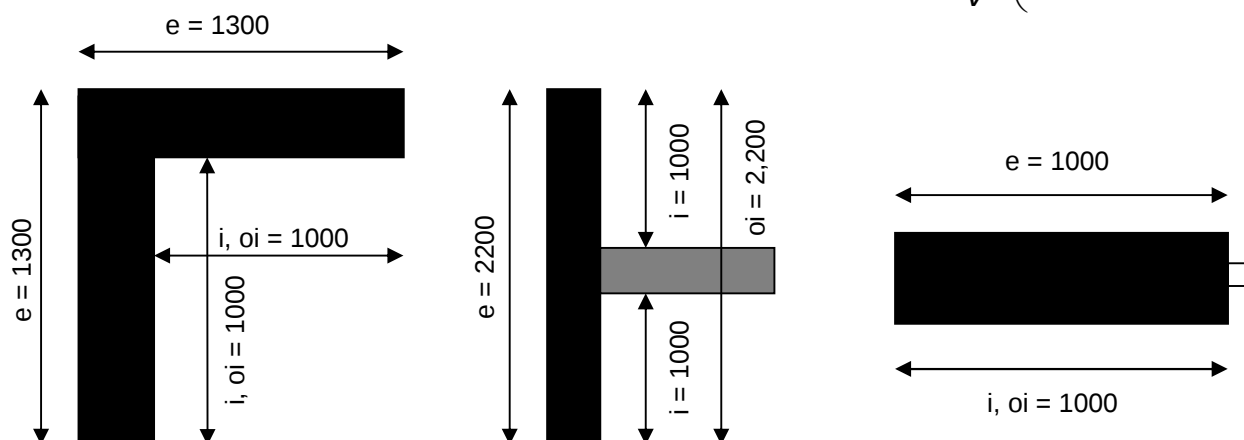
Hőhidak - MSZ-EN-ISO 14683

Hőhidak az épületszerkezetekben. Vonalmenti hőátbocsátási tényező.
Egyszerűsített módszerek és felülírható kiindulóértékek.

Vonatkoztatási rendszerek:

- Belső dimenziók (internal dimensions): a belső terek belső felületei között mért távolságok
- Átfogó belső dimenziók (overall internal dimensions): a belső terek külső térelhatároló szerkezeteinek belső felületei között mért távolságok (a belső térelválasztó falak vastagsága is beleszámolva)
- Külső dimenziók (external dimensions):

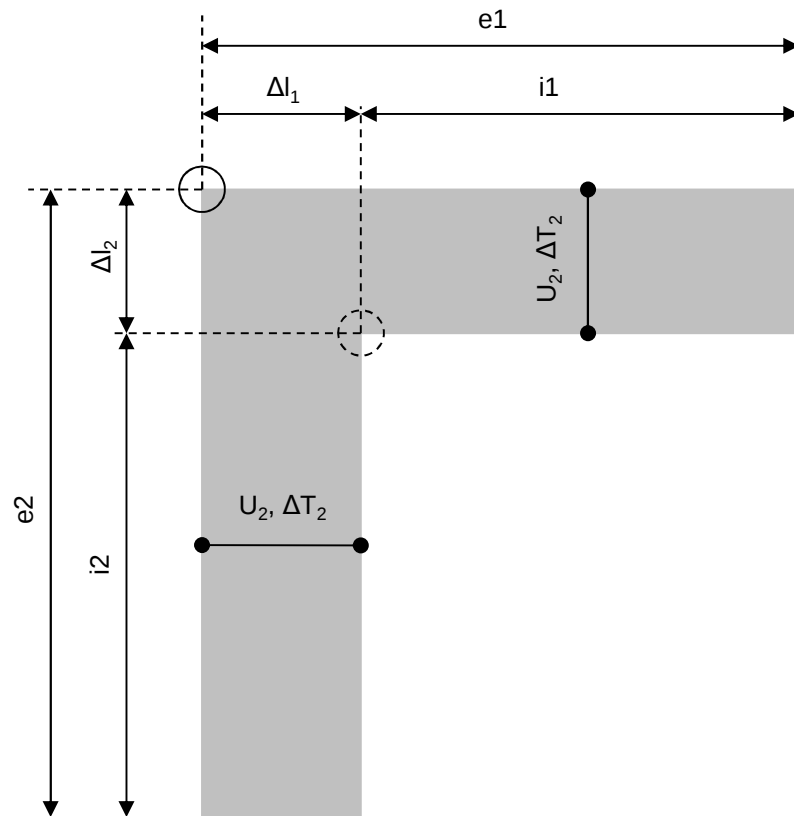
$$q = \frac{1}{V} \cdot \left(\sum A_i \cdot U_i + \sum I_j \cdot \Psi_j + \sum \chi - \frac{Q_{SD} + Q_{SID}}{72} \right)$$



Hőhidak - MSZ-EN-ISO 14683

Hőhidak az épületszerkezetekben. Vonalmenti hőátbocsátási tényező.
Egyszerűsített módszerek és felülírható kiindulóértékek.

Vonatkoztatási rendszer átszámítása:



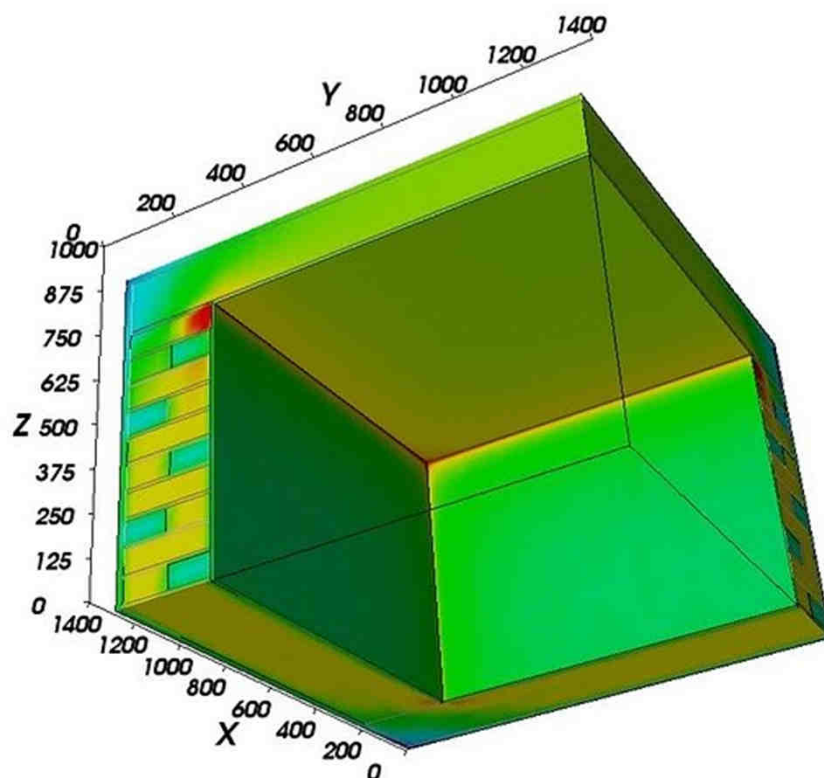
$$\psi_e = \psi_i - \frac{U_1 \cdot \Delta l_1 \cdot \Delta T_1 + U_2 \cdot \Delta l_2 \cdot \Delta T_2}{\Delta T}$$

$$\psi_i = \psi_e + \frac{U_1 \cdot \Delta l_1 \cdot \Delta T_1 + U_2 \cdot \Delta l_2 \cdot \Delta T_2}{\Delta T}$$

Hőhidak - MSZ-EN-ISO 10211

Hőhidak az épületszerkezetekben. Hőáramok és felületi hőmérsékletek.
Részletes számítás.

Pontszerű hőátbocsátási tényező meghatározása:
(az y irányú kiterjedés konstansan 1!)



$$Q = \iint q(x,y) dx dy$$

$$L_{3D} = \frac{\dot{Q}}{\Delta T}$$

$$\chi = L_{3D} - \sum_i U_i \cdot A_i - \sum_j \Psi_j \cdot l_j$$

ahol:

Q_l - hőáram (W/m)

q - egységnyi felületre eső
hőáram (W/m²)

Δt - hőmérsékletkülönbség (K)

L_{3D} - hőhídtényező a 3D-s számításból
(W/mK)

Ψ - vonalmenti hőátbocsátási
tényező (W/mK)

χ - pontszerű hőátbocsátási
tényező (W/K)



Hőhidak - MSZ-EN-ISO 10211

Hőhidak az épületszerkezetekben. Hőáramok és felületi hőmérsékletek.
Részletes számítás.

Hőhidak figyelembevétele effektív hővezetési tényezővel:

$$\lambda' = \frac{(A_1\lambda_1 + \dots + A_n\lambda_n)}{(A_1 + \dots + A_n)}$$

De! Csak bizonyos feltételek mellett:

- a hőhidat okozó elem merőleges a réteg külső és belső felületére és azon teljes magasságában áthatol
- az egyszerűsítés után az egész szerkezet hővezetési ellenállása a határoló felületek között legalább 1,5m²/K
- a szerkezet megfelel a szabvány 5.3.3.3. pontja alatti 2. táblázat legalább egy csoportjának

Feltételezi, hogy oldalirányú hővezetés nincs.

(Alkalmazás: vasbetétrel átszúrt hőszigetelés, szarufák közötti hőszigetelés, bordázott felületek)

Hőhidak - MSZ-EN-ISO 10211

Hőhidak az épületszerkezetekben. Hőáramok és felületi hőmérsékletek.
Részletes számítás.

Hőhidak figyelembevétele effektív hővezetési tényezővel:

Table 2 — Specific conditions for incorporating linear or point thermal bridges into a quasi-homogeneous layer

Group ^a	λ_{tb} ^b W/(m·K)	A_{tb} ^c m ²	R_0 ^e m ² ·K/W	R_{ti} ^f m ² ·K/W	λ_i ^g W/(m·K)	d_i ^h m
1	$\leq 1,5$	$\leq 0,05 \times l_{tb}$ ^d	$\leq 0,5$	—	—	—
2	> 3	$\leq 30 \times 10^{-6}$	$\leq 0,5$	—	—	—
3	> 3	$\leq 30 \times 10^{-6}$	$> 0,5$	$\geq 0,5$	—	—
4	> 3	$\leq 30 \times 10^{-6}$	$> 0,5$	$< 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 0,1$

NOTE 1 Group 1 includes linear thermal bridges. Examples are joints in masonry, wooden battens in air cavities or in insulated cavities of minor thickness.

NOTE 2 Group 2 includes such items as wall-ties, insofar as they are fitted in masonry or concrete or are located in an air cavity, as well as nails and screws in layers of material or strips with the indicated maximum thermal resistance.

NOTE 3 Groups 3 and 4 include such items as cavity ties, insofar as they penetrate an insulation layer which has a higher thermal resistance than that indicated for group 2. The inner leaf therefore needs to have thermal properties that limit the influence of the thermal bridge on the internal surface temperature, e.g. if the inner leaf has a sufficient thermal resistance (group 3) or the thermal conductivity of the inner leaf is such that the heat flow through the cavity ties is adequately distributed over the internal surface; most masonry or concrete inner leaves are examples of group 4.

^a See Figure 13.

^b λ_{tb} is the thermal conductivity of the thermal bridge to be incorporated into the quasi-homogeneous layer.

^c A_{tb} is the area of the cross-section of the thermal bridge.

^d l_{tb} is the length of a linear thermal bridge.

^e R_0 is the thermal resistance of the layer without the presence of the point thermal bridge.

^f R_{ti} is the total thermal resistance of the layers between the quasi-homogeneous layer considered and the internal surface.

^g λ_i is the thermal conductivity of the material layer between the quasi-homogeneous layer considered and the internal surface with the highest value of $\lambda_i \cdot d_i$.

^h d_i is the thickness of the same layer.

Hőhidak - MSZ-EN-ISO 14683

Hőhidak az épületszerkezetekben. Vonalmenti hőátbocsátási tényező.
Egyszerűsített módszerek és felülírható kiindulóértékek.

Szabványos hőátbocsátási értékek:

Számítási alapadatok a megadott értékekhez:

For all details:	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
For external walls:	$d = 300 \text{ mm}$
For internal walls:	$d = 200 \text{ mm}$
For walls with an insulation layer:	
— thermal transmittance	$U = 0,343 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
— thermal resistance of insulation layer	$R = 2,5 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
For lightweight walls:	$U = 0,375 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
For ground floors:	
— floor slab	$d = 200 \text{ mm}$
—	$\lambda = 2,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
— thermal resistance of insulation layer	$R = 2,5 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
For intermediate floors:	$d = 200 \text{ mm}$ $\lambda = 2,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
For roofs:	
— thermal transmittance	$U = 0,365 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
— thermal resistance of insulation layer	$R = 2,5 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
For the frames in openings:	$d = 60 \text{ mm}$
For columns:	$d = 300 \text{ mm}$ $\lambda = 2,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Jelmagyarázat:



Wall



Lightweight wall
(including lightweight masonry and timber frame walls)



Insulating layer



Slab or pillar



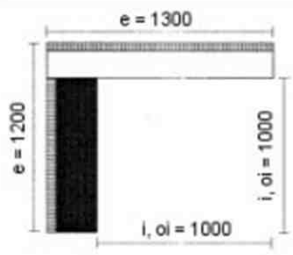
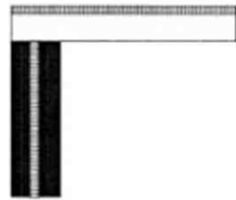
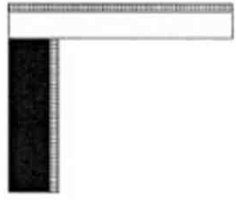
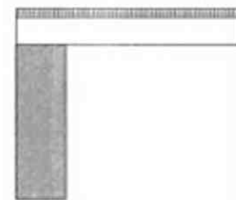
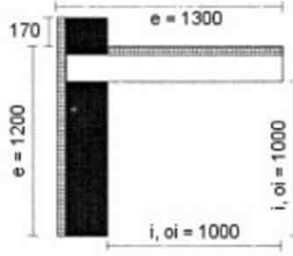
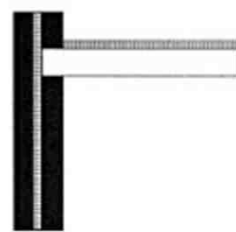
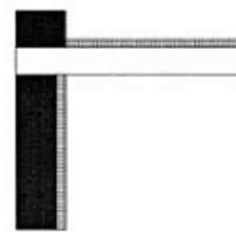
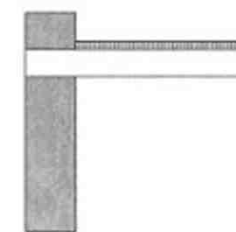
Window frame



Hőhidak - MSZ-EN-ISO 14683

Hőhidak az épületszerkezetekben. Vonalmenti hőátbocsátási tényező.
Egyszerűsített módszerek és felülírható kiindulóértékek.

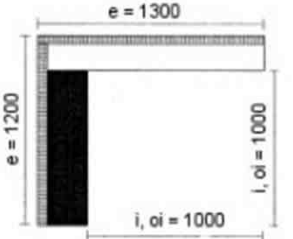
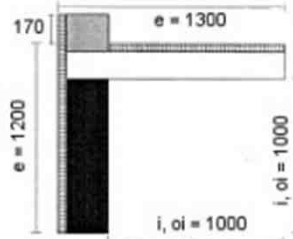
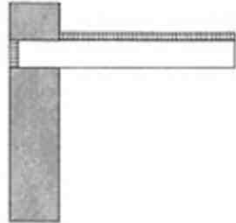
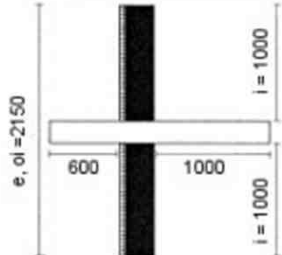
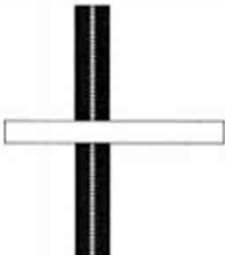
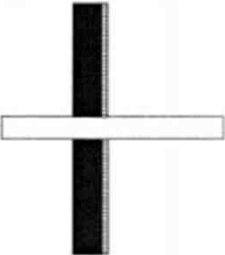
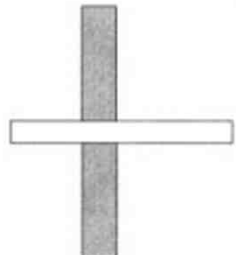
Szabványos hőátbocsátási értékek:

Roofs			
 R1 $\psi_e = 0,55$ $\psi_{oi} = 0,75$ $\psi_i = 0,75$	 R2 $\psi_e = 0,50$ $\psi_{oi} = 0,75$ $\psi_i = 0,75$	 R3 $\psi_e = 0,40$ $\psi_{oi} = 0,75$ $\psi_i = 0,75$	 R4 $\psi_e = 0,40$ $\psi_{oi} = 0,65$ $\psi_i = 0,65$
 R5 $\psi_e = 0,60$ $\psi_{oi} = 0,80$ $\psi_i = 0,80$	 R6 $\psi_e = 0,50$ $\psi_{oi} = 0,70$ $\psi_i = 0,70$	 R7 $\psi_e = 0,65$ $\psi_{oi} = 0,85$ $\psi_i = 0,85$	 R8 $\psi_e = 0,45$ $\psi_{oi} = 0,70$ $\psi_i = 0,70$

Hőhidak - MSZ-EN-ISO 14683

Hőhidak az épületszerkezetekben. Vonalmenti hőátbocsátási tényező.
Egyszerűsített módszerek és felülírható kiindulóértékek.

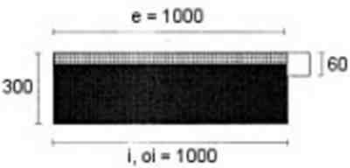
Szabványos hőátbocsátási értékek:

Roofs (continued)			
 R9 $\psi_e = -0,05$ $\psi_{oi} = 0,15$ $\psi_i = 0,15$	 R10 $\psi_e = 0,00$ $\psi_{oi} = 0,20$ $\psi_i = 0,20$	 R11 $\psi_e = 0,05$ $\psi_{oi} = 0,25$ $\psi_i = 0,25$	 R12 $\psi_e = 0,15$ $\psi_{oi} = 0,40$ $\psi_i = 0,40$
Balconies			
 B1 $\psi_e = 0,95$ $\psi_{oi} = 0,95$ $\psi_i = 1,05$	 B2 $\psi_e = 0,95$ $\psi_{oi} = 0,95$ $\psi_i = 1,05$	 B3 $\psi_e = 0,90$ $\psi_{oi} = 0,90$ $\psi_i = 1,00$	 B4 $\psi_e = 0,70$ $\psi_{oi} = 0,70$ $\psi_i = 0,80$

Hőhidak - MSZ-EN-ISO 14683

Hőhidak az épületszerkezetekben. Vonalmenti hőátbocsátási tényező.
Egyszerűsített módszerek és felülírható kiindulóértékek.

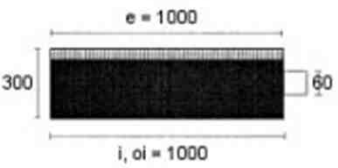
Szabványos hőátbocsátási értékek:

Window and door openings					
					
W1	$\psi'_e = 0,00$ $\psi'_{oi} = 0,00$ $\psi'_i = 0,00$	W2	$\psi'_e = 1,00$ $\psi'_{oi} = 1,00$ $\psi'_i = 1,00$	W3	$\psi'_e = 0,80$ $\psi'_{oi} = 0,80$ $\psi'_i = 0,80$
					
W4	$\psi'_e = 0,05$ $\psi'_{oi} = 0,05$ $\psi'_i = 0,05$	W5	$\psi'_e = 0,40$ $\psi'_{oi} = 0,40$ $\psi'_i = 0,40$	W6	$\psi'_e = 0,10$ $\psi'_{oi} = 0,10$ $\psi'_i = 0,10$

Hőhidak - MSZ-EN-ISO 14683

Hőhidak az épületszerkezetekben. Vonalmenti hőátbocsátási tényező.
Egyszerűsített módszerek és felülírható kiindulóértékek.

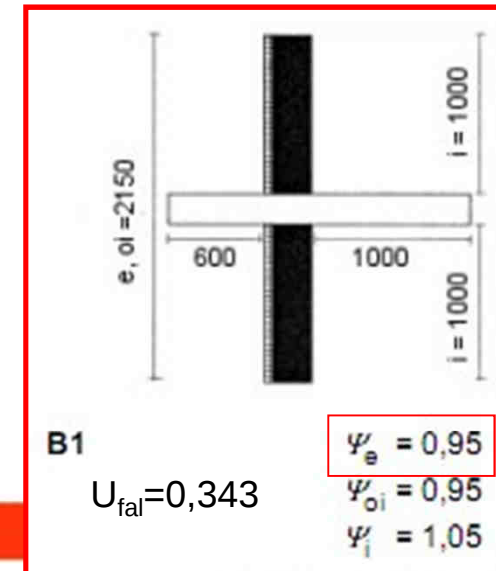
Szabványos hőátbocsátási értékek:

Window and door openings (continued)					
					
W7	$\psi_e = 0,45$ $\psi_{oi} = 0,45$ $\psi_i = 0,45$	W8	$\psi_e = 1,00$ $\psi_{oi} = 1,00$ $\psi_i = 1,00$	W9	$\psi_e = 0,60$ $\psi_{oi} = 0,60$ $\psi_i = 0,60$
					
					
W11	$\psi_e = 0,00$ $\psi_{oi} = 0,00$ $\psi_i = 0,00$				
		W12	$\psi_e = 0,10$ $\psi_{oi} = 0,10$ $\psi_i = 0,10$		

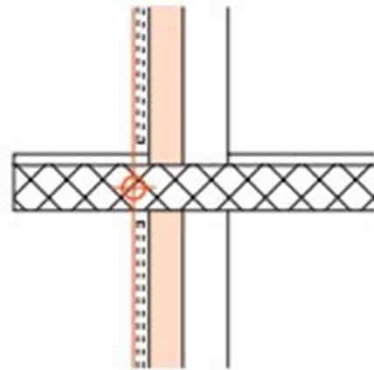
Hőhídkatalógusok

Vonalmenti hőátbocsátási értékek:

Hőhidas vasbeton erkélylemez



Durchbetoniert



Einschränkungen

Deckendicke	20 cm
Bodenheizung	keine
Deckendämmeinlage	keine

1.1-A1

**U-Wert Wand
in $W/(m^2 \cdot K)$**

	Mauerwerk	Stahlbeton
Backstein		
0.15	0.69	0.84
0.20	0.75	0.92
0.25	0.78	0.97
0.30	0.80	1.01
0.35	0.81	1.04
0.40	0.81	1.05

Ψ -Wert in $W/(m \cdot K)$

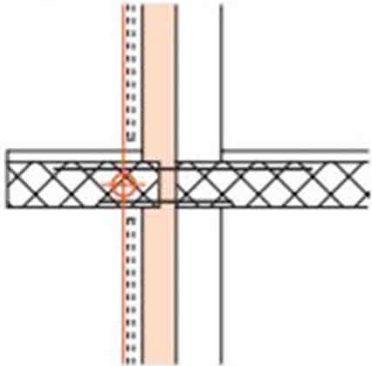
Zuschläge

Deckendicke 18 cm	- 0.05 $W/(m \cdot K)$
Deckendicke 22 cm	+ 0.05 $W/(m \cdot K)$
Deckendicke 24 cm	+ 0.09 $W/(m \cdot K)$
Bodenheizung	+ 0.07 $W/(m \cdot K)$
Deckendämmeinlage (2 x 50 cm)	- 0.06 $W/(m \cdot K)$

Hőhídkatalógusok

Vonalmenti hőátbocsátási értékek:

Hőhidasmegszakítás vasbeton erkélylemez

Stahlkorb		1.1-A2	
		U-Wert Wand in $W/(m^2 \cdot K)$	ψ -Wert in $W/(m \cdot K)$
		0.15	0.26
		0.20	0.25
		0.25	0.24
		0.30	0.23
		0.35	0.23
		0.40	0.22
Einschränkungen		Zuschläge	
Kragplatten- anschlusssdämmung	8 cm	Kragplattenanschlusssdämmung 6 cm	+ 0.03 $W/(m \cdot K)$
Bodenheizung	keine	Bodenheizung	+ 0.02 $W/(m \cdot K)$

Hőhídkatalógusok

Pontszerű hőhidak hatása:

Kétirányú fa lécváz

Zweischichtige, kreuzweise Holzlattung	6.2-U1		
	U-Wert Wand in $W/(m^2 \cdot K)$	Mauerwerk Backstein	ΔU -Wert in $W/(m^2 \cdot K)$ Stahlbeton
Hersteller: unabhängig	0.15	0.02	0.02
	0.20	0.02	0.03
	0.25	0.03	0.03
	0.30	0.03	0.03



Hőhídkatalógusok

Pontszerű hőhidak hatása:

Aluminium homlokzatburkolat tartó váz hőhídmegecsökkentő alátétekkel

Alu-Unterkonstruktion mit thermischer Trennung		6.2-U4	
Hersteller: unabhängig		Mauerwerk	ΔU -Wert in W/(m ² · K)
axb in m ²		Backstein	Stahlbeton
0.2		0.12	0.19
0.3		0.08	0.13
0.4		0.06	0.10
0.5		0.05	0.08
0.6		0.04	0.06
0.7		0.03	0.06
0.8		0.03	0.05
0.9		0.03	0.04
1.0		0.02	0.04
1.1		0.02	0.04
1.2		0.02	0.03

Hőhídkatalógusok

Pontszerű hőhidak hatása:

Aluminium homlokzatburkolat tartó váz hőhídmegszakítás nélkül

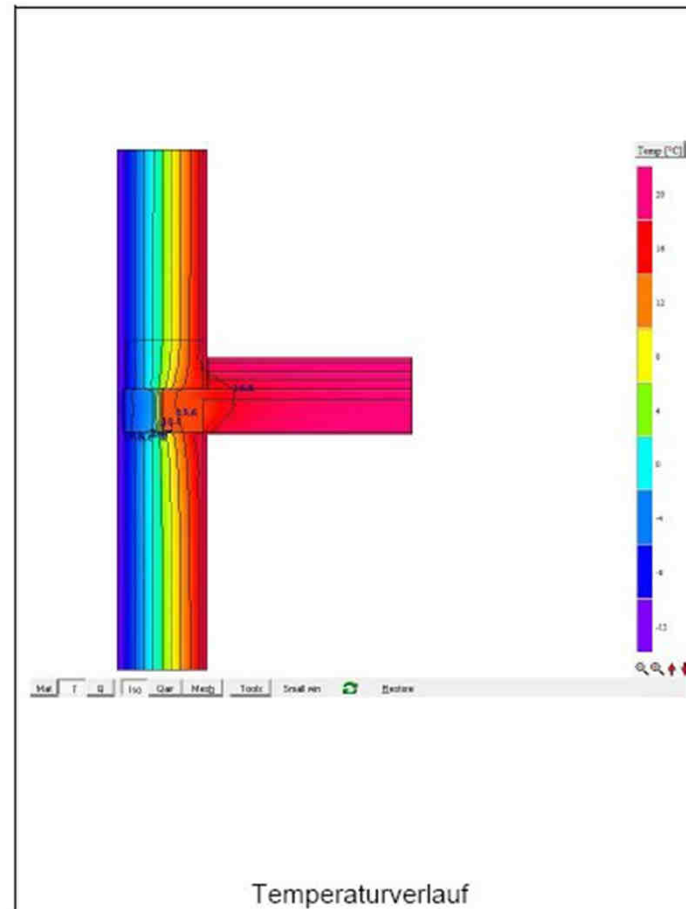
		6.2-U5	
Alu-Unterkonstruktion ohne thermische Trennung	axb in m ²	Mauerwerk	ΔU -Wert in W/(m ² · K)
		Backstein	Stahlbeton
Hersteller: unabhängig	0.2	0.18	0.41
	0.3	0.12	0.28
	0.4	0.09	0.21
	0.5	0.07	0.17
	0.6	0.06	0.14
	0.7	0.05	0.12
	0.8	0.05	0.10
	0.9	0.04	0.09
	1.0	0.04	0.08
	1.1	0.03	0.08
	1.2	0.03	0.07



Hőhíd-katalógusok

Vonalmenti hőátbocsátási értékek:

PTH 38 HI
Közbenső
födémcsatlakozás

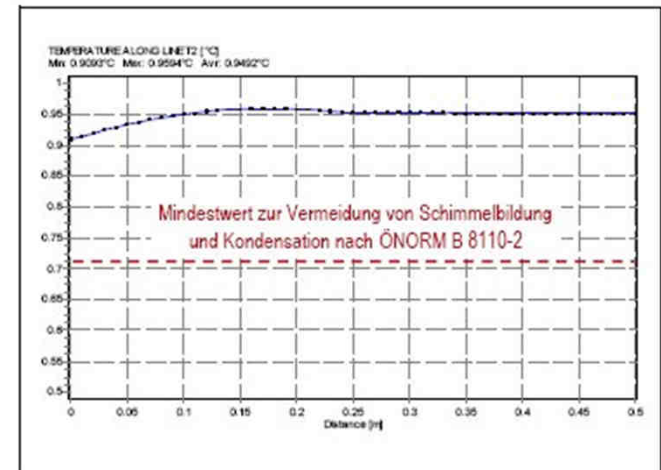


Wärmebrückenverlustkoeffizient

$\psi =$ 0,030 W/mK

Kondensatrisko

$\theta_e =$	-12,0	°C
$\theta_i =$	20,0	°C
$\Delta\theta =$	32,0	K
$\theta_{sl} =$	17,1	°C
$f^*_{\text{Rel}} =$	0,91	



Hőhidak - 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet

Hőhidak energetikai számítása

II. A fajlagos hőveszteség tényezőre vonatkozó követelmények – q [W/m³K]

Részletes számítás:

$$q = \frac{1}{V} \cdot \left(\sum A_i \cdot U_i + \sum I_j \cdot \Psi_j + \sum \chi - \frac{Q_{SD} + Q_{SID}}{72} \right) \quad \Psi \text{ és } \chi \text{ értékek számítással, táblázatból, katalógusból}$$

Egyszerűsített módszer:

$$q = \frac{1}{V} \cdot \left(\sum A_i \cdot U_{Ri} + \sum I_j \cdot \Psi_j - \frac{Q_{SD} + Q_{SID}}{72} \right)$$

$$U_R = U \cdot (1 + \chi)$$

- ahol:
- U – a rétegtervi hőátbocsátási tényező [W/m²K]
 - U_R – a rétegtervi hőátbocsátási tényező korrigált értéke [W/m²K]
 - χ – a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező
 - U – a határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 - I – a vonalmaneti hőhidak hosszúsága [m]
 - Ψ – a lábazat ill. pincefal vonalmenti hővesztesége [W/mK]

Hőhidak - 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet

Hőhidak energetikai számítása

A rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciója a hőhidak hatása alapján:

Az egyes épülethatároló szerkezeteket a hőhidak összes hosszának és a teljes felületnek az aránya szerint csoportosítja

Épülethatároló szerkezetek	A hőhidak hosszának fajlagos mennyisége (fm/m ²)		
	Épülethatároló 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 tetőtereket határoló szerkezetek	< 0,4	0,4–0,5	> 0,5

Az egyes szerkezetekre adott típusú hőhidakat kell figyelembe venni:

- 1) 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).
- 2) 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).
- 3) Besorolás a tetőélek és élszaruk, a felépítményszegélyek, a nyílászáró-kerületek hosszának, valamint a térd- és oromfalak és a tető csatlakozási hosszának fajlagos mennyisége alapján (a födém kerülete a külső falaknál figyelembe véve).
- 4) A födém kerülete a külső falaknál figyelembe véve

Hőhidak - 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet

Hőhidak energetikai számítása

A rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciója a hőhidak hatása alapján:

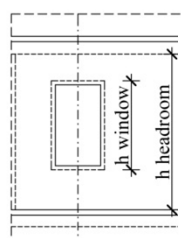
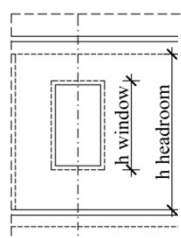
A korrekciós tényezők értékei (χ)

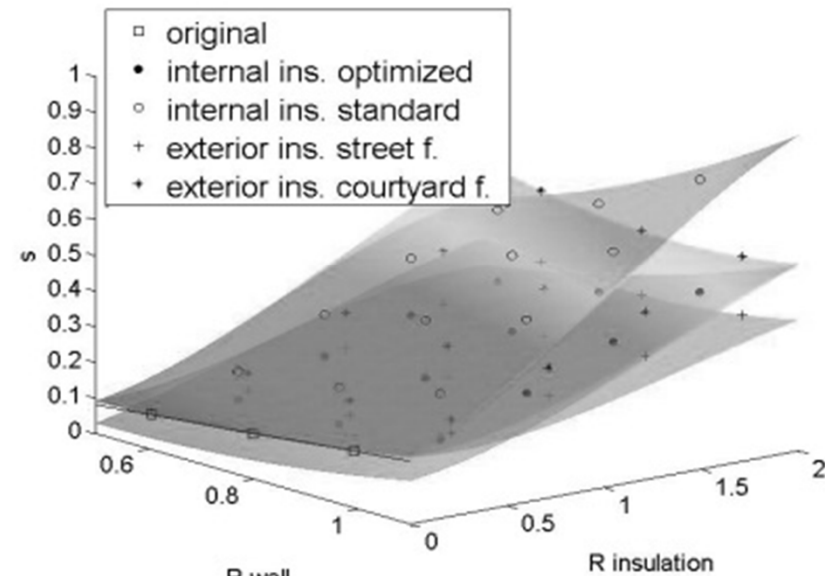
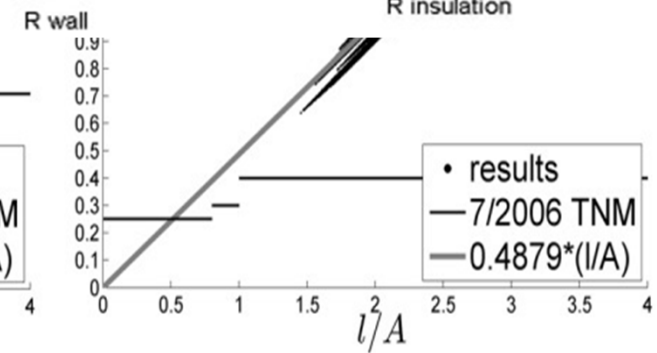
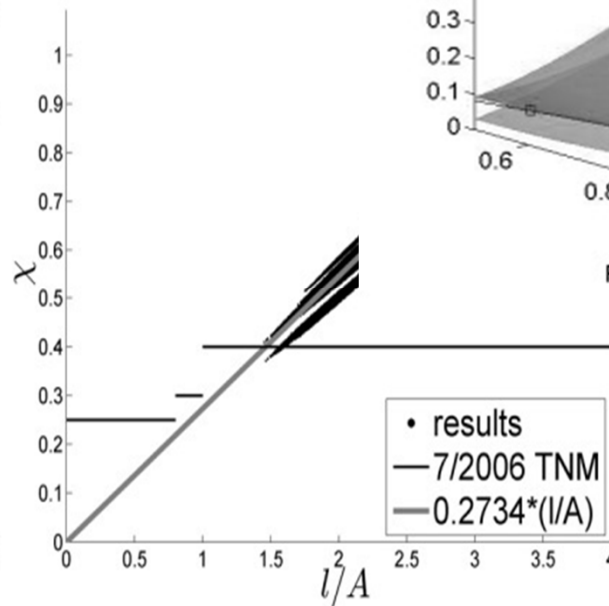
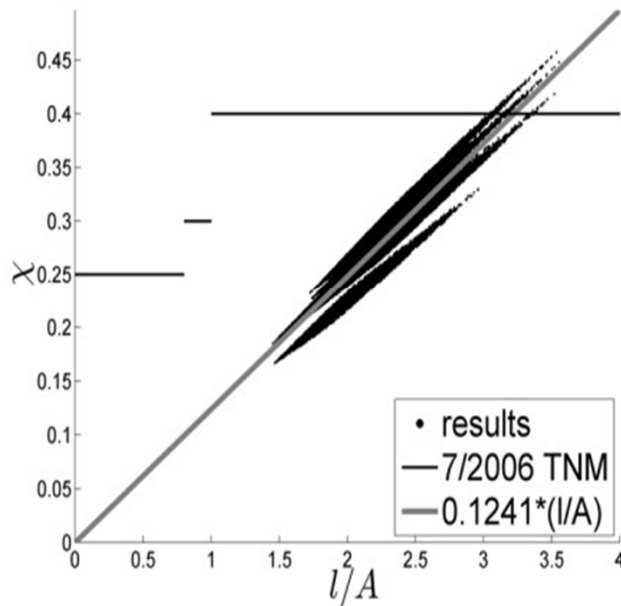
Épülethatároló szerkezetek			A hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező %
Külső falak	külső oldali, vagy szerkezeten belüli megszakítatlan hőszigeteléssel	gyengén hőhidas 1)	0,15
		közepesen hőhidas 1)	0,20
		erősen hőhidas 1)	0,30
	egyéb külső falak	gyengén hőhidas 1)	0,25
		közepesen hőhidas 1)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

Hőhidak - 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet

Hőhidak energetikai számítása

Az egyszerűsített módszer kritikája

Facade Geometry			
Internal courtyard facade		Street side facade	
			
Constructional parameters			
	Original state	Internal insulation	External insulation
t_{wall} [cm]	44 - 59 - 74	44 - 59 - 74	44 - 59 - 74
R_{wall} [m ² K/W]	0.6076 - 0.8 - 0.9922	0.6076 - 0.8 - 0.9922	0.6076 - 0.8 - 0.9922
λ_{insul} [W/mK]	0	0.045	0.04
t_{insul} [cm]	0	2 - 4 - 6 - 8	2 - 4 - 6 - 8
R_{insul} [m ² K/W]	0	0.44 - 0.88 - 1.33 - 1.77	0.5 - 1 - 1.5 - 2

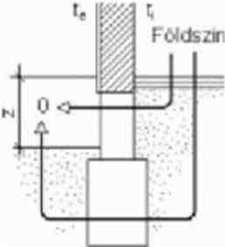


Hőhidak - 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet

Hőhidak energetikai számítása

Vonalmenti hőveszteségek a lábazatnál:

A vonalmenti hőátbocsátási tényező értékei (Ψ)

	A padlószint és a talajszint közötti magasságkülönbség z (m)	A padlószervezet hővezetési ellenállása a kerület mentén legalább 1,5 m szélességű sávban ¹⁾ $R = \frac{d'}{\lambda} (m^2 K / W)$							
		Szigeteletlen	0,20-0,35	0,40-0,55	0,60-0,75	0,80-1,00	1,05-1,50	1,55-2,00	2,05-3,00
	-6,00	0	0	0	0	0	0	0	0
	-6,00...-4,05	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	-4,00...-2,55	0,40	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30
	-2,50...-1,85	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,40
	-1,80...-1,25	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,45
	-1,20...-0,75	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,55
	-0,70...-0,45	1,20	1,05	1,00	0,95	0,90	0,80	0,75	0,65
	-0,40...-0,25	1,40	1,20	1,10	1,05	1,00	0,90	0,80	0,70
	-0,20...+0,20	1,75	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95	0,85
	0,25...0,40	2,10	1,70	1,55	1,45	1,30	1,20	1,05	0,95
	0,45...1,00	2,35	1,90	1,70	1,55	1,45	1,30	1,15	1,00
	1,05...1,50	2,55	2,05	1,85	1,70	1,55	1,40	1,25	1,10

Hőhidak - 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet

Hőhidak energetikai számítása

Vonalmenti hőveszteségek a pincefalnál:

A vonalmenti hőátbocsátási tényező értékei (Ψ)

A talajjal érintkező falszakasz magassága [m]	A falszerkezet hőátbocsátási tényezője								
	0,30... 0,39	0,40... 0,49	0,50... 0,64	0,65... 0,79	0,80... 0,99	1,00... 1,19	1,20... 1,49	1,50... 1,79	1,80... 2,20
...- 6,00	1,20	1,40	1,65	1,85	2,05	2,25	2,45	2,65	2,80
- 6,00...- 5,05	1,10	1,30	1,50	1,70	1,90	2,05	2,25	2,45	2,65
- 5,00...- 4,05	0,95	1,15	1,35	1,50	1,65	1,90	2,05	2,25	2,45
- 4,05...- 3,05	0,85	1,00	1,15	1,30	1,45	1,65	1,85	2,00	2,20
- 3,00...- 2,05	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,45	1,65	1,80	2,00
- 2,00...- 1,55	0,55	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,45	1,65	1,80
- 1,50...- 1,05	0,45	0,60	0,70	0,85	1,00	1,10	1,25	1,40	1,55
- 1,00...- 0,75	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,90	1,00	1,15	1,30
- 0,70...- 0,45	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60	0,65	0,80	0,90	1,05
- 0,40...- 0,25	0,15	0,20	0,30	0,35	0,40	0,50	0,55	0,65	0,74
- 0,40...	0,10	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,45	0,45

Pontos számítás numerikus módszerrel (MSZ-EN-ISO 10211: 2007)

Hőhidak

Hőhídszimulációs szoftverek

Name	Type	2D/3D	SS/TR	FF/RECT	q-value	License	Validation
Heat transfer software							
AnTherm [36]	H-T (1)	3D	SS	R	Y	commercial	EN ISO 10211:2007 EN ISO 10077-2:2003
Argos (2) [37]	H-T	2D	SS	FF	Y	commercial	
Blisco / Blitra [38] / [39]	H-T	2D	SS / TR	FF	Y	commercial	EN ISO 10211:2007 EN ISO 10077-2:2003
Champs-bes [40]	HAM-T	2D	TR	R		free	EN ISO 10211:2007
David32 [41]	H-T	3D	SS	R		free	EN ISO 10211:2007
Delphin [42]	HAM-T	2D	TR	R		commercial	EN ISO 10211:2007 HAMSTAD Benchmarks 1 to 5 EN 15026:2007
Rlxo [43]	H-T	2D	SS	FF	Y	commercial	EN ISO 10211:2007 EN ISO 10077-2:2003
FramePlus [44]	H-T					commercial	
HAMLab [45]	HAM-T	3D	TR	FF		free	(3)
Heat2 [46]	H-T	2D	TR	R	Y	commercial	EN ISO 10211:2007 EN ISO 10077-2:2003
Heat3 [47]	H-T	3D	TR	R	Y	commercial	EN ISO 10211:2007
KOBRA v3.0w (4) [48]	H-T	3D	SS	R	Y	free (5)	EN ISO 10211:2007
KOBRU86 / Sectra [49] / [50]	H-T	2D	SS / TR	R	Y	commercial	EN ISO 10211:2007
RadTherm [51]	H-T	3D	TR	FF		commercial	
Solido [52]	H-T	3D	SS	FF		commercial	EN ISO 10211:2007
TAS ambiens [53]	H-T	2D	TR	FF		commercial	EN ISO 10211:2007
Therm [54]	H-T	2D	SS	FF		free	EN ISO 10211:2007 (6)
Trisco / Voltra [55] / [56]	H-T	3D	SS / TR	R	Y	commercial	EN ISO 10211:2007
UNorm [57]	H-T	3D	SS	R	Y	free	EN ISO 10211:2007 EN ISO 10077-2:2003
WUFI 2D 3.2 [58]	HAM-T	2D	TR	FF		commercial	EN ISO 10211:2007

Therm 5

<http://windows.lbl.gov/software/therm/therm.html>

Heat 2, Heat 3

<http://www.buildingphysics.com/index.htm>

Felületek állagvédelmi ellenőrzése

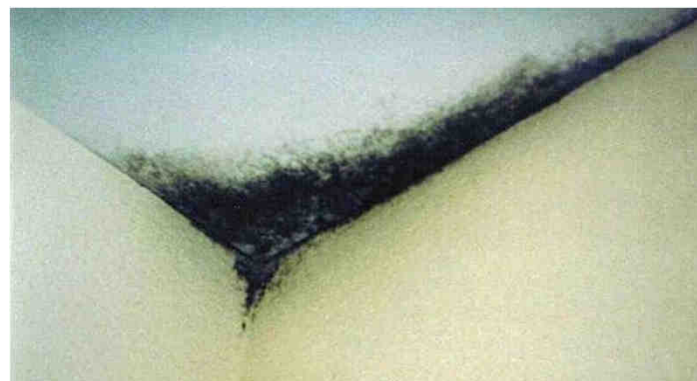
A belső felületekkel szemben támasztott követelmények:

- belső felület hőmérséklete feleljen meg a termikus komfort követelményeinek ($\Theta_{si,min} > t_i - 3$)
- belső felületeken ne lépjen fel páralecsapódás
- belső felületeken le lépjen fel kapilláris kondenzáció

A penészképződés feltételei:

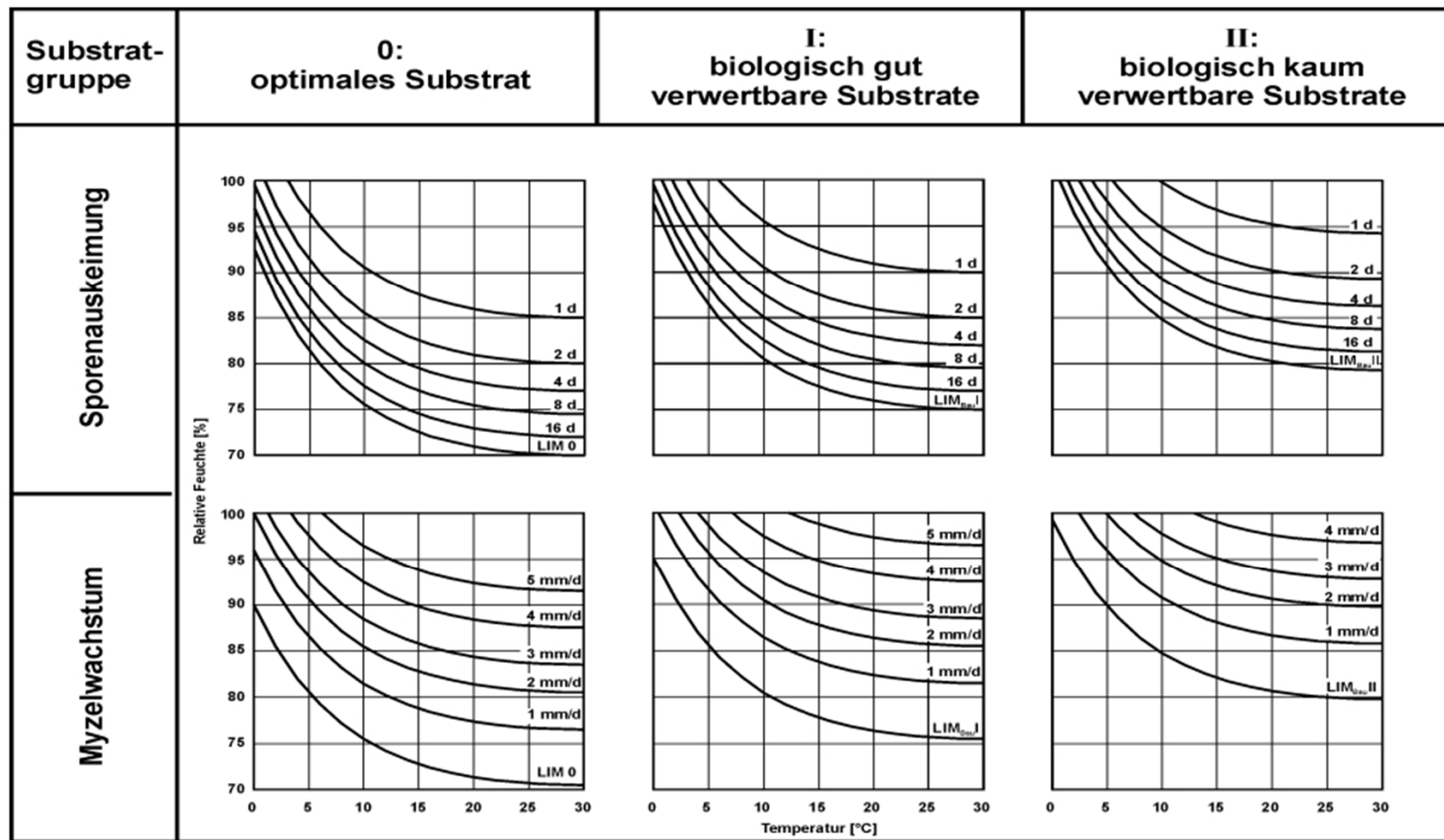
- Porózus építőanyag - adott
- Gombaspóra - adott
- Megfelelő nedvességtartalom

min. 75-80%-os relatív páratartalom
(kapilláris kondenzáció) min. 5 napon át



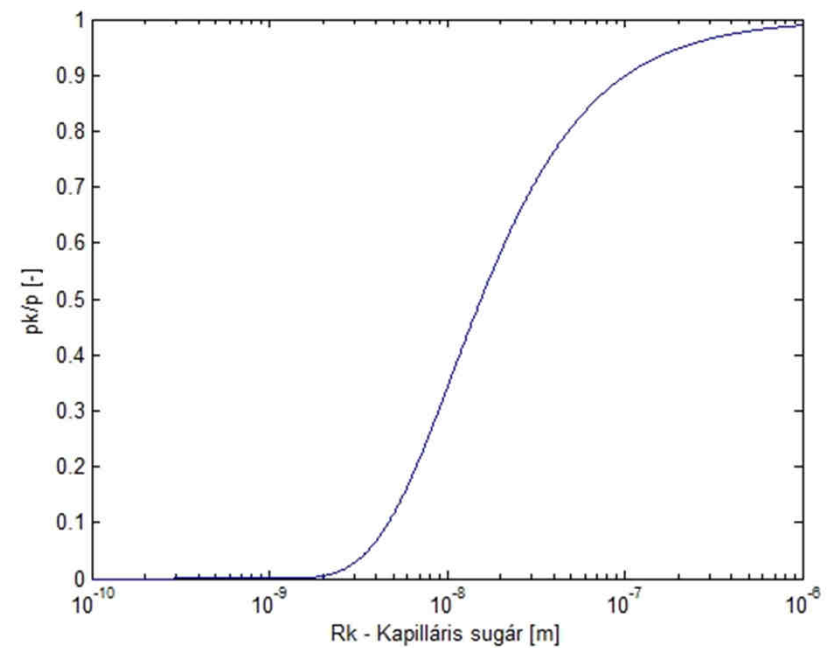
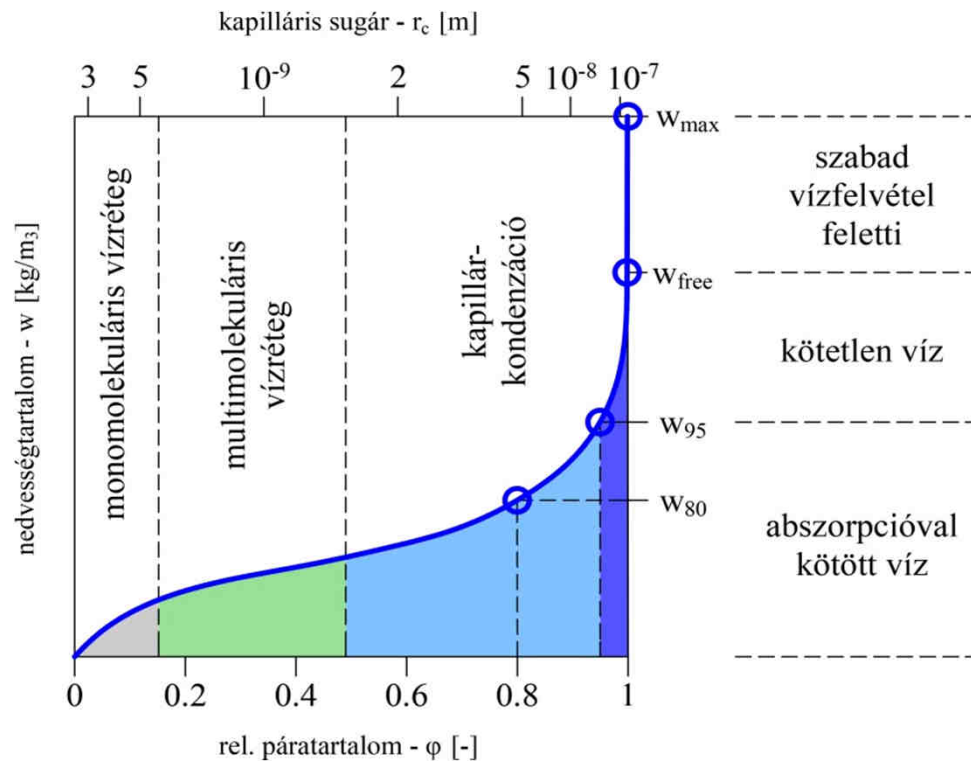
Felületek állagvédelmi ellenőrzése

Penészképződés: K. Seedlbauer: Vorhersage der Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen



Felületek állagvédelmi ellenőrzése

Szorpciós izoterma és kapilláris kondenzáció



Felületek állagvédelmi ellenőrzése

Bemenő adatok falfelületek páratechnikai ellenőrzéséhez:

- $t_e = -5^\circ\text{C}$ (MSZ-04-140-2)
- t_i – az épület rendeltetése és helyiségtípus szerint (MSZ-04-140-2)
- helyiségen belüli nedvességfejlődés [g/h] (MSZ-04-140-2)
- szellőző levegő térfogatárama [m^3/h]
- építőanyagok szorpciós izotermája (MSZ-04-140-2)
- $f_{\text{Rsi,min}}$ – numerikus számításból

A számítás lépései – a követelmény meghatározása:

A kapilláris kondenzációhoz tartozó relatív páratartalom: φ_{KK}

A legtöbb építőanyagra φ_{KK} értéke 75% körüli

Az anyagra megadott szorpciós izotermából kiolvasható:
a görbe inflexiós pontja

$$\longrightarrow \varphi < \varphi_{\text{KK}} \quad \text{a követelmény}$$

Felületek állagvédelmi ellenőrzése

A számítás lépései – a helyiség nedvességmérlege:

$$W = m_t - m_b$$

ahol: W - a nedvességfejlődés [g/h]
 m_t - a szellőző levegővel távozó nedvesség [g/h]
 m_b - a szellőző levegővel behozott nedvesség [g/h]

$$m = L * c$$

ahol: L - a szellőző levegő térfogatárama [m³/h]
 c - a levegőben lévő vízgőz [g/m³]

$$W = L * c_t - L * c_b = L * \Delta c$$

ahol: Δc - a vízgőz koncentráció változása = az elszállított mennyiség [g/m³]

$$\Delta c = W / L$$

Felületek állagvédelmi ellenőrzése

A számítás lépései – bemenő adatok:

A helyiségben termelődő vízgőz mennyiség (MSZ-04-140-2)

Források alapján:

A forrás megnevezése	A nedvességterhelés
Emberek nedvességleadása, g/h, fő	
kis	50
közepes	150
nagy	250
intenzitású tevékenység mellett	
tus, g/h	2500
cserepes szobanövény, g/h, db	5–15
szabad vízfelszín g/m ² h	40
egy adag (4,5 kg) száradó ruha, g/h	
centrifugálva	50–200
centrifugálás nélkül	100–500

Helyiségek alapján:

A helyiség megnevezése	A nedvességterhelés (g/h)	
	átlaga	csúcsértéke
Lakószoba	200	
Félszoba	120	
Konyha	250	600–1500
Fürdőszoba	250	700–2500

Felületek állagvédelmi ellenőrzése

**A számítás lépései – a szükséges szellőző levegő
térfogatáram meghatározása nomogrammal**
(MSZ-04-140-2)

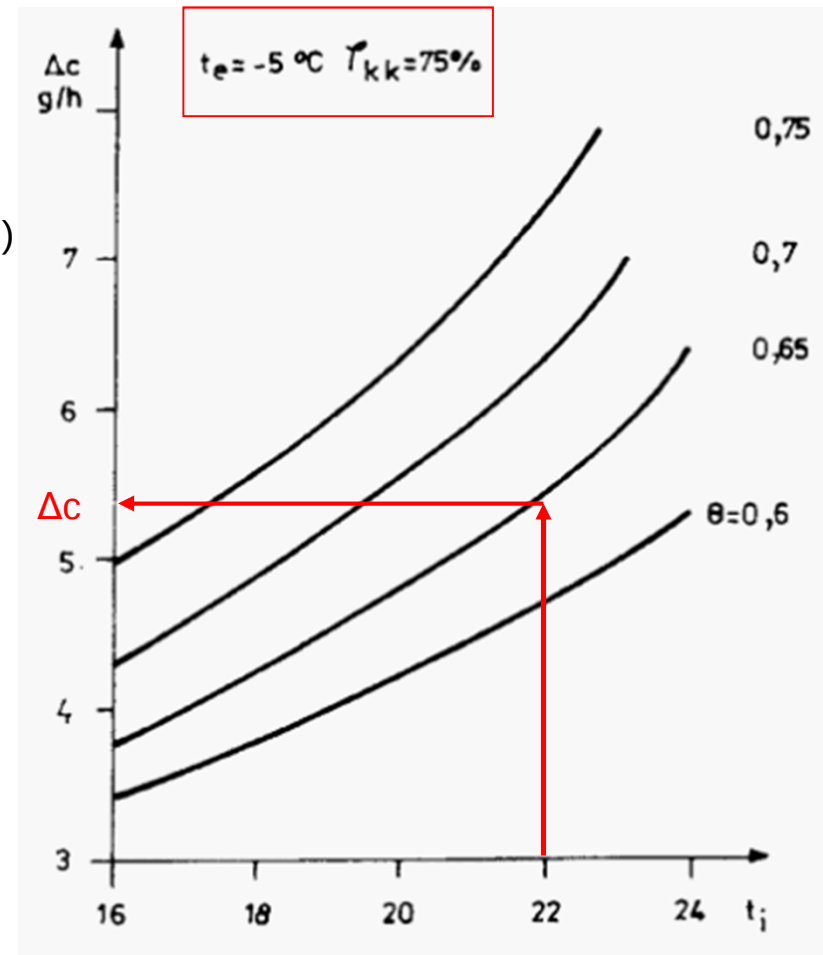
$fR_{si,min}$ – numerikus számításból adott (Θ régi jelöléssel)
 t_i – adott

$t_e = -5^\circ\text{C}$ és $\varphi_{kk}=75\%$ esetére
 Δc leolvasható a nomogramból

A szükséges szellőző térfogatáram:

$$L = W / \Delta c \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Részletes számítás: MSZ EN ISO 13788
Épületszerkezetek és épületelemek hő- és nedvesség-
technikai viselkedése. A kritikus felületi nedvességet és a
szerkezeten belüli páralecsapódást megelőző belső
felületi hőmérséklet. Számítási módszerek

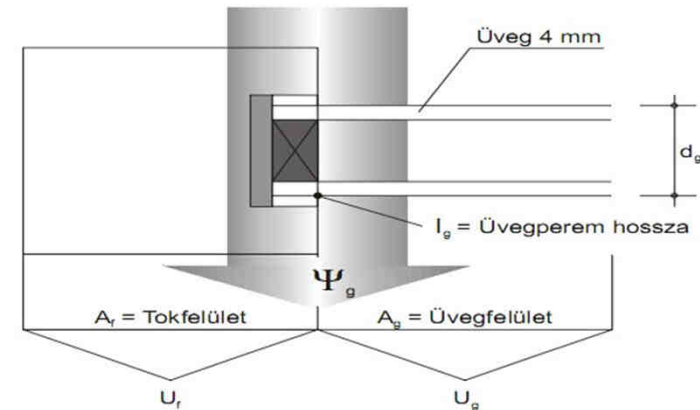


Transzparens épületszerkezetek számítása

Ablakok hőátbocsátási tényezőjének számítása:

Transzparens szerkezeteknél az épületszerkezeti elem teljes felületére határozzuk meg egy hőátbocsátási tényezőt és erre adunk meg követelményértéket.

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + A_p \cdot U_p + l_g \cdot \Psi_g + l_p \cdot \Psi_p}{A_g + A_f + A_p}$$



- ahol:
- U_w - a teljes ablakszerkezet eredő hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 - A_g - az üvegezett felület nagysága [m²]
 - U_g - az üvegezés hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 - A_f - a tok- és szárnyszerkezet nagyobbik vetületi területe [m²]
 - U_f - a tok- és szárnyszerkezet átlagos hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 - A_p - az átlátszatlan hőszigetelő panel betétek felülete [m²]
 - U_p - az átlátszatlan hőszigetelő panel betétek hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 - l_g - az üvegszegélyek hossza [m]
 - Ψ_g - az üvegperem vonalmenti hőátbocsátási tényezője [W/mK]
 - l_p - az átlátszatlan hőszigetelő panel betétek szegélyének hossza [m]
 - Ψ_p - a panelperemek vonalmenti hőátbocsátási tényezője [W/mK]

Transzparens épületszerkezetek számítása

Az ablak tok- és szárnyszerkezetének, valamint üvegezésének hőátbocsátási tényezőjének meghatározásának lehetőségei a szabványok alapján:

Ablakgyártók, fejlesztők, szakemberek részére:

Mérés alapján:

MSZ EN ISO 12412-2: 2003 Thermal performance of windows, doors and shutters –
Determination of thermal transmittance by hot box method - Frames

MSZ EN ISO 12412-4: 2003 Thermal performance of windows, doors and shutters –
Determination of thermal transmittance by hot box method. Roller shutter boxes

MSZ EN ISO 12567-1: 2000 Thermal performance of windows and doors –
Determination of thermal transmittance by hot box method – Complete windows and doors

MSZ EN ISO 12567-2: 2005 Thermal performance of windows and doors –
Determination of thermal transmittance by hot box method – Roof windows and other
projecting windows

Numerikus számítás alapján:

MSZ EN ISO 10077-2: 2003 Thermal performance of windows, doors and shutters –
Calculation of thermal transmittance - Numerical method for frames

Transzparens épületszerkezetek számítása

Az ablak tok- és szárnszerkezetének, valamint üvegezésének hőátbocsátási tényezőjének meghatározásának lehetőségei a szabványok alapján:

Normál halandók részére:

Szabványos méretezési táblázatok alapján:

MSZ EN ISO 10077-1: 2006 Thermal performance of windows, doors and shutters –
Calculation of thermal transmittance – General

Gyártók által megadott méretezési értékek ill. programok alapján

Transzparens épületszerkezetek számítása

Az ablak tok- és szárnyszerkezetének, valamint üvegezésének hőátbocsátási tényezőjének meghatározásának lehetőségei a szabványok alapján:

MSZ EN ISO 10077-1: 2006 Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – General

Tok- és szárnyszerkezet hőátbocsátási tényezője:

$$U_f = \frac{1}{R_{Si} + \frac{d_f}{\lambda_f} + R_{Se}}$$

Profilvastagság [mm]	Hőátbocsátási tényező /k/ [W/m ² K]
56	1,6–1,8
62	1,4–1,5
68	1,2–1,3
80	1,0–1,1

fa

Profilvastagság [mm] (Kamrák száma)	Hőátbocsátási tényező /k/ [W/m ² K]
50–60 (2)	1,8–2,0
58–60 (3)	1,5–1,8
68–75 (4–5)	1,1–1,4

műanyag

Profilvastagság [mm] (Kamrák száma)	Hőátbocsátási tényező /k/ [W/m ² K]
45–55 (2)	3,2–3,8
50–62 (3)	2,4–3,0
68–72 (3)	1,8–2,2

aluminium

Transzporens épületszerkezetek számítása

Típus	Üveg	Emisszió	Méretek	Gáztöltés (Gázkoncentráció $\geq 90\%$)			
				Levegő	Argon	Krypton	SF6
Kétrétegű üvegezés	Bevonat nélküli (normál üveg)	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0
			4-9-4	3,0	2,8	2,6	3,1
			4-12-4	2,9	2,7	2,6	3,1
			4-15-4	2,7	2,6	2,6	3,1
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1
	Egy üveg bevonat	$\leq 0,4$	4-6-4	2,9	2,6	2,2	2,6
			4-9-4	2,6	2,3	2,0	2,7
			4-12-4	2,4	2,1	2,0	2,7
			4-15-4	2,2	2,0	2,0	2,7
			4-20-4	2,2	2,0	2,0	2,7
	Egy üveg bevonat	$\leq 0,2$	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3
			4-9-4	2,3	2,0	1,6	2,4
			4-12-4	1,9	1,7	1,5	2,4
			4-15-4	1,8	1,6	1,6	2,5
			4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5
	Egy üveg bevonat	$\leq 0,1$	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1
			4-9-4	2,1	1,7	1,3	2,2
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3
			4-15-4	1,6	1,4	1,3	2,3
			4-20-4	1,6	1,4	1,3	2,3
	Egy üveg bevonat	$\leq 0,05$	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0
			4-9-4	2,0	1,6	1,3	2,1
			4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,2
			4-15-4	1,5	1,2	1,1	2,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2
Háromrétegű üvegezés	Bevonat nélküli üveg	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	2,0
			4-9-4-9-4	2,0	1,9	1,7	2,0
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0
	2 üveg bevonat	$\leq 0,4$	4-6-4-6-4	2,0	1,7	1,4	1,6
			4-9-4-9-4	1,7	1,5	1,2	1,6
			4-12-4-12-4	1,5	1,3	1,1	1,6
	2 üveg bevonat	$\leq 0,2$	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3
			4-9-4-9-4	1,4	1,2	0,9	1,3
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,4
	2 üveg bevonat	$\leq 0,1$	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,2
			4-9-4-9-4	1,3	1,0	0,8	1,2
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2
	2 üveg bevonat	$\leq 0,05$	4-6-4-6-4	1,6	1,3	0,9	1,1
			4-9-4-9-4	1,2	0,9	0,7	1,1
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1

Az ablak tok- és szárnszerkezetének, valamint üvegezésének hőátbocsátási tényezőjének meghatározásának lehetőségei a szabványok alapján:

MSZ EN ISO 10077-1: 2006

Üvegezés hőátbocsátási tényezője: U_g

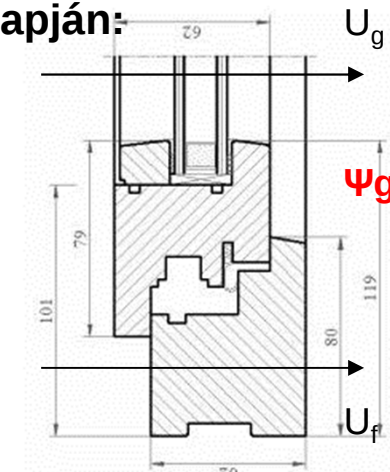
háromréte- gű üvegezés	bevonat nélküli norm.üveg	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	2,0
			4-9-4-9-4	2,0	1,9	1,7	2,0
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0
	2 üveg bevonatos	0,4	4-6-4-6-4	2,0	1,7	1,4	1,6
			4-9-4-9-4	1,7	1,5	1,2	1,6
			4-12-4-12-4	1,5	1,3	1,1	1,6
	2 üveg bevonatos	0,2	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3
			4-9-4-9-4	1,4	1,2	0,9	1,3
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,4
	2 üveg bevonatos	0,1	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,2
			4-9-4-9-4	1,3	1,0	0,8	1,2
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2
	2 üveg bevonatos	0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,3	0,9	1,1
			4-9-4-9-4	1,2	0,9	0,7	1,1
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1
Megjegyzés: A hővezetési tényező táblázatban szereplő értékei az MSZ EN 673 szerint lettek ki- számolva, az adott emissziós tényezők és gázkoncentrációk alkalmazásával. Egye- di üvegezések esetén az emissziós tényező és a gázkoncentráció időben változhat.							

Transzparens épületszerkezetek számítása

Az ablak tok- és szárnszerkezetének, valamint üvegezésének hőátbocsátási tényezőjének meghatározásának lehetőségei a szabványok alapján:

MSZ EN ISO 10077-1: 2006 Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – General

Üvegperem vonalmenti hőátbocsátási tényezője: Ψ_g



Keret anyaga	Kettős, vagy hármás üvegezés bevonat nélkül [W/(m·K)]	Kettős, vagy hármás üvegezés alacsony emissziójú felülettel [W/(m·K)]
Fa vagy műanyag	0,04	0,06
Fém hőhíd megszakítással	0,06	0,08
Fém hőhíd megszakítás nélkül	0	0,02

Aluminium és acél (nem rozsdamentes acél) távtartókra vonatkozó értékek, minden eltérő esetben numerikus számítás szükséges (MSZ EN ISO 10077-2).

Transzparens épületszerkezetek számítása

Hőszigetelő üveg távtartók hőhídproblémája:

Hagyományó távtartók



©0Hardware.com



$$\lambda_{\text{aluminium}} = 160 \text{ W/mK}$$

Páralecsapódás az üvegperemeken

Warm-Edge Technology

$\Psi = 0.0368 \text{ W/(mK)}$ Swisspacer Aluminiumfolie 0.03 mm $U_{gk} = 0.792 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0296 \text{ W/(mK)}$ Thermix Edelstahl 0.1 mm $U_{gk} = 0.775 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0237 \text{ W/(mK)}$ SwisspacerV Edelstahl 0.025 mm $U_{gk} = 0.760 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0326 \text{ W/(mK)}$ TPS Butyl / Polysulfid $U_{gk} = 0.782 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
$\Psi = 0.0376 \text{ W/(mK)}$ Swisspacer Grobmodell Ersatzmaterial: $\lambda_{\text{eff}} = 1.3 \text{ W/(mK)}$ $U_{gk} = 0.794 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0301 \text{ W/(mK)}$ Thermix Grobmodell Ersatzmaterial: $\lambda_{\text{eff}} = 0.44 \text{ W/(mK)}$ $U_{gk} = 0.776 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0239 \text{ W/(mK)}$ SwisspacerV Grobmodell Ersatzmaterial: $\lambda_{\text{eff}} = 0.24 \text{ W/(mK)}$ $U_{gk} = 0.761 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Psi = 0.0327 \text{ W/(mK)}$ TPS Grobmodell Butyl / Polysulfid $U_{gk} = 0.782 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



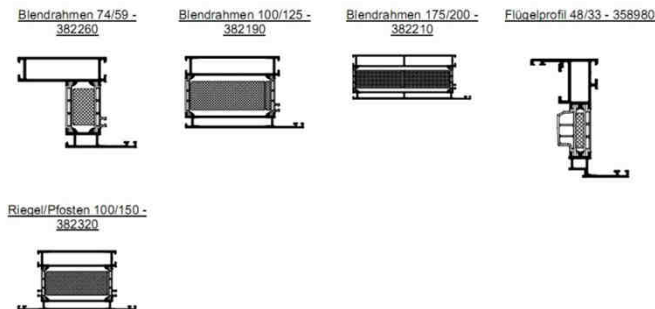
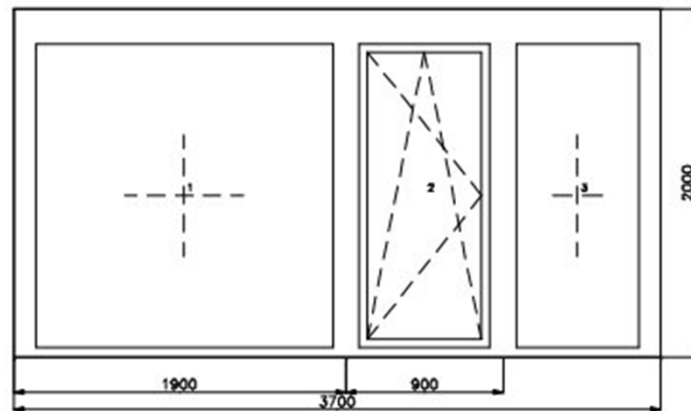
Roszdamentes acél, vagy műanyag

$$\Psi_{g,WE} \approx 0,5 \cdot \Psi_g$$

Transzparens épületszerkezetek számítása

Az ablak tok- és szárnszerkezetének, valamint üvegezésének hőátbocsátási tényezőjének meghatározásának lehetőségei a szabványok alapján:

Gyártói segédletek alapján:



3. Profilkombination	Uf W/(m²K)	Rahmenfläche m²	Wärmeverlust W/K U-Wert * Fläche	Isoliersteg
Blendrahmen 74/59 - 382260	1.3	0.153	0.20	PT
Blendrahmen 74/59 - 382260, Flügelprofil 56/41 - 382470	1.4	0.083	0.12	PT
Blendrahmen 100/125 - 382190	1.0	0.468	0.48	PT
Blendrahmen 175/200 - 382210	0.96	0.520	0.50	PT
Blendrahmen 175/200 - 382210, Flügelprofil 56/41 - 382470	1.1	0.193	0.21	PT
Riegel/Pfosten 100/150 - 382320, Flügelprofil 56/41 - 382470	1.2	0.364	0.45	PT
Flügelprofil 56/41 - 382470, Riegel/Pfosten 100/150 - 382320	1.2	0.364	0.45	PT

4. Glas	Ug W/(m²K)	Glasfläche m²	Wärmeverlust W/K U-Wert * Fläche	Abstandhalter
---------	------------	---------------	-------------------------------------	---------------

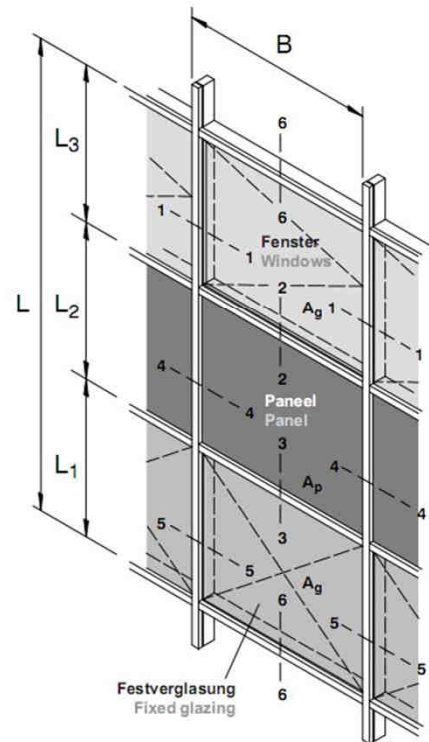
6. Gesamt				
Profilfläche Af			2.146 m²	
U-Wert Profil Uf (gewichtet mit unterschiedlichen Profiltellflächen)			1.1 W/(m²K)	
Glasfläche + Paneelfläche (Ag+Ap)			5.254 m²	
U-Wert Glas (Ug) / Paneel (Up)			0.60 W/(m²K)	
Länge Glasrand + Paneelrand (Lg+Lp)			16.362 m	
Psi - Wert			0.080 W/(mK)	
Länge Wandanschluß (L)			11.400 m	
Flächenanteil des Rahmens			29 %	
Summe der Wärmeverluste			6.85 W/K	
Gesamtfläche			7.400 m²	

Wärmedurchgangskoeffizient Uw (Nennwert)	0.93 W/(m²K)
--	--------------

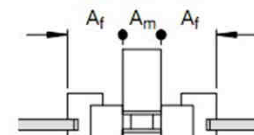
Transzporens épületszerkezetek számítása

Hagyományos függönyfalak hőátbocsátási tényezőjének számítása:

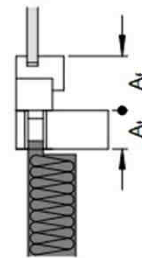
$$U_{cw} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum A_m U_m + \sum A_t U_t + \sum l_{f,g} \psi_{f,g} + \sum l_{m,g} \psi_{m,g} + \sum l_{t,g} \psi_{t,g} + \sum l_p \psi_p + \sum l_{m,f} \psi_{m,f} + \sum l_{t,f} \psi_{t,f}}{A_{cw}}$$



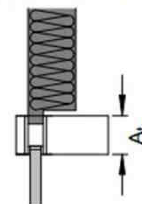
Schnitt 1 - 1 • Section detail 1-1



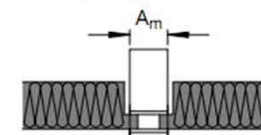
Schnitt 2 - 2 • Section detail 2-2



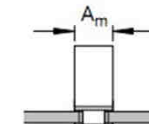
Schnitt 3 - 3 • Section detail 3-3



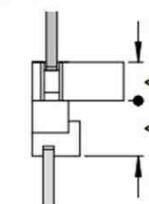
Schnitt 4 - 4 • Section detail 4-4



Schnitt 5 - 5 • Section detail 5-5



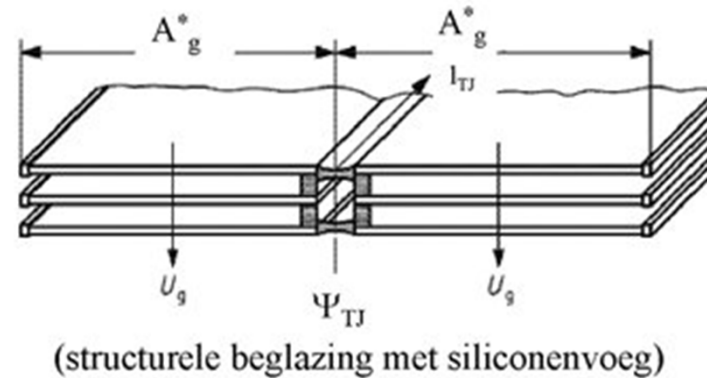
Schnitt 6 - 6 • Section detail 6 - 6



Transzparens épületszerkezetek számítása

Struktúrális és pontmegfogásos függönyfalak hőátbocsátási tényezőjének szám.:

$$U_{CW} = \frac{U_g \cdot A_g + \sum_i \Psi_i \cdot l_i}{A_{CW}}$$

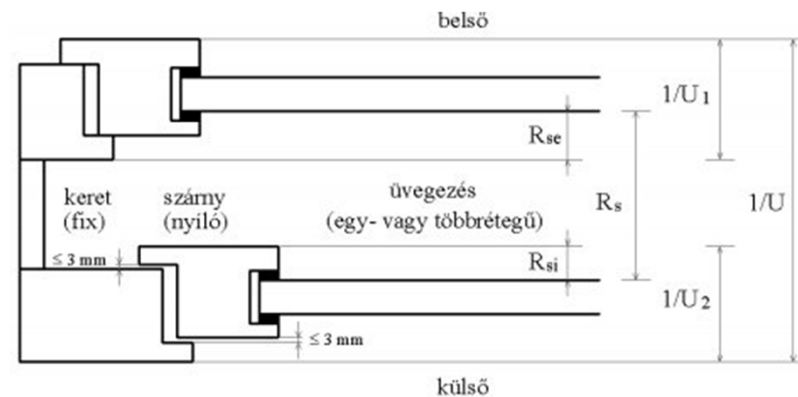


- ahol: U_{CW} - a struktúrális függönyfal hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 U_g - az üvegezés hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 A_g - a tok- és szárnyszerkezet nagyobbik vetületi területe [m²]
 l - a struktúrális hézagok hossza [m]
 Ψ - a struktúrális üveghézagok vonalmenti hőátbocsátási tényezője [W/mK]

Transzparens épületszerkezetek számítása

Külön külső és belső ablakszárnyból álló ablakok (ill. ajtók) számítása:

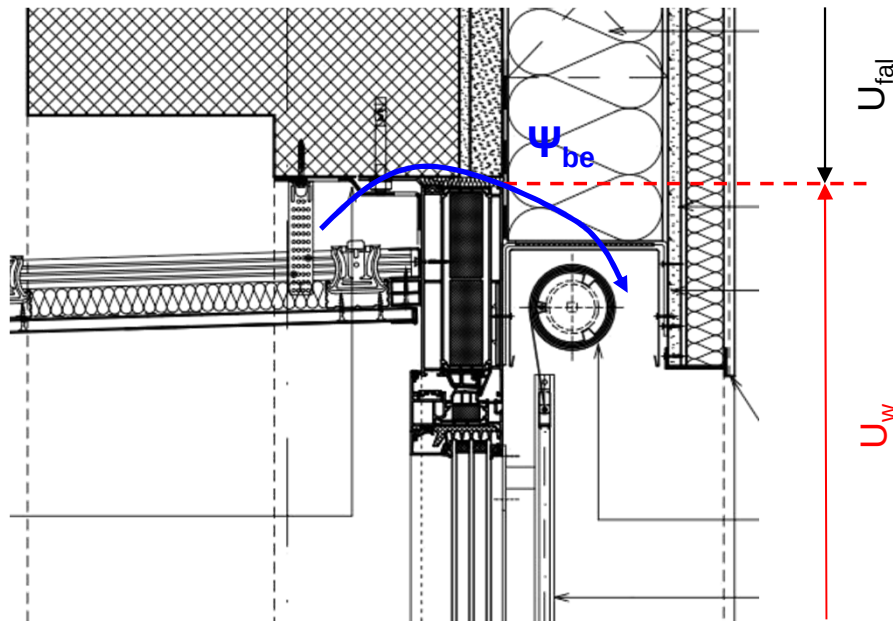
$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_1} - R_{si} + R_s - R_{se} + \frac{1}{U_2}}$$



ahol: U_1 - a külső ablakszárny hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 U_2 - a belső ablakszárny hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
 R_s - a közrezárt légréteg egyenértékű hővezetési ellenállása [m²K/W]

Transzparens épületszerkezetek számítása

Ablakbeépítések hőhídjai:



Alapelv: az ablakbeépítés hőhídhátását a falszerkezethöz vesszük figyelembe.

DE! Kivétel: pl. passzív ház ablakok:

$$U_{w,beép} = U_w + \frac{\Psi_{be} \cdot \text{ablakkerület}}{\text{ablakterület}}$$

Követelmény: $U_{w,beép} \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

Köszönöm a figyelmet!

