Dr. Nagy Balázs

okl. szerkezet-építőmérnök, épületenergetikai szakmérnök, PhD

EGYETEMI BEOSZTÁSOK:

BME Építőmérnöki Kar Építőanyagok és Magasépítés Tanszék – Egyetemi docens
BME Építőmérnöki Kar Anyagvizsgáló Laboratórium – Minőségirányítási vezető

SZAKMAI JOGOSULTSÁGOK:

G-ÉF, TÉ, MV-É, MV-M, ME-É, ME-M, SZÉS2, SZÉS4, SZÉS6, SZÉS9, SZÉS10, SZÉS11

SZAKMAI ÉS TUDOMÁNYOS TEVÉKENYSÉG:

Megtérülő Felújítás Kft és BPED Consulting Bt, ügyvezető
MTA köztestületi tagja, az Építéstudományi Állandó Bizottság titkára
MMK, IABP, CIB W040, CEN/TC 88 és EN 15026 szabványosítási bizottság tag

TELEFONSZÁM:

+36-1-463-1175 (tanszéki iroda), +36-20-287-4337 (mobil)

E-MAIL ÉS MS TEAMS ELÉRHETŐSÉG:

nagy.balazs@emk.bme.hu

LinkedIn

Az FMV és a ME feladatai és lehetőségei az épületek energetikai minőségének biztosítása érdekében

Épülethatároló szerkezetek

Figyelem!
Az előadás anyaga szerzői jogvédelem alatt áll, azt a szerző kizárólag a képzés résztvevői 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.

A 9/2023 ÉKM rendelet energetikai számítási módszerének alapelvei épülethatároló szerkezetekre

6. melléklet a 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelethez

4.3. tartalmazza

4.3.1. **az épületszerkezetek hőátbocsátási tényezőjének meghatározását**, figyelembe véve a légrétegeket, az inhomogén rétegeket, a légüregeket, mechanikus rögzítőelemeket és a fordított tetőket,

4.3.2. a **homlokzati üvegfalak, függönyfalak és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének meghatározását**,

4.3.3. a **talajjal érintkező szerkezetek** (talajon fekvő padló, terepszint feletti padló, fűtött pince) **hőveszteségének meghatározását, illetve a perem hőszigetelés hatásának figyelembevételét**;

4.4. tartalmazza az épület **termikus zónákra való osztásának szabályait**;

4.5. **egyszerűsített módszert ad a csatlakozási hőhidak és a nem kondicionált terekkel határos szerkezetek figyelembevételére**; **útmutatást ad a szellőzési hőátviteli tényező meghatározásához** legalább a következő esetekre: természetes szellőzés; folyamatos hővisszanyerős, állandó térfogatáramon működtetett, előfűtés vagy talajhőcserélős levegő előkezelés nélküli gépi szellőzés (külső térből történik a levegő beszívása); szakaszos, gépi szellőzés, külső térből történő beszívás; **tartalmazza a belső hőnyereségek és a szoláris hőnyereségek számítását, kitérve a benapozottság vizsgálatára**; **egyszerűsített módszert ad az épület hőtároló képességének 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***”

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

A hőátbocsátási tényező: $U = \frac{1}{R_{tot}}$ **Mértékegysége: J/(s·m²·K), azaz egyszerűsítve W/m²K**

Az eredő hővezetési ellenállás: $R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \cdots + R_n + R_{se}$ **Mértékegysége: m²K/W**

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

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

Vastagság (hőárammal párhuzamosan)

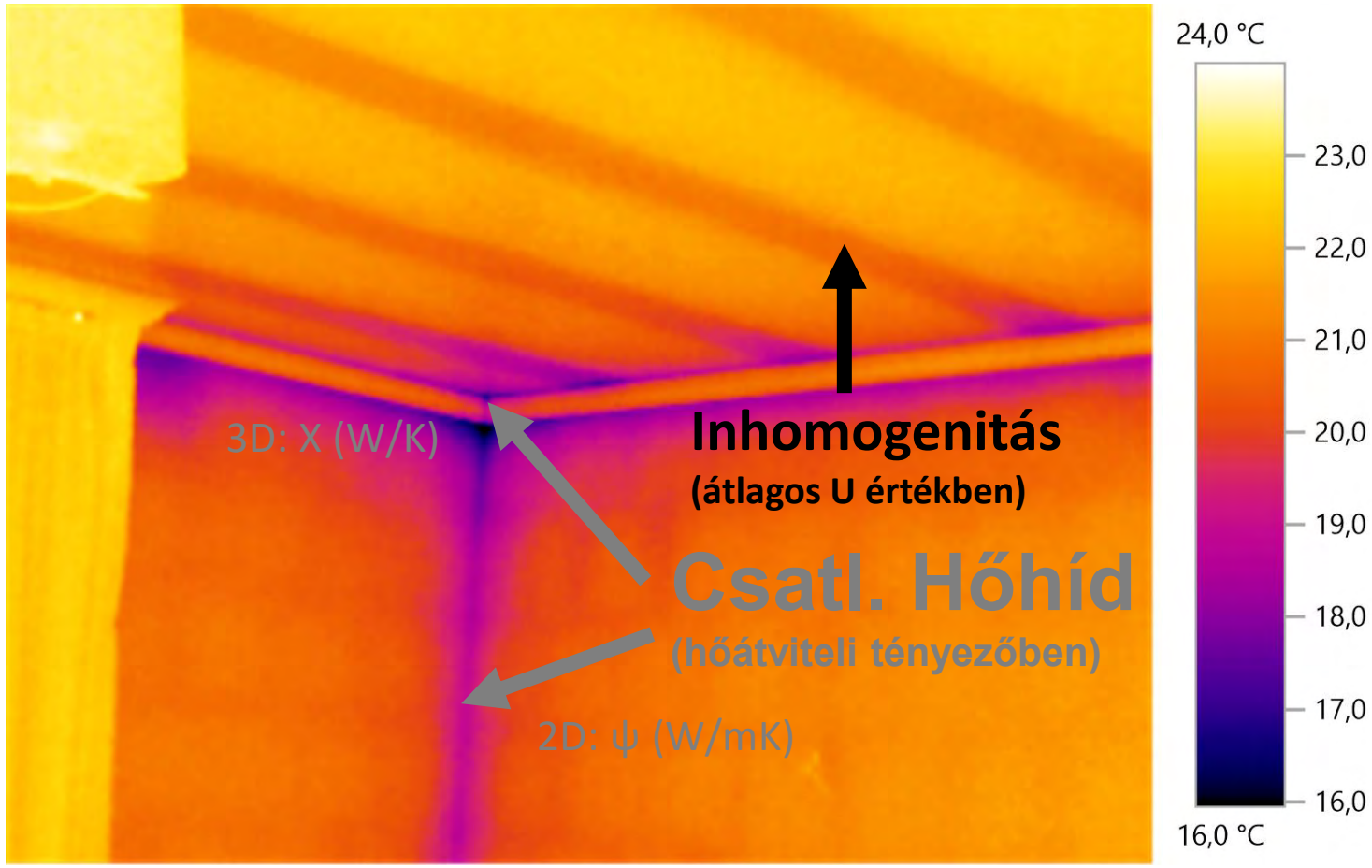
Hővezetési tényező (tervezési értéke)

A felületi hőátadási ellenállások:

Hőátadási ellenállás	A hőáram iránya		
m²·K/W	Felfelé	Vízszintes	Lefelé
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

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***”

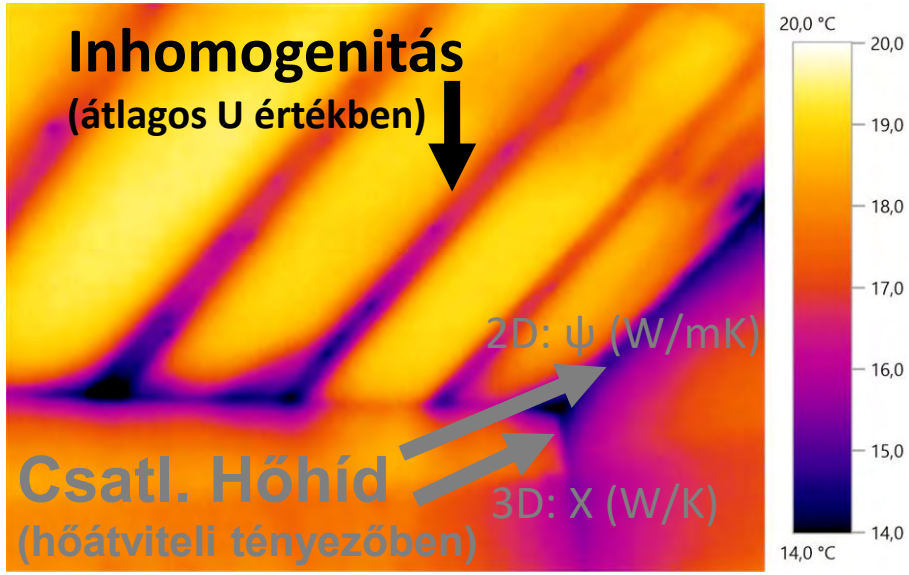


Az átlagos hőátbocsátási tényező:

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

Korrekció(k)

Inhomogenitásokat tartalmazó eredő R érték, tervezési hővezetési tényezőkből számítva



Legfontosabb teljesítményadat: Hővezetési tényező

Az a teljesítményjellemző, ami megmutatja, hogy 1 Kelvin hőmérsékletkülönbség hatására 1 négyzetméter felületű 1 m vastagságú anyagon 1 másodperc alatt hány Joule energia tud áthaladni.

A jele: *λ (lambda)*

Mértékegysége: $(J \cdot m)/(s \cdot m^2 \cdot K)$ azaz egyszerűsítve W/mK

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:***

MSZ 24140:2015

3. Hőtechnikai számítások

3.1. Az anyag- és szerkezetjellemzők értékeit a termék minősítő irata alapján, illetve az MSZ EN ISO 10456 szerint kell figyelembe venni. Meglévő szerkezetek esetében megbízható adatok hiányában az ezen szabvány mellékleteiben található anyagjellemzők használhatók.

3.2. Mindkét oldalán levegővel érintkező határolószerkezetek rétegrendre vonatkozó hőátbocsátási tényezőit az MSZ EN ISO 6946 szerint kell számítani.

Hővezetési tényezők forrása: szabványok

Tervezési hővezetési tényezők találhatók az MSZ EN ISO 10456-ban

Egyéb esetben a hőszigetelő- és falazóanyagok tervezési hőtechnikai értékekeit ajánlott átszámítani az alkalmazott tervezési állapotokra a szabvány A mellékletében és a 4. táblázatában foglalt átszámítási együtthatók alkalmazásával.

Hazai építőanyagokra vonatkozó adatok találhatók az MSZ 24140-ben

E melléklet
(tájékoztatás)

Építési anyagok fizikai tulajdonságai páratechnikai méretezéshez

E1. táblázat: Történelmi és természetes anyagok fizikai tulajdonságai páratechnikai méretezéshez

Az anyag megnevezése		Sűrűség (kg/m³)	Hővezetési tényező (W/mK)	Fajhő (KJ/kgK)	Páradiffúziós tényező (kg/mPas·10⁻⁹)	Szorpciós telítési nedvességtartalom a relatív páratartalom függvényében (%)									
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
beton	cementvakolat	1500–1900	1–1,5	1,05	0,022	0,50	0,80	1,00	1,10	1,20	1,50	1,80	2,10	2,50	3,00
	kavicsbeton	2200	2	0,84	0,012	0,60	1,00	1,10	1,20	1,40	1,60	1,80	2,10	3,00	4,10
	vasbeton	2400	2,5	0,84	0,008	0,60	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	2,70	4,00
	polisztirolbeton	400	0,08	1,05	0,0396	0,50	0,75	0,90	1,10	1,20	1,40	1,70	2,20	2,90	3,60
	perlitbeton	500	0,16	1,17	0,048	1,00	2,00	3,40	4,20	6,00	6,60	8,20	9,50	11,00	13,00
	perlitbeton	1200	0,47	0,96	0,028	1,05	2,00	2,80	3,60	4,45	5,30	6,15	7,05	8,25	9,55
	gázbeton	600–950	0,12–0,36	0,88	0,027	1,40	2,60	4,00	4,50	5,00	6,00	6,80	8,00	11,00	20,00
	mészhomok tégla	1000–1700	0,5–1,1	0,88	0,017	0,10	0,18	0,28	0,35	0,42	0,49	0,51	0,58	0,72	0,92
égetett kerámia	klinker	2000	0,96	0,92	0,0125	0,06	0,11	0,15	0,18	0,22	0,27	0,33	0,40	0,50	0,63
	kisméretű tömör tégla	1800	0,8–0,9	0,92	0,028	0,10	0,20	0,30	0,35	0,40	0,47	0,54	0,63	0,74	0,90
	soklyukú tégla	1250	0,5	0,92	0,044	0,10	0,20	0,30	0,35	0,40	0,47	0,54	0,63	0,74	0,90
	B 30 tégla	1400	0,58	0,92	0,044	0,04	0,09	0,15	0,20	0,23	0,27	0,29	0,33	0,41	0,54
	Uniform tégla	1100	0,46	0,92	0,057	0,13	0,22	0,28	0,31	0,35	0,42	0,52	0,63	0,77	0,90
	vázkerámia (Rába)	800	50	0,197	0,92	0,20	0,30	0,40	0,50	0,58	0,62	0,70	0,80	0,96	1,42
	HB 30 tégla	900	0,27	0,92	0,033	0,14	0,27	0,41	0,51	0,60	0,70	0,82	1,00	1,20	1,45
	vázkerámiás béleselem	1304	0,8	0,92	0,02	0,25	0,50	0,75	0,88	1,00	1,20	1,40	1,70	2,00	2,60
	kőszivacslap	750–1100	0,174–0,35	0,88	0,032-0,036	0,20	0,30	0,40	0,50	0,58	0,62	0,70	0,80	0,96	1,42

(A táblázat folytatódik)

MSZ 24140:2015

Ahol elérhető, a gyártók által tanúsított értékeket ajánlott használni a táblázatos értékek helyett.

MSZ EN ISO 10456:2008

3. táblázat: Anyagok tervezési hőtechnikai értékei általános építőipari felhasználás esetén

Anyagcsoport vagy felhasználás		Sűrűség ρ kg/m³	Tervezési hővezetési tényező λ W/(m·K)	Fajhő c_p J/(kg·K)	Páraellenállási tényező μ	
					száraz	nedves
Aszfalt		2 100	0,70	1 000	50 000	50 000
Bitumen	tiszta	1 050	0,17	1 000	50 000	50 000
	filc/lemez	1 100	0,23	1 000	50 000	50 000
Beton [a]	közepes sűrűség	1 800	1,15	1 000	100	60
		2 000	1,35	1 000	100	60
		2 200	1,65	1 000	120	70
	magas sűrűség	2 400	2,00	1 000	130	80
	vasbeton (1% vashányaddal)	2 300	2,3	1 000	130	80
	vasbeton (2% vashányaddal)	2 400	2,5	1 000	130	80
Padló-burkolatok	gumi	1 200	0,17	1 400	10 000	10 000
	műanyag	1 700	0,25	1 400	10 000	10 000
	alátét, gumi- vagy műanyaghab	270	0,10	1 400	10 000	10 000
	filcalátét	120	0,05	1 300	20	15
	gyapjúalátét	200	0,06	1 300	20	15
	parafa alátét	< 200	0,05	1 500	20	10
	parafa csempe	> 400	0,065	1 500	40	20
	szőnyeg, textil padlóburkolat	200	0,06	1 300	5	5
	linóleum	1 200	0,17	1 400	1 000	800
Gázok	levegő	1,23	0,025	1 008	1	1
	szén-dioxid	1,95	0,014	820	1	1
	argon	1,70	0,017	519	1	1
	kén-hexafluorid	6,36	0,013	614	1	1
	kripton	3,56	0,009 0	245	1	1
	xenon	5,68	0,005 4	160	1	1
Üveg	nátrium-kalcium-szilikát üveg („ásztatott üveg" is)	2 500	1,00	750	∞	∞
	kvarcüveg	2 200	1,40	750	∞	∞
	mozaiküveg	2 000	1,20	750	∞	∞
Víz	jég -10 °C-on	920	2,30	2 000	–	–
	jég 0 °C-on	900	2,20	2 000	–	–
	friss hó (< 30 mm)	100	0,05	2 000	–	–
	puha hó (30–70 mm)	200	0,12	2 000	–	–
	közepesen tömör hó (70–100 mm)	300	0,23	2 000	–	–
	tömör hó (< 200 mm)	500	0,60	2 000	–	–
	víz 10 °C-on	1 000	0,60	4 190	–	–
	víz 40 °C-on	990	0,63	4 190	–	–
	víz 80 °C-on	970	0,67	4 190	–	–

(A táblázat folytatódik)

Hővezetési tényezők forrása: minősítő iratok

Teljesítmény nyilatkozatok alkalmazása!

ROCKWOOL

Multirock Super

Teljesítménynyilatkozat Száma
RW-PL/G-DoP-/T/1086/22/w1

1 A terméktípus egyedi azonosító kódja: RW-PL-G-1086-4

2 A termék rendeltetése: Épületek hőszigetelő anyaga (ThIB).

3 Gyártó: ROCKWOOL® Hungary Kft., H-8300 Tapolca, Keszthelyi út 53

4 Az AVCP-rendszerek: 1. rendszer és 3. rendszer

5 Harmonizált termékszabvány: EN 13162:2012+A1:2015
Bejelentett szervezet száma: Építésügyi Minőségellenőző Innovációs Nonprofit Kft. (1415).

6 Deklarált teljesítmény: Ld. az 1. és a 2 sz. táblázatban:
RW-EN 13162-T2-WS-WL(P)-AP8-MU1

1.tábla

Lényeges jellemzők	Teljesítmény	Közölt érték / NPD [1]	Harmonizált termékszabvány
Hővezetési ellenállás	Hővezetési ellenállás R_D és hővezetési tényező λ_D	Ld. 2 sz. tábla 0,039 W/mK	
	Tl [1] vastagság	T2	
Tűzveszélyesség	Euró osztályok – tűzveszélyesség (RtF)	A1	
Tűzveszélyességi jellemzők állandósága hővel, időjárási hatásokkal, öregedéssel /lebomlással szemben [1]	Állandósági karakterisztika Tűzveszélyesség (RtF)	A1	
A hővezetési ellenállás állandósága hővel, időjárási hatásokkal, öregedéssel/lebomlással szemben[2]	Hővezetési ellenállás R_D és hővezetési tényező λ_D (W/mK)	Ld. 2 sz. tábla 0,039 W/mK	
	Állandósági karakterisztikák	NPD	
		NPD	

A hővezetési ellenállás állandósága hővel, időjárási hatásokkal, öregedéssel/lebomlással szemben[2]	Hővezetési ellenállás R_D és hővezetési tényező λ_D (W/mK)	Ld. 2 sz. tábla 0,039 W/mK
	Állandósági karakterisztikák	NPD
		NPD
Nyomószilárdság	Nyomófeszültség CS(10)i[a], CS(10/Y)i[a] (kPa)	NPD
	Pontszerű terhelhetőség PL(5)ia) (N)	NPD
Szakító-/hajlítószilárdság	Felületre merőleges szakítószilárdság TRi[a] (kPa)	NPD
A nyomószilárdság állandósága öregedéssel/lebomlással szemben	Nyomófeszültség	NPD
Vízfelvevő képesség	Rövid idejű vízfelvétel WS (≤1 kg/m²)	WS
	Hosszú idejű vízfelvétel WL(P) (≤ 3 kg/m²)	WL(P)
Páraáteresztő képesség	Párakibocsátás Páradiffúziós ellenállási együttható	MU1

EN 13162:2012+A1:2015

ÉPÜLETFIZIKAI JELLEMZŐK

Hővezetési tényező	$\lambda_{10,\ száraz}$	0,099	0,099	0,099	W/mK
Egyenértékű hővezetési tényező vakolatlan falra	$\lambda_{terv,\ fal}$	0,100	0,100	0,100	W/mK
Hőátbocsátási tényező falazatra, (habarcs=M5L) kívül 2 cm hőszigetelő vakolattal (λ≤0,12 W/mK), belül 1,5 cm mész-cement vakolattal	U	0,21	0,21	0,21	W/m²K
Páradiffúziós ellenállási tényező (EN 1745 alapján)	μ	5/10	5/10	5/10	-
Súlyozott laboratóriumi léghanggátlási szám két oldalon vakolt falra (színképillesztési tényezők: C; C_{tr})	R_w	46	46 (-1;-2)	46 (-1;-2)	dB

Mit jelentenek?

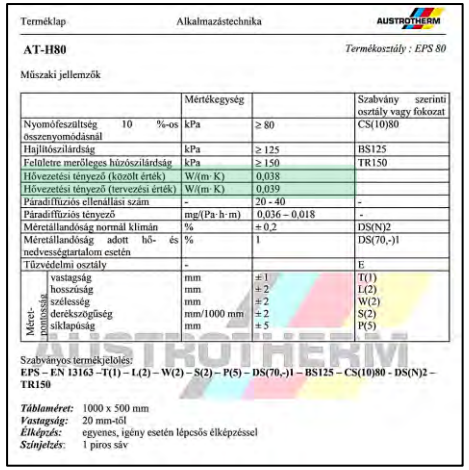
λ_D és $\lambda_{10,dry}$

A deklarált (közölt) hővezetési tényező

A gyártók a minősítő iratokon deklarált hővezetési tényezőt tüntetnek fel. Ez statisztikai korrekciós tényezővel korrigált (90,90) és MSZ EN ISO 10456 szabvány szerint megadott, laborban szabványos eljárással (pl. MSZ EN 12664, MSZ EN 12667, MSZ EN 12939) és szabványos körülmények között mért hővezetési tényező. A deklarált hővezetési tényezőt az MSZ EN ISO 10456 szabványban leírt módszertan alapján át kell számítani tervezési hővezetési tényezőre, mielőtt alkalmazzuk.

- Milyen szabvány alapján mért, milyen szabvány alapján közölt?
- Milyen környezeti állapotban mért? Enélkül hogyan korrigáljuk?
- Hol a többi, pl. állagvédelmi számításhoz szükséges adat?
- (nem, ezek az adatok a teljesítmény nyilatkozatokról is hiányoznak, azokon csak a termékminősítésre használt szabvány van megnevezve…)

λ_D és $\lambda_{10,dry}$


Terméklap — Alkalmazástechnika — AUSTROTHERM

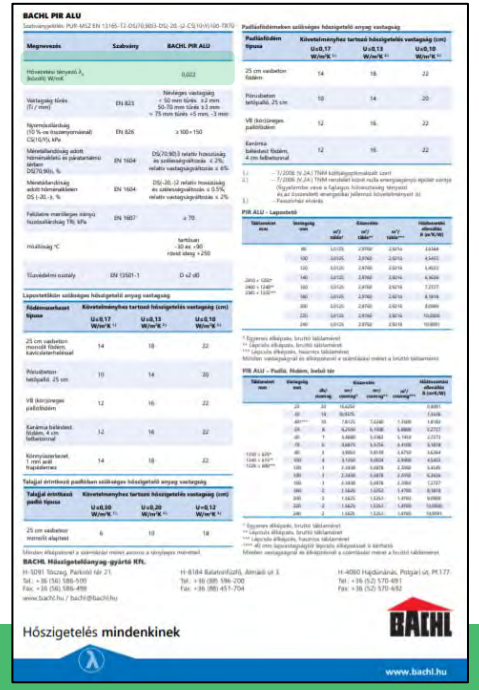
AT-H80 — Termékosztály : EPS 80

Műszaki jellemzők

	Mértékegység		Szabvány szerinti osztály vagy fokozat
Nyomófeszültség 10 %-os összenyomódásnál	kPa	≥ 80	CS(10)80
Hajlítószilárdság	kPa	≥ 125	BS125
Felületre merőleges húzószilárdság	kPa	≥ 150	TR150
Hővezetési tényező (közölt érték)	W/(m·K)	0,038	
Hővezetési tényező (tervezési érték)	W/(m·K)	0,039	
Páradiffúziós ellenállási szám	-	20 - 40	-
Páradiffúziós tényező	mg/(Pa·h·m)	0,036 – 0,018	-
Mértékállandóság normál klímán	%	± 0,2	DS(N)2
Mértékállandóság adott hő- és nedvességtartalom esetén	%	1	DS(70,-)1
Tűzvédelmi osztály	-		E
Méretpontosság: vastagság	mm	± 1	T(1)
hosszúság	mm	± 2	L(2)
szélesség	mm	± 2	W(2)
derékszögűség	mm/1000 mm	± 2	S(2)
síklapúság	mm	± 5	P(5)

Szabványos termékjelölés:
EPS – EN 13163 –T(1) – L(2) – W(2) – S(2) – P(5) – DS(70,-)1 – BS125 – CS(10)80 - DS(N)2 – TR150

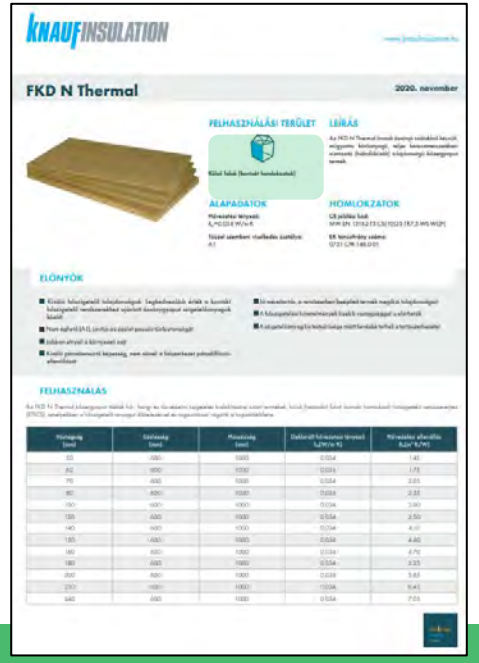
Táblaméret: 1000 x 500 mm
Vastagság: 20 mm-től
Élképzés: egyenes, igény esetén lépcsős élképzéssel
Színjelzés: 1 piros sáv


BACHL PIR ALU

Hőszigetelés mindenkinek

BACHL

www.bachl.hu


KNAUF INSULATION

FKD N Thermal

2020. november

FELHASZNÁLÁSI TERÜLET — LEÍRÁS — ALAPADATOK — HŐMÓRZÁSOK — ELŐNYÖK — FELHASZNÁLÁS

URSA GLASSWOOL

MŰSZAKI ADATLAP

URSA SF 32

Termékleírás

Nyomással nem terhelhető, könnyen vágható, egyszerűen beépíthető, öntartó, csupasz, tekercses termék.

Tulajdonságok

Alacsony hővezetési tényezője következtében kiválóan alkalmas passzív házak hőszigetelésére
Hővezetési tényezője: λ_D = 0,032 W/mK
Tűzvédelmi osztály: A1 (nem tűzveszélyes)

Ajánlott felhasználási területek:

- Tetőtér beépítés
- Könnyűszerkezetes épület
- Záróföldém / padlásföldém
- Nem terhelhető gerendás födém
- Álmennyezet
- Akusztikai szigetelések (klímacsatornák, álmennyezetek, födémek, falak)

Csomagolás

Az URSA SF 32 tekercses termékek URSA feliratú polietilén zsugorfóliába csomagolva kerülnek forgalomba.
A termék legfontosabb műszaki tulajdonságai a becsomagolt terméken elhelyezett kíséröcímkén kerülnek feltüntetésre.
A kész tekercsként becsomagolt és felcimkézett termékek MULTIPACK rendszerben kerülnek raklapra.

Az URSA ásványgyapot (üveggyapot) tulajdonságai

- Páratechnikailag nyitott szál-szerkezetű (páraáteresztő)
- Beépítése során minimális hulladék keletkezik
- Egészségre ártalmatlan (RAL-jelzés)
- Kiváló hő- és hangelnyelő
- Nem tűzveszélyes (A1)
- Tűz hatására nem csepeg, és nem fejleszt füstöt
- Méret és formatartó (hőingadozás hatására sem változtatja a méretét)
- Könnyen vágható, alakítható
- Környezetre veszélytelen

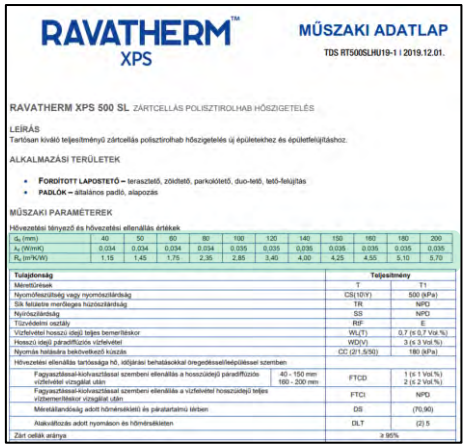
RAL

A RAL minőségjelzést a Frankfurtban található Ásványgyapot Minőségügyi Szövetség adja ki, ami által megerősíti az URSA ásványgyapot (üveggyapot) szigetelőanyagok egészségre vonatkozó ártalmatlanságát. Az URSA szigetelőanyagok 1999.07.15. óta rendelkeznek RAL jelöléssel. Az URSA ásványgyapot (üveggyapot) termékei megfelelnek az Európai Közösségben követelményként alkalmazott, nem rákkeltő anyagokra vonatkozó ECB/TM/27 rev. 1998 EU jegyzőkönyv szerinti kritériumoknak.

RAL GÜTEZEICHEN — Erzeugnisse aus MINERALWOLLE

MŰSZAKI ADATLAP | SF 32

URSA


RAVATHERM XPS

MŰSZAKI ADATLAP

TDS RT500SLHU19-1 | 2019.12.01.

RAVATHERM XPS 500 SL ZÁRTCELLÁS POLISZTIROLHAB HŐSZIGETELÉS

LEÍRÁS

Tartósan kiváló teljesítményű zártcellás polisztirolhab hőszigetelés új épületekhez és épületfelújításhoz.

ALKALMAZÁSI TERÜLETEK

- FORDÍTOTT LAPOSTETŐ – terasztető, zöldtető, parkolótető, duo-tető, tető-felújítás
- PADLÓK – általános padló, alapozás

MŰSZAKI PARAMÉTEREK

Hővezetési tényező és hővezetési ellenállás értékek

d_N (mm)	40	50	60	80	100	120	140	150	160	180	200
λ_D (W/mK)	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
R_D (m²K/W)	1,18	1,45	1,76	2,35	2,85	3,40	4,00	4,25	4,55	5,10	5,70

Tulajdonság		Teljesítmény
Méretűrések	T	T1
Nyomófeszültség vagy nyomószilárdság	CS(10/Y)	500 (kPa)
Sík felületre merőleges húzószilárdság	TR	NPD
Nyírószilárdság	SS	NPD
Tűzvédelmi osztály	RiF	E
Vízfelvétel hosszú idejű teljes bemerítéskor	$W_L(T)$	0,7 (≤ 0,7 Vol %)
Hosszú idejű páradiffúziós vízfelvétel	WD(V)	3 (≤ 3 Vol %)
Nyomás hatására bekövekező kúszás	CC (2/1,5/50)	180 (kPa)
Hővezetési ellenállás tartóssága hő, időjárási behatásokkal (öregedéssel/leépüléssel) szemben		
Fagyasztással-kiolvasztással szemben ellenálló a hosszú idejű páradiffúziós vízfelvétel vizsgálat után	40 - 150 mm 160 - 200 mm	FTCD 1 (≤ 1 Vol %) 2 (≤ 2 Vol %)
Fagyasztással-kiolvasztással szemben ellenálló a vízfelvétel hosszú idejű teljes vízbemerítéskor vizsgálat után		FTCI NPD
Mértékállandóság adott hőmérsékletű és páratartalmú térben		DS (70,90)
Alakváltozás adott nyomáson és hőmérsékleten		DLT (2) 5
Zárt cellák aránya		≥ 95%

Deklarált (közölt) hővezetési tényező meghatározása

A tervezési hővezetési tényező meghatározásához tudnunk kell a deklarált érték környezeti állapotait, amit rögzít a szabvány. A hőszigetelések általában I.a) vagy I.b) szerint vannak vizsgálva…

1. táblázat: A közölt értékek környezeti állapotai

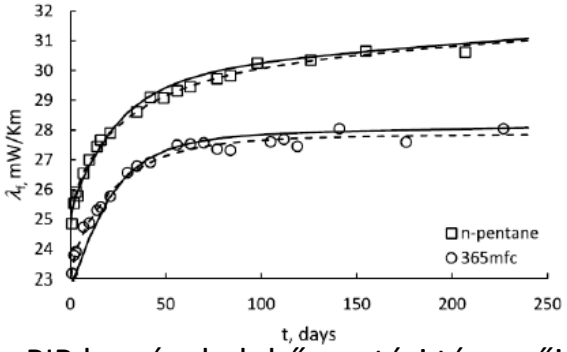
Tulajdonság	Környezeti állapotok			
	I. (10 °C)		II. (23 °C)	
	a)	b)	a)	b)
Referencia-hőmérséklet	10 °C	10 °C	23 °C	23 °C
Nedvesség	u_{dry} [a]	$u_{23,50}$ [b]	u_{dry} [a]	$u_{23,50}$ [b]
Öregedés	öregedett	öregedett	öregedett	öregedett

[a] Az u_{dry} alacsony nedvességtartalom, amely az adott anyagra vonatkozó előírás vagy szabvány szerinti szárítással érhető el.

[b] Az $u_{23,50}$ egyensúlyi nedvességtartalom 23 °C-os léghőmérséklet és 50%-os relatív páratartalom mellett.

A $\lambda_{10,dry}$ tehát 10 °C-on és szárított anyagra vonatkozó hővezetési tényezőt jelent.
A deklarált hővezetési tényezőt általában erre az állapotra közlik a gyártók!

Öregedett állapot ->



PIR keményhab hővezetési tényezője

Deklarált (közölt) hővezetési tényező meghatározása

A közölt értéknek **90%-os konfidencia mellett 90%-os kvantilissel** kell rendelkeznie. Ennek az egyoldali statisztikai toleranciaintervallum *Ls* határértékének megtalálásához használt statisztikai egyenlet a következő (ISO 16269-6:2005):

$$L_S = \bar{\lambda} + k_2(n; p; 1-\alpha)\, s$$

ahol:

- $\bar{\lambda}$ az átlagérték;
- k_2 az L_s kiszámításához használt együttható, az egyoldali toleranciaintervallum szórásának közelítésekor;
- n a minták száma;
- p a kvantilis, amely megadja az anyagsokaság legkisebb arányát, amelynek a statisztikai toleranciaintervallumon belül kell esnie;
- $1-\alpha$ annak az igénynek megfelelő konfidenciaszint, amely szerint az anyagsokaság toleranciaintervallumon belülre eső aránya egyenlő vagy nagyobb a megadott p szintnél;
- s a minta szórása.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{n-1}}$$

C1. táblázat: Egyoldali toleranciaintervallumra vonatkozó együtthatók

n	k_1 $1-\alpha = 0{,}90$		k_2 $1-\alpha = 0{,}90$	
	$p = 50\%$	$p = 90\%$	$p = 50\%$	$p = 90\%$
3	0,74	2,02	1,09	4,26
4	0,64	1,92	0,82	3,19
5	0,57	1,86	0,69	2,74
6	0,52	1,81	0,60	2,49
7	0,48	1,77	0,54	2,33
8	0,45	1,74	0,50	2,22
9	0,43	1,71	0,47	2,13
10	0,41	1,69	0,44	2,07
11	0,39	1,67	0,41	2,01
12	0,37	1,65	0,39	1,97
13	0,36	1,64	0,38	1,93
14	0,34	1,63	0,36	1,90
15	0,33	1,61	0,35	1,87
16	0,32	1,60	0,34	1,84
17	0,31	1,59	0,33	1,82
18	0,30	1,58	0,32	1,80
19	0,30	1,58	0,31	1,78
20	0,29	1,57	0,30	1,77
22	0,27	1,56	0,28	1,74
25	0,25	1,54	0,26	1,70
30	0,23	1,52	0,24	1,66
35	0,22	1,50	0,22	1,62
40	0,20	1,49	0,21	1,60
45	0,19	1,47	0,19	1,58
50	0,18	1,46	0,18	1,56
75	0,15	1,43	0,15	1,50

Tervezési hővezetési tényező átszámítása – 1.

Az energetikai számításoknál nem a deklarált (közölt) hővezetési tényezővel számolunk, hanem a beépítés és öregedés állapotát tükröző TERVEZÉSI HŐVEZETÉSI TÉNYEZŐVEL!

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

Tervezési hővezetési tényező:

- **Arra a környezeti állapotra (hőmérséklet, nedvesség), amibe beépítettük! A beépítés hatását tudjuk leírni ezzel!**
- Energetikai tanúsító szoftverben megtalálható (Pl. Auricon Energetic) vagy megadható (pl. WinWatt)

7. A hőtechnikai értékek átszámítása

7.1. Általános előírások

A hőtechnikai értékek átszámolása egy adott környezeti állapotról (λ_1, R_1) egy másik környezeti állapotra (λ_2, R_2) az alábbi egyenletek alkalmazásával történik:

$$\lambda_2 = \lambda_1 F_T F_m F_a \quad (1)$$

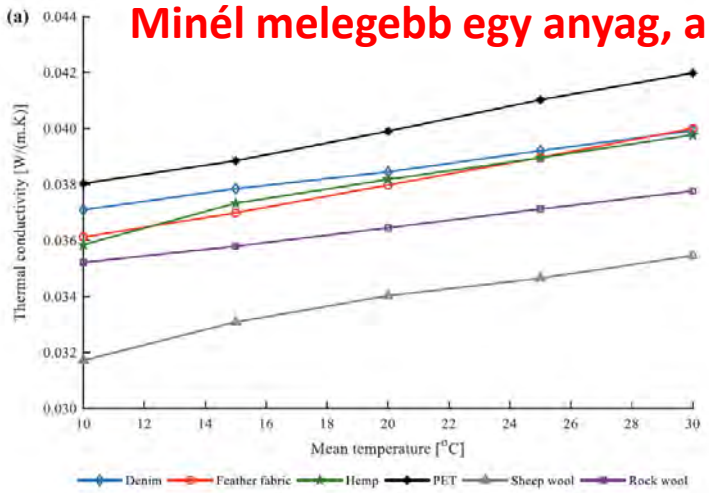
$$R_2 = \frac{R_1}{F_T F_m F_a} \quad (2)$$

Az átszámítási együtthatók ezen nemzetközi szabvány megfelelő táblázataiban találhatóak. Alternatív megoldásként az együtthatók a 4.1. szakasz szerinti vizsgálati eljárásokkal nyert mérési adatokból is vehetők, amennyiben a 4. táblázaton kívüli átszámítási együtthatók meghatározásának eljárását független vizsgáló szervezet igazolja.

Tervezési hővezetési tényező átszámítása – Hőmérséklet hatása

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

Minél melegebb egy anyag, annál kevésbé hőszigetel!



https://doi.org/10.1007/s12649-020-01007-3

7.2. Hőmérsékleti értékek átszámítása

Az F_T hőmérséklet-átszámítási tényezőt az alábbi egyenlet fejezi ki:

$$F_T = e^{f_T (T_2 - T_1)}$$

ahol:

- f_T a hőmérséklet-átszámítási együttható;
- T_1 az első környezeti állapot hőmérséklete; (Közölt állapot)
- T_2 a második környezeti állapot hőmérséklete. (Tervezési állapot)

A szigetelő- és falazóanyagok hőmérséklet-átszámítási együtthatójának értékeit az A melléklet tartalmazza.

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

EXPANDÁLT POLISZTIROL HAB termék vastagsága d (mm)	Deklarált hővezetési tényező λ W/(mK)	Konverziós együttható f_T 1/K
d ≤ 20	0,032	0,0031
	0,035	0,0036
	0,040	0,0041
	0,043	0,0044
20 < d ≤ 40	0,032	0,0030
	0,035	0,0034
	0,040	0,0036
40 < d ≤ 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

EXTRUDÁLT POLISZTIROL HAB termék típusa	Deklarált hővezetési tényező λ W/(mK)	Konverziós együttható f_T 1/K
Bevonat nélkül	0,025	0,0046
	0,030	0,0045
	0,040	0,0045
Bevonattal, vagy finom cellás termék bevonat nélkül	0,025	0,0040
	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

Tervezési hővezetési tényező átszámítása – Nedvességtartalom hatása

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

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

Minél nedvesebb egy anyag, annál kevésbé hőszigetel!

7.3. Nedvességtechnikai értékek átszámítása

Az F_m nedvességátszámítási tényezőt az alábbi egyenlet fejezi ki:

a) a nedvességtartalom értékének átszámítása, tömeg/tömeg szerint:

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

ahol:

f_u a nedvességátszámítási együttható, tömeg/tömeg szerint;

u_1 az első környezeti állapot szerinti nedvességtartalom, tömeg/tömeg szerint; (Közölt állapot)

u_2 a második környezeti állapot szerinti nedvességtartalom, tömeg/tömeg szerint; (Tervezési állapot)

b) a nedvességtartalom értékének átszámítása, térfogat/térfogat szerint:

$$F_m = e^{f_\psi(\psi_2 - \psi_1)}$$

ahol:

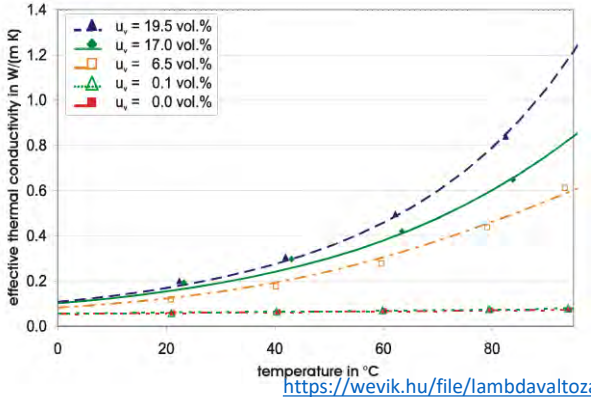
f_ψ a nedvességátszámítási együttható, térfogat/térfogat szerint;

ψ_1 az első környezeti állapot szerinti nedvességtartalom, térfogat/térfogat szerint;

ψ_2 a második környezeti állapot szerinti nedvességtartalom, térfogat/térfogat szerint.

A szigetelő- és falazóanyagok nedvesség átszámítási együtthatójának értékét a 4. táblázat tartalmazza.

ÉPÍTŐANYAG	Tömeg ρ kg/m³	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



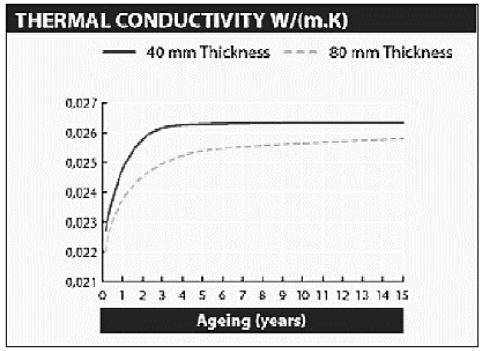
https://wevik.hu/file/lambdavaltozas2.pdf

ÉPÍTŐANYAG	Tömeg ρ kg/m³	Pára-konverziós együtthatók f_u	f_ψ
Égetett agyag	1000-2400		10
Kálcium-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	300-10004	4	
Egyéb könnyű adalékos beton	500-2000		4
Falazó és vakoló habarcsok	250-2000		4

Tájékoztató nedvességtartalmak találhatók a szabványban 23 °C, 50% és 80% relatív nedvességtartalom esetére Egyébként szorpciós izoterma szükséges.

Tervezési hővezetési tényező átszámítása – Öregedés és természetes légáramlás hatása

https://highperformanceinsulation.eu/wp-content/uploads/2016/08/Thermal_insulation_materials_made_of_rigid_polyurethane_foam.pdf



- **Öregedési korrekció:**

$$F_a = 1$$

Jelenleg nincs szabványos hővezetési tényező korrekció az öregedés hatásának számítására. Öregedett építőanyagokat meg kell mérnünk a helyszínen vagy laborban!

- **Természetes légáramlás hatása a tervezési hővezetési tényezőre:**

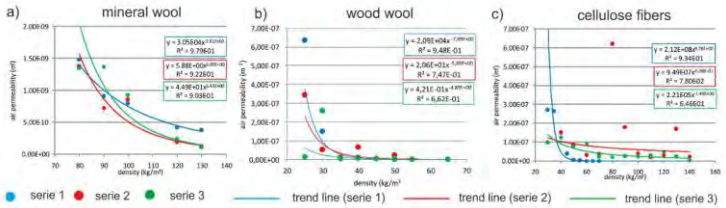
Permeabilitás, η/r

Módosított Rayleigh szám ellenőrzése:

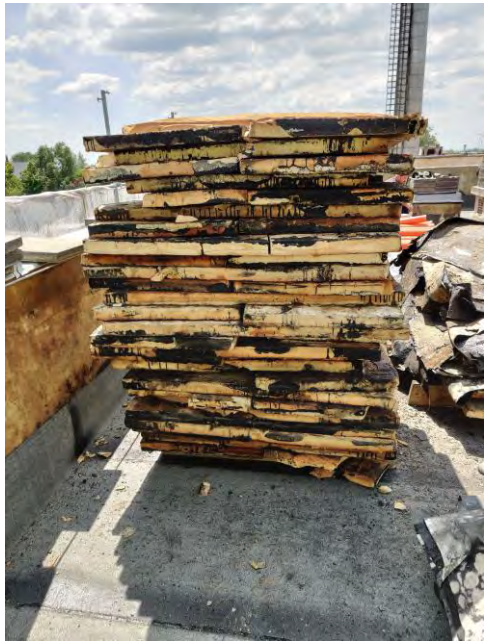
$$Ra_m = 3 \cdot 10^6 \cdot \frac{d \cdot k \cdot \Delta T}{\lambda}$$

A korrekció elhagyható, amennyiben a módosított Rayleigh szám:

- Vízszintes irányban < 2,5
- Felfelé, nyitott felső felület irányában < 15
- Felfelé, szélvédett (nem légáteresztő) felső felületvédelemmel < 30



http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/2069/1/012205



Jelenleg nincs szabványos korrekció a természetes légáramlás hatásának figyelembevételére sem

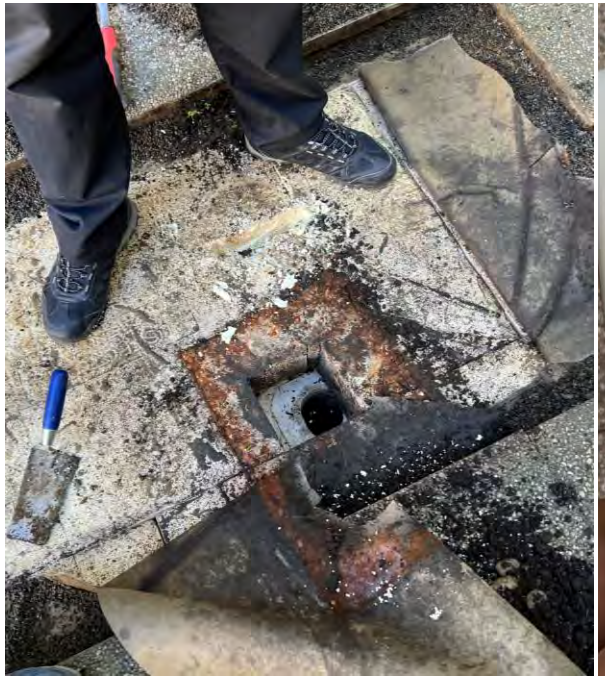
Hőszigetelőanyagok beépített állapotban

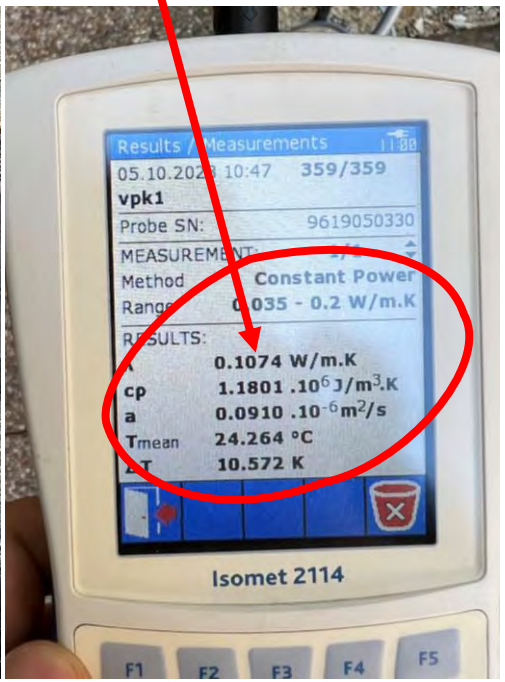
Hővezetési tényező mérhető laboratóriumban és a helyszínen is!

- TLS vagy MTPS módszerekkel (0,5 - 2 óra alatt eredményt kapunk!)
- Azon a környezeti állapotban, amiben éppen találjuk
- Mért hővezetési tényező döntéstámogató információ

	Mértékegység		Szabvány szerinti osztály vagy fokozat
Nyomófeszültség 10 %-os összenyomódásnál	kPa	≥ 200	CS(10)200
Hajlítószilárdság	kPa	≥ 250	BS250
Felületre merőleges húzószilárdság	kPa	≥ 200	TR200
Hővezetési tényező (közölt érték)	W/(m·K)	0,033	-
Hővezetési tényező (tervezési érték)	W/(m·K)	0,033	-
Páradiffúziós ellenállási szám	-	10–200	-
Páradiffúziós tényező	mg/(Pa·h·m)	0,008 –0,007	-
Méretállandóság normál klímán	%	± 0,2	DS(N)2
Alakváltozás adott nyomáson és hőmérsékleten	%	≤ 5	DLT(2)5
Páradiffúziós vízfelvétel	(V/V)%	≤ 3	WD(V)3
Vízfelvétel hosszúidejű, tartós víz-bemerítés hatására	(V/V)%	≤ 1	WL(T)1

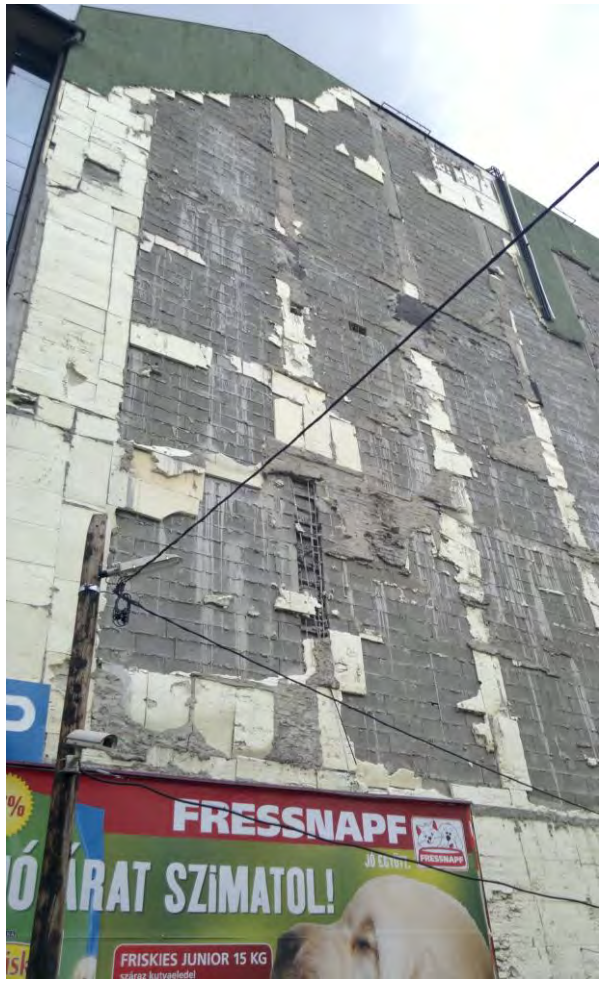
BME Vásárhelyi Pál Kollégium teraszán található felújított fordított lapostető:

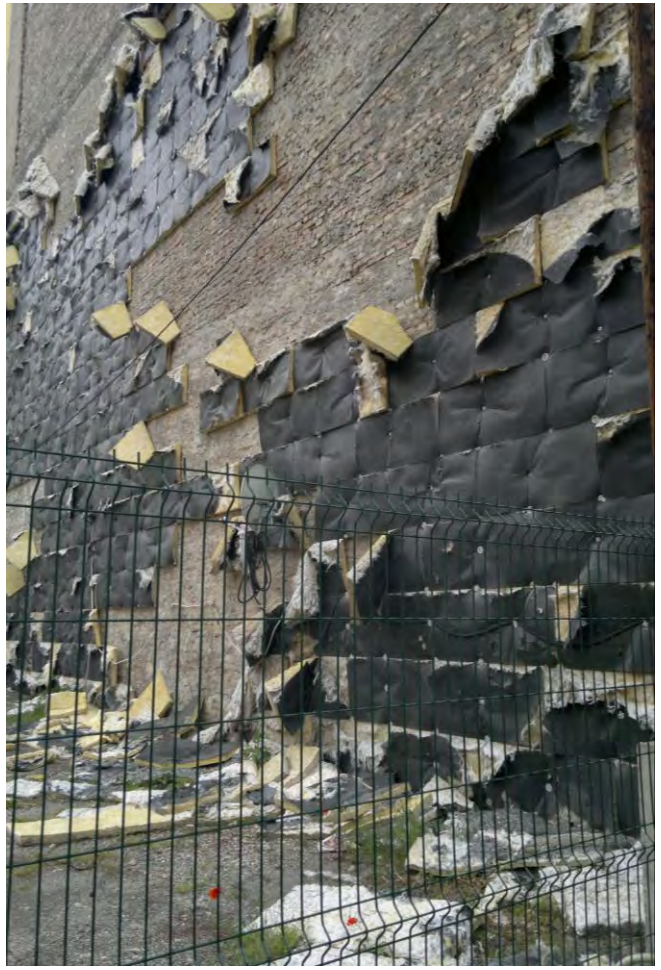




Hőszigetelőanyagok „beépített” állapotban

Kompatibilis építő- és hőszigetelőanyagok alkalmazása szükséges az előírt alkalmazástechnikai útmutatók és műszaki irányelvek (pl. MÉVSZ ETICS-THR: https://mevsz.org/wp-content/uploads/mevsz-fuzet-2019.pdf) betartásával.





Hőszigeteletlen és hőszigetelt falazatok U-értéke

Falazatok hőátbocsátási tényezője (W/(m^2*K))		Hőszige-teletlen	Hőszigetelés anyaga és vastagsága (cm)**			
Falazat anyaga (A falazatokat belső és külső oldali vakolattal is ellátjuk.)	Falazóblokk vastagsága (cm)		Expandált polisztirolhab, λ = 0.039 W/(m*K)			
			5	10	15	20
Bakonytherm 25 N+F	25	1.03	0.44	0.28	0.21	0.16
Leiertherm 25 N+F	25	0.83	0.40	0.27	0.20	0.16
Porotherm 25 N+F habarccsal	25	1.03	0.44	0.28	0.21	0.16
Silka HM 250 NF+GT	25	1.83	0.55	0.32	0.23	0.18
Bakonytherm 30 N+F	30	0.56	0.32	0.23	0.18	0.14
Berényi B30 N+F	30	0.63	0.35	0.24	0.18	0.15
Berényi BerényTherm 30	30	0.56	0.33	0.23	0.18	0.14
Forrás tégla 30-as vályogtégla	30	1.45	0.51	0.31	0.22	0.17
Forrás tégla U-FORM 30	30	1.02	0.44	0.28	0.21	0.16
IFC 30 (pl. prokoncept, thermo-block, isoteq, isoshell, stb.)	30	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10
Kunsági tégla B-30	30	1.25	0.48	0.30	0.22	0.17
Kunsági tégla Uniform 19/24	30	1.10	0.46	0.29	0.21	0.17
Leiertherm 30 N+F MD	30	0.45	0.29	0.21	0.17	0.14
Leiertherm Pro 30	30	0.31	0.22	0.17	0.14	0.12
Mályi PORObrick NF 30 hőszig. habarccsal	30	0.51	0.31	0.22	0.17	0.14
Mályi PORObrick NF RW 30 hőszig. habarccsal	30	0.22	0.17	0.14	0.12	0.10
Porfix P4-600 30 cm	30	0.42	0.27	0.20	0.16	0.13
Porfix Premium P2-400 30 cm	30	0.26	0.20	0.16	0.13	0.11
Porotherm 30 K profi	30	0.29	0.21	0.17	0.14	0.12
Porotherm 30 N+F habarccsal	30	0.51	0.31	0.22	0.17	0.14
Silka HM 300 NF+GT	30	1.48	0.51	0.31	0.22	0.17
Ytong Classic 300 NF+GT	30	0.37	0.25	0.19	0.15	0.13
Ytong Forte 300 NF+GT	30	0.45	0.29	0.21	0.17	0.14
Ytong Lambda 300 NF+GT	30	0.28	0.21	0.16	0.14	0.12
Porfix P4-600 37.5 cm	37.5	0.35	0.24	0.18	0.15	0.13

EPS hőszigetelésű ETICS-THR kialakítás

Falazatok hőátbocsátási tényezője (W/(m^2*K))		Hőszige-teletlen	Hőszigetelés anyaga és vastagsága (cm)**			
Falazat anyaga (A falazatokat belső és külső oldali vakolattal is ellátjuk.)	Falazóblokk vastagsága (cm)		Expandált polisztirolhab, λ = 0.039 W/(m*K)			
			5	10	15	20
Porfix Premium P2-400 37.5 cm	37.5	0.21	0.17	0.14	0.12	0.10
Ytong Classic 375 NF+GT	37.5	0.30	0.22	0.17	0.14	0.12
Ytong Forte 375 NF+GT	37.5	0.37	0.25	0.19	0.15	0.13
Ytong Lambda 375 NF+GT	37.5	0.23	0.18	0.14	0.12	0.11
Bakonytherm 38 N+F	38	0.33	0.23	0.18	0.15	0.12
Kunsági tégla HB-38	38	0.53	0.31	0.22	0.17	0.14
Leiertherm 38 N+F MD	38	0.39	0.26	0.19	0.16	0.13
Leiertherm Pro 38*	38	0.23	0.19	0.15	0.13	0.11
Mályi PORObrick NF 38 hőszig. habarccsal	38	0.41	0.27	0.20	0.16	0.13
Mályi PORObrick NF RW 38 hőszig. habarccsal	38	0.15	0.12	0.11	0.09	0.08
Porotherm 38 Klíma Profi/Dryfix*	38	0.24	0.20	0.16	0.13	0.11
Porotherm 38 N+F Classic M2.5 habarccsal	38	0.45	0.29	0.21	0.17	0.14
Porotherm 38 Thermo Profi/Dryfix*	38	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09
Bakonytherm 44 N+F*	44	0.24	0.19	0.16	0.13	0.11
Leierplan 44 ISO	44	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09
Leiertherm Pro 44	44	0.23	0.17	0.14	0.12	0.10
Mályi PORObrick NF 44 hőszig. habarccsal	44	0.36	0.25	0.19	0.15	0.13
Porotherm 44 Klíma*	44	0.22	0.18	0.14	0.12	0.11
Porotherm 44 Thermo Profi	44	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08
Durisol DSs 45	45	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08
Porfix Premium P2-400 50 cm	50	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09
Porotherm 50 Klíma Profi*	50	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09
Porotherm 50 Thermo Profi*	50	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08
Ytong Lambda 500	50	0.17	0.14	0.12	0.10	0.09

* Külső oldalon λ = 0.12 W/(m*K) hőszigetelő vakolattal

** A hőszigetelő táblákat ragasztóhabarccsal, perem-pont módszerrel és 5 mm átmérőjű műanyagdübellel rögzítjük, 7 db/m²-ként.

A követelményt teljesítő, azonban műszaki/gazdaságossági szempontból nem javasolt kialakítás.
A követelményt teljesítő kialakítás.
A követelmények nem megfelelő kialakítás.

Alkalmazott Épületenergetika 2024

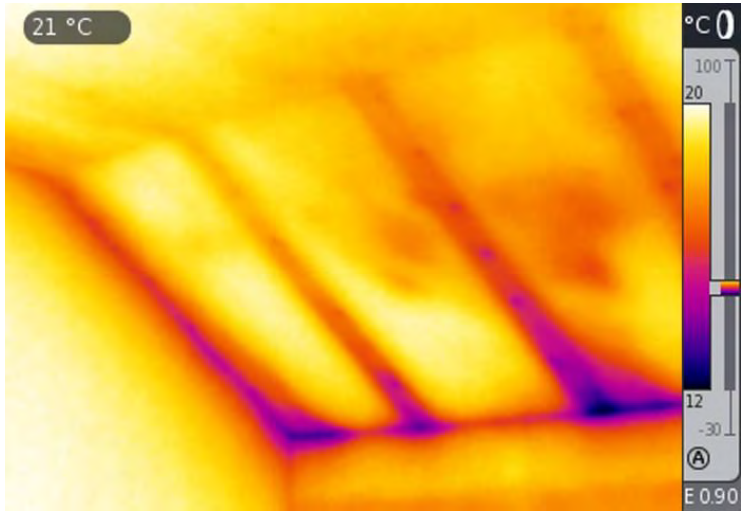
Rétegrendekben lévő légrétegek hatása – Zárt légrétegek

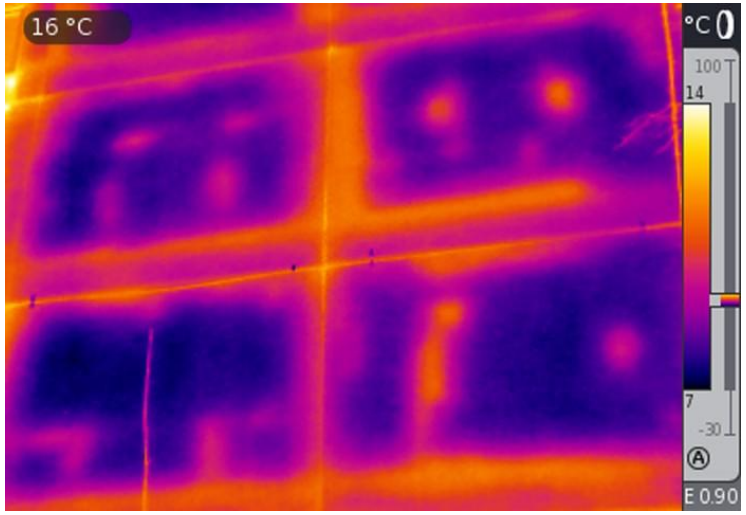
< 500 mm^2 hézag esetén m^2-ként (0,5 mm * 1000 mm = 500 mm^2)

A légréteg vastagsága (mm)	*Hővezetési ellenállás [m^2·K/W]* *A hőáram iránya*		
	Felfelé	**Vízszintes**	**Lefelé**
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7			
10			
15			
25			
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.			

A levegő ROSSZ hőszigetelőanyag!

Ne hagyjunk légrétegeket a szerkezetben!





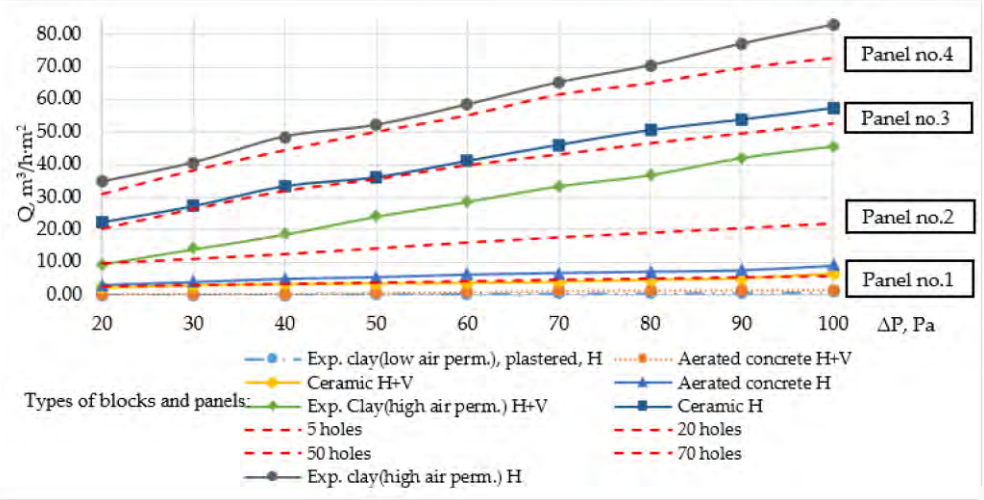
Pl. 1 cm vtg. vízszintes zárt légréteg egyenértékű hővezetési tényezője d/R = 0,067 W/mK, míg 10 cm esetén 0,556 W/mK.

Rétegrendekben lévő légrétegek hatása – Kismértékben és intenzíven kiszellőző légrétegek

Kismértékben kiszellőztetett légréteg
(500-1500 mm² közötti hézag esetén):

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

A kismértékben kiszellőztetett légrétegek hőszigetelő hatása jelentősen romlik. Előzzük meg, és zárjuk a nem tervezett kismértékben kiszellőztetett rétegeket!

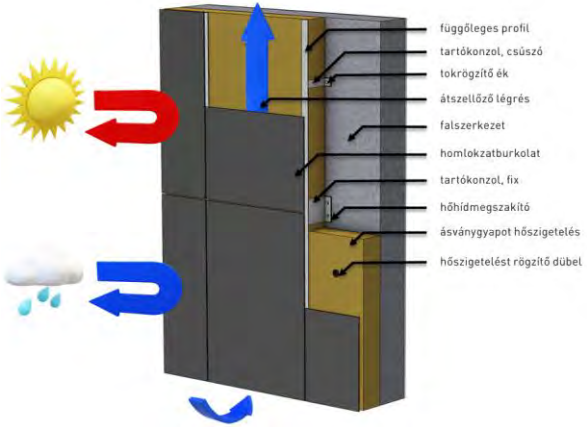


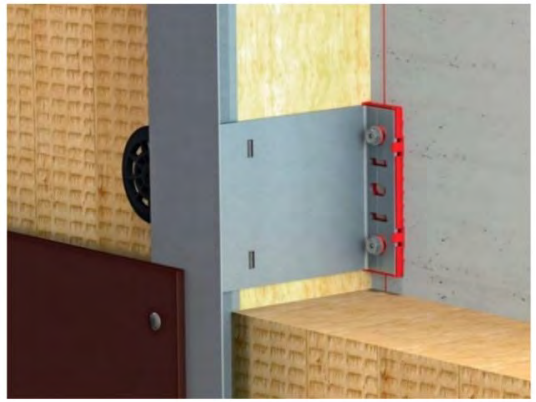
https://doi.org/10.3390/en13102654

Intenzíven kiszellőztetett légréteg
(>1500 mm² hézag esetén):

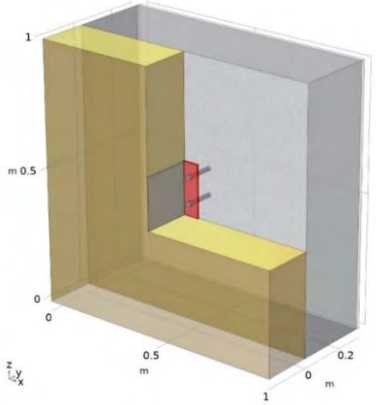
R_{se} (zérus szélsebességgel) vagy R_{si}

Minden intenzíven kiszellőztetett réteget és a kifelé azt követő anyagot/szerkezetet a hőtechnikai számításban elhanyagolunk!





(a)



(b)

https://doi.org/10.3390/buildings12081153

Inhomogén rétegek hatása

A szerkezet hőtechnikailag inhomogén rétegeket is tartalmazhat (több anyagból összetett szerkezetek, pl. szarufák és köztük hőszigetelés, pillérek és köztük vázkitöltő falazat, gerendák és köztük béléstestek), melyek hőhídhatást okoznak és melyek hatását az átlagos hőátbocsátási tényező meghatározásakor figyelembe kell venni.

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

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

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

Az inhomogenitásokat figyelembe kell venni, jelentős hatásuk lehet az U-értékre.

Pl. magastetők esetén:

Magastető korrigált U-érték (W/(m^2*K))											
Szarufák távolsága (cm)	Szarufák mérete (cm x cm)	Szarufák közötti kitöltés anyaga	Csak a szarufák között van hőszigetelés	Szarufák között és belső oldalon 5x5 cm lécváz között 5 cm kitöltés				Szarufák között és belső oldalon 5x10 cm lécváz között 10 cm kitöltés			
				Levegő	Ásványgyapot, λ = 0.042 W/(m*K)	Ásványgyapot, λ = 0.037 W/(m*K)	Ásványgyapot, λ = 0.032 W/(m*K)	Levegő	Ásványgyapot, λ = 0.042 W/(m*K)	Ásványgyapot, λ = 0.037 W/(m*K)	Ásványgyapot, λ = 0.032 W/(m*K)
80	7.5 x 15	Ásványgyapot, λ = 0.042	0.31	0.30	0.23	0.22	0.22	0.28	0.19	0.18	0.17
		Ásványgyapot, λ = 0.037	0.28	0.27	0.21	0.21	0.20	0.25	0.18	0.17	0.16
		Ásványgyapot, λ = 0.032	0.25	0.25	0.20	0.19	0.19	0.23	0.16	0.16	0.15
	10 x 20	Ásványgyapot, λ = 0.042	0.25	0.24	0.19	0.19	0.18	0.23	0.16	0.16	0.15
		Ásványgyapot, λ = 0.037	0.23	0.22	0.18	0.18	0.17	0.21	0.15	0.15	0.14
		Ásványgyapot, λ = 0.032	0.21	0.20	0.17	0.16	0.16	0.19	0.14	0.14	0.13
100	7.5 x 15	Ásványgyapot, λ = 0.042	0.30	0.29	0.23	0.22	0.21	0.27	0.18	0.18	0.17
		Ásványgyapot, λ = 0.037	0.27	0.26	0.21	0.20	0.20	0.25	0.17	0.17	0.16
		Ásványgyapot, λ = 0.032	0.24	0.24	0.19	0.19	0.18	0.22	0.16	0.15	0.15
	10 x 20	Ásványgyapot, λ = 0.042	0.24	0.23	0.19	0.18	0.18	0.22	0.16	0.15	0.15
		Ásványgyapot, λ = 0.037	0.22	0.21	0.17	0.17	0.17	0.20	0.15	0.14	0.14
		Ásványgyapot, λ = 0.032	0.20	0.19	0.16	0.16	0.15	0.18	0.14	0.13	0.13

Pl. Pillér és vázkitöltő falazat, szerelt falak:

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.

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

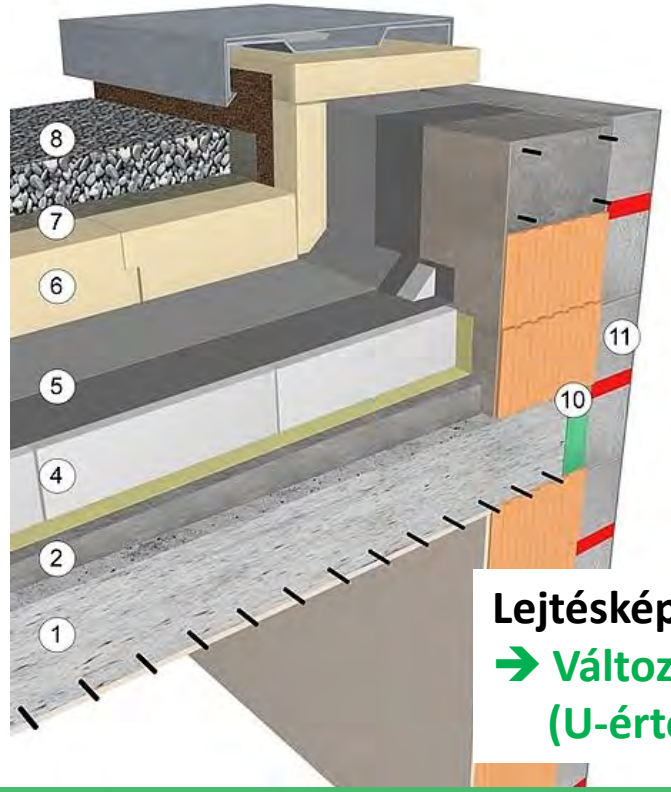
Szükséges hőszigetelés vastagság a víznyelőnél

MSZ EN ISO 6946 szerint	14 cm	9 cm	6 cm
egyszerűsített számítás	16 cm	8 cm	8 cm
eltérés	-2 cm	1 cm	-2 cm

12 m x 12 m-es tetők, eltérő vízelvezetéssel

A lejtésképzés hőszigetelő-anyagból történő kialakítása lokálisan jelentős U-érték eltérést okozhat!

Lejtésképzés hőszigeteléssel
-> Változó vastagság hatását figyelembe kell venni!



Lejtésképzés betonnal
➔ Változó vastagság hatása elhanyagolható!
(U-érték eltérés < 3% lehet, egyenletes teljesítmény)

Hőátbocsátási tényező korrekciója - Légüregek, hézagok

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

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

Légüregek és hézagok miatti korrekció:

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

Szint	Jellemzők	$\Delta U''$ W/(m²·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

Példák az 1. szintre (ΔU” = 0,01):

1) **Egyrétegű, szerkezeti elemekkel (pl. szarufák, vázoszlopok vagy gerendák) megszakított hőszigetelés. A hőszigetelés a szerkezethez szilárdan csatlakozik, a szigetelés és a szerkezet között nincsenek hézagok.**

2) **Folytonos hőszigetelés egy rétegben, tompa illesztéssel, ha a hőszigetelés hosszúsági, szélességi és derékszögűségi mérettűrése, valamint mérettartása olyan, hogy az illesztési hézagok meghaladják az 5 mm-t. A hőszigetelés a szerkezethez szilárdan csatlakozik, a szigetelés és a szerkezet között nincsenek hézagok.**

Hőátbocsátási tényező korrekciója - Légüregek, hézagok

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

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

Légüregek és hézagok miatti korrekció:

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

Szint	Jellemzők	ΔU" W/(m²·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

Példák az 1. szintre (ΔU" = 0,01):

1) **Egyrétegű, szerkezeti elemekkel (pl. szarufák, vázoszlopok vagy gerendák) megszakított hőszigetelés. A hőszigetelés a szerkezethez szilárdan csatlakozik, a szigetelés és a szerkezet között nincsenek hézagok.**

2) **Folytonos hőszigetelés egy rétegben, tompa illesztéssel, ha a hőszigetelés hosszúsági, szélességi és derékszögűségi mérettűrése, valamint mérettartása olyan, hogy az illesztési hézagok meghaladják az 5 mm-t. A hőszigetelés a szerkezethez szilárdan csatlakozik, a szigetelés és a szerkezet között nincsenek hézagok.**

Hőátbocsátási tényező korrekciója - Légüregek

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

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

Légüregek és hézagok miatti korrekció:

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

Szint	Jellemzők	$\Delta U''$ W/(m²·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

Példák a 2. szintre (ΔU” = 0,04):

Egy- vagy többrétegű hőszigetelés, amely az épületszerkezet meleg oldalához nem csatlakozik szilárdan, a szigetelés és a szerkezet között hézagok vannak, aminek hatására a szigetelés meleg és hideg oldala között légáramlás jön létre.

Hőátbocsátási tényező korrekciója - Rögzítések

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

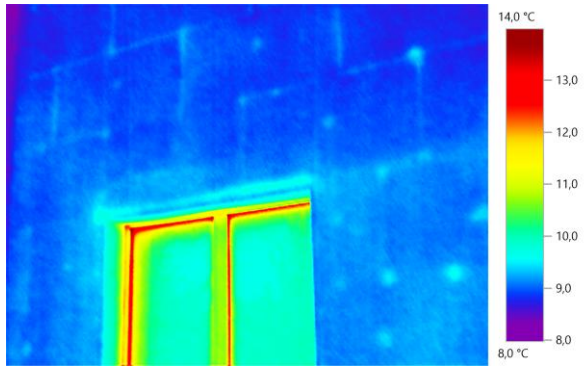
$$U = U_0 + \Delta U = U_0 + \Delta U_{légüreg} + \Delta U_{rögz} + \Delta U_{ford}$$

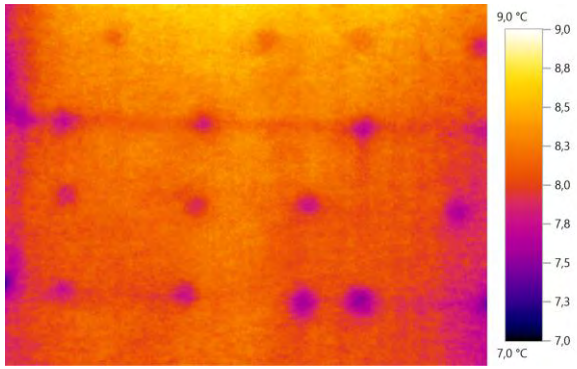
Mechanikai rögzítések miatti korrekció (pl. dübelek, tartókonzolok):

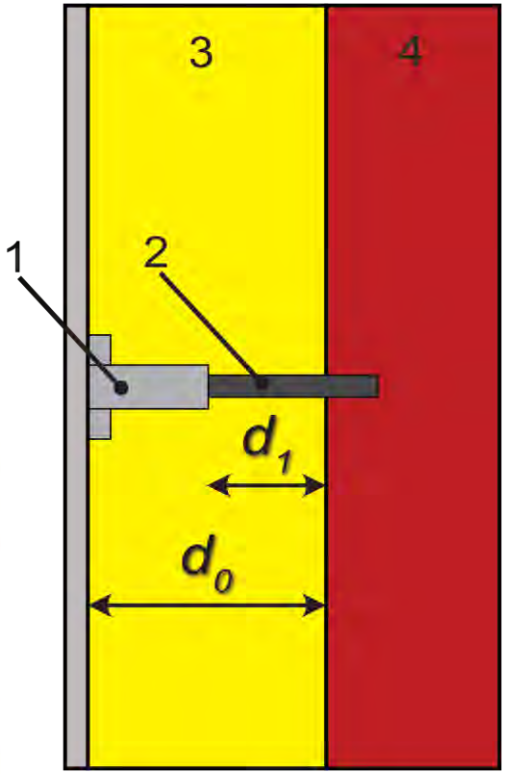
$$\Delta U_{rögz} = \alpha \cdot \frac{\lambda_{rögz} \cdot A_{rögz} \cdot n_{rögz}}{d_0} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{tot}}\right)^2$$

Süllyesztett rögzítés v. kompozit dübel

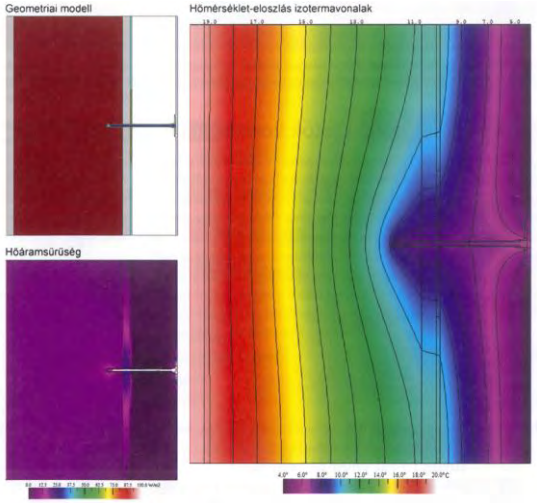
$$\alpha = \begin{cases} 0{,}8 \; ha \; a \; rögzítőelem \; teljesen \; átszúrja \; a \; hőszig.réteget \\ 0{,}8 \cdot \frac{d_1}{d_0} \; mélyített \; rögzítőelem \; esetén \end{cases}$$







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



Hőátbocsátási tényező korrekciója - Rögzítések

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

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

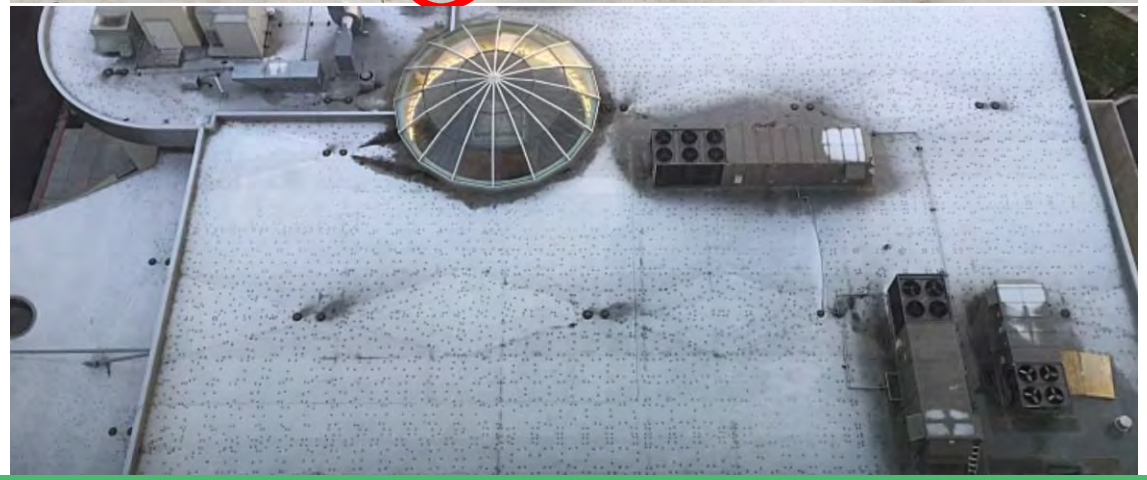
Mechanikai rögzítések miatti korrekció (pl. dübelek):

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

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

Acél rögzítőelemek esetén $\lambda_{rögz}$ = 50 W/mK
„Rozsdamentes" acél rögzítőelemek esetén $\lambda_{rögz}$ = 17 W/mK

R_1 az átszúrt hőszigetelés hővezetési ellenállása
R_{tot} a teljes lapostető rétegrend hővezetési ellenállása



Lágyfedésű szendvicspanelek rögzítése is számítható ezzel az eljárással

Hőátbocsátási tényező korrekciója - Rögzítések

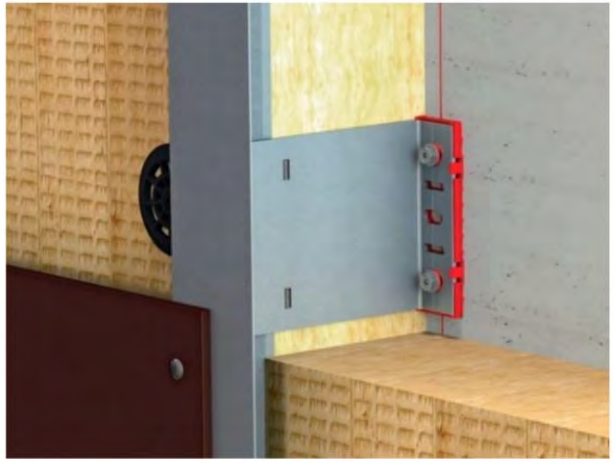
A számított hőátbocsátási tényező korrekciója szükséges lehet a hőszigetelésben lévő légüregek, a hőszigetelést átszúró mechanikai rögzítőelemek és a fordított rétegrendű lapostetőkön a csapadék miatt:

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

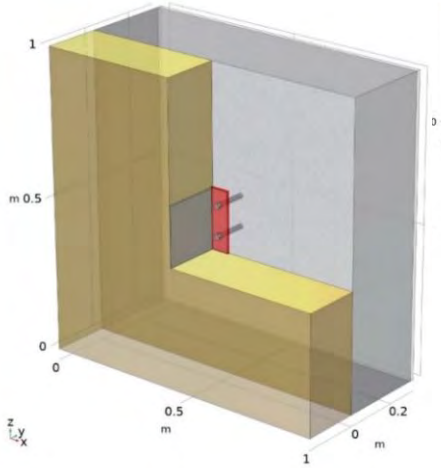
Mechanikai rögzítések miatti korrekció (pl. dübelek, tartókonzolok):

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

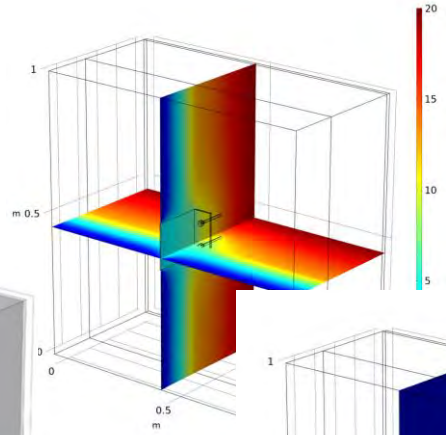
Pontbéli hőátbocsátási tényező (W/K)



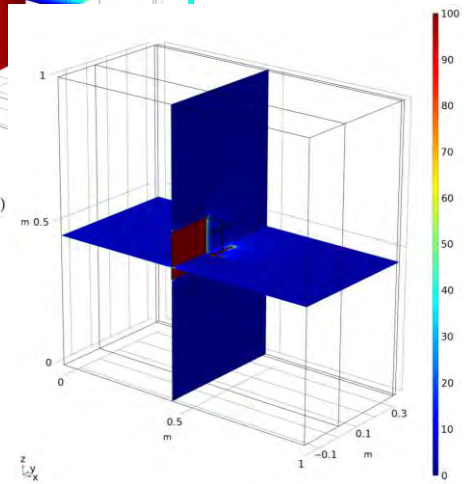
(a)



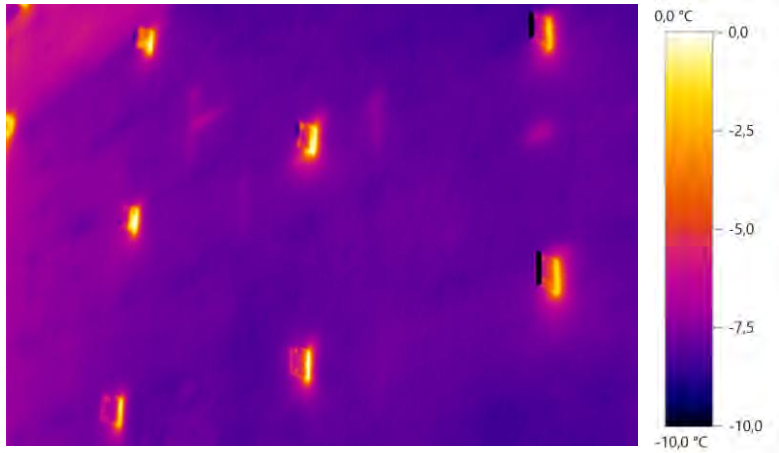
(b)



(a)



(b)



https://doi.org/10.3390/buildings12081153

Hőátbocsátási tényező korrekciója - Rögzítések

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

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

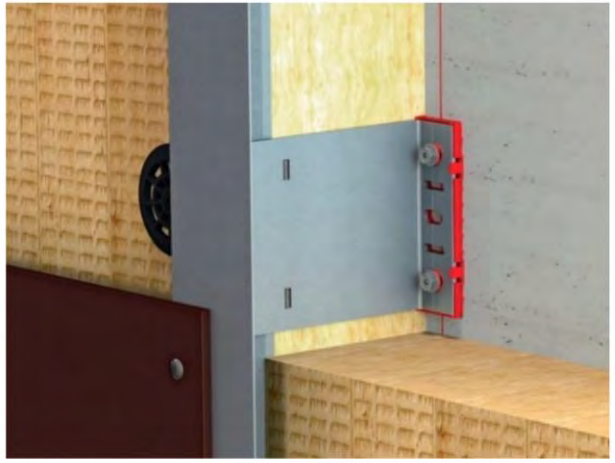
Mechanikai rögzítések miatti korrekció (pl. dübelek, tartókonzolok):

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

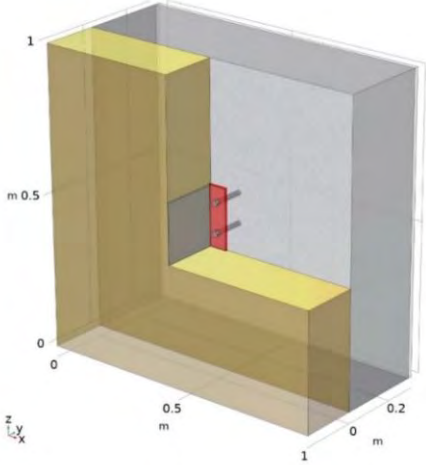
Pontbéli hőátbocsátási tényező (W/K)

A tartókonzolok jelentősen megnövelik az U értéket!

A hőhídmegszakító néhány %-ot javít csak a ΔU-n!



(a)



(b)

https://doi.org/10.3390/buildings12081153

Ventilated Facades – U-Value

MFT-MFI MEDIUM – PERFORATED BRICK 30 CM

Technical data:	
Bracket	
Material	EN-AW-6063 T66
Yield strength	200 N/mm²
Modulus of elasticity	70.000 N/mm²
Isolator material	Polypropylen
Thermal conductivity polypropylene	0.117 W/mK
Thermal conductivity aluminium	160 W/mK
Substrate	
Material	Perforated brick
Thickness d_v	300 mm
Thermal conductivity λ_w	0.44 W/mK
Thermal resistance R_v	0.682 W/mK
Insulation	
Material	Mineral wool
Thickness d_D	100-280 mm
Thermal conductivity λ_D	0.035 W/mK

MFT-MFI Medium Brackets			MFI 125 M	MFI 125 M	MFI 155 M	MFI 185 M	MFI 215 M	MFI 245 M	MFI 275 M	MFI 275 M	MFI 275 M	MFI 275 M
Insulation thickness	d_D	[mm]	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
Thermal transmission coefficient of the undisturbed wall	U_0	[W/m²K]	0.2639	0.2293	0.2028	0.1817	0.1673*	0.1529*	0.1386	0.1287*	0.1196	0.1112*
Punctual thermal bridge loss coefficient of the bracket	X	[W/K]	0.0296	0.0312*	0.0328*	0.0344	0.0350*	0.0357*	0.0364*	0.0370*	0.0377*	0.0384*

*value interpolated

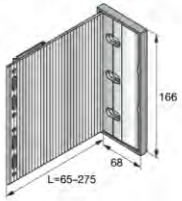
U-Value**
(surface A=1.0 m², profile length 1.0 m, profile 30 mm air side)

Number of brackets	1	0.2935	0.2605	0.2356	0.2161	0.2023	0.1886	0.175	0.1657	0.1573	0.1496
Number of brackets	2	0.3231	0.2917	0.2684	0.2505	0.2373	0.2243	0.2114	0.2027	0.195	0.188
Number of brackets	3	0.3527	0.3229	0.3012	0.2849	0.2723	0.26	0.2478	0.2397	0.2327	0.2264
Number of brackets	4	0.3823	0.3541	0.334	0.3193	0.3073	0.2957	0.2842	0.2767	0.2704	0.2648
Number of brackets	5	0.4119	0.3853	0.3668	0.3537	0.3423	0.3314	0.3206	0.3137	0.3081	0.3032

**MFT-MFI M and profile T 120x60x1.8 30 inside the insulation

Ventilated Facades – U-Value

MFT-MFI LARGE – PERFORATED BRICK 30 CM



Technical data:	
Bracket	
Material	EN-AW-6063 T66
Yield strength	200 N/mm²
Modulus of elasticity	70.000 N/mm²
Isolator material	Polypropylen
Thermal conductivity polypropylene	0.117 W/mK
Thermal conductivity aluminium	160 W/mK
Substrate	
Material	Perforated brick
Thickness d_v	300 mm
Thermal conductivity λ_w	0.44 W/mK
Thermal resistance R_v	0.682 W/mK
Insulation	
Material	Mineral wool
Thickness d_D	100-280 mm
Thermal conductivity λ_D	0.035 W/mK

MFT-MFI Large Brackets			MFI 125 L	MFI 125 L	MFI 155 L	MFI 185 L	MFI 215 L	MFI 245 L	MFI 275 L	MFI 275 L	MFI 275 L	MFI 275 L
Insulation thickness	d_D	[mm]	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
Thermal transmission coefficient of the undisturbed wall	U_0	[W/m²K]	0.2639	0.2293	0.2028	0.1817	0.1673*	0.1529*	0.1386	0.1287*	0.1196	0.1112*
Punctual thermal bridge loss coefficient of the bracket	X	[W/K]	0.0478	0.0503*	0.0529*	0.0554	0.0564*	0.0575*	0.0586*	0.0597*	0.0607*	0.0618*

*value interpolated

U-Value**
(surface A=1.0 m², profile length 1.0 m, profile 30 mm air side)

Number of brackets	1	0.3117	0.2796	0.2557	0.2371	0.2237	0.2104	0.1972	0.1884	0.1803	0.173
Number of brackets	2	0.3595	0.3299	0.3086	0.2925	0.2801	0.2679	0.2558	0.2481	0.241	0.2348
Number of brackets	3	0.4073	0.3802	0.3615	0.3479	0.3365	0.3254	0.3144	0.3078	0.3017	0.2966
Number of brackets	4	0.4551	0.4305	0.4144	0.4033	0.3929	0.3829	0.373	0.3675	0.3624	0.3584
Number of brackets	5	0.5029	0.4808	0.4673	0.4587	0.4493	0.4404	0.4316	0.4272	0.4231	0.4202

**MFT-MFI L and profile T 120x60x1.8 30 inside the insulation

Hőátbocsátási tényező korrekciója - Rögzítések

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

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

Mechanikai rögzítések miatti korrekció (pl. tartószerkezeti átszúródások):

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

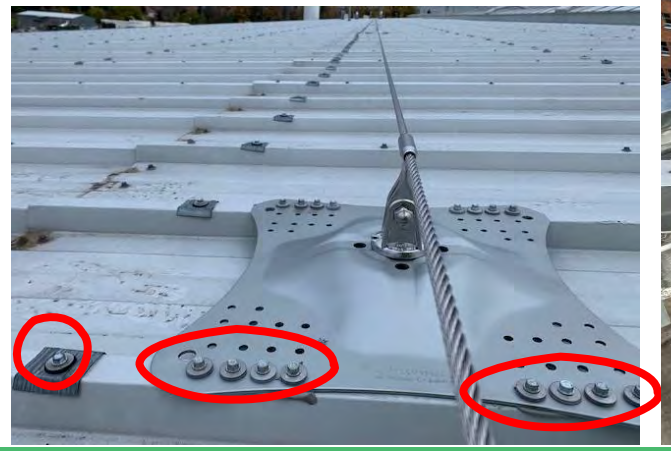
Pontbéli hőátbocsátási tényező (W/K)

Pl. épülettechnikai rendszerek (hőszivattyú, légkezelő, napelem, stb.) tartószerkezete

➔ Beleszámít az átlagos hőátbocsátási tényezőbe!

Pl. leesésvédelmi rendszerek rögzítése

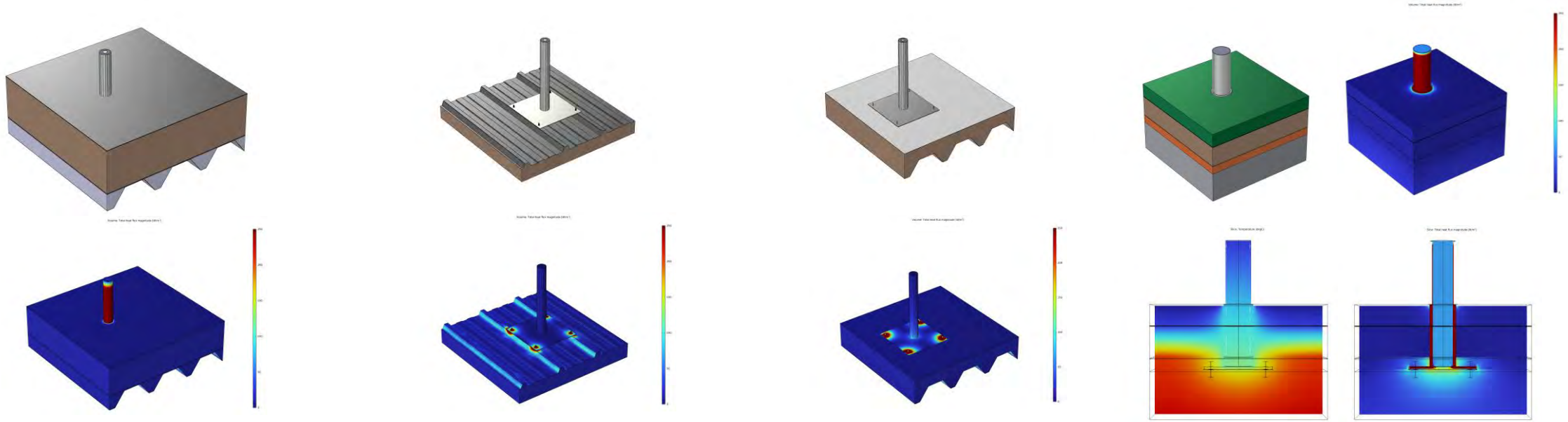
➔ Beleszámít az átlagos hőátbocsátási tényezőbe!

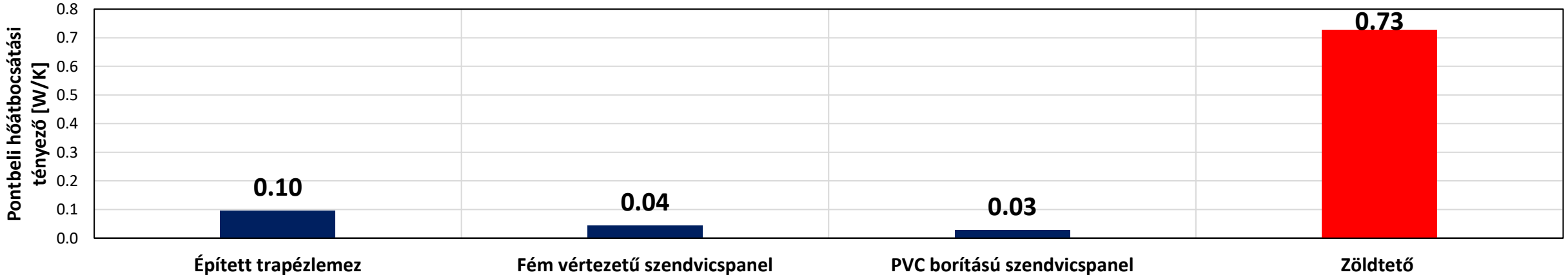


Hőátbocsátási tényező korrekciója - Rögzítések

Jaksa Rita OTDK 2023

Lapostetőkre telepített leesésvédelmi rendszerek pontszerű rögzítései miatti hőhidak



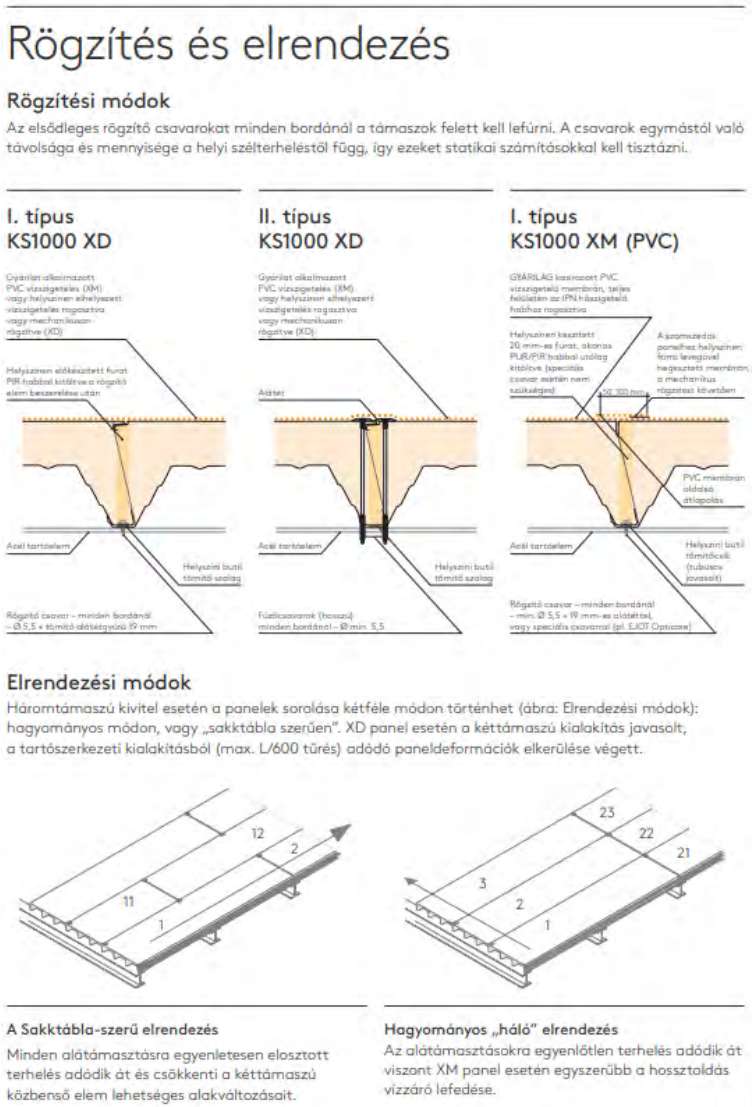


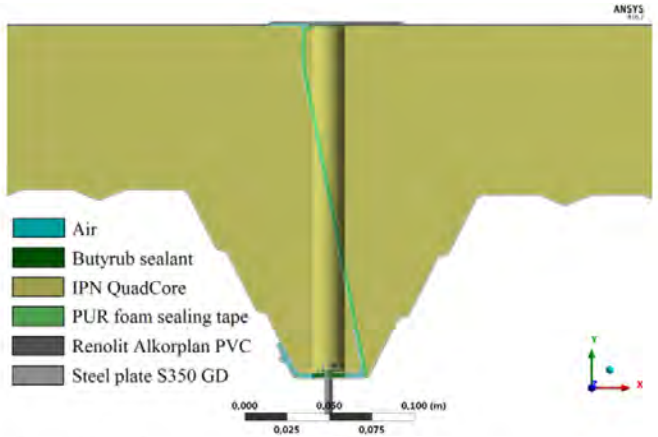
Szendvicspanelek rögzítései

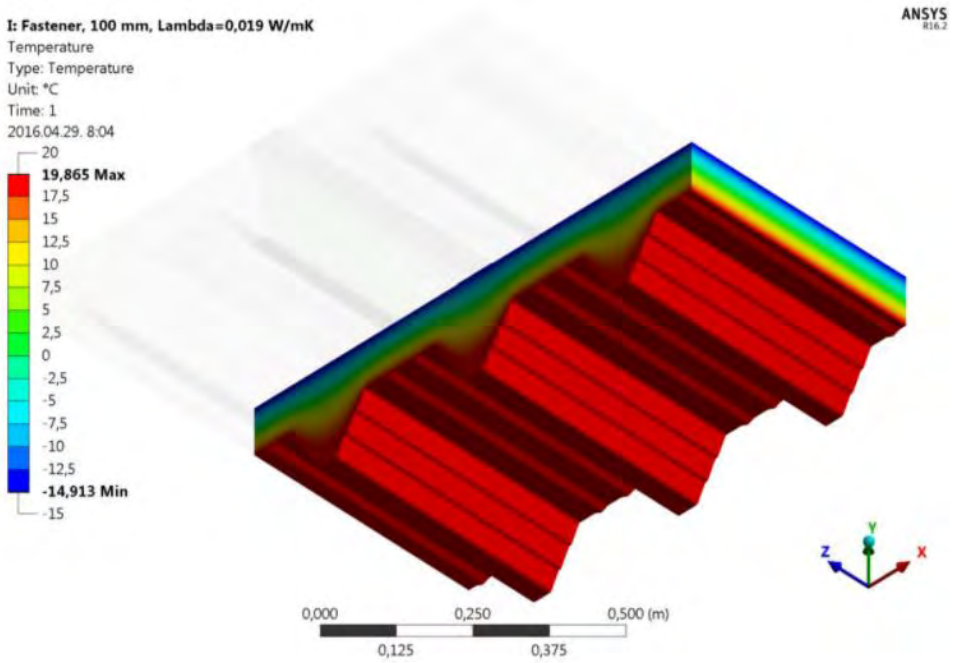
Rögzítőelemek figyelembevétele fontos az átlagos U értékben!

A gyártók/forgalmazók olyan U értéket adnak meg (MSZ EN ISO 14509:2014 szerint), amiben a rögzítőelemek hatása nincs benne (de a hosszanti csatlakozások benne vannak).

https://real.mtak.hu/153322/







Léteznek kvázi „hőhídmentes" rögzítési megoldások

Hőátbocsátási tényező korrekciója – Fordított tető

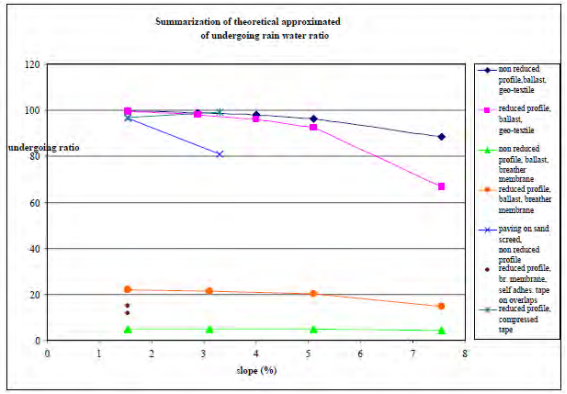
A számított hőátbocsátási tényező korrekciója szükséges lehet a hőszigetelésben lévő légüregek, a hőszigetelést átszúró mechanikai rögzítőelemek és a fordított rétegrendű lapostetőkön a csapadék miatt:

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

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

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

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



$\Delta U = 0{,}04 \cdot fw \cdot fs \cdot p \cdot (R_1/R)^2$

Külső vízelvezetés esetén:
$fw = 0{,}05$
$fs = 1\text{-}0.038 \cdot \sinh(s^2/31)$
Belső vízelvezetés esetén:
$Fw = 0{,}22$
$fs = 1\text{-}0.05 \cdot \sinh(s^2/22)$
(s = lejtés %-ban)

https://doi.org/10.1051/matecconf/20179302002

Szivárgási tényező függ a vízelvezetés módjától is! ->

Megoldások a szivárgási tényező csökkentésére:
- vízterelő fólia (vízhatlan vízterelő réteg) alkalmazása
- lépcsős vagy horonyeresztékes illesztésű hőszigetelés

Hőátbocsátási tényező korrekciója – Fordított tető

A szivárgási tényező és hőveszteséget leíró tényező szorzata különböző tetőkialakítások esetén:

aláfolyás mértéke	kialakítás	f·x [W·nap/m²Kmm]
1%	vízhatlan vízterelő réteggel, a peremek mentén felhajtva	0,0005
2%	vízhatlan vízterelő réteggel, nagy csapadékintenzitás esetén[4]	0,0010
5%	vízhatlan vízterelő réteg, felhajtás nélkül	0,0024
8%	vízhatlan vízterelő réteggel, kisebb csapadékintenzitás esetén[10]	0,0038
83%	tompa illesztésű hőszigetelő táblák szűrőréteggel	0,0400
100%	a csapadék vízszigetelésre történő akadálytalan aláfolyása esetén	0,0481

Anforderungen an Umkehrdächer mit Trennlage: Erläuterungen zur Anwendung von EN ISO 6946 (https://doi.org/10.1002/bapi.200490066)

Hőátbocsátási tényező korrekciója – Fordított tető

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

	f·x [W·nap/m²·K·mm]	korrigált hőátbocsátási tényező [w/m²K]	szükséges többlet hőszigetelés* [cm]
fordított tető korrekció nélkül	0	0,170	-
vízhatlan vízelvezető réteggel, a peremek mentén felhajtva	0,0005	0,171	<1
vízhatlan vízelvezető réteggel, nagy csapadékmennyiség esetén	0,0010	0,171	<1
vízhatlan vízelvezető réteggel, felhajtás nélkül	0,0024	0,173	<1
vízhatlan vízelvezető réteggel, kisebb csapadékmennyiség esetén	0,0038	0,175	1
vízhatlan vízelvezető réteggel, 2%-os lejtés, kavics leterhelés	0,0087	0,182	2
tompa illesztésű hőszigetelő táblák szűrőréteggel	0,0400	0,224	10
a csapadék vízszigetelésre történő akadálytalan lefolyása esetén	0,0481	0,235	14

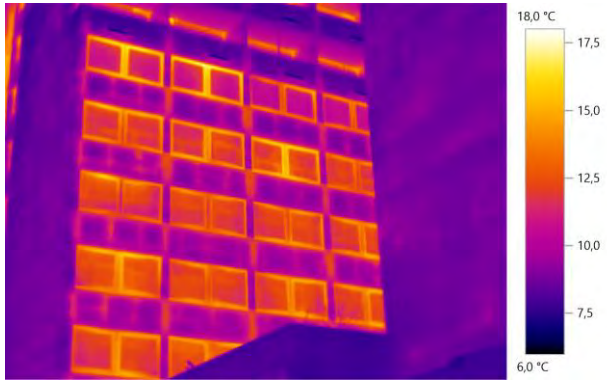
* Az aláfolyás kompenzálásához szükséges többlet hőszigetelés vastagsága.

Batta Miklós Épületszigetelő Szakmérnök szakdolgozata 2023

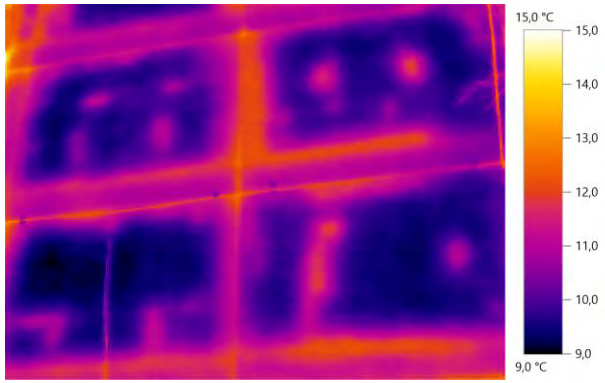
Panelos épületek homlokzati falainak U értékei

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.

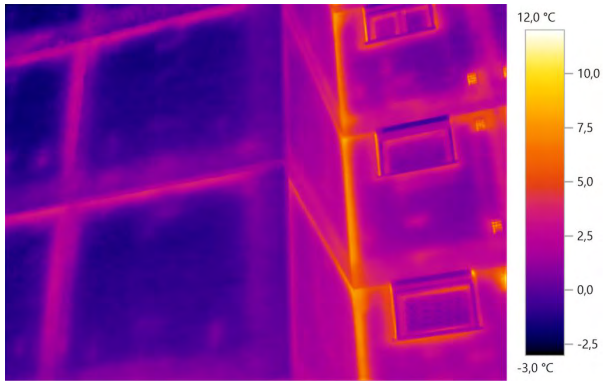
házgyár, poligonüzem	készült lakótelepek példák	készült lakások száma	gyártási idő	hőszigetelés	vízszintes hézag ablaknál	vastagság (mm)				panel közép U_{1D} (W/m²K)	Átlagos U [W/m2K]					
						teljes	külső kéreg	hsz	belső szerk.		0	4	8	12	16	20
Dunaújváros	Dunaújváros: Dózsa városrész, Belváros, Technikum 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	2 456	1965-1967	salakgyapot	N	250	50	110	90	0,868	**1,725**	0,663	0,417	0,306	0,241	0,199
	Kelenföld, Óbuda, Csorba úti, Bartók Béla úti, Zugló	15 787	1967-1974	EPS	N	250	55	80	115	0,976	**1,551**	0,639	0,408	0,300	0,237	0,194
	Óbuda, Békásmegyer, Andor utca, Kelenföld, Újpalota, Rákoskeresztúr, Kőbánya Városközpont, Kaszásdűlő, Dunyov úti, Budakeszi	18 628	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.		16 488	1968-1974	EPS	N		65	50		1,323	**1,495**	0,643	0,410	0,301	0,237	0,196
	Zugló, Kőbánya-Újhegyi, Újlipótváros, Gogol utca, Csepel-Királymajor, Józsefváros, Kőbánya-Városközpont, Valéria, Mihálkovics utca, Váci-Gyöngyösi utca, Csengettyű utca, Valéria, Szegedi-Országbíró utca, Rákoskeresztúr, Csepel lakótelep, Gyakotló utca, Vízaforgó, Pesterzsébet,	22 365	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	443	1968-1971	salakgyapot	I	250	50			0,991	**1,796**	0,696	0,431	0,314	0,246	0,202
	Győr: Ady város, József Attila, Marcal, Győr 2, Győr 5; Sopron; Szombathely: KISZ, Joskar-Ola, Oladi, Derkovits; Sárvár; Körmend; Celldömölk; Tapolca; Balatonfüred; Székesfehérvár; Várpalota; Oroszlány; Tatabánya: Sárberek, Bánhida, Dózsakert, Gál István, Újváros; Budapest: Őrmező, Gazdagrét, Rózsakert; Tata, Komárom	45 977	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
	Miskolc: Avas, Belváros, Bereka, Bodótető, Bulgárföld, Diósgyőr, Győrikapu, Gyula utca, Hejőcsaba, Jókai utca, Majláth utca, Martin telep, Mátyás király út, Összekötő várorész, Szinvan népkert, Szentpéteri kapu; Ózd; Kazincbarcika; Salgótarján; Eger	46 691	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
			1985-1989	EPS	N	300	70	80	150	0,898	**1,323**	0,602	0,393	0,292	0,232	0,193
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
Budapest III.	Újpalota, Kelenföld, Csepel Városközpont, Csángó utca, Zugló, Óbuda, Drégelyvár utca, Kerepesi út, Tüzér utca, Kőbánya-Újhegy, Eperfasor utca, Havanna lakótelep, Vát utca, Kispest, Békásmegyer, 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
			1984-1894	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, Tócóvölgy, Tócóskert; Budapest: Colombus; Nyíregyháza: Értkert, Örösföld, 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
		11 902	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, Marostő; 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
Budapesti IV.	Fehérvári út, Gogol utca, Pesterzsébet, Kispest, Csepel, Rákoskeresztúr, Ada utca, Rátz László-Bigszádi út, Adony utca	14 566	1974-1983	EPS	I	300	70	80	150	0,863	**1,612**	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199
			1981-1990	EPS	N	300	70	80	150	0,804	**1,041**	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Veszprém	Veszprém: Jutasi út, Cholnoky Sólyi-Vilonyai utca, Egry út; Ajkán: Alkotmány utca, Béke út, Fő utca mellett, Ifjúsági utca, Petőfi S. utca; Siófokon; Várpalotán; Székesfehérváron; Érden; Budapesten: Békásmegyer	18 810	1975-1981	EPS	I	300	70	80	150	0,863	**1,612**	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199
			1981-1986	EPS	N	300	70	80	150	0,804	**1,041**	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Kecskemét	Kecskemét: Széchenyi város, Árpád város; Budapest: Pesterzsébet, Csepel, Mézesfehér utca, Rakéta utca; Dunaújváros: Béke városrész; Baja; Nagykőrös; Cegléd; Gödöllő; Kiskunfélegyháza; Kistarcsa; Nagytarcsa; Pécs; Kiskunhalas; Kiskunfélegyháza	20 698	1976-1987	EPS	I	300	70	80	150	0,863	**1,612**	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199
			1985-1989	EPS	N	300	70	80	150	0,804	**1,041**	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186



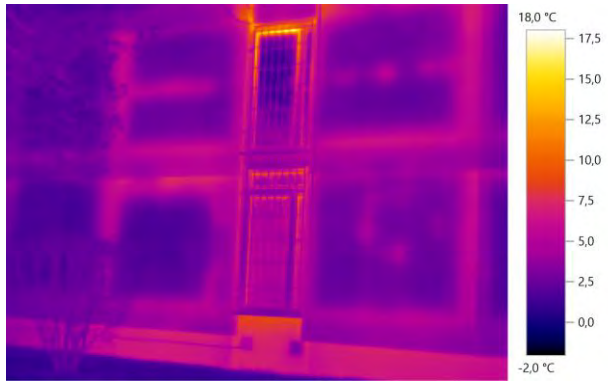
Vásárhelyi Pál Kollégium



Kamaraerdei idősek otthona



Havanna lakótelep



Gergely utcai idősek otthona

Hőátbocsátási tényező numerikus modellezéssel

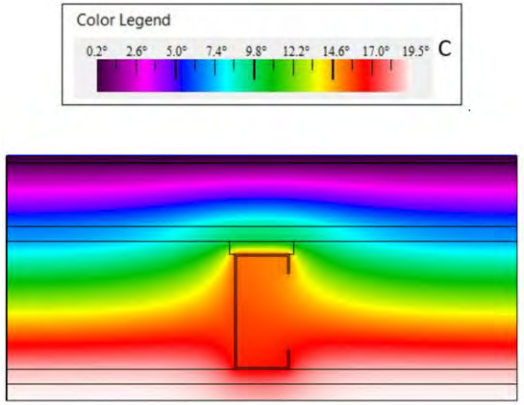
9/2023. ÉKM rendelet kormany.hu-n elérhető számítási melléklete alapján az átlagos hőátbocsátási tényező számítható

a) részletes módszer alkalmazása esetén az egész épületszerkezet vagy egy jellemző részének numerikus modellezésével, az MSZ EN ISO 10211 szerinti modellezési szabályokkal

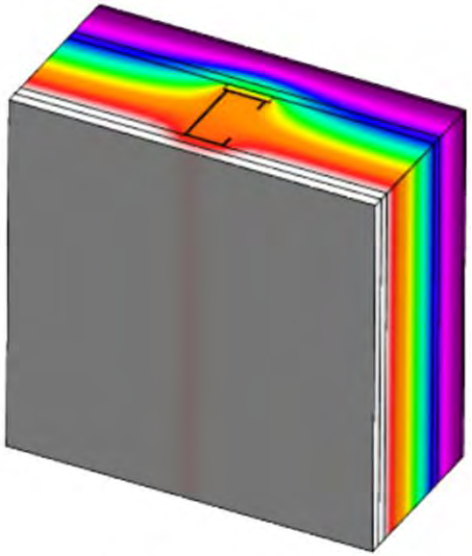
A szerelt, könnyűszerkezetes épületek megadott hőátbocsátási tényezője nem a ténylegesen megvalósuló épületre, hanem egy általános szerkezeti kialakításra vagy gyakran csak rétegtervre érvényes. Sok esetben ezek az épületek egyedileg méretezett tartószerkezeti rendszerrel készülnek, az átlagos hőátbocsátási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

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

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



R-value = 3.576 m²·K/W (0.0%)

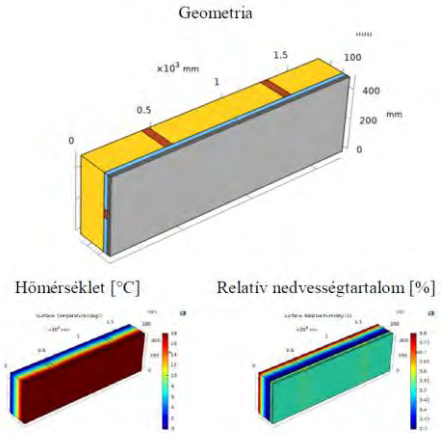


R-value = 3.577 m²·K/W

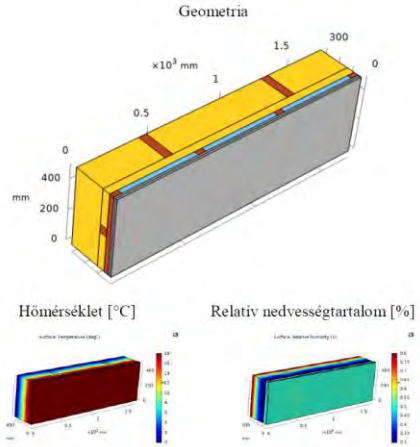
https://doi.org/10.3390/en16041699

A tervezett és a valós teljesítőképesség modellezése

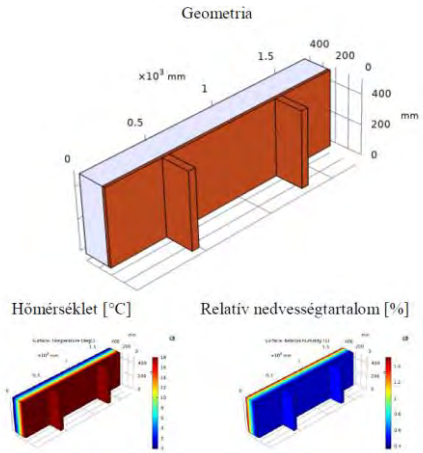
Magastető kialakítások hőtechnikai és higrotermikus értékelése



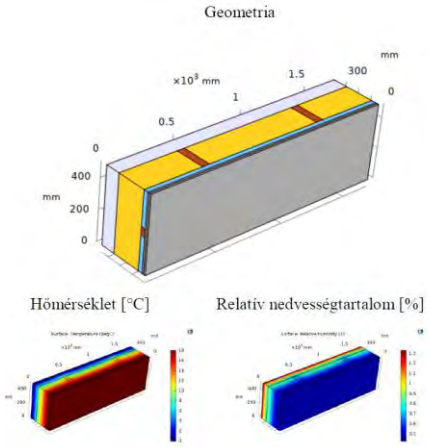
v1 – szarufák között



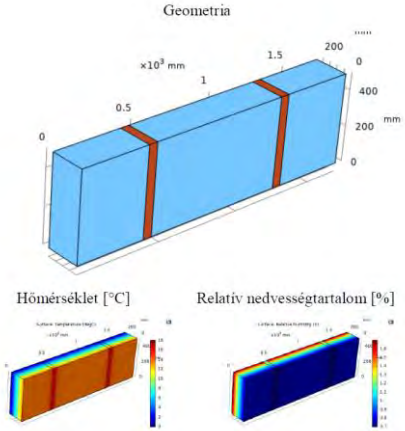
v2 – szarufák között + belső oldalon 5 cm



v3 – szarufák felett 18 cm PIR hab



v4 – szarufák között + külső oldalon PIR



v0 - szigeteletlen

	Hőtechnikai, Hőátbocsátási tényező [W/m²K]	Kapcsolt hő- és nedvességtranszport, Hőátbocsátási tényező [W/m²K]	Eltérés [%]
v0	2,707	2,772	2,4
v1	0,215	0,233	8,4
v2	0,170	0,188	10,6
v3	0,107	0,113	5,6
v4	0,123	0,131	6,5

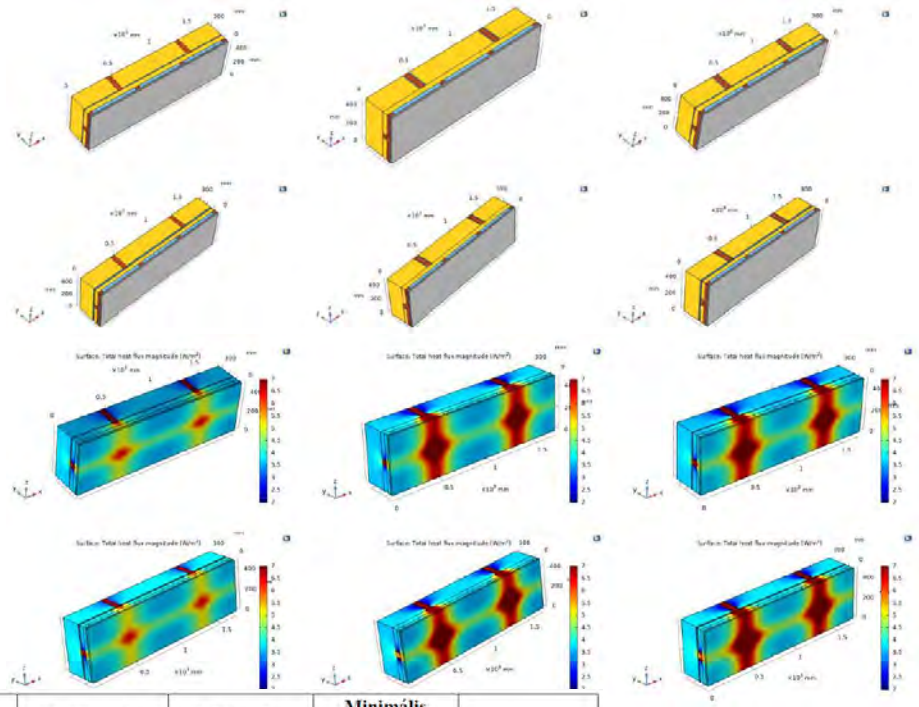
Pásztély B., Nagy B.

A tervezett és a valós teljesítőképesség modellezése

Magastető kialakítások hőtechnikai és higrotermikus értékelése

1-1 cm-es hézagok modellezése az Illesztéseknél a v2 kiindulási modellben:

- h1 – Vízszintes hézag (csak a szarufák közötti szigetelésben)
- h2 – Függőleges hézag (csak a szarufák közötti szigetelésben)
- h3 – Vízszintes és függőleges hézag (csak a szarufák közötti szigetelésben)
- h4 – Vízszintes hézag (mindkét rétegben)
- h5 – Függőleges hézag (mindkét rétegben)
- h6 – Vízszintes és függőleges hézag (mindkét rétegben)



	Átlagos belső hőáramsűrűség [W/m²]	Hőátbocsátási tényező [W/m²K]	Hőátbocsátási tényező romlása [%]	Minimális belső felületi hőmérséklet [°C]	f_{Rsi}
v2	*4,1415*	*0,18825*	-	*19,348*	*0,98117*
h1	4,1905	0,19048	1	19,346	0,98095
h2	4,7571	0,21623	15	19,067	0,97838
h3	4,8268	0,21940	17	19,065	0,97806
h4	4,2492	0,19314	3	19,343	0,98069
h5	4,8448	0,22022	17	18,999	0,97798
h6	5,0017	0,22735	21	18,992	0,97726

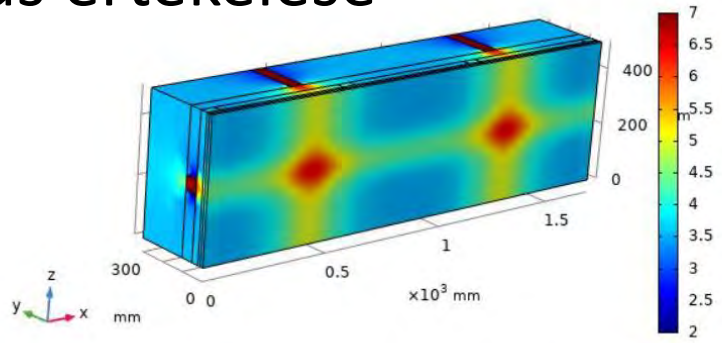
Pásztély B., Nagy B.

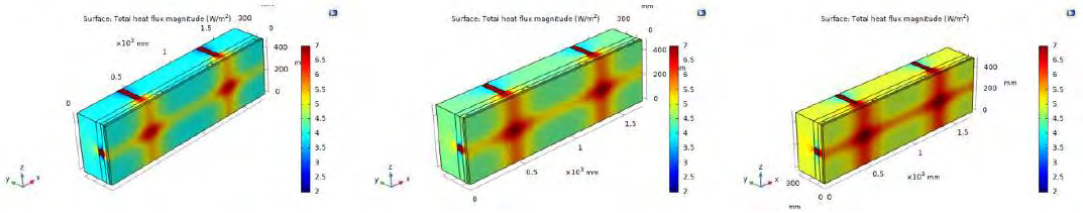
A tervezett és a valós teljesítőképesség modellezése

Magastető kialakítások hőtechnikai és higrotermikus értékelése

A tervezett 0,037 W/mK-es hőszigetelés helyett magasabb hővezetésű szigetelés a v2 kiindulási modellben:

- sz1 – λ = 0,040 W/mK
- sz2 – λ = 0,045 W/mK
- sz3 – λ = 0,05 W/mK





	Átlagos belső hőáramsűrűség [W/m²]	Hőátbocsátási tényező [W/m²K]	Hőátbocsátási tényező romlása [%]	Minimális belső felületi hőmérséklet [°C]	f_{Rsi}
v2	*4.1415*	*0.18825*	-	*19.348*	*0.98117*
sz1	4.5860	0.20845	11	19.318	0.97915
sz2	5.0187	0.22812	21	19.289	0.97719
sz3	5.4406	0.24730	31	19.260	0.97527

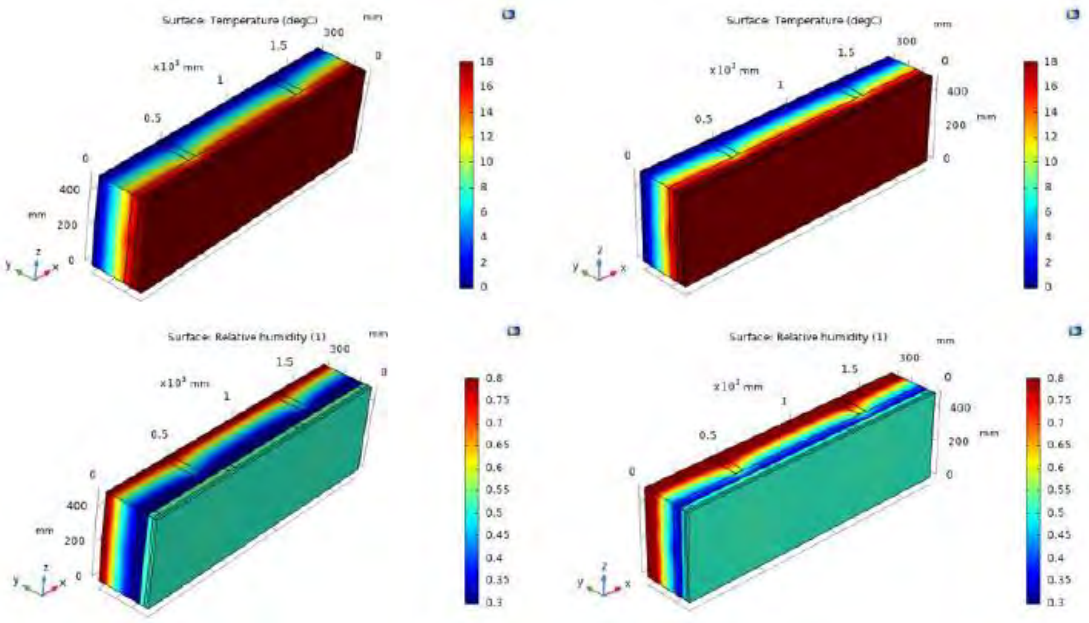
Pásztély B., Nagy B.

A tervezett és a valós teljesítőképesség modellezése

Magastető kialakítások hőtechnikai és higrotermikus értékelése

A tervezett Sd = 100 m-es párazáró fólia helyett alacsonyabb Sd értékű fóliák a v2 kiindulási modellben:

- f1 – Sd = 10 m
- f2 – Sd = 1 m



	Átlagos belső hőáramsűrűség [W/m²]	Hőátbocsátási tényező [W/m²K]	Hőátbocsátási tényező romlása [%]	Minimális belső felületi hőmérséklet [°C]	f_{Rsi}
v2	*4.1415*	*0.18825*	-	*19.348*	*0.98117*
f1	4.1762	0.18983	0.8	19.341	0.98102
f2	4.5962	0.20892	10	19.276	0.97911

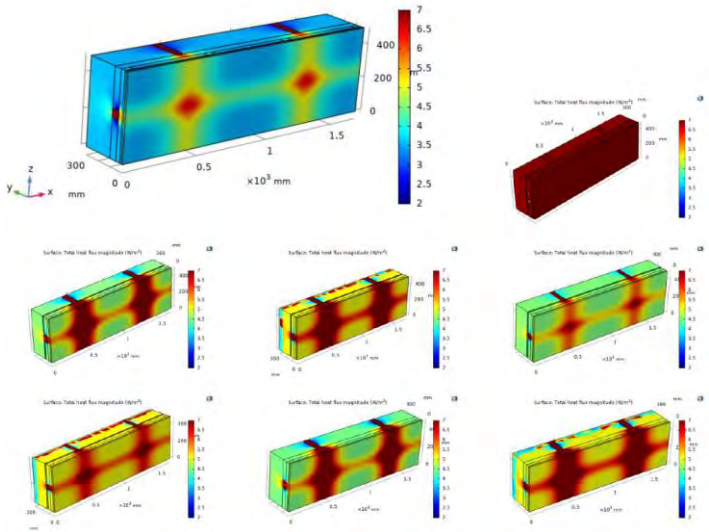
Pásztély B., Nagy B.

A tervezett és a valós teljesítőképesség modellezése

Magastető kialakítások hőtechnikai és higrotermikus értékelése

Kombinációk:

- k1 – függőleges és vízszintes hézag mind két rétegben, S_d = 1 m, λ = 0,05 W/mK
- k2 – függőleges és vízszintes hézag mind két rétegben, S_d = 10 m, λ = 0,045 W/mK
- k3 – függőleges és vízszintes hézag mind két rétegben, S_d = 1 m, λ = 0,045 W/mK
- k4 – vízszintes hézag mind két rétegben, S_d = 10 m, λ = 0,045 W/mK
- k5 – vízszintes hézag mind két rétegben, S_d = 1 m, λ = 0,045 W/mK
- k6 – függőleges hézag mind két rétegben, S_d=10 m, λ = 0,045 W/mK
- k7 – függőleges hézag mind két rétegben, S_d=1 m, λ = 0,045 W/mK



	Átlagos belső hőáramsűrűség [W/m²]	Hőátbocsátási tényező [W/m²K]	Hőátbocsátási tényező romlása [%]	Minimális belső felületi hőmérséklet [°C]	f_{Rsi}
v2	*4.1415*	*0.18825*	-	*19.348*	*0.98117*
k1	9.5389	0.43359	130	18.615	0.95664
k2	5.8777	0.26717	42	18.948	0.97328
k3	6.4188	0.29176	54	18.870	0.97082
k4	5.1168	0.23258	24	19.280	0.97674
k5	5.6937	0.25881	37	19.201	0.97412
k6	5.7869	0.26304	40	18.952	0.97370
k7	6.3713	0.28960	54	18.868	0.97104

Hatás: 24-130%-os U-érték növekedés!!!

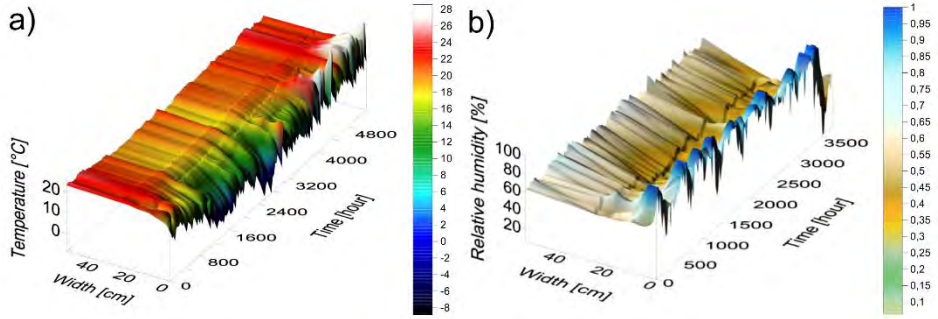
Pásztély B., Nagy B.

A tervezett és a valós teljesítőképesség mérése

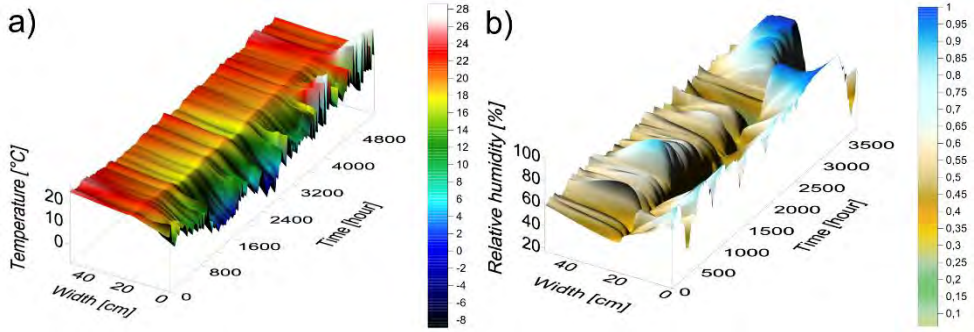
a) Hőszigetelt ház; b) Hőszigeteltlen ház

Homlokzati fal és hőszigetelés monitoringrendszere

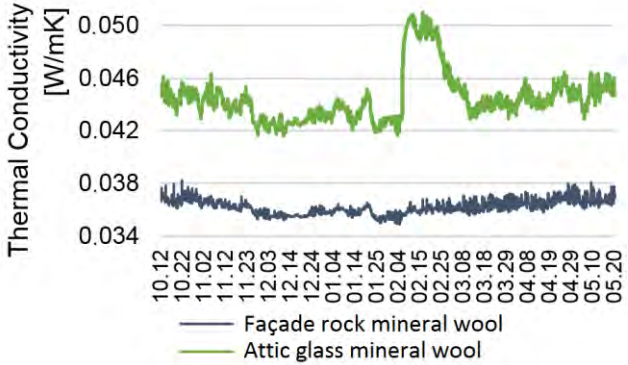
Padlásfödém hőszigetelés monitoringrendszere

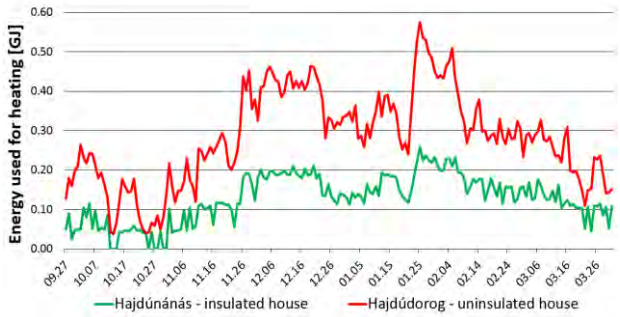


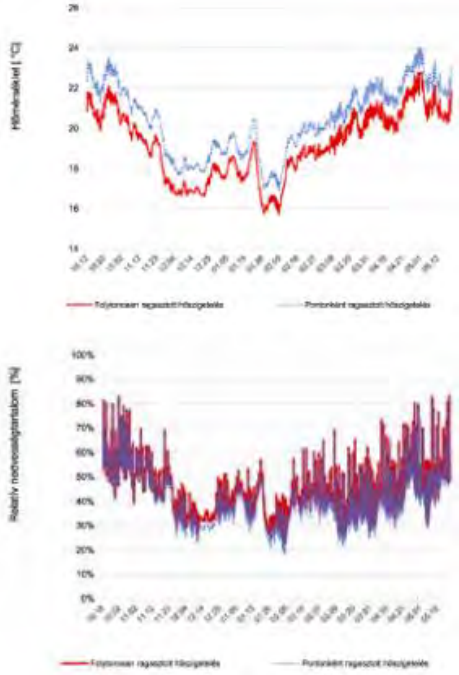
a) Hőmérsékleteloszlás és b) relatív nedvességtartalom a hőszigetelt falban



a) Hőmérsékleteloszlás és b) relatív nedvességtartalom a hőszigetelt padlásfödémben







Mérések alapján is kb. 5-10%-os az eltérés a tervezőasztalhoz képest.

https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.887.605

Két további fontos anyagtulajdonság: Testsűrűség és Fajlagos hőkapacitás

Ismeretükben meghatározható a rétegek, határolószerkezetek

- **Effektív hőtároló képessége,** $C_{m,eff} = \sum A \cdot d_{t,max} \cdot \rho \cdot c_p$
- **Hődiffuzitása,** $a = \lambda/(\rho \cdot c_p)$
- **Hőeffuzitása,** $b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c_p}$

HŐDIFFUZITÁS

Hőátvitel sebessége, időben változó folyamatok (felmelegedés, lehűlés):

Hőszigetelés	λ [W/mK]	ρ [kg/m³]	c_p [J/kgK]	a [m²/s]
XPS 500	0,035	32	1480	$7{,}39 \cdot 10^{-7}$
Üveghab	0,086	340	840	**$3{,}01 \cdot 10^{-7}$**
Kőzetgyapot	0,037	35	800	$13{,}21 \cdot 10^{-7}$
Gipszkarton	0,25	870	1000	**$2{,}87 \cdot 10^{-7}$**

STN 73 0540-2:2019

Table 5 – Values b_N

Floor categories	Type of space and building	b_N $W.s^{0,5}/(m^2.K)$
I. very warm	Daily room kindergartens and nurseries. Hospital: room for sick children	below 350
II. warm	residential buildings: living room, living kitchen, halls and other spaces which are separated by a door from the living room, school: classrooms, drawer, features, gyms, cabinets, Hospital: room adult patients, examination rooms, pantries, surgeries, waiting rooms, corridors, service rooms, other civic buildings: offices, office, theaters, concert halls, cinemas, restaurants rooms, hotel rooms, manufacturing industrial buildings: space residing persons with sedentary work,	351 to 700
III. less warm	residential buildings: atrium before entering the apartment, bathroom, toilet, schools: a washing, changing rooms, laboratories, corridors, toilets, Hospital: stairs, hallways as waiting rooms, toilets, other civic buildings: meeting rooms, hallways as waiting rooms, exhibition halls, museums, dormitories, dance halls, grocery shops, warehouses continuously manned, manufacturing industrial building: rooms with permanent jobs without heat insulation pads or hot prescribed shoes	701 to 850
IV. cold	no demands	850 more

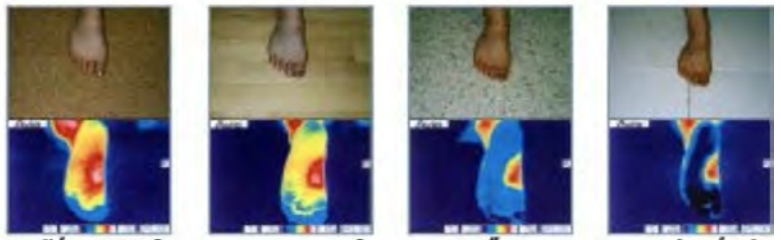
HŐEFFUZITÁS

Pl. burkolatok hőérzeti, komfort besorolása, hőelnyelési tényező:

Kerámia burkolat: $\sqrt{1{,}3 \cdot 2300 \cdot 840} = 1585$ $Ws^{1/2}/m^2K$

Fa burkolat: $\sqrt{0{,}18 \cdot 700 \cdot 1600} = 449$ $Ws^{1/2}/m^2K$

hőfénykép rálépés után 1 peccel



padló: parafa fa műanyag kerámia

Az FMV és a ME feladatai és lehetőségei az épületek energetikai minőségének biztosítása érdekében

Nyílászárók, talajjal érintkező szerkezetek és épületszerkezeti csomópontok

Figyelem!
Az előadás anyaga szerzői jogvédelem alatt áll, azt a szerző kizárólag a képzés résztvevői 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.

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:

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

Adatok a nyílászárók U-értékének meghatározásához

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:

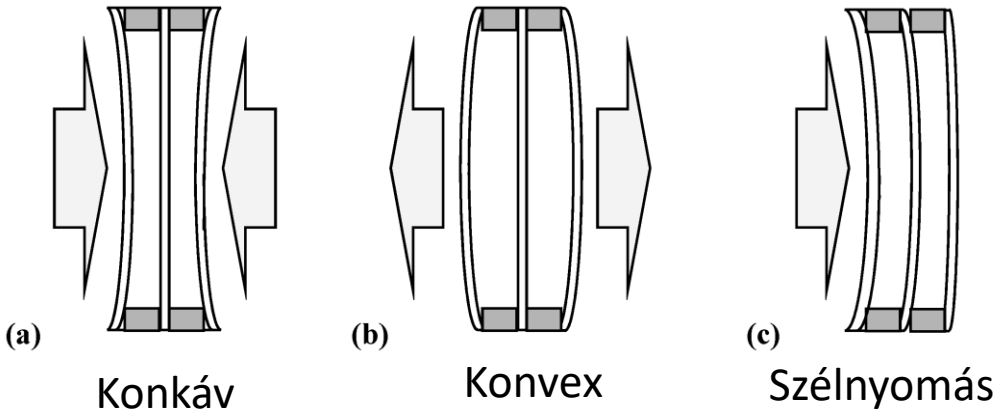
Az üvegezés típusa	$U_Ü \left[\frac{W}{m^2K}\right]$	g_n [−]
Egyrétegű üvegezés (4 mm float)	5,8	0,85
Kétrétegű üvegezés (4-12-4 mm) bevonat nélkül	2,9	0,75
Kétrétegű üvegezés (4-12-4 mm) egy szelektív low-e bevonattal a belső üveg külső oldalán (ε=0,15)	1,6	0,7
Kétrétegű üvegezés (4-16-4 mm) egy szelektív low-e bevonattal a belső üveg külső oldalán (ε<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 (ε<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 (ötkamrás)	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	$\psi_{KÜ} \left[\frac{W}{mK}\right]$
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	$\psi_{MÜ} \left[\frac{W}{mK}\right]$
Low-e bevonatos kétrétegű üvegezés, fém belső merevítőprofil távolsága az üvegtől > 2 mm	0,07
Low-e bevonatos kétrétegű üvegezés, fém belső merevítőprofil távolsága az üvegtől > 4 mm	0,04
Bevonat nélküli kétrétegű üvegezés, fém belső merevítőprofil távolsága az üvegtől > 2 mm	0,03
Bevonat nélküli kétrétegű üvegezés, fém belső merevítőprofil távolsága az üvegtől > 4 mm	0,01

Üvegezések disztorziója és hatásuk az U értékükre

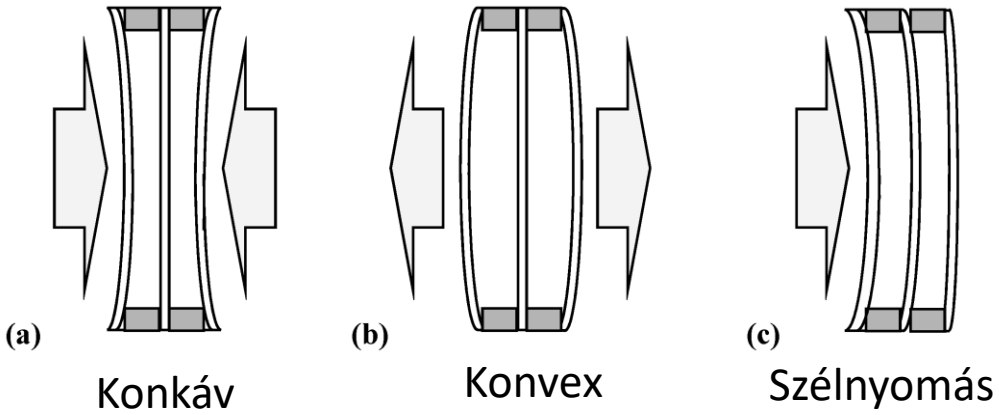


A gázréteg állapotát a külső légnyomás, a gyártóüzem tengerszint feletti magassága, valamint a gyártási hőmérséklet határozza meg.
A beépítés helyén történő eltérés a töltőgáz térfogatának változását okozza. Fontos a tervezés!

Alacsonyabb tengerszint feletti magasság, hideg idő, légnyomásnövekedés konkávosodást okoz.

Magasabb tengerszint feletti magasság, meleg idő, légnyomáscsökkenés konvex domborodást okoz.

Üvegezések disztorziója és hatásuk az U értékükre

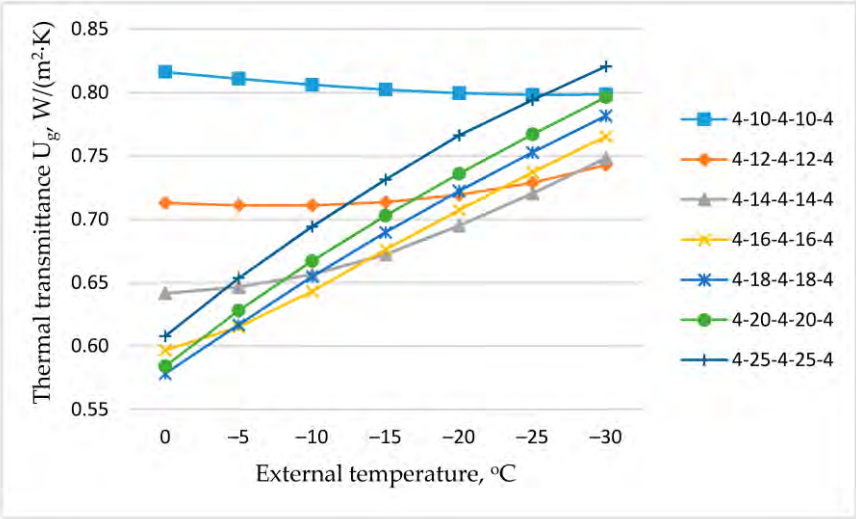


A gázréteg állapotát a külső légnyomás, a gyártóüzem tengerszint feletti magassága, valamint a gyártási hőmérséklet határozza meg.
A beépítés helyén történő eltérés a töltőgáz térfogatának változását okozza. Fontos a tervezés!

Alacsonyabb tengerszint feletti magasság, hideg idő, légnyomásnövekedés konkávosodást okoz.

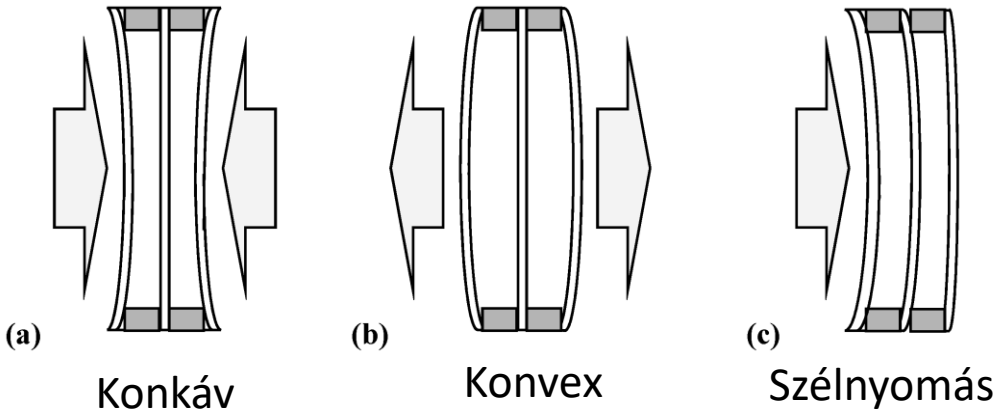
Magasabb tengerszint feletti magasság, meleg idő, légnyomáscsökkenés konvex domborodást okoz.

Üvegezések disztorziója és hatásuk az U értékükre



Az üvegezések U értéke általában növekszik hideg időben az üvegezés konkávosodása miatt! Függ a töltőgáztól, low-E bevonatoktól, stb.

https://doi.org/10.3390/en14061694

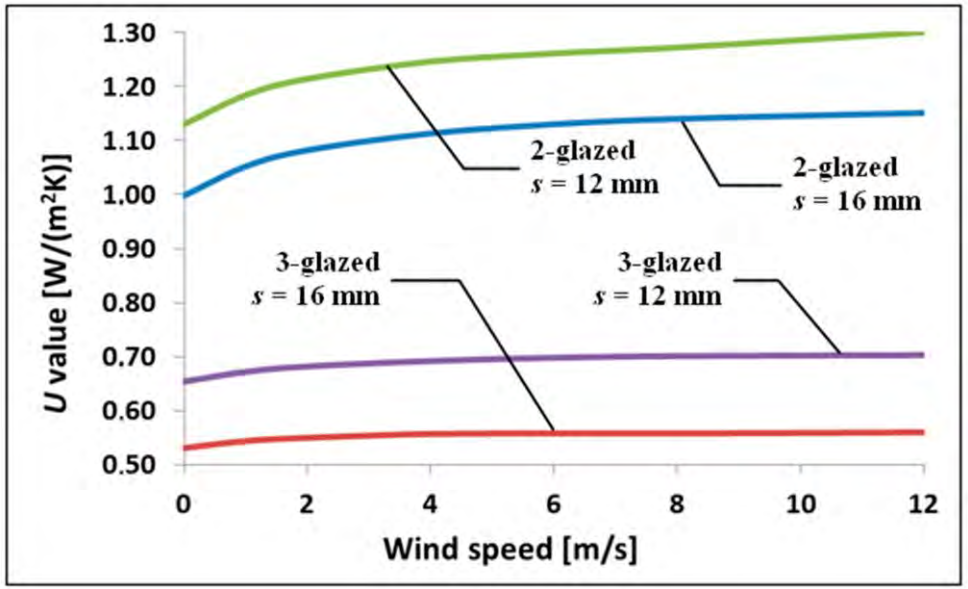


A gázréteg állapotát a külső légnyomás, a gyártóüzem tengerszint feletti magassága, valamint a gyártási hőmérséklet határozza meg.
A beépítés helyén történő eltérés a töltőgáz térfogatának változását okozza. Fontos a tervezés!

Alacsonyabb tengerszint feletti magasság, hideg idő, légnyomásnövekedés konkávosodást okoz.

Magasabb tengerszint feletti magasság, meleg idő, légnyomáscsökkenés konvex domborodást okoz.

A szélnyomás miatti alakváltozás mérséklése miatt 2,5 m² üvegtábla méret felett 4 mm-es üvegezés(ek) helyett vastagabb alkalmazása **Méretezzük az üveget!**



https://doi.org/10.3390/ma13020286

Dőlésszög-változás hatása az Ug értékre

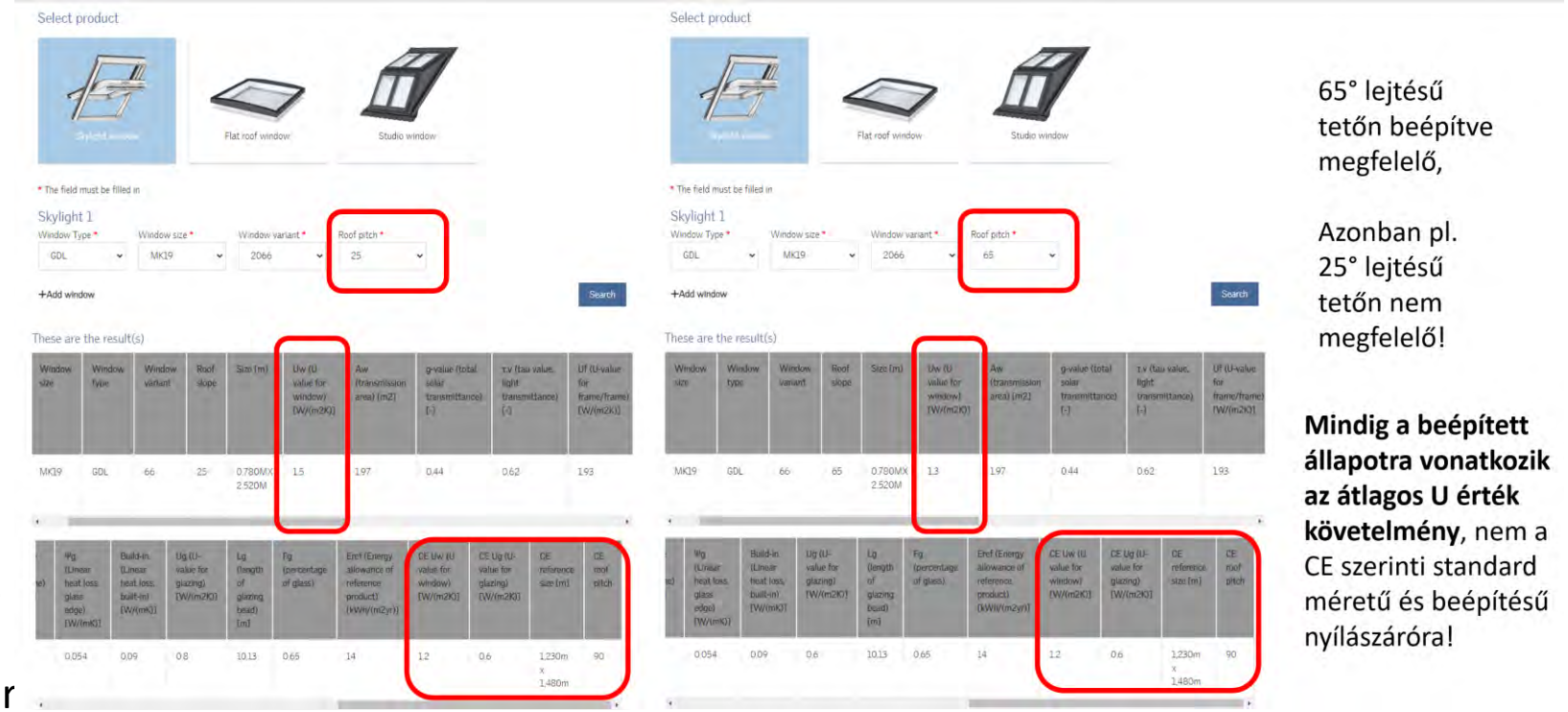
Az MSZ EN 673:2012 számítási módszere egyértelműen megkülönbözteti a függőleges, valamint dőlt síkú nyílászárók üvegezésének számítását és eltérő konstansokat kell a számítási képletekben alkalmazni a beépítés pozíciójától függően.

A dőlt síkban beépített üvegezések nagyobb Ug értékkel rendelkeznek, mint a függőleges pozícióban beépített üvegezések (ezért is enged meg nagyobb hőátbocsátási tényezőt a rendelet tetősík ablakok vagy üvegtetők esetére).

A számításainkban **a beépített állapotban (azaz a tetőlejtésnek megfelelő pozícióban) számított U_g értékkel vegyük figyelembe a nyílászárók vagy egyéb üvegezett szerkezeteket.**

Példa:
Mindkét nyílászáró ugyanolyan szerkezetű, az egyetlen különbség, hogy a bal oldali esetben a tetőlejtés 25 fok, a jobb oldali estben pedig 65 fok. A referencia (CE) pedig 90 fokos (függőleges) beépítésre vonatkozik.

https://ressourcer.velux.dk/u-value-beregner



65° lejtésű tetőn beépítve megfelelő,

Azonban pl. 25° lejtésű tetőn nem megfelelő!

Mindig a beépített állapotra vonatkozik az átlagos U érték követelmény, nem a CE szerinti standard méretű és beépítésű nyílászáróra!

Üvegezések összesített sugárzásátbocsátási képessége

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

$$g_{F/H} = F_{ü} \cdot g_n$$

$F_{ü}$ az üvegezés beesési szögtől függő korrekciós tényezője, alapértéke 0,9

g_n az üveg sugárzásátbocsátási képessége merőlegesen beeső napsugárzás esetén

Az üvegezés típusa	$U_Ü \left[\frac{W}{m^2K}\right]$	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 (ε=0,15)	1,6	0,7
Kétrétegű üvegezés (4-16-4 mm) egy szelektív low-e bevonattal a belső üveg külső oldalán (ε<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 (ε<0,05), argon nemesgáz töltéssel (>90%)	0,8	0,55

Minél nagyobb a g-érték, annál több napsugárzást enged be az üvegezés! Télen hasznos, nyáron kevésbé…

Társított szerkezet sugárzásátbocsátási képessége

$g_{árny,H,i}$ 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 ($g_{árny}$)	
	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	-

Társított árnyékolószerkezetekkel, pl. függönyökkel vagy redőnyökkel csökkenthetjük a nyári g-értéket!

Nyílászárók U-értéke társított árnyékoló szerkezettel

Társított árnyékoló szerkezetek hővezetési ellenállásának többlet hőszigetelő hatása az elemi követelmények ellenőrzésekor nem vehető figyelembe. Azonban a nettó fűtési és hűtési energiaigény meghatározásánál számíthatók!

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:

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

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 $b_{hf}+b_{ho}=0$

Ismert ellenállású árnyékoló esetén ΔR :

Árnyékoló szerkezetek légáteresztési osztálya	Többlet hővezetési ellenállás ΔR [m2K/W]
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

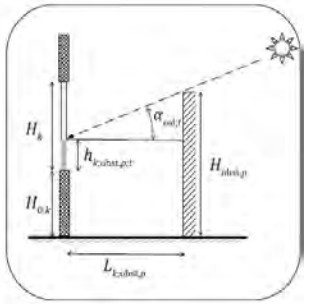
Ismeretlen ellenállású árnyékoló esetén ΔR:

Árnyékoló szerkezet típusa	Árnyékoló szerkezet átlagos hővezetési ellenállása, $R_{árny}$	Többlet hővezetési ellenállás ΔR [m²K/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

Külső akadályok miatti össz. árnyékoltsági tényező

A benapozásvizsgálatok végzése kötelező az energetikai tanúsítás során, egyszerűsített számítás esetén is!

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



a. Vertical cross-section - obstacles

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) segédtáblázatok a 2. függelékben találhatók:

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

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

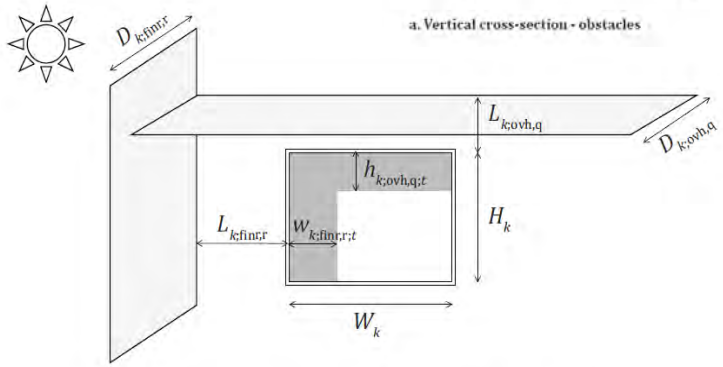


Figure F.1 — Geometry of simple overhangs or side fins

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).

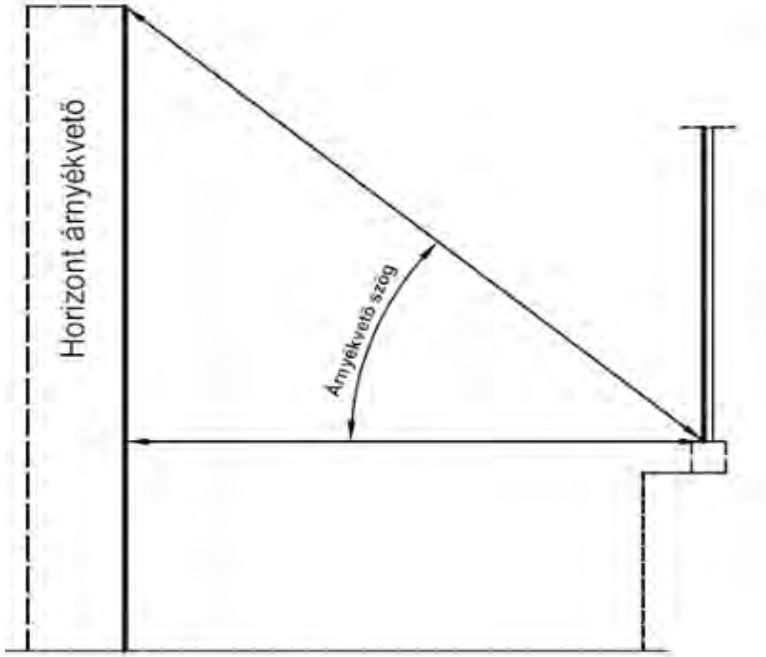
Külső akadályok miatti össz. árnyékoltsági tényező

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

Horizont árnyékvető – F_h

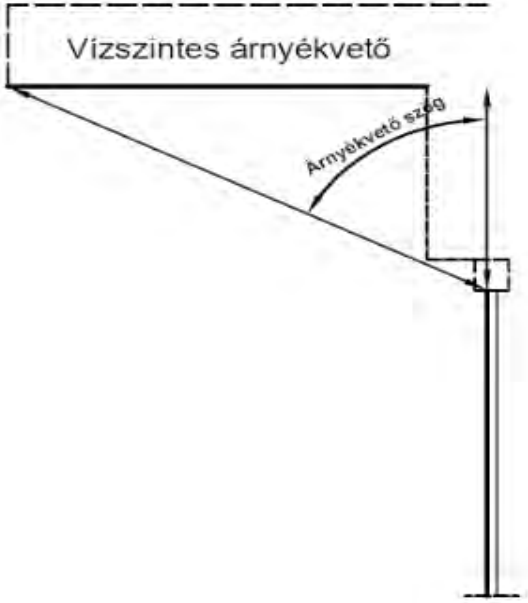
Példa a 2. függelékből függőleges pozíciójú nyílászáróra:

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

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



Vízszintes árnyékvető – F_v

Példa a 2. függelékből függőleges pozíciójú nyílászáróra:

Árnyékvető szög: 30 fok					
Vízszintes árnyékvető, F_v	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

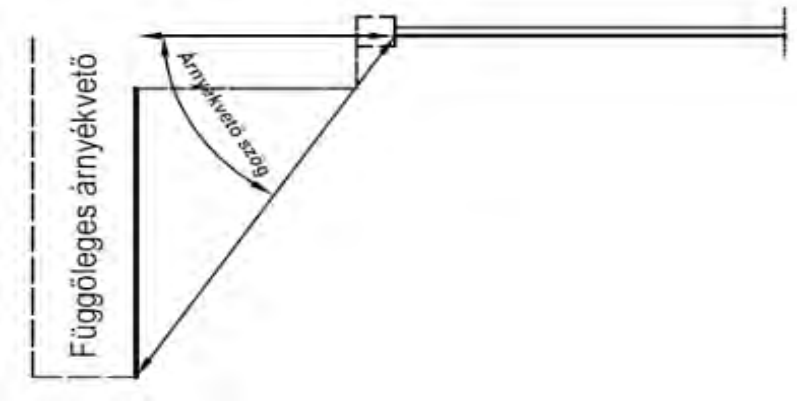
Külső akadályok miatti össz. árnyékoltsági tényező

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

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 hatását vesszük figyelembe.

Nyílászáró beépítések hatása – légáteresztés

2.4. táblázat: tömítetlenségből származó légcsere növekedés[1)]

Nyílászáró légáteresztése		Nyílások elhelyezkedése	Szintek	Tömítetlenségből származó légcsere[1)] n_{filt} [1/h]	
			száma	szélvédett	szélnek kitett[2)]
Gyenge légzárású: vetemedett, rosszul illesztett; vagy falhézagnál hőszigeteletlen, 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-szárnytömítéssel ellátott; vagy falhézagban 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-szárnytömítéssel; oldalanként legalább egy ponton záródó; vagy minősítő iratban 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[3)]	V ≤1500 m³	nincs gépi szellőzés $n_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$		0,00	
		van gépi szellőzés $n_{50} \leq 1{,}0\ h^{-1}$			
	V >1500 m³	nincs gépi szellőzés $q_{50} \leq 3{,}0\ h^{-1}$			
		van gépi szellőzés $q_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$			

1) Amennyiben a nyílászárók minősége vegyes, akkor a nyílászárók bruttó felületeivel súlyozott átlagérték alkalmazható a légcsere növekedés meghatározásához.

2) Szélnek kitett szabadon álló vagy az épített környezetből kiemelkedő magasabb épületek esetében alkalmazandó.

3) MSZ EN ISO 9972 szabvány szerinti légtömörség mérési eredmény rendelkezésre állása esetén alkalmazható.

Tömítetlenségből származó légcsere növekedés!

Gyenge légzárás: rosszul illesztett, falhézagnál hőszigeteletlen, tömítetlen kialakítások

Nyílászáró beépítések hatása – légáteresztés

2.4. táblázat: tömítetlenségből származó légcsere növekedés[1)]

Nyílászáró légáteresztése		Nyílások elhelyezkedése	Szintek	Tömítetlenségből származó légcsere[1)] n_{filt} [1/h]	
			száma	szélvédett	szélnek kitett[2)]
Gyenge légzárású: vetemedett, rosszul illesztett; vagy falhézagnál hőszigeteltetlen, 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-szárnytömítéssel ellátott; vagy falhézagban 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: korszerűnek, gyárilag beépített, alakos-tok-szárnytömítéssel; oldalanként legalább egy ponton záródó; vagy minősítő iratban MSZ EN 12207 szerint 4-es légáteresztési osztályú; és minden esetben falhézagnál légzáróan is tömített nyílászárók		Egy homlokzaton		0,05	
		Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő		0,06	
Kiváló légzárású[3)]	V ≤1500 m³	nincs gépi szellőzés $n_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$		0,00	
		van gépi szellőzés $n_{50} \leq 1{,}0\ h^{-1}$			
	V >1500 m³	nincs gépi szellőzés $q_{50} \leq 3{,}0\ h^{-1}$			
		van gépi szellőzés $q_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$			

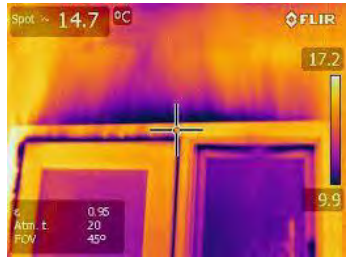
1) Amennyiben a nyílászárók minősége vegyes, akkor a nyílászárók bruttó felületeivel súlyozott átlagérték alkalmazható a légcsere növekedés meghatározásához.

2) Szélnek kitett szabadon álló vagy az épített környezetből kiemelkedő magasabb épületek esetében alkalmazandó.

3) MSZ EN ISO 9972 szabvány szerinti légtömörség mérési eredmény rendelkezésre állása esetén alkalmazható.

Tömítetlenségből származó légcsere növekedés!

Közepes légzárás: jól illeszkedő kialakítás, de falhézagban csak hőszigeteléssel tömített



Nyílászáró beépítések hatása – légáteresztés

2.4. táblázat: tömítetlenségből származó légcsere növekedés[1)]

Nyílászáró légáteresztése		Nyílások elhelyezkedése	Szintek	Tömítetlenségből származó légcsere[1)] n_{filt} [1/h]	
			száma	szélvédett	szélnek kitett[2)]
Gyenge légzárású: vetemedett, rosszul illesztett; vagy falhézagnál hőszigeteltetlen, 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-szárnytömítéssel ellátott; vagy falhézagban 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-szárnytömítéssel; oldalanként legalább egy ponton záródó; vagy minősítő iratban 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	
Kívülálló légzárású[3)]	V ≤1500 m³	nincs gépi szellőzés $n_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$		0,00	
		van gépi szellőzés $n_{50} \leq 1{,}0\ h^{-1}$			
	V >1500 m³	nincs gépi szellőzés $q_{50} \leq 3{,}0\ h^{-1}$			
		van gépi szellőzés $q_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$			

1) Amennyiben a nyílászárók minősége vegyes, akkor a nyílászárók bruttó felületeivel súlyozott átlagérték alkalmazható a légcsere növekedés meghatározásához.

2) Szélnek kitett szabadon álló vagy az épített környezetből kiemelkedő magasabb épületek esetében alkalmazandó.

3) MSZ EN ISO 9972 szabvány szerinti légtömörség mérési eredmény rendelkezésre állása esetén alkalmazható.

Tömítetlenségből származó légcsere növekedés!

Jó légzárás: falhézagnál légzáróan is tömített (RAL) beépítés, de nincs mérési eredmény

Nyílászáró beépítések hatása – légáteresztés

2.4. táblázat: tömítetlenségből származó légcsere növekedés[1)]

Nyílászáró légáteresztése	Nyílások elhelyezkedése	Szintek	Tömítetlenségből származó légcsere[1)] n_{filt} [1/h]	
		száma	szélvédett	szélnek kitett[2)]
Gyenge légzárású: vetemedett, rosszul illesztett; vagy falhézagnál hőszigeteltetlen, 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-szárnytömítéssel ellátott; vagy falhézagban 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-szárnytömítéssel; oldalanként legalább egy ponton záródó; vagy minősítő iratban 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[3)]	V ≤1500 m³	nincs gépi szellőzés $n_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$	0,00	
		van gépi szellőzés $n_{50} \leq 1{,}0\ h^{-1}$		
	V >1500 m³	nincs gépi szellőzés $q_{50} \leq 3{,}0\ h^{-1}$		
		van gépi szellőzés $q_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$		

1) Amennyiben a nyílászárók minősége vegyes, akkor a nyílászárók bruttó felületeivel súlyozott átlagérték alkalmazható a légcsere növekedés meghatározásához.

2) Szélnek kitett szabadon álló vagy az épített környezetből kiemelkedő magasabb épületek esetében alkalmazandó.

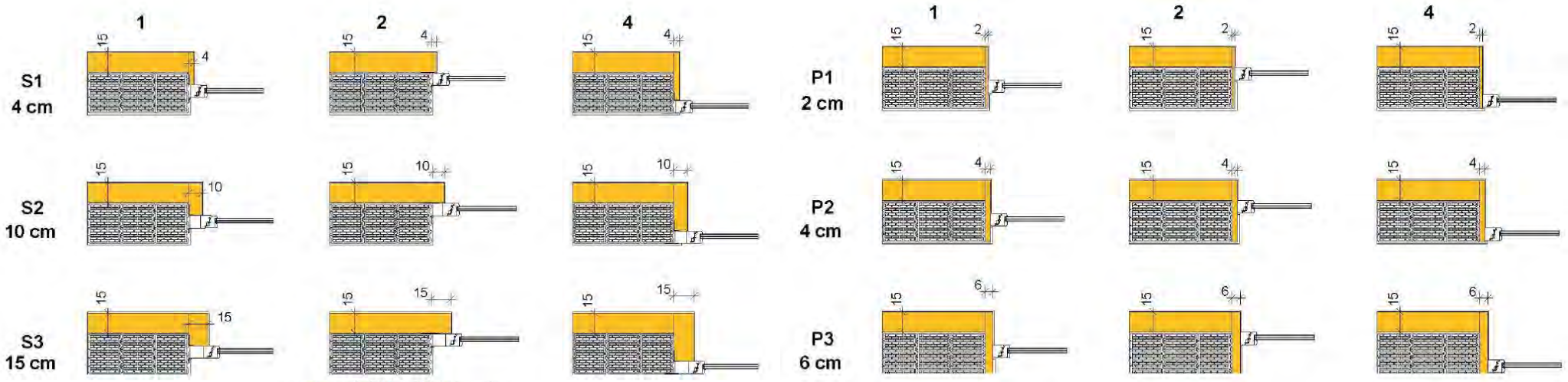
3) MSZ EN ISO 9972 szabvány szerinti légtömörség mérési eredmény rendelkezésre állása esetén alkalmazható.

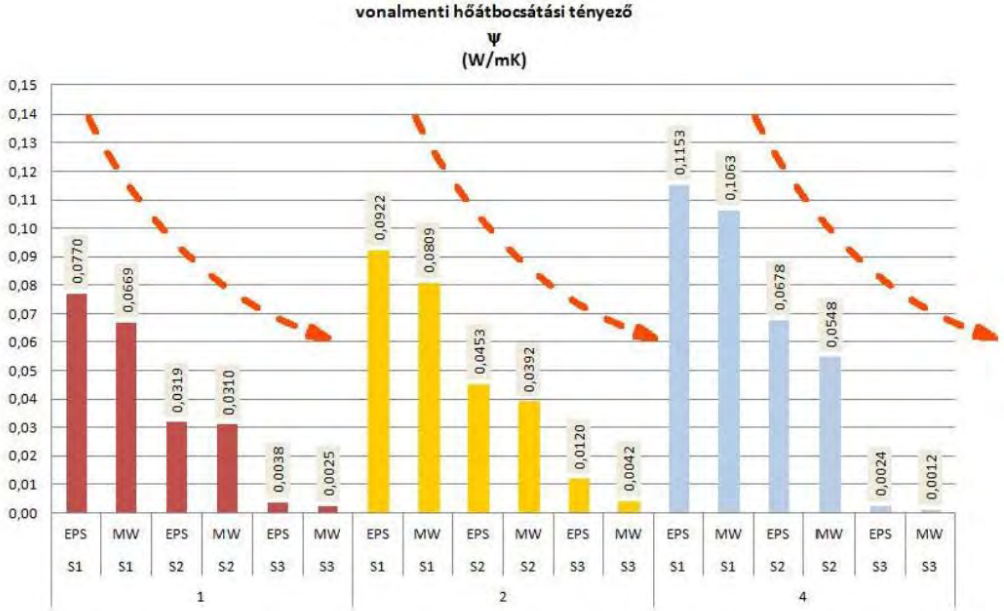
Tömítetlenségből származó légcsere növekedés elhanyagolható!

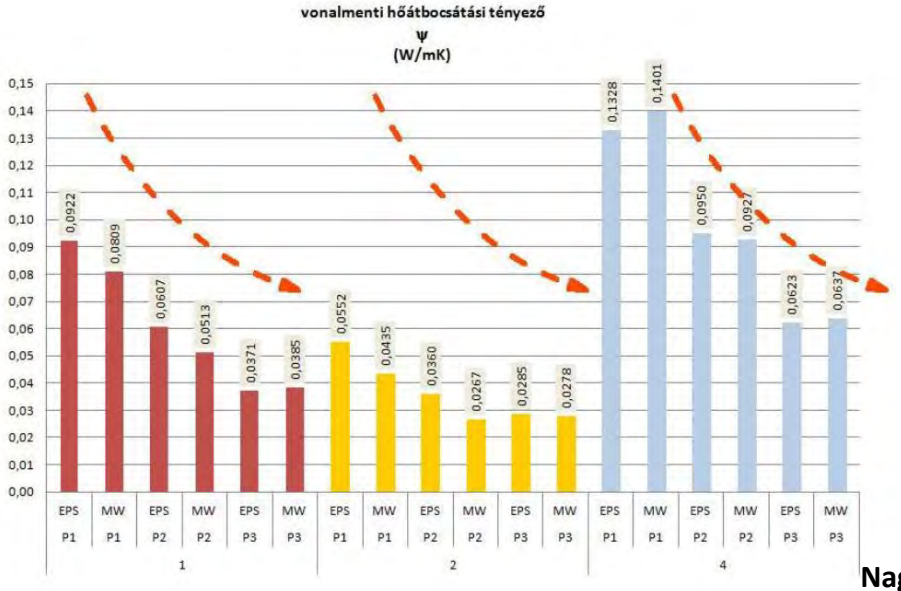
Kiváló légzárás: jó légzárású kialaktás, szabvány szerinti légtömörség méréssel igazolva

Kiváló minősítéshez MSZ EN ISO 9972 szabvány szerinti légtömörségi (blower door) mérési eredmény alapján osztályozzuk és igazoljuk!

Nyílászáró beépítések hatása – csatlakozási hőhidak

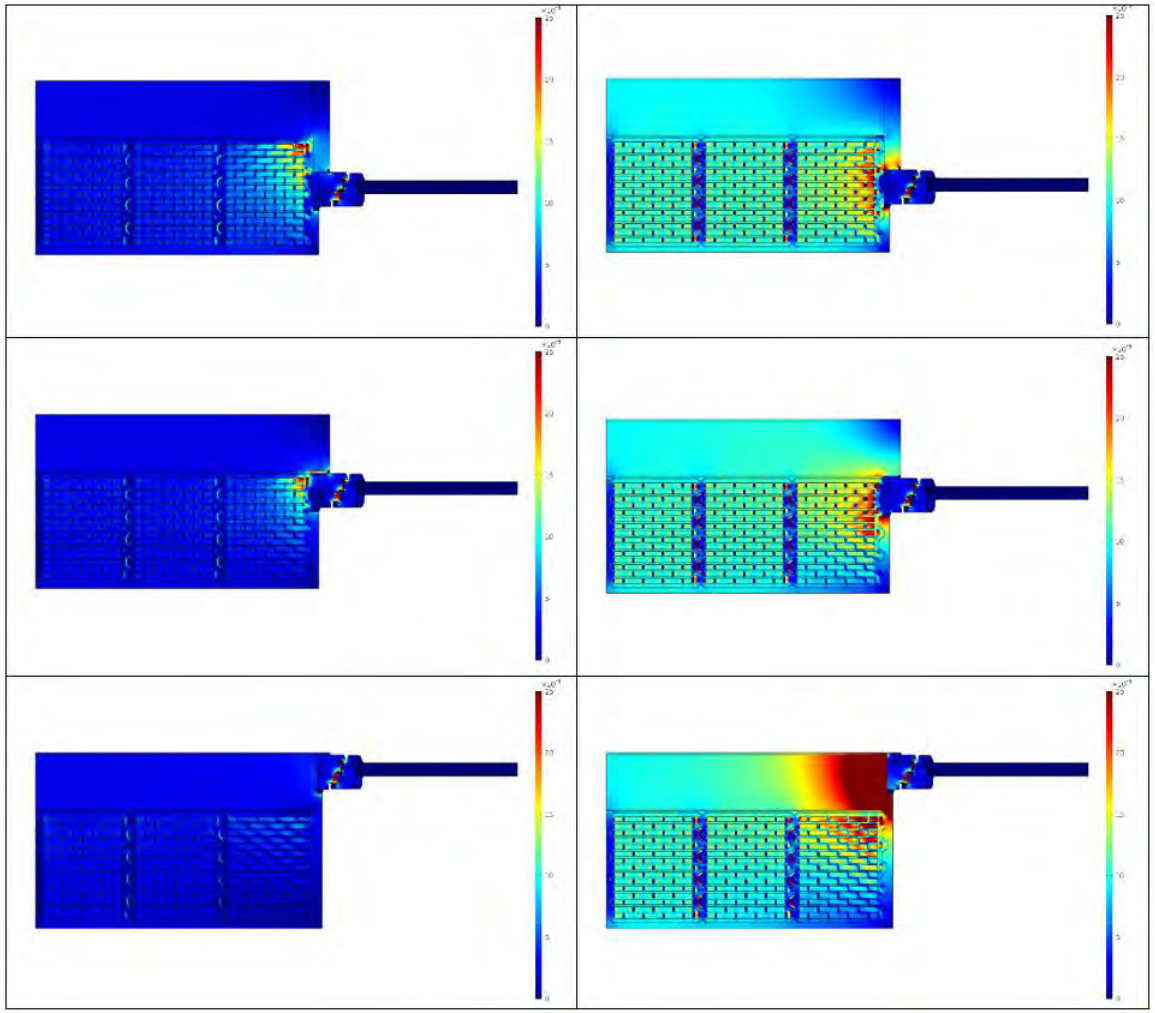






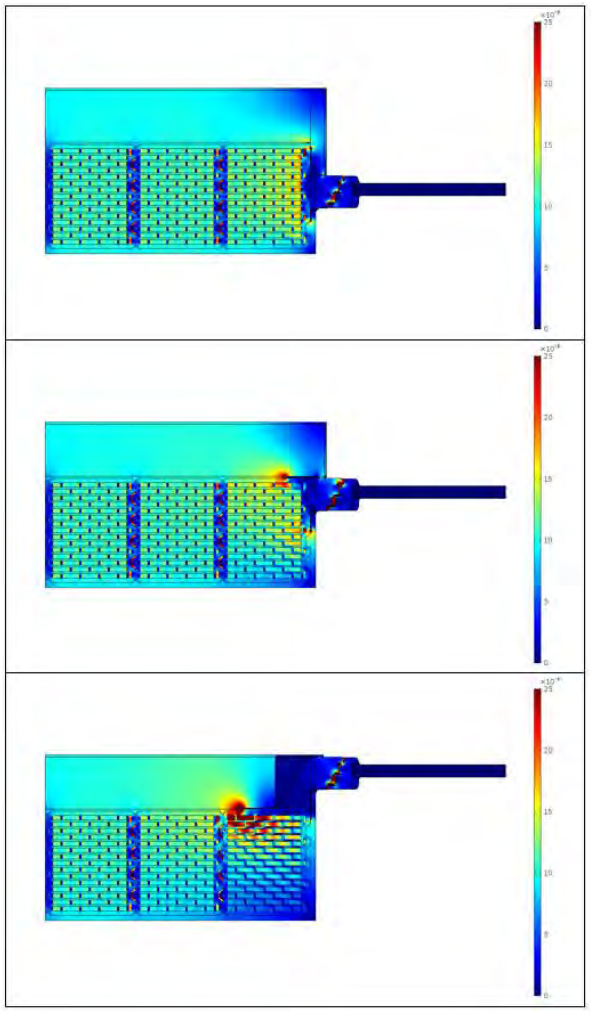
Nagy B, Tömböly C. 2018

Nyílászáró beépítések hatása – állagvédelem



Expandált polisztirolhab Ásványgyapot

nincs EPDM fólia, csak PUR hab tömítés



Ásványgyapot

RAL beépítés

Nagy B, Tömböly C. 2018

Kéthéjú nyílászárók és felújításuk

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

Pl. kapcsolt gerébtokos ablakok számítása

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

R_l:

A légréteg vastagsága (mm)	Hővezetési ellenállás [m²·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.			

Amennyiben passzított a nyílászáró!

Üvegezés aránya: A_g/A_w	U_w [W/(m²K)] Nem passzított	Passzított
55%	2,076	1,993
56%	2,096	2,012
57%	2,116	2,030
58%	2,136	2,049
59%	2,156	2,067
60%	2,176	2,086
61%	2,196	2,104
62%	2,217	2,122
63%	2,237	2,141
64%	2,257	2,159
65%	2,277	2,178
66%	2,297	2,196
67%	2,317	2,215
68%	2,337	2,233
69%	2,358	2,251
70%	2,378	2,271

Felújítva:

55-70%-os üvegfelületű, 45 mm-es keretű, passzított kétrétegű történelmi fa ablak	U_w [W/(m²K)] Társított szerkezet nélkül	Spalettával átlagosan	Redőnnyel átlagosan*
Belső oldalon 3-4-3 hőszig. üvegszerkezet** beépítésével	1,45	1,27	1,31
Belső oldalon 3-4-3 hőszig. üvegszerk.**, külső oldalon low-E üvegcsere	1,13	1,02	1,05
Belső oldalon 3-6-3 hőszig. üvegszerkezet** beépítésével	1,34	1,19	1,22
Belső oldalon 3-6-3 hőszig. üvegszerk.**, külső oldalon low-E üvegcsere	1,06	0,96	0,99

Szűts L. és Szalay Zs. (2016)

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:

$$U_{FF} = \frac{\sum\left(U_{\mathrm{FF},elem} \cdot A_{\mathrm{FF},elem}\right)}{\sum A_{FF,elem}}$$

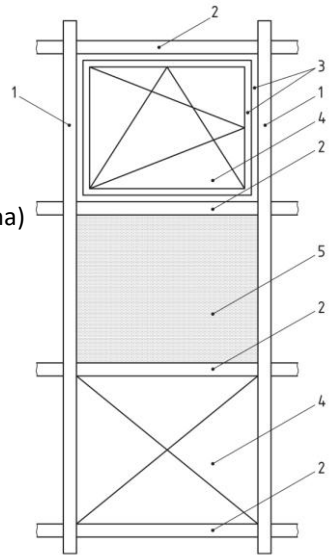
Egy függönyfalelem hőátbocsátási tényezője:

$$U_{FF,elem}$$

$$= \frac{\sum A_{\ddot{u}} \cdot U_{\ddot{u}} + \sum A_p \cdot U_p + \sum A_k \cdot U_k + \sum A_b \cdot U_b + \sum A_l \cdot U_l}{\sum A_{\ddot{u}} + \sum A_p + \sum A_k + \sum A_b + \sum A_l}$$

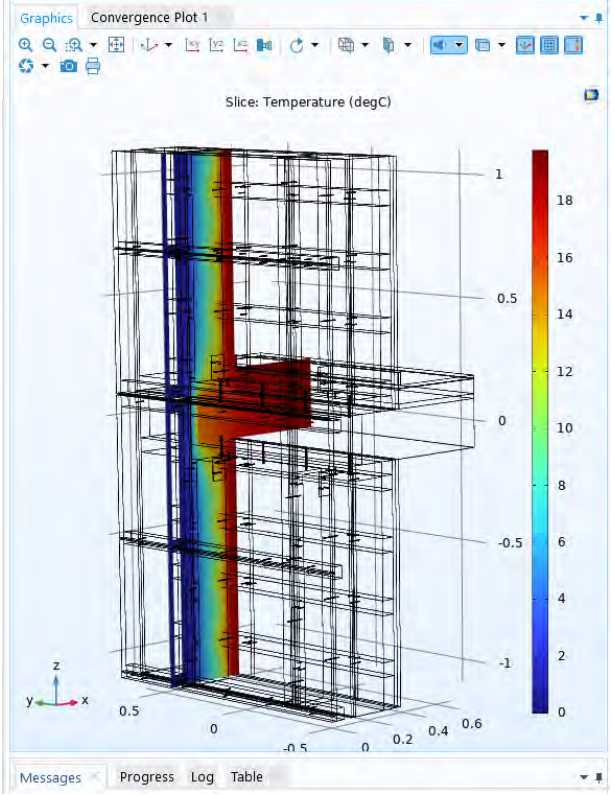
$$+ \frac{\sum l_{k,\ddot{u}} \cdot \psi_{k,\ddot{u}} + \sum l_{b,\ddot{u}} \cdot \psi_{b,\ddot{u}} + \sum l_{l,\ddot{u}} \cdot \psi_{l,\ddot{u}} + \sum l_{b,p} \cdot \psi_{b,p} + \sum l_{b,k} \cdot \psi_{b,k} + \sum l_{l,k} \cdot \psi_{l,k}}{\sum A_{\ddot{u}} + \sum A_p + \sum A_k + \sum A_b + \sum A_l}$$

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

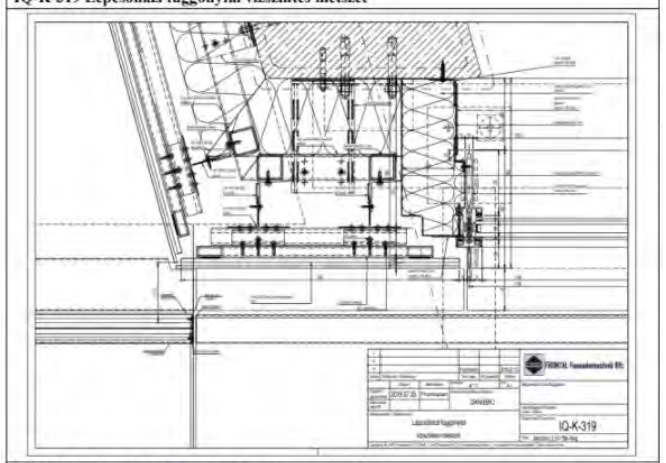


Átszellőztetett, kismértékben átszellőztetett és zárt kéthéjú homlokzatburkolatok hőátbocsátási tényezőjét a légrétegekre vonatkozó hővezetési ellenállások figyelembe vételével lehet számítani.

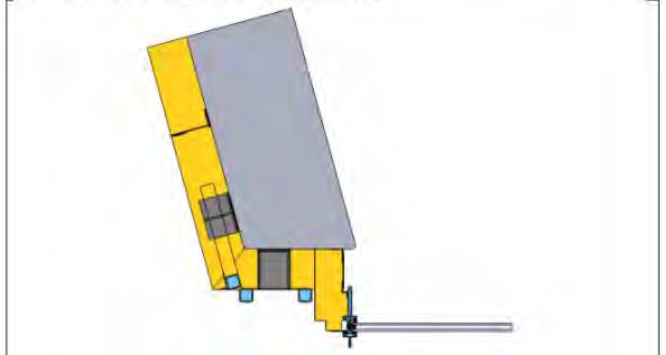
Homlokzati üvegfalak, függönyfalak U értéke



IQ-K-319 Lépcsőházi függönyfal vízszintes metszet

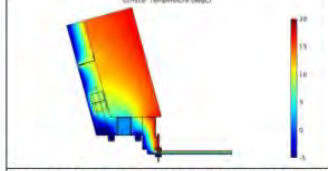


IQ-K-319 Hőtechnikailag releváns geometriai modell

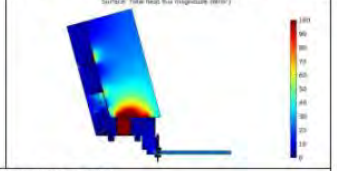


Minimális belső felületi hőmérséklet [°C]	fRSI [1]	Megfelel?	Átlagos belső felületi hőáramsűrűség [W/m²]	U-érték [W/(m²K)]	Megfelel?
16,14	0,85	IGEN	25,51	1,02	IGEN

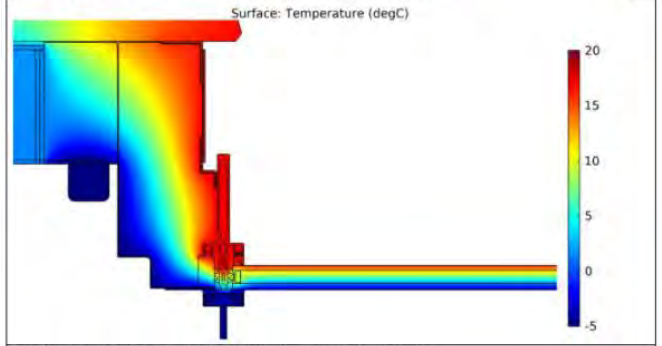
IQ-K-319 Hőmérsékleteloszlás ábra [°C]



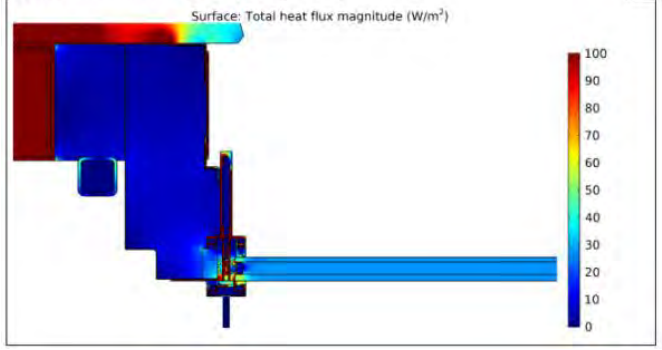
IQ-K-319 Hőáramsűrűség ábra [W/m²]

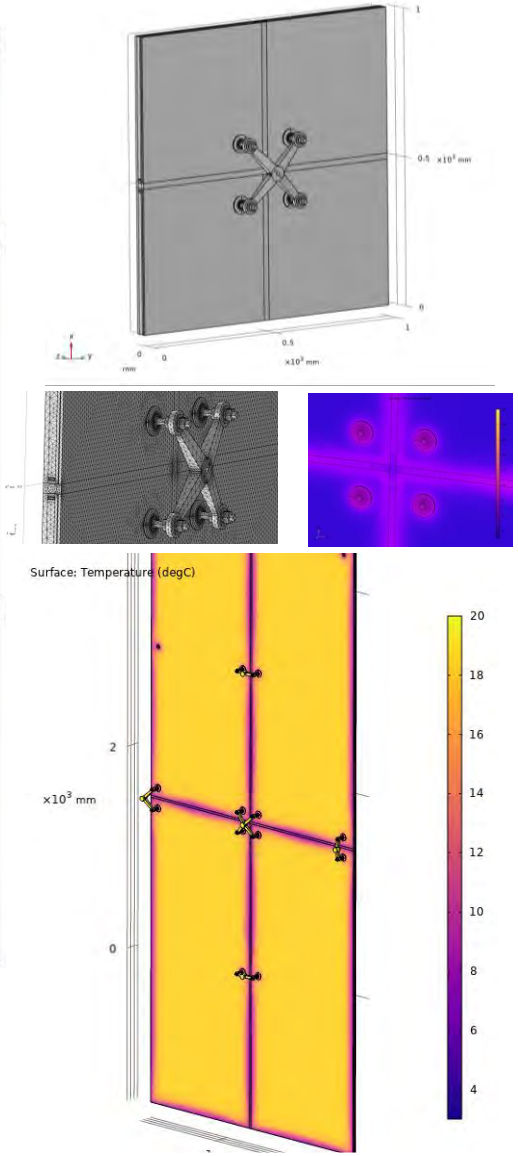


IQ-K-319 Hőmérsékleteloszlás ábra [°C] – Kinagyított részlet



IQ-K-319 Hőáramsűrűség ábra [W/m²] – Kinagyított részlet





1,4 W/m²K a követelmény, számítása MSZ EN ISO 12631 és MSZ EN ISO 10211 szerinti numerikus hőtechnikai modellezéssel

Talajon fekvő padló hőátbocsátási tényezője

Padló karakterisztikus mérete:

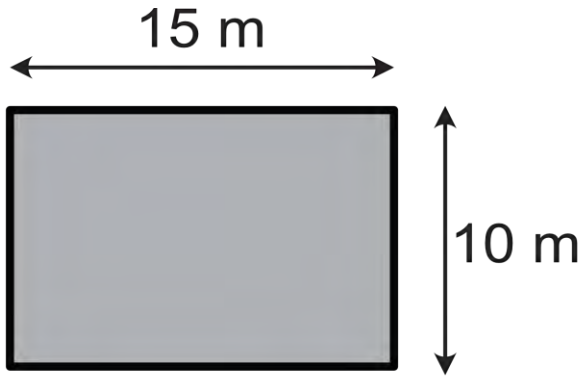
$$B = \frac{A}{0{,}5 \cdot P}$$

Padló területe

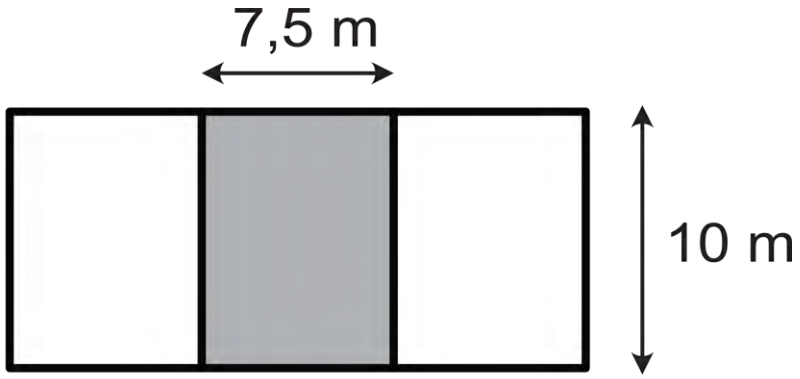
Kerület (beleszámítandó a külső környezettől vagy a szomszédos fűtetlen tértől elválasztó csatlakozások hossza)

Számít a padló geometriai kialakítása!

Eltérő padlóburkolatok és vékony rétegek hőtechnikai hatása, amennyiben nem okoz jelentős eltérést az U értékben, egyszerűsített számítás során elhanyagolandó!



A_g = 150 m²
P= 50 m
B' = 6



A_g = 75 m²
P= 15 m
B' = 10

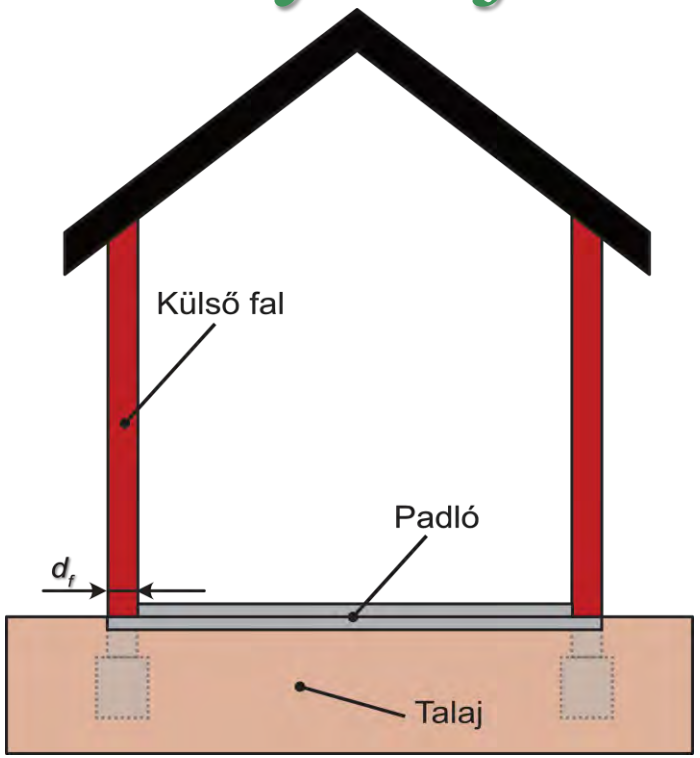
Talajon fekvő padló hőátbocsátási tényezője

Padló egyenértékű vastagsága:

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

Padlószerkezet hővezetési ellenállása (teljes felületű hőszigeteléssel együtt)

Padlóval csatlakozó külső fal teljes vastagsága [m]



Padló hőátbocsátási tényezője:

Számít a padló alatti talaj hővezetési tényezője!

Ha $d_p < B$, (hőszigeteletlen, 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:

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

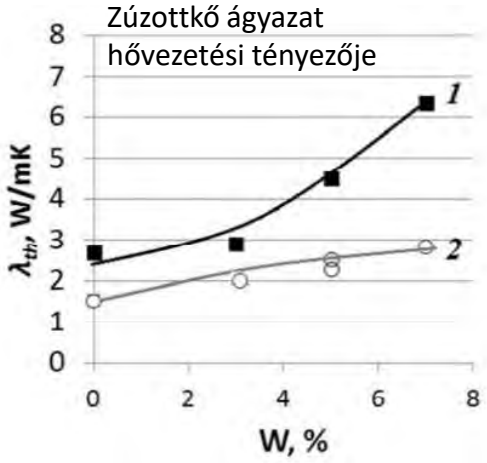
Talaj hőtechnikai jellemzői

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 helyiséghőmérsékletek 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** λ_{talaj} W/(m·K)	**Térfogatra vonatkoztatott hőkapacitás** ρc, J/(m³·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	$2{,}0 \cdot 10^6$



1: 15% finomrésztartalom, ρ_d = 2,7 g/m³
2: 5% finomrésztartalom, ρ_d = 2,4 g/m³

Forrás: E. Kuznetzova, NTNU

Padlószerkezet hővezetési ellenállása

A padlószerkezet hővezetési ellenállásának számításakor a szemcsés ágyazat (pl. kavicsfeltöltés, homokos kavics, zúzottkő) hővezetési ellenállását nem szabad figyelembe venni. Ne vegyük fel a rétegrendben a kavicsfeltöltést, zúzottkövet a hőtechnikai számításkor! (Az altalajjal érintkező „kavicsfeltöltés” hővezetési tényezője NEM 0,35 W/mK!!!)

A nagy testsűrűségű betonlemezek és vékony padlóburkolatok hatása elhanyagolható. A legtöbb esetben elhanyagolható mértékű különbség adódik a padló egyenértékű vastagságában, ha a felső burkolati réteg megváltozik (pl. melegburkolat helyett hidegburkolat kerül rá). Ezért javasolható, hogy egyszerűsített számítások során, különösen kisebb épületek esetén, egyféle padlót vegyünk fel egy jellemző és általános padlóburkolattal vagy a padlóburkolat hőtechnikai hatását a számítás során hanyagoljuk el.

Terepszint feletti padló hőátbocsátási tényezője

Terepszint feletti padlószerkezetek esetén, ha a padlószerkezet területe nem haladja meg a 250 m^2-t és a padlószerkezet 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 padlószerkezet hőátbocsátási tényezője (felületi ellenállásokkal)

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

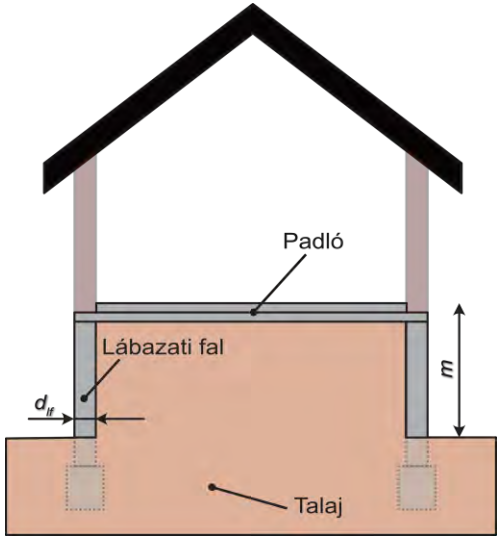
$$U_{talaj} = \frac{2\lambda_{talaj}}{\pi B + d_{lf} + m} \ln\left(\frac{\pi B}{d_{lf} + m} + 1\right)$$

Lábazati fal teljes vastagsága

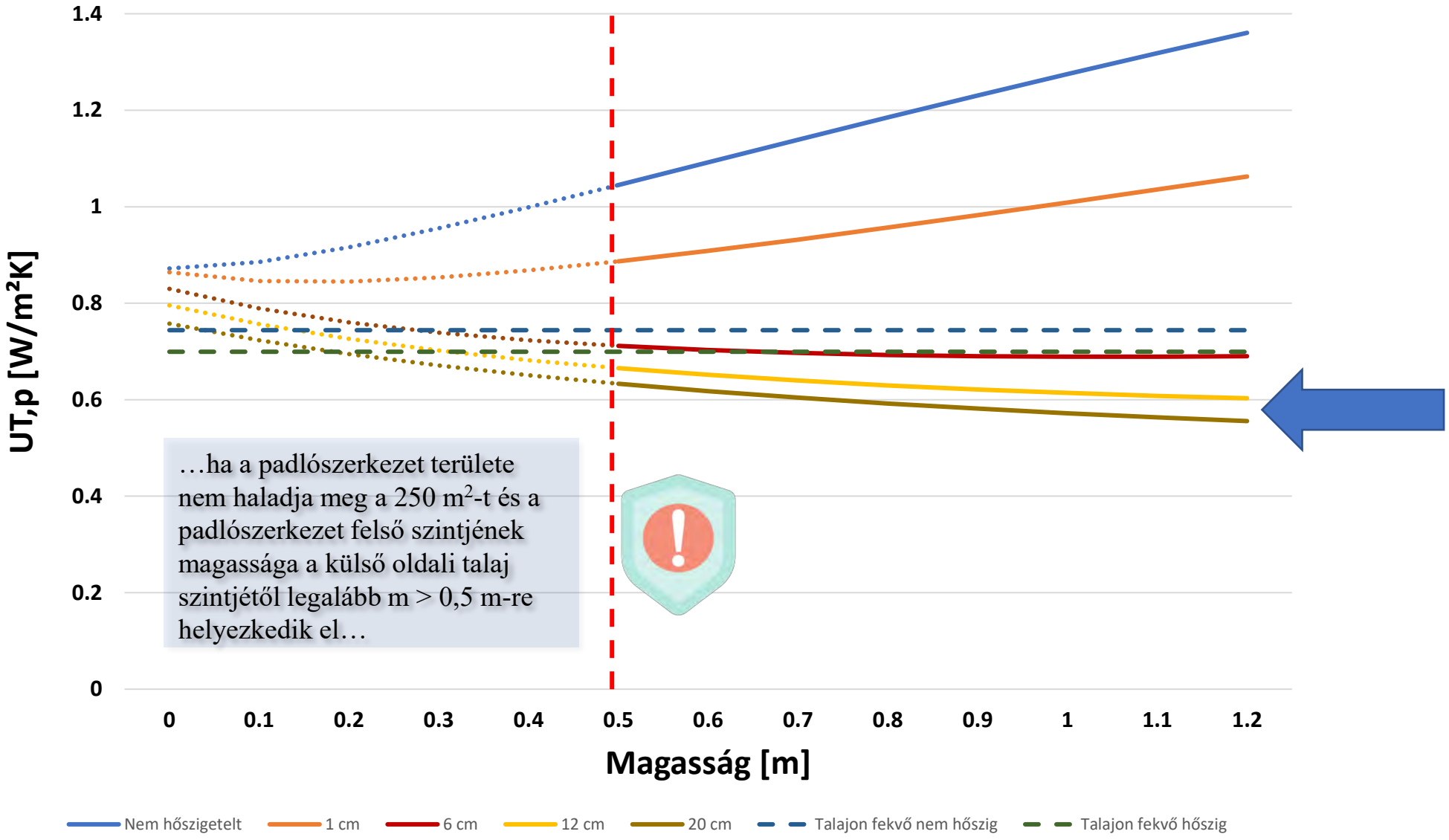
$U_{T,lf}$ - a lábazati fal egyenértékű hőátbocsátási tényezője, mely tartalmazza a lábazati szigetelés terepszint feletti részét és a talaj hatását is:

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

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



A padló egyenértékű hőátbocsátási tényezője [W/m²K]



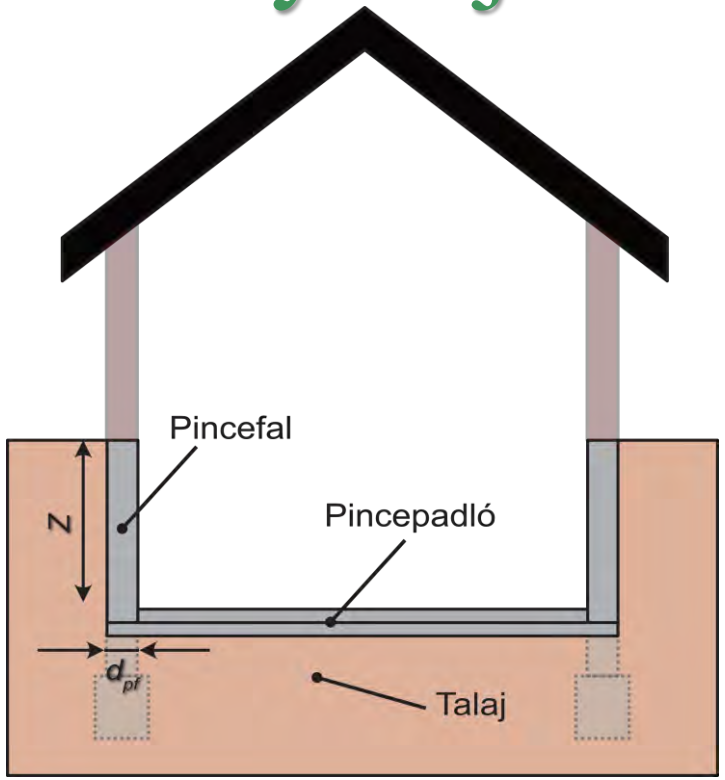
Fűtött pince padlójának hőátbocsátási tényezője

Pincepadló egyenértékű vastagsága:

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

Pincepadlószerkezet hővezetési ellenállása (teljes felületű hőszigeteléssel együtt)

Padlóval csatlakozó pincefal teljes vastagsága [m]



Pincepadló hőátbocsátási tényezője:

Ha $(d_{pp}+0{,}5 \cdot z) < B$, (hőszigeteletlen, 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:

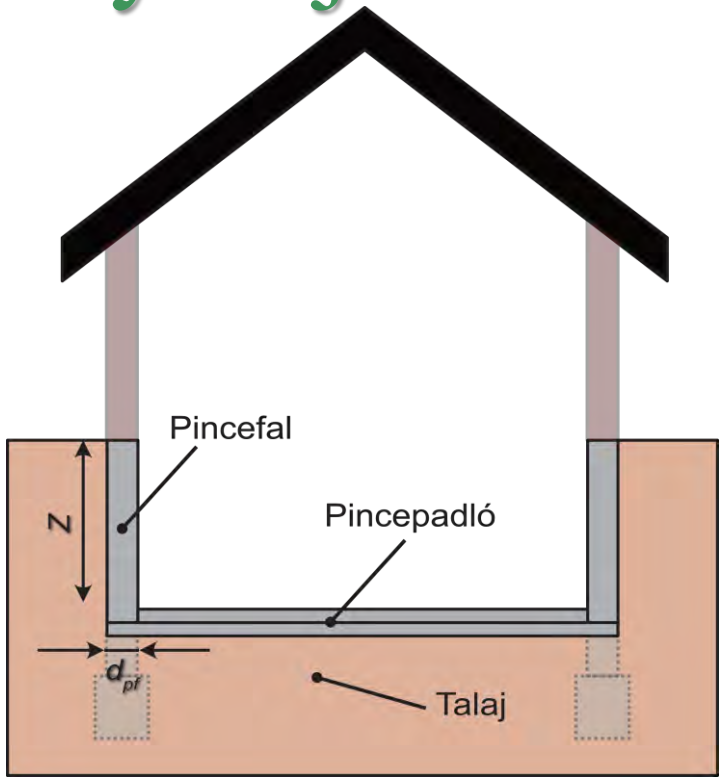
$$d_{pf} = \lambda_{talaj} \cdot (R_{si} + R_{pf} + R_{se})$$

Pincepadló egyenértékű vastagsága:

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

Pincefal hőátbocsátási tényezője:

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



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.

Padló és falcsatlakozások hőhídainak figyelembevétele

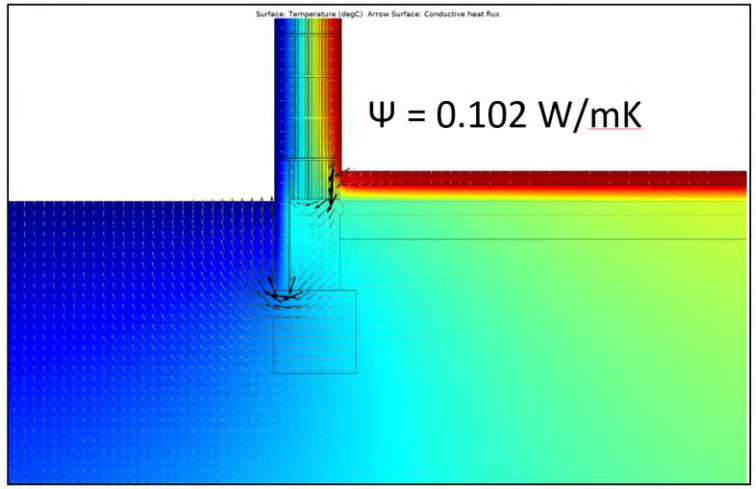
→ **ÉKM rendelet függelékében egyszerűsített katalógus:**

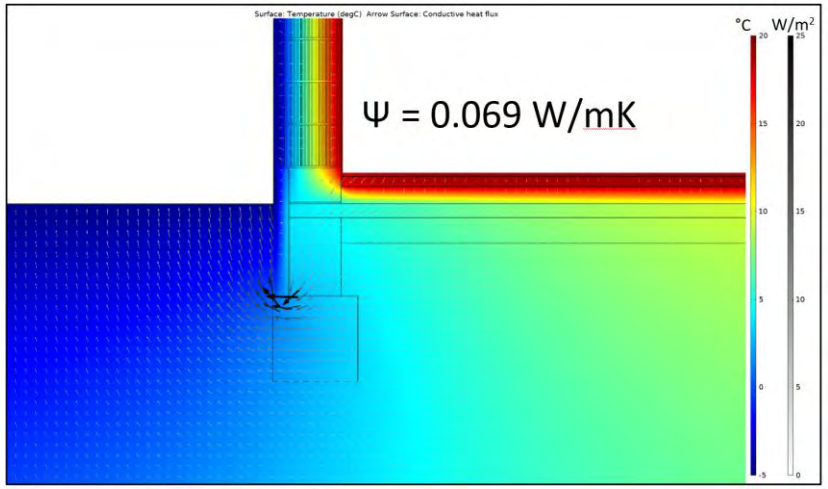
Külső falat alkotó vakolatlan falazat egyenértékű hővezetési tényezője	Külső fal kialakítása	Lábazati fal hőszigeteletlen		Lábazati fal csak a terepszintig hőszigetelt[1]		Lábazati fal a terepszint alatt 0,5 m-ig hőszigetelt[1]	
		Padló hőszigeteletlen	Padló hőszigetelt[1]	Padló hőszigeteletlen	Padló hőszigetelt[1]	Padló hőszigeteletlen	Padló hőszigetelt[1]
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

[1] Tartalmaz legalább egy R = 1,25 m^2K/W hővezetési ellenállású hőszigetelő réteget.

→ **„Nemzeti hőhídkatalógus”**
https://em.bme.hu/sites/default/files/page/NagyB_Hohidkatalogus.xlsx

→ **Numerikus modellezés, pl. indító falazóelem figyelembevételére:**





MSZ EN ISO 10211:2017 12.4.3. pont

$$\Psi_g = L_{2D} - (h_W - h_f) \cdot U_W - L_{2D,a}$$

ahol:
L_{2D} Padló és falcsatlakozás termikus kapcsolati tényezője 2D szimulációból, csomóponti szimuláció
$L_{2D,a}$ Padló módosított termikus kapcsolati tényezője 2D szimulációból, csak a padlószerkezet szerepel a szimulációban a csatlakozó fal nélkül
U_w Fal hőátbocsátási tényezője MSZ EN ISO 6946:2017 szerint számítva
h_w-h_f A fal belső hossza a szimulációban a padló melletti szakaszt nem számítva

Falazat	Indítótégla	L_{2D} [W/mK]*	$L_{2D,a}$ [W/mK]*	U_w [W/m²K]	h_w-h_f [m]	ψ_g [W/mK]	$\theta_{si,min}$ [°C]	f_{Rsi} [1]
38-as vázkerámia	30-as vázkerámia	0.98604	0.64416	0.24	1	**0.1019**	17.60	0.90
	30-as Ytong Start	0.94098	0.63191	0.24	1	**0.0691**	17.95	0.92

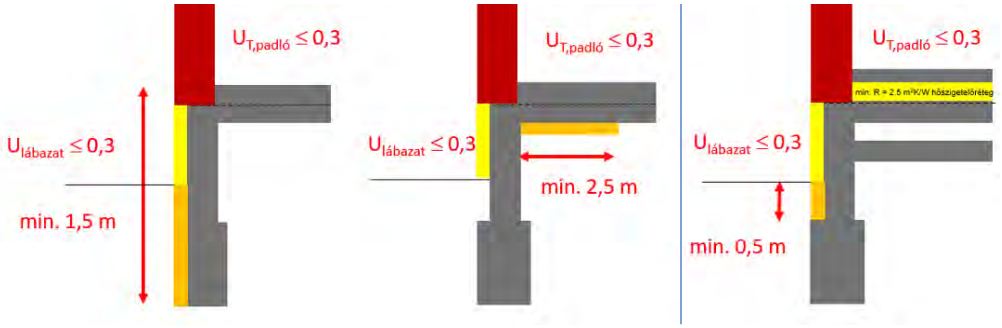
*Numerikus modellezéssel meghatározott értékek.

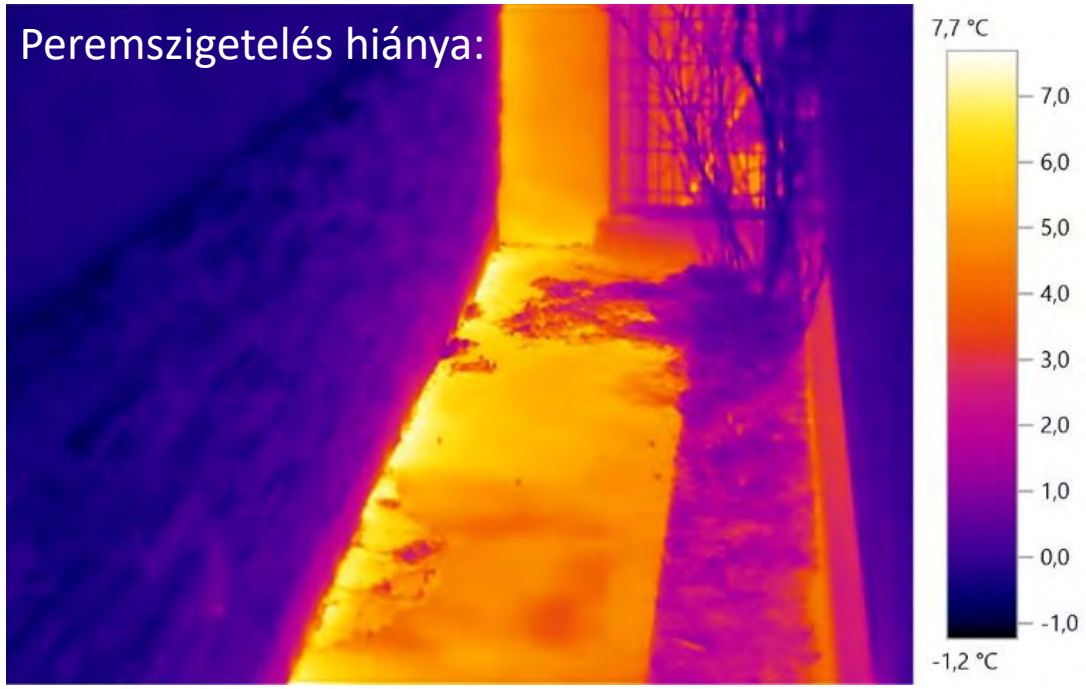
Indító falazóelemmel 32%-ot csökkenhet a vonalmenti hőátbocsátási tényező…

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^2K/W hővezetési ellenállással rendelkezik.

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





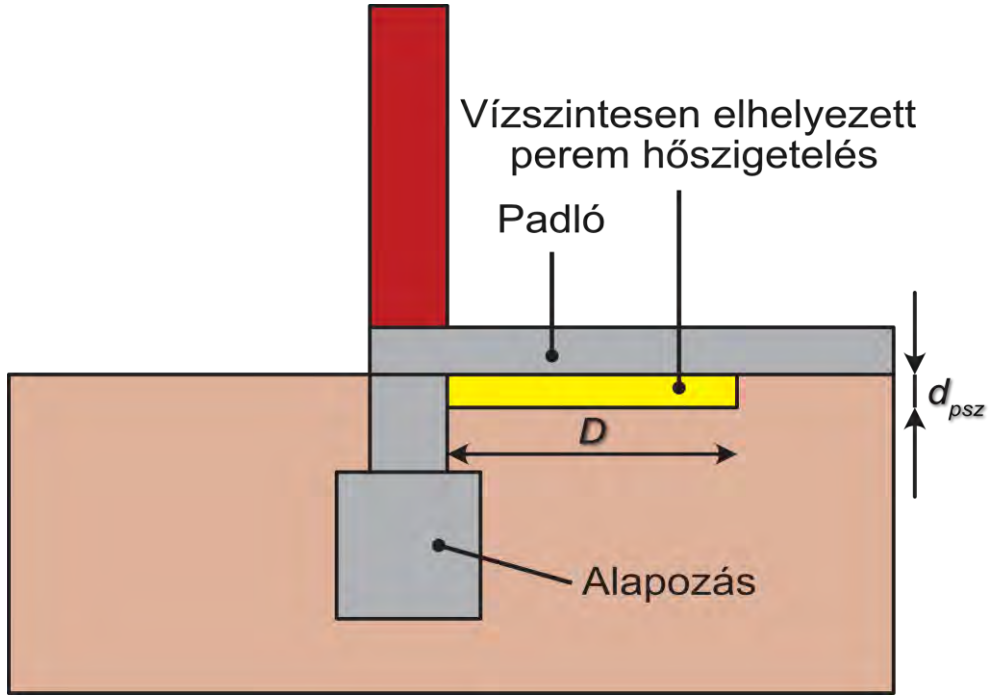
Terepszint közelében fekvő padló esetén a perem hőszigetelés (kerület mentén vízszintesen vagy függőlegesen elhelyezett hőszigetelő sáv vagy kis testsűrűségű, jó hőszigetelő képességű lábazati fal) hatását egy negatív előjelű vonalmenti hőátbocsátási tényezővel vesszük figyelembe.

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:

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



Peremszigetelés miatti többlet egyenértékű vastagság:

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

Peremszigetelés miatti többlet hővezetési ellenállás:

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

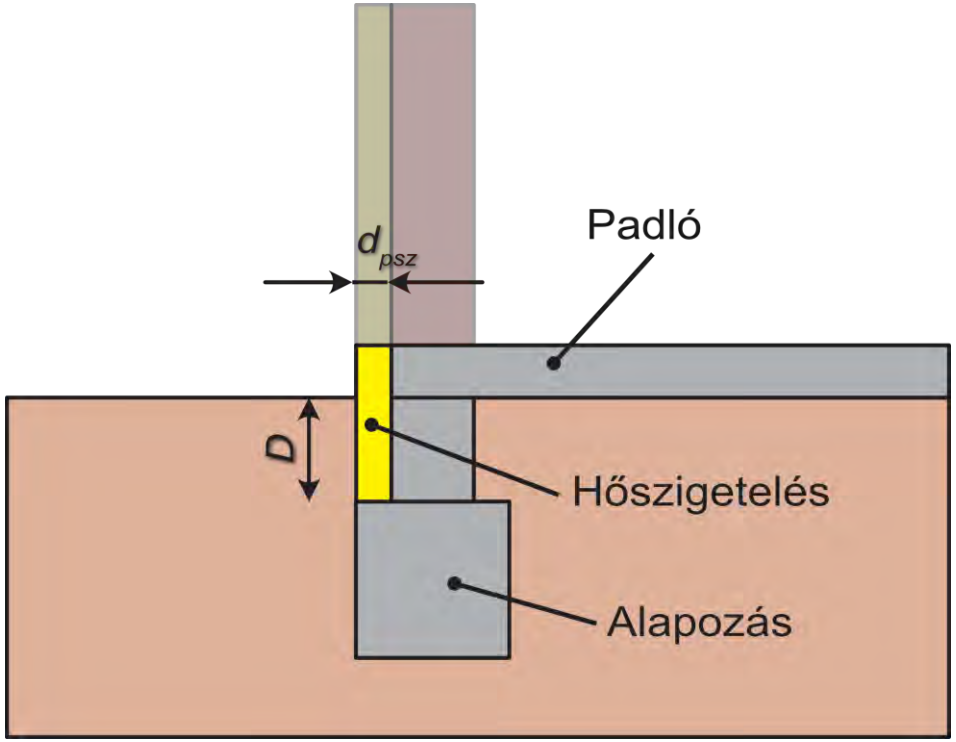
Vízszintes peremszigetelés vonalmenti hőátbocsátási tényezője:

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

Perem hőszigetelés hatása terepszint közeli padlóknál

Perem hőszigetelés hatása figyelembe vehető a padló egyenértékű hőátbocsátási tényezőjében:

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



Peremszigetelés miatti többlet egyenértékű vastagság:

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

Peremszigetelés miatti többlet hővezetési ellenállás:

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

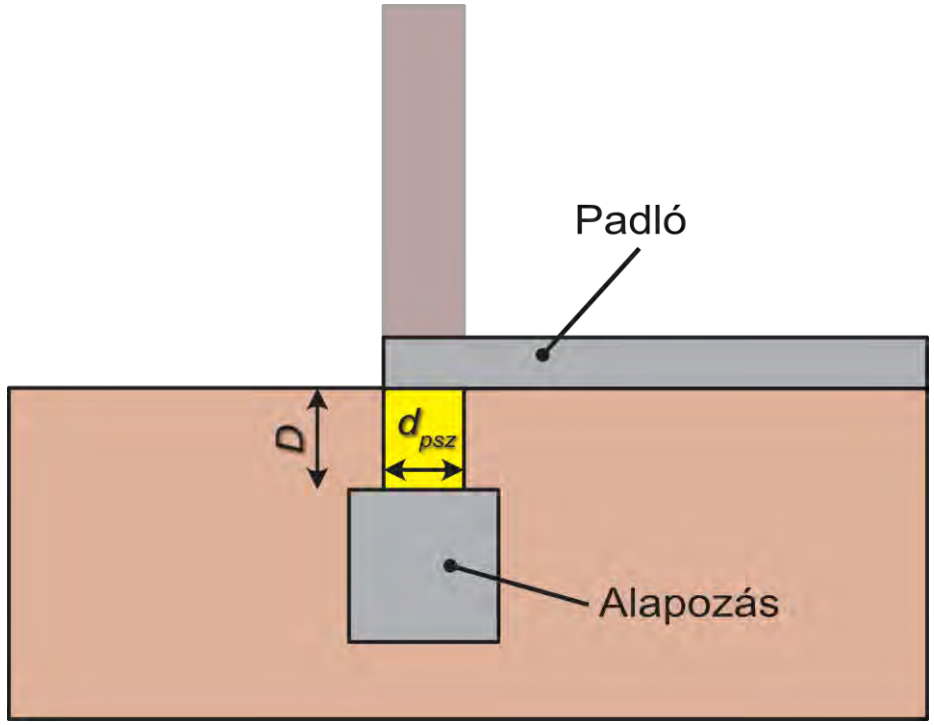
Függőleges peremszigetelés vonalmenti hőátbocsátási tényezője:

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

Perem hőszigetelés hatása terepszint közeli padlóknál

Perem hőszigetelés hatása figyelembe vehető a padló egyenértékű hőátbocsátási tényezőjében:

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



Peremszigetelés miatti többlet egyenértékű vastagság:

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

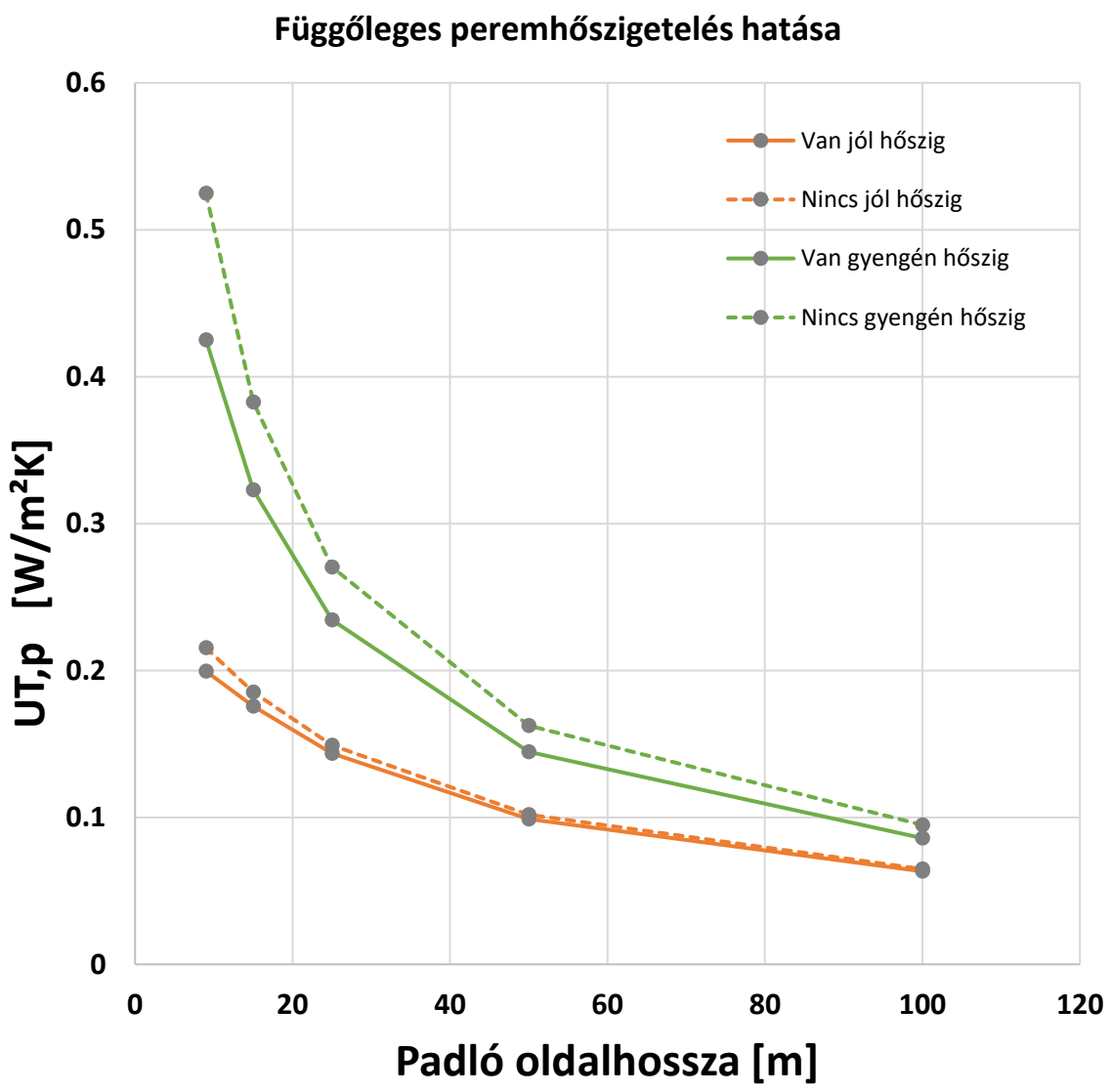
Peremszigetelés miatti többlet hővezetési ellenállás:

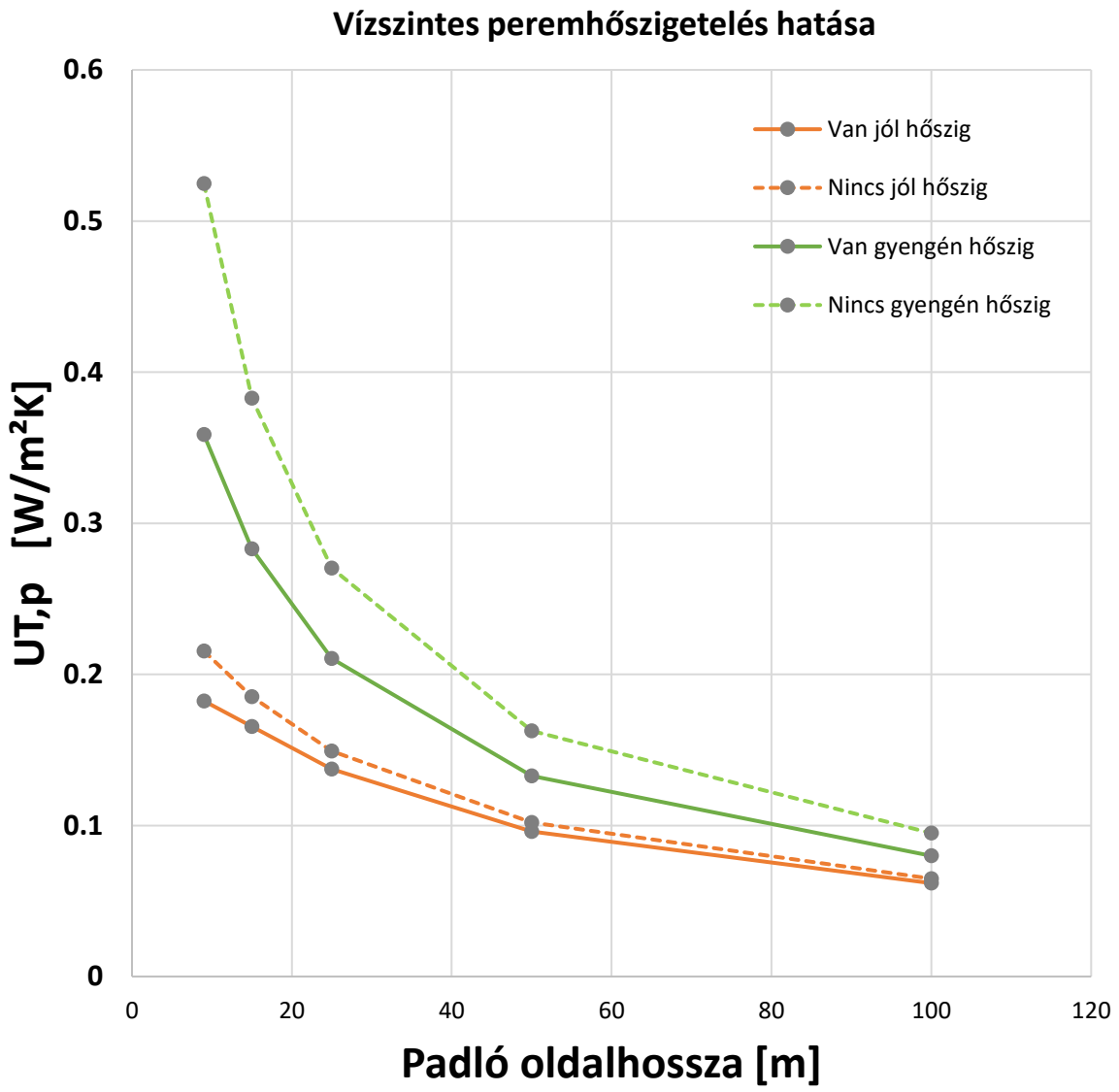
$$R' = R_{psz} - \frac{d_{psz}}{\lambda_{talaj}}$$

Anyagában hőszigetelő lábazati szigetelés vonalmenti hőátbocsátási tényezője:

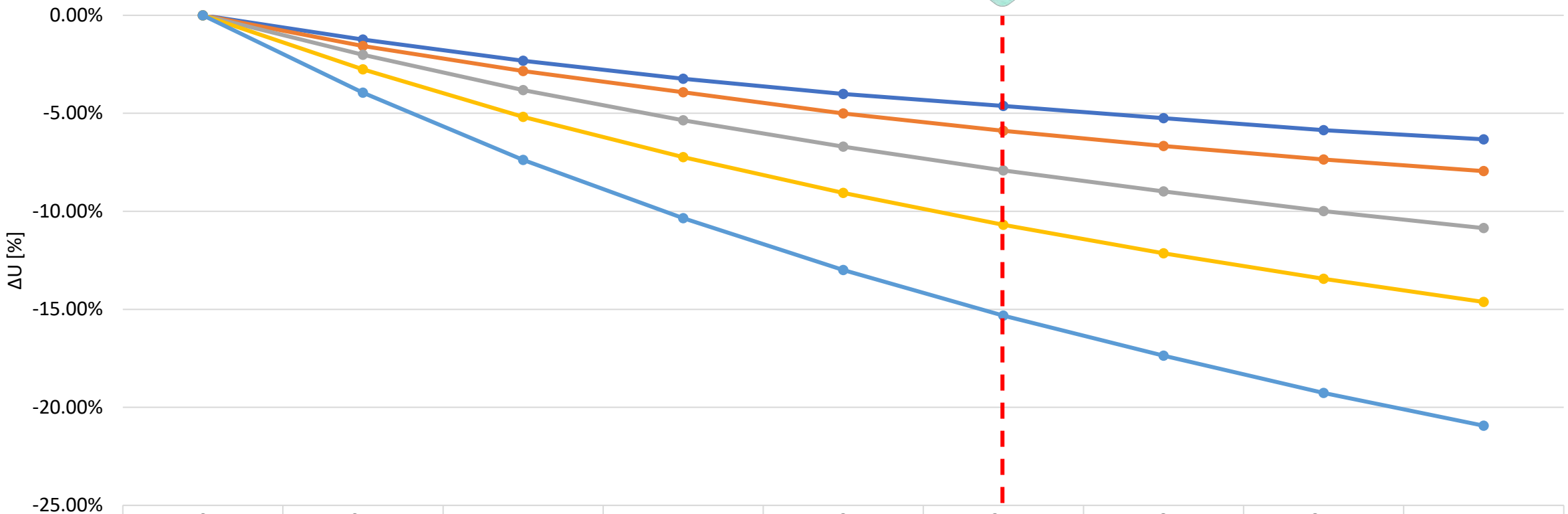
$$\psi_{psz,f} = -\frac{\lambda_{talaj}}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{2 \cdot D}{d_p} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot D}{d_p + d'} + 1\right)\right]$$

Perem hőszigetelés hatása





Perem hőszigetelés hatása



	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
100	0.00%	-1.23%	-2.31%	-3.24%	-4.01%	-4.63%	-5.25%	-5.86%	-6.33%
50	0.00%	-1.57%	-2.85%	-3.93%	-5.00%	-5.89%	-6.67%	-7.36%	-7.95%
25	0.00%	-2.01%	-3.82%	-5.36%	-6.70%	-7.91%	-8.98%	-9.99%	-10.86%
15	0.00%	-2.75%	-5.18%	-7.23%	-9.07%	-10.69%	-12.14%	-13.44%	-14.62%
9	0.00%	-3.95%	-7.38%	-10.35%	-13.00%	-15.32%	-17.36%	-19.27%	-20.94%

Vízszintes peremszigetelés szélessége, D [m]

Lábazati és perem hőszigetelések kontár kialakítása

Fontos az alkalmazott vízszigetelés megfelelő vonalvezetése, valamint a hőszigetelőanyagok kompatibilitása!

Transzmissziós hőátviteli tényező [W/K]

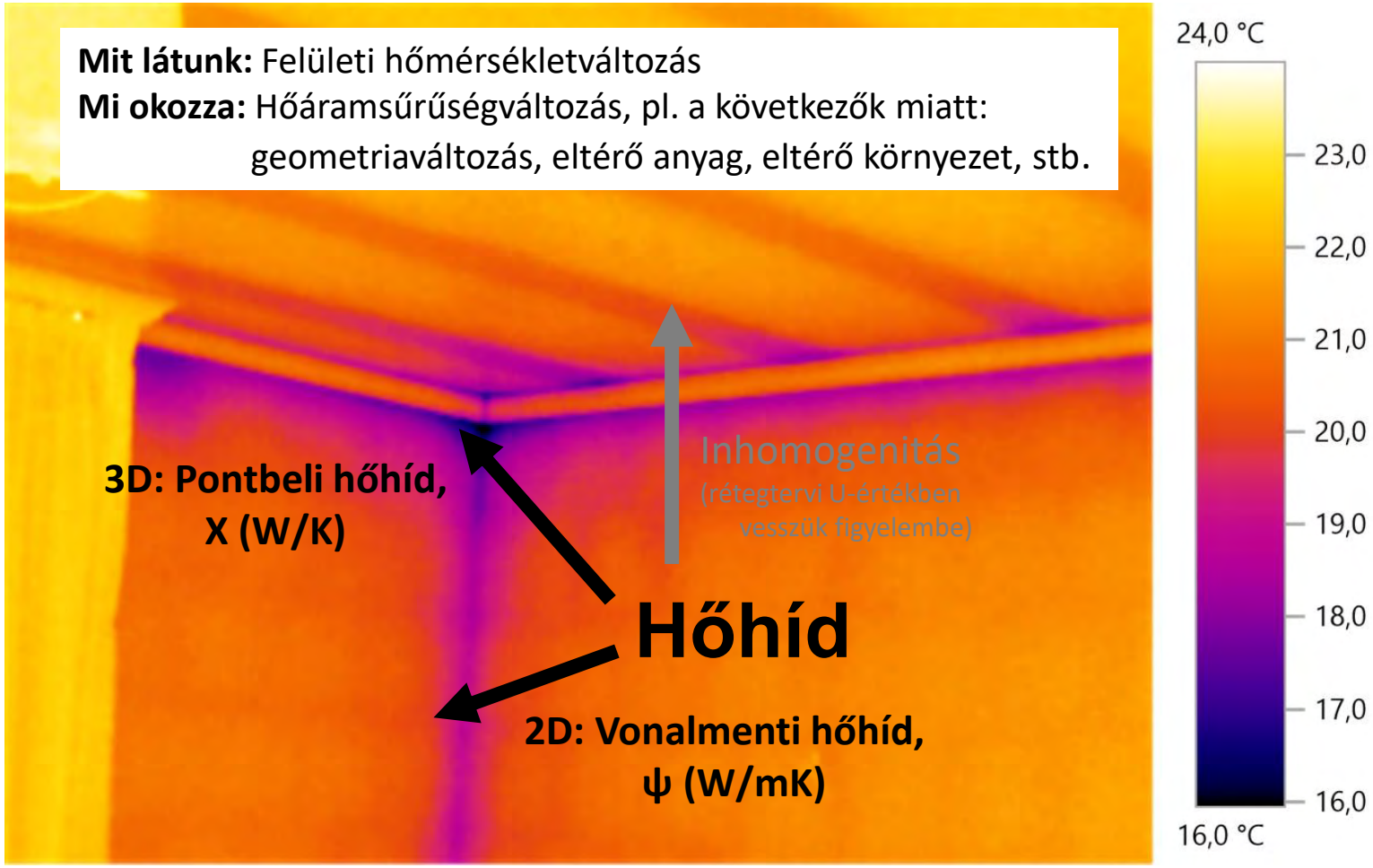
$$H_{tr,D} = \sum_i A_i\, U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

Hőátvitel transzmisszióval

- **Épülethatároló szerkezetek hatása** (szerkezetek korrigált U-értékével, a rétegrend, beépítés, öregedés figyelembevételével)
- **Nem kondicionált terek hatása** (U értékek korrekciója „b” módosító tényezővel)
- **Talajjal érintkező szerkezetek hőátviteli tényezője** (szerkezetek U-értékével és felületével, padló-fal csatlakozási ψ táblázat)
- **Csatlakozási hőhidak hatása** (szimuláció, korrekciós tényezők, hőhídkatalógus)
- A transzmissziós hőátviteli tényezőket zónánként, havonta, hűtés vagy fűtés esetére összegezzük a vonatkozó hőm.kül.-el.

Hőhidak

Azt az épületszerkezeti részt, amely többlethőveszteséget okoz a csatlakozó/környező szerkezetekhez képest eltérő hőátvitele és/vagy geometriai kialakítása miatt fellépő többdimenziós hőáramlás által, egyezményesen hőhídnak nevezzük.



Csatlakozási hőhidak hatása

Az energetikai számítások során csak a „hőhídhosszak” mennyiségével foglalkozik a tanúsító egyszerűsített számításnál esetén!

Egyszerűsített módszer:

- táblázatos értékek az ÉKM rendelet 1. függelékében

b) egyszerűsített módszer alkalmazása esetén a következő összefüggés szerint:

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

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 χ 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 χ
Külső falak[1]	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[2]		gyengén hőhidas	0,10
		közepesen hőhidas	0,15
		erősen hőhidas	0,20
Beépített tetőteret határoló szerkezetek[3]		gyengén hőhidas	0,10
		közepesen hőhidas	0,15
		erősen hőhidas	0,20
Padlásfödémek[4]			0,10
Árkádfödémek[4]			0,10
Pincefödémek[4]	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

[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.

[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 χ korrekciós tényező kiválasztásához

Határoló szerkezetek	A hőhidak hosszának fajlagos mennyisége (fm/m²) 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 tetőtereket határoló szerkezetek	< 0,4	0,4 - 0,5	> 0,5

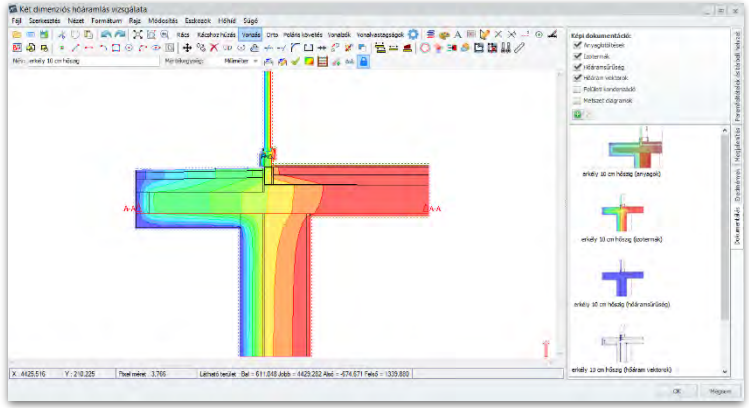
$$H_{tr} = \sum_i A_i \, U_{R,i}$$

Csatlakozási hőhidak hatása

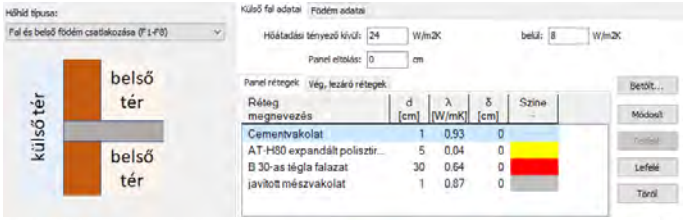
Részletes számítás:

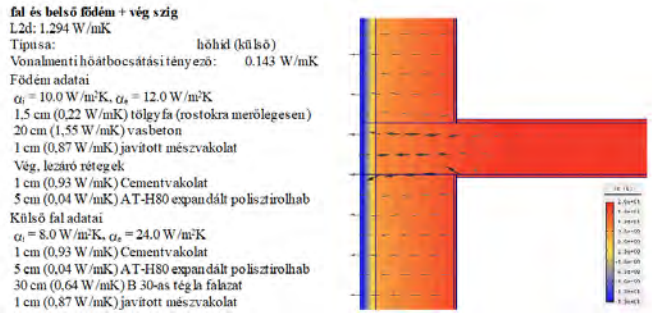
- **numerikus modellezés**

  pl. Therm7, Auricon Energetic, Agros2D,…



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





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

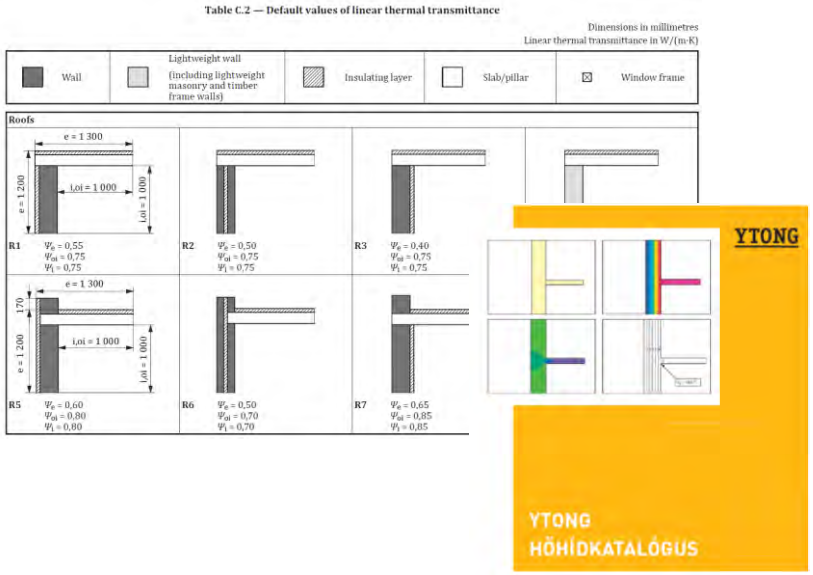
- **alkalmas hőhídkatalógus használata**

  belső méretek szerinti ψi 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



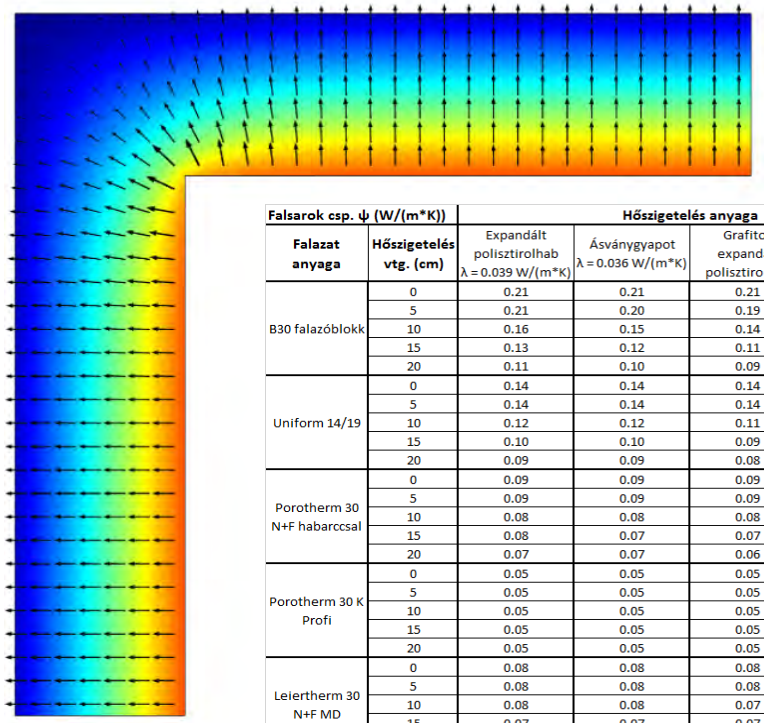
Csatlakozási hőhidak hatása

„Nemzeti hőhídkatalógus”

Ssz.	Épületszerkezetek csoportja	Szabvány	Darab
1	Falazatok hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 6946:2017	1020
2	Acél mechanikai rögzítések ΔU korrekciós tényezői	MSZ EN ISO 6946:2017 F melléklet	712
3	Pozitív falsarkok 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	Közbenső födém és falcsatlakozások vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	1453
7	Erkélykonzol, közbenső födém és falcsatlakozások vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 12. fejezet (2D)	956
8	Közbenső födémek 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 attikával 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 ΔU korrekciós tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 11. fejezet (3D)	288
13	Magastető és padlásfödémcsatlakozások vonalmenti hőátbocsátási tényezői	MSZ EN ISO 10211:2017 11. fejezet (3D)	2364

https://epito.bme.hu/sites/default/files/page/NagyB_Hohidkatalogus.xlsx

Pozitív falsarokban kialakuló hőmérsékleteloszlás és hőáramvektorok valamint pozitív falsarok csomópontok vonalmenti hőátbocsátási tényezői (részlet)

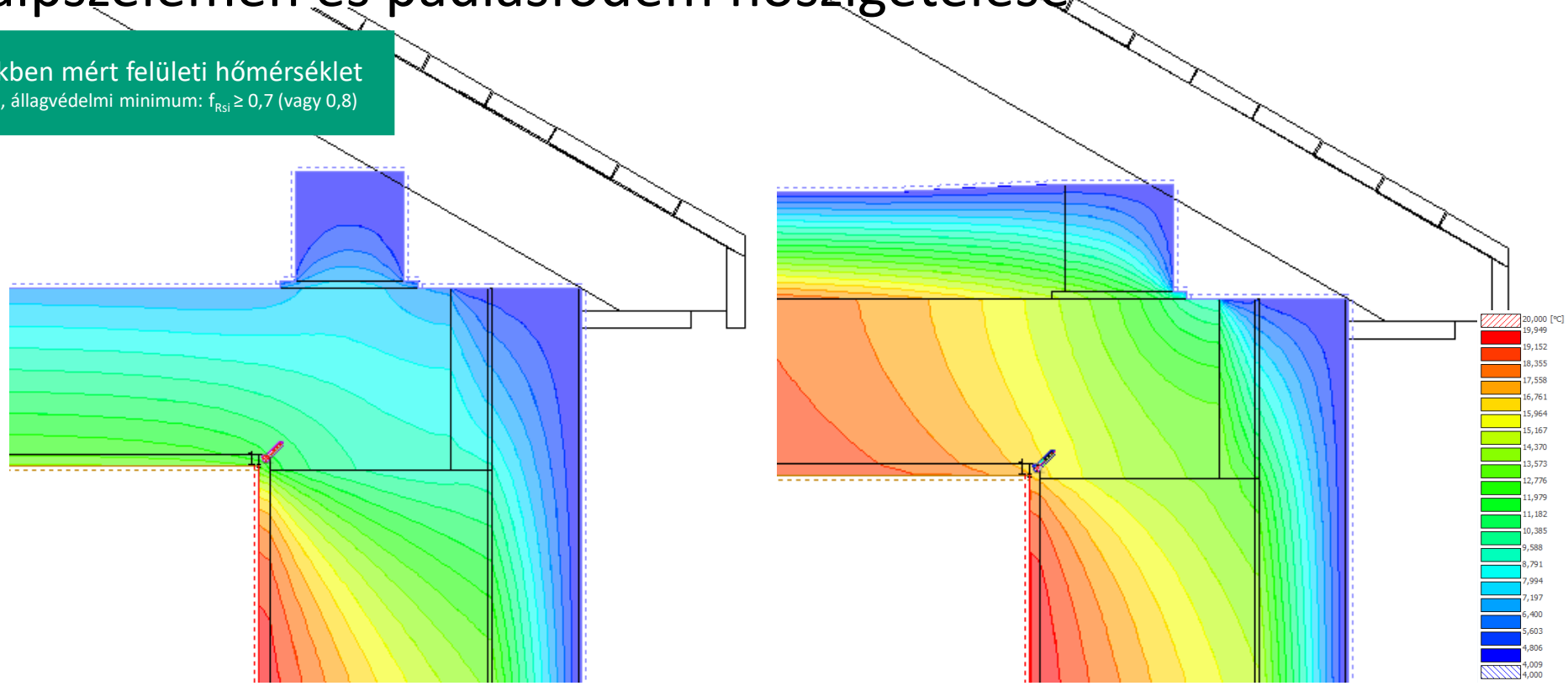


Falsarok csp. ψ (W/(m*K))		Hőszigetelés anyaga			
Falazat anyaga	Hőszigetelés vtg. (cm)	Expandált polisztirolhab λ = 0.039 W/(m*K)	Ásványgyapot λ = 0.036 W/(m*K)	Grafitos expandált polisztirolhab	Fagyapot λ = 0.046 W/(m*K)
B30 falazóblokk	0	0.21	0.21	0.21	0.21
	5	0.21	0.20	0.19	0.22
	10	0.16	0.15	0.14	0.17
	15	0.13	0.12	0.11	0.14
	20	0.11	0.10	0.09	0.12
Uniform 14/19	0	0.14	0.14	0.14	0.14
	5	0.14	0.14	0.14	0.15
	10	0.12	0.12	0.11	0.13
	15	0.10	0.10	0.09	0.11
	20	0.09	0.09	0.08	0.10
Porotherm 30 N+F habarccsal	0	0.09	0.09	0.09	0.09
	5	0.09	0.09	0.09	0.09
	10	0.08	0.08	0.08	0.09
	15	0.08	0.07	0.07	0.08
	20	0.07	0.07	0.06	0.08
Porotherm 30 K Profi	0	0.05	0.05	0.05	0.05
	5	0.05	0.05	0.05	0.05
	10	0.05	0.05	0.05	0.05
	15	0.05	0.05	0.05	0.05
	20	0.05	0.05	0.05	0.05
Leiertherm 30 N+F MD	0	0.08	0.08	0.08	0.08
	5	0.08	0.08	0.08	0.08
	10	0.08	0.08	0.07	0.08
	15	0.07	0.07	0.07	0.07
	20	0.07	0.06	0.06	0.07
Leiertherm Pro 30	0	0.06	0.06	0.06	0.06
	5	0.06	0.06	0.06	0.06
	10	0.06	0.06	0.06	0.06
	15	0.05	0.05	0.05	0.06
	20	0.05	0.05	0.05	0.05
Bakonytherm 30 N+F	0	0.10	0.10	0.10	0.10
	5	0.10	0.10	0.10	0.10
	10	0.09	0.09	0.08	0.09
	15	0.08	0.08	0.07	0.09
	20	0.07	0.07	0.07	0.08

Csatlakozási hőhidak hatásának komplex értékelése

Példa: talpszelemen és padlásfödém hőszigetelése

f_{Rsi} – sajátléptékben mért felületi hőmérséklet
(régebben θ_{bf} jelölve), állagvédelmi minimum: $f_{Rsi} \geq 0,7$ (vagy 0,8)



t1 = 12,32 °C -> **f_{Rsi} = 0,52**

Ψ = 0,306 W/mK

Q = 55,50 W

t1 = 16,42 °C -> **f_{Rsi} = 0,78**

Ψ = 0,628 W/mK

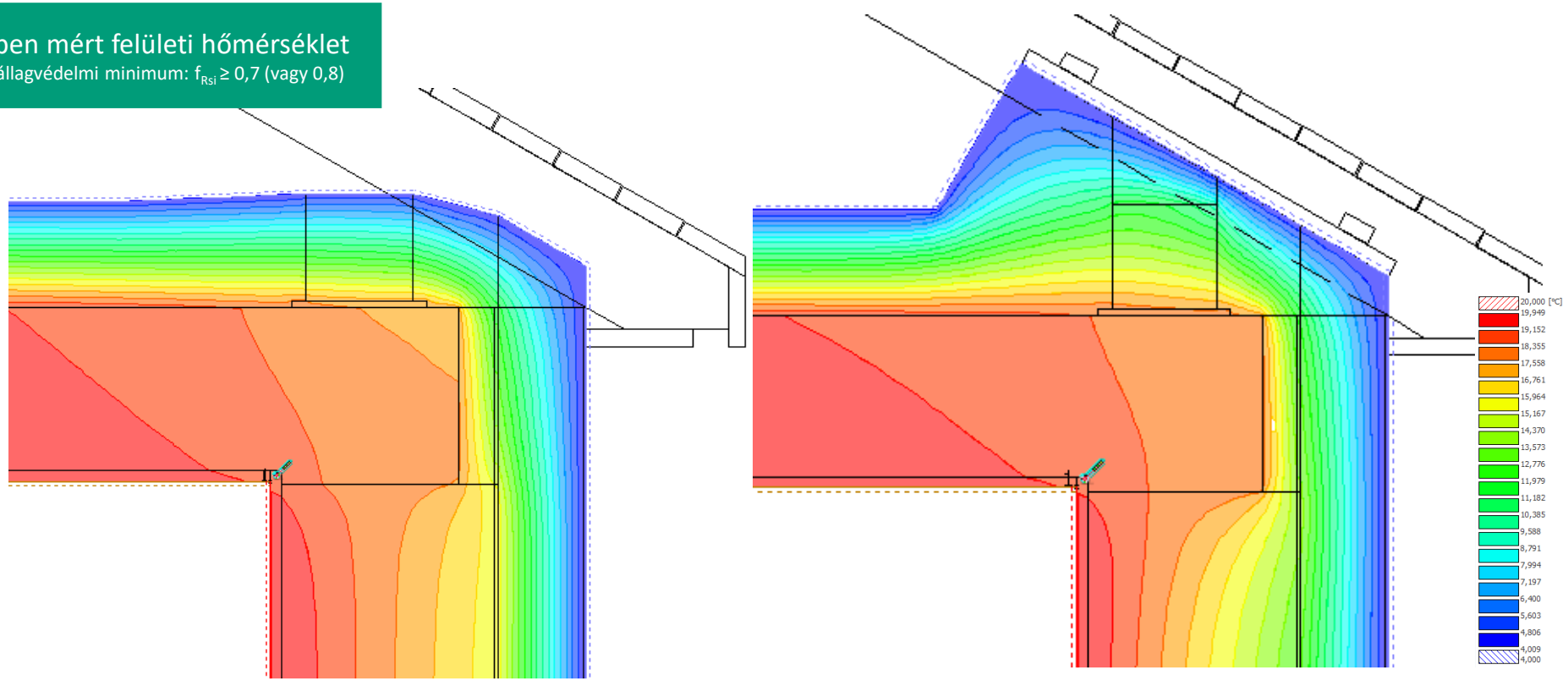
Q = 15,56 W

Balázs B. (Auricon Energetic), Nagy B. 2021

Csatlakozási hőhidak hatásának komplex értékelése

Példa: talpszelemen és padlásfödém hőszigetelése

f_{Rsi} – sajátléptékben mért felületi hőmérséklet
(régebben θ_{bf} jelölve), állagvédelmi minimum: $f_{Rsi} \geq 0,7$ (vagy 0,8)



t1 = 18,56 °C -> **f_{Rsi} = 0,91**

Ψ = 0,177 W/mK

Q = 8,36 W

t1 = 18,79 °C -> **f_{Rsi} = 0,92**

Ψ = 0,076 W/mK

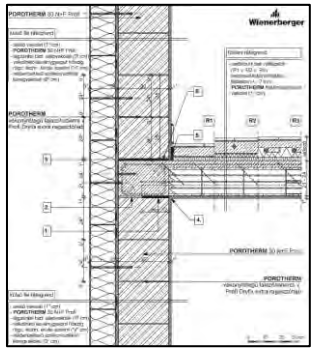
Q = 6,75 W

Balázs B. (Auricon Energetic), Nagy B. 2021

Csatlakozási hőhidak hatásának komplex értékelése

Példa: Homlokzati hőszigetelési kialakítások: 30 cm falazóblokk + hőszigetelés

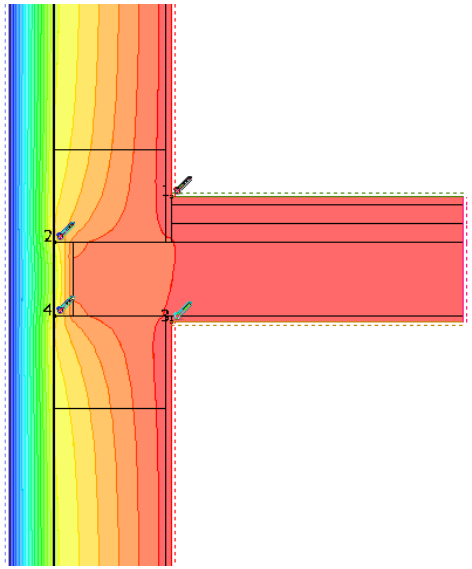
Kiegészítő hőszigetelés



Szükséges-e a kiegészítő hőszigetelés, ha a fal egyébként is 10-15 cm hőszigetelést kap?

PTH 30 + 12 cm hőszigetelés

Van kiegészítő hőszig.



t1 = 19,53 °C -> f_{Rsi} = 0,97

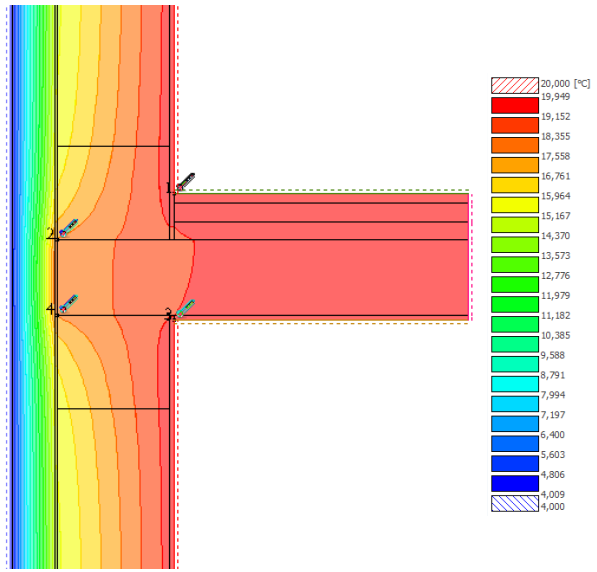
t2 = 15,69 °C

t3 = 19,39 °C -> f_{Rsi} = 0,96

t4 = 15,69 °C

Ψ = 0,021 W/mK

Nincs kiegészítő hőszig.



t1 = 19,50 °C -> f_{Rsi} = 0,97

t2 = 17,72 °C

t3 = 19,30 °C -> f_{Rsi} = 0,96

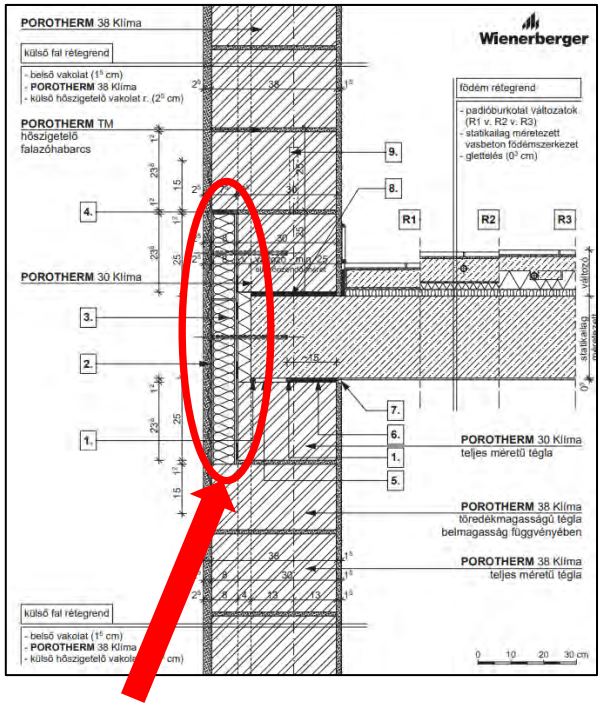
t4 = 17,72 °C

Ψ = 0,039 W/mK

Balázs B. (Auricon Energetic), Nagy B. 2022

Csatlakozási hőhidak hatásának komplex értékelése

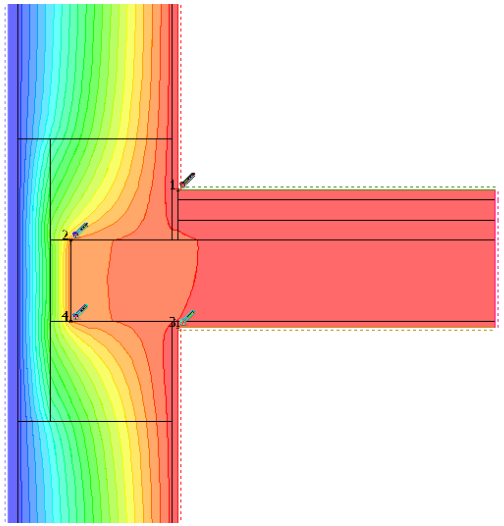
Példa: Homlokzati hőszigetelési kialakítások: 38 cm falazóblokk



Kiegészítő hőszigetelés

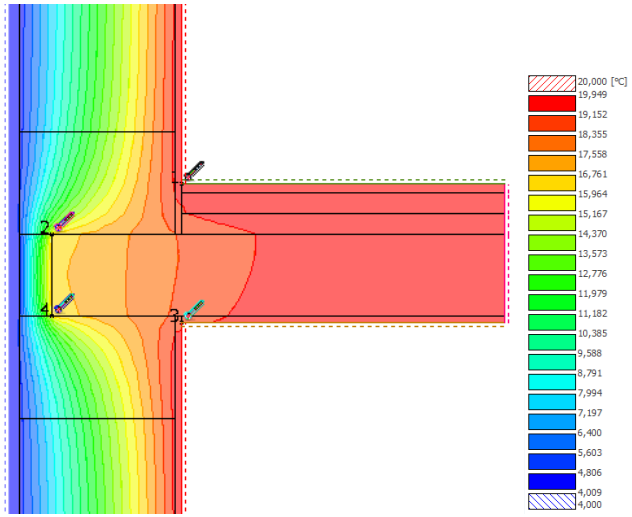
Megéri-e a plusz kiegészítő hőszigetelés, ha nincs hőszigetelés a falon?

Plusz kiegészítő hőszig.



t1 = 19,57 °C -> f_{Rsi} = **0,94**
t2 = 17,91 °C
t3 = 19,33 °C -> f_{Rsi} = **0,96**
t4 = 17,92 °C
Ψ = -0,005 W/mK

Kiegészítő hőszig. csak födémnél



t1 = 19,38 °C -> f_{Rsi} = **0,96**
t2 = 16,26 °C
t3 = 18,92 °C -> f_{Rsi} = **0,93**
t4 = 16,26 °C
Ψ = 0,101 W/mK

Ez így kvázi „hőhídmentes”

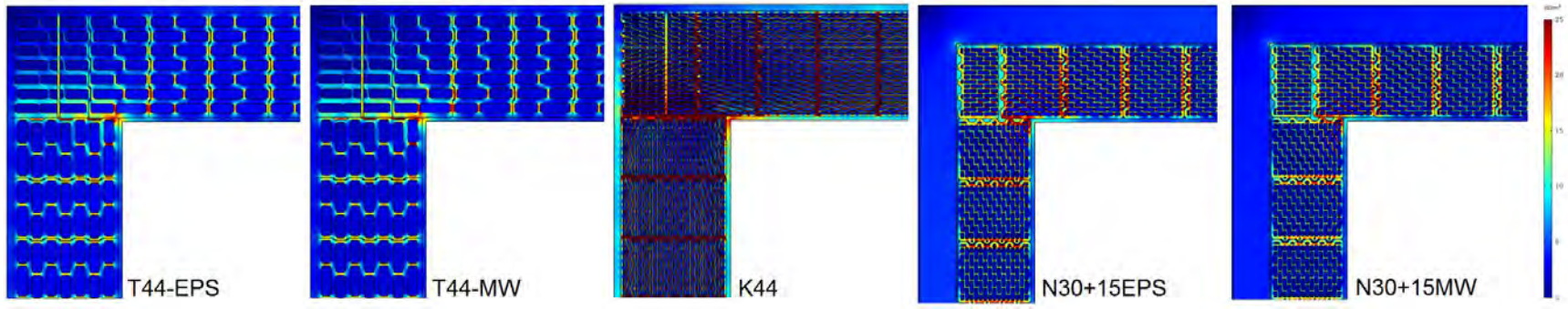
Balázs B. (Auricon Energetic), Nagy B. 2022

Csatlakozási hőhidak hatásának komplex értékelése

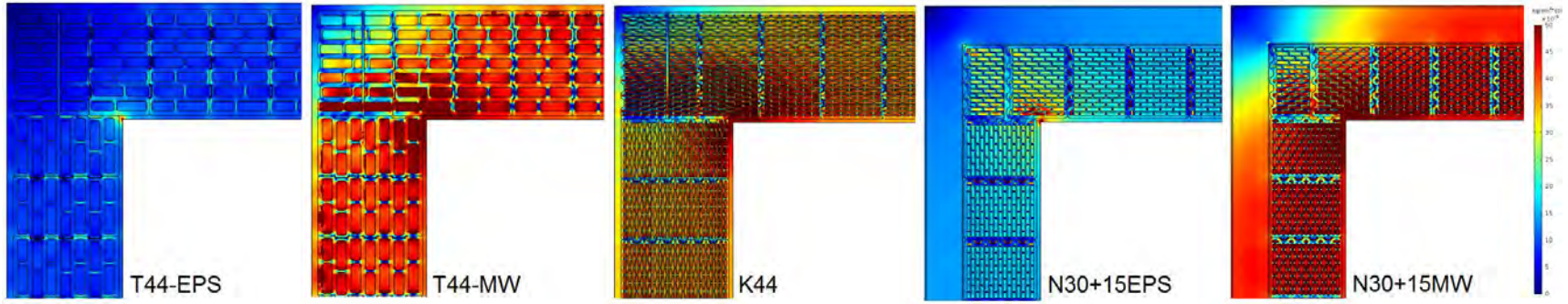
Csomópontok komplex hő- és nedvességtranszport modellezése

Példa: különféle kialakítású homlokzati falak sarokcsomópontjai

Hőáramsűrűségek EPS és MW töltettel, illetve EPS és MW hőszigeteléssel ellátott falazóblokkból készült falsarok csomópontok esetén [W/m^2]



Nedvességáramsűrűségek EPS és MW töltettel, illetve EPS és MW hőszigeteléssel ellátott falazóblokkból készült falsarok csomópontok esetén [kg/m^{2}s]



Nagy B. 2018

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

Transzmissziós és szellőzési
Hőveszteségek vagy hőleadások

Effektív hőtároló képesség
(Számít az anyagok sűrűsége és fajhője is!)
Épület/Zóna időállandója

Sugárzás és belső
Hőnyereségek vagy hőterhelések

Hasznosítási tényezők

$$\eta = f\left(\frac{Q_{nyer}}{Q_{veszt}}, \tau\right)$$

Minden hónapban, téli és nyári!

Fűtési energiaigények

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

Hűtési energiaigény

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

Az FMV és a ME feladatai és lehetőségei az épületek energetikai minőségének biztosítása érdekében

Helyszíni épületdiagnosztikai vizsgálatok

Figyelem!
Az előadás anyaga szerzői jogvédelem alatt áll, azt a szerző kizárólag a képzés résztvevői 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.

Alapadatok a tanúsításhoz

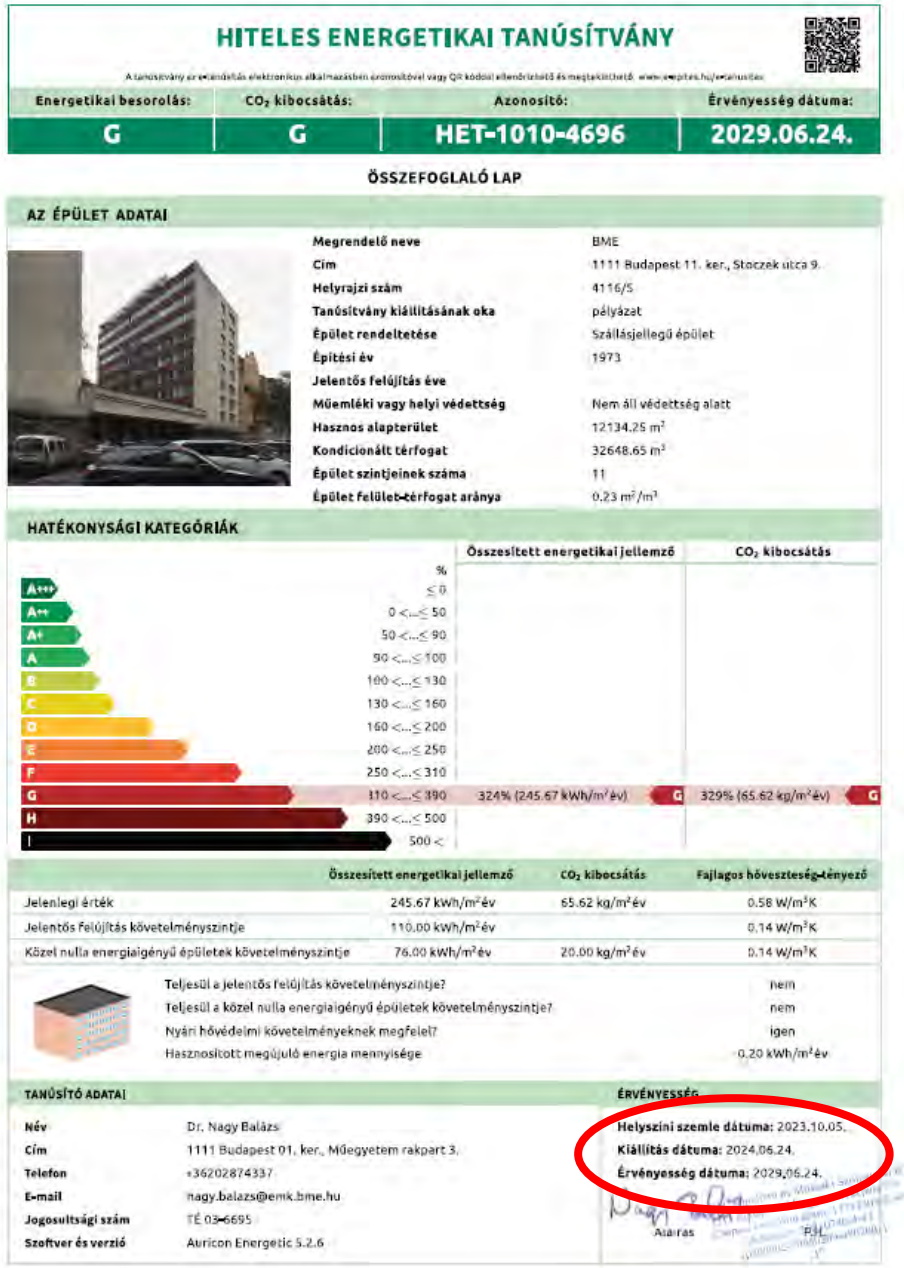
176/2008. (VI. 30.) Korm. Rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról:

5. § (1) A tanúsítást a 2. mellékletben meghatározott tartalommal a Rend.-ben meghatározott számítási módszerrel kell elvégezni.

(2) Az 1. § (3) bekezdés *a)* pontja szerinti („**új épület építése**”) **esetben a tanúsítást az építészeti-műszaki, illetve a kivitelezési dokumentáció és az építési napló részét képező felelős műszaki vezetői nyilatkozat alapján kell elvégezni**, ha a felelős műszaki vezető igazolja, hogy az épület az építészeti-műszaki, illetve a kivitelezési dokumentáció és a hozzá tartozó energetikai számításban figyelembe vett méreteknek, adatoknak és anyagjellemzőnek megfelelően valósult meg, valamint a tervezett műszaki jellemzőjű épülettechnikai berendezéseket szerelték be.

(3) Ha az épületben meglévő **fűtési és légkondicionáló rendszerre energetikai felülvizsgálat** készült, és a rendszert a felülvizsgálat óta nem alakították át, **a tanúsítás során a felülvizsgálat eredményét tényként kell figyelembe venni**.

(4) **Ha a tanúsítást megelőzően a tanúsító helyszíni szemlét tart, annak időpontját a tanúsítványon feltünteti.**



HITELES ENERGETIKAI TANÚSÍTVÁNY

A tanúsítvány az elektronikus alkalmazásban azonosítóval vagy QR kóddal ellenőrizhető és megtekinthető: www.energiatanusitvany.hu/ellenorzes

Energetikai besorolás:	CO_2 kibocsátás:	Azonosító:	Érvényesség dátuma:
G	G	HET-1010-4696	2029.06.24.

ÖSSZEFOGLALÓ LAP

AZ ÉPÜLET ADATAI

Megrendelő neve	BME
Cím	1111 Budapest 11. ker., Stoczek utca 9.
Helyrajzi szám	4116/5
Tanúsítvány kiállításának oka	pályázat
Épület rendeltetése	Szállásjellegű épület
Építési év	1973
Jelentős felújítás éve	
Műemléki vagy helyi védettség	Nem áll védettség alatt
Hasznos alapterület	12134.25 m^2
Kondicionált térfogat	32648.65 m^3
Épület szintjeinek száma	11
Épület felület-térfogat aránya	0.23 m^2/m^3

HATÉKONYSÁGI KATEGÓRIÁK

	%	Összesített energetikai jellemző	CO_2 kibocsátás
A+++	≤ 0		
A++	0 <...≤ 50		
A+	50 <...≤ 90		
A	90 <...≤ 100		
B	100 <...≤ 130		
C	130 <...≤ 160		
D	160 <...≤ 200		
E	200 <...≤ 250		
F	250 <...≤ 310		
G	310 <...≤ 390	324% (245.67 kWh/m^2 év) G	329% (65.62 kg/m^2 év) G
H	390 <...≤ 500		
I	500 <		

	Összesített energetikai jellemző	CO_2 kibocsátás	Fajlagos hőveszteség-tényező
Jelenlegi érték	245.67 kWh/m^2 év	65.62 kg/m^2 év	0.58 W/m^2K
Jelentős felújítás követelményszintje	110.00 kWh/m^2 év		0.14 W/m^2K
Közel nulla energiaigényű épületek követelményszintje	76.00 kWh/m^2 év	20.00 kg/m^2 év	0.14 W/m^2K

Teljesül a jelentős felújítás követelményszintje?	nem
Teljesül a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintje?	nem
Nyári hővédelmi követelményeknek megfelel?	igen
Hasznosított megújuló energia mennyisége	0.20 kWh/m^2 év

TANÚSÍTÓ ADATAI

Név	Dr. Nagy Balázs
Cím	1111 Budapest 01. ker., Műegyetem rakpart 3.
Telefon	+36202874337
E-mail	nagy.balazs@emk.bme.hu
Jogosultsági szám	TÉ 03-6695
Szoftver és verzió	Auricon Energetic 5.2.6

ÉRVÉNYESSÉG

Helyszíni szemle dátuma: 2023.10.05.
Kiállítás dátuma: 2024.06.24.
Érvényesség dátuma: 2029.06.24.

Aláírás P.H.

Definíciók és harmonizációjuk a jogszabályokban, pl. hasznos alapterület

9/2023 ÉKM Rendelet:
„hasznos alapterület”: az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló kormányrendelet szerinti hasznos alapterület

176/2008 Korm. Rendelet:
„hasznos alapterület”: a magyar építészetről szóló törvény fogalommeghatározásának keretein belül valamennyi épületszint hűtött-fűtött helyiségei alapterületének összege

2023. évi C. törvény a magyar építészetről:
„hasznos alapterület”: a nettó alapterületnek azon része, amelyen a belmagasság legalább 1,90 m

Hasznos alapterület a CSOK szerint (https://kormany.hu/penzugyminiszterium/csaladi-otthonteremtesi-kedvezmeny):
„Hasznos alapterület” a lakáson belül közvetlenül megközelíthető, következő helyiségek alapterületének – a nettó alapterületnek csak azon része vehető figyelembe, ahol a belmagasság legalább 1,90 m – összege: előszoba, közlekedő, nappali, hálószoba, étkező, konyha, étkezőkonyha, fürdőszoba, WC, kamra, tároló, gardrób, mosókonyha, kazánhelyiség és egyéb fűthető helyiség. A számítás során nem lehet figyelembe venni a gépjárműtároló és a pinceszinti helyiség alapterületét.

Energetikai tanúsítás gyorstalpaló 1.

Milyen információ kell ahhoz, hogy tudjunk energetikai tanúsítványt készíteni?

Tervdokumentáció rendelkezésre áll az ingatlanról (épület vagy rendeltetési egység)

Amennyiben rendelkezésre áll az építészeti-műszaki, illetve a kivitelezési dokumentáció és az építési napló részét képező felelős műszaki vezetői nyilatkozat. A geometriai méretek a tervekről (alaprajzok, metszetek), míg a műszaki adatok a műszaki leírásokból és teljesítménynyilatkozatokból határozhatók meg. Korabeli tervdokumentáció helyszíni szemle támogatására (pl. levéltár, Lechner Tervtár). **Helyszíni szemle a kötelező fényképmelléklet miatt ez esetben is szükséges!**

Helyszíni felmérése 1.

- Ha elérhető korabeli építési műszaki dokumentáció, tervek pauszpapíron, műszaki leírás, stb. illetve épületszerkezetek (pl. falak, födémek) típusa, rétegrendek leírása, mindenképpen kérjük el.
- **Alaprajz, helyiségméretek és belmagasságok jelölésével**. A tanúsításhoz szabadkézi skicc is megteszi, ha az épület alapvető geometriai kialakítása értelmezhető rajta. Manapság lézeres távmérő, OrthoGraph, lézerszkennelés (akár iPhone/iPad Pro) is alkalmazható.
- **Tüntessük fel a tájolást az alaprajzon** (merre van az észak), minden mobilban van iránytű.
- **A társasház alapterülete fontos, ha távhő vagy házközponti fűtés van** (kiszolgált teljes alapterületet ismernünk kell)
- A Földhivatal weboldalán (https://kau.foldhivatal.hu/auth/login) lekérhetőek:
  - Ingatlant leíró adatok (20 db letöltése ingyenes)
  - E-hiteles tulajdoni lap (fizetős) vagy E-hiteles térképmásolat (fizetős)
  - **Társasházi információk** (ingyenes) -> ha kell a gépészeti rendszer számításhoz!

Energetikai tanúsítás gyorstalpaló 2.

Milyen információ kell ahhoz, hogy tudjunk energetikai tanúsítványt készíteni?

Helyszíni felmérése 2.

- **Önálló rendeltetési egység tanúsítása esetén a fajlagos hőveszteség tényező számítása elhagyható. (A/V arány…)**
- **Egyéb rendeltetésű (nem lakó vagy szállás jellegű) funkciójú önálló rendeltetési egység tanúsítása esetén egyszerűsített esetben az önálló rendeltetési egységre kell elvégezni a referencia számításokat. (nem befoglaló épület)**
- **Információ a lakást alulról és felülről határoló szerkezetekről és terekről** (pl. alulról pince, felülről fűtetlen padlástér)
- **Falvastagságok és a határoló falak jelölése az alaprajzon, valamint a határolószerkezetek túloldalán található zónákról** (pl. ez a fal x cm tömör tégla, túloldalán fűtetlen lépcsőházzal). Ha nem ismert a falazatok pontos anyaga, akkor a vastagság és az építési idő alapján, illetve fotók segítségével jól tudunk közelíteni.
- **A nyílászárókat az alaprajzon tüntessük fel a befoglaló méretük és pozíciójuk jelölésével, parapet magasságokkal.** Írjuk fel a nyílászáró kialakítását. Üvegezés kialakítása, bevonat és töltőgáz (nézzük a távtartót belülről, a gyártók gyakran feltüntetik a termékinformációkat). Üvegmérőműszerrel meghatározható, hány rétegű az üvegezés és milyen bevonat van rajta. A low-e bevonat ellenőrizhető egy öngyújtó lángjának tükröződésével is. Határozzuk meg a keret típusát, geometriai méreteit. Vizsgáljuk a beépítés minőségét a tömítetlenség megállapításához.

Energetikai tanúsítás gyorstalpaló 3.

Milyen információ kell ahhoz, hogy tudjunk energetikai tanúsítványt készíteni?

Helyszíni felmérése 3.

- **Jelöljük, ha vannak árnyékolók a nyílászárókon** (belül függöny, kívül redőny, stb), valamint az árnyékolók beépítésének és típusának minőségét.
- **Jelöljük, hogy a nyílászárók árnyékoltak-e külső akadályok által**, pl. horizont árnyékvető (pl. fa az épület előtt, szomszédos épület) és/vagy függőleges/vízszintes árnyékvetők által (pl. erkélykinyúlás az ablak fölött)

Statisztikai adatok:

- **Az ingatlan tulajdonosának neve, címe, elérhetősége.** Továbbá kell **a tanúsítvány kiállításának oka is**, pl. használatbavételhez, adásvételhez, vagy bérbeadáshoz lesz.
- **Kell a pontos cím, a helyrajzi szám és a ház építési ideje** (ha nem ismert pontosan, egy becsült évszám is megteszi), illetve a legutóbbi jelentős felújítás ideje (ha volt ilyesmi).
- Ha a megbízó nem ismeri a helyrajzi számot, akkor a cím alapján a földhivatal weboldalán is le tudjuk kérdezni.
- (Befoglaló) Épület fűtött szintjeinek a száma, nem pedig a lakás szintjeinek a száma kell a tanúsítványra.
- Tanúsított ingatlan építési ideje, műemléki védettsége, legutóbbi felújítás ideje, megújuló használata is stat. adat.

Energetikai tanúsítás gyorstalpaló 4.

Milyen információ kell ahhoz, hogy tudjunk energetikai tanúsítványt készíteni?

Fotódokumentáció (akár mobilos, jó minőségű fotó is lehet)

- **Épületről és épülethatároló szerkezetekről**
  - **Kell egy fénykép az utcafronti homlokzatról.**
    Ez lesz a hiteles energetikai tanúsítvány címlapfotója.
  - **Kell fénykép minden releváns homlokzatokról.**
  - **Jellemző Nyílászárókról** (ablakok, egyet a jellemző teljes ablakról, amin látszik az üvegezés részaránya, egyet pedig a keretről minden ablak esetén, az külön előnyös, ha az üvegezés távtartójában látszanak a beleírt teljesítményadatok. Már ha persze ezek nem régi, pl. kapcsolt gerébtokos ablakok, de ha azok, akkor az látszik a fotón majd). Javaslom a bejárati ajtó lefényképezését is. Továbbá fotózzunk olyan nyílászárót, amin láthatók a társított árnyékolószerkezet és a külső akadályok.
  - Javaslom lefotózni a határolószerkezeteket is (falak, födémek), valamint a padlástérről és a pincéről (ha van), szintén célszerű fotókat készíteni.

Energetikai tanúsítás gyorstalpaló 5.

Milyen információ kell ahhoz, hogy tudjunk energetikai tanúsítványt készíteni?

Fotódokumentáció

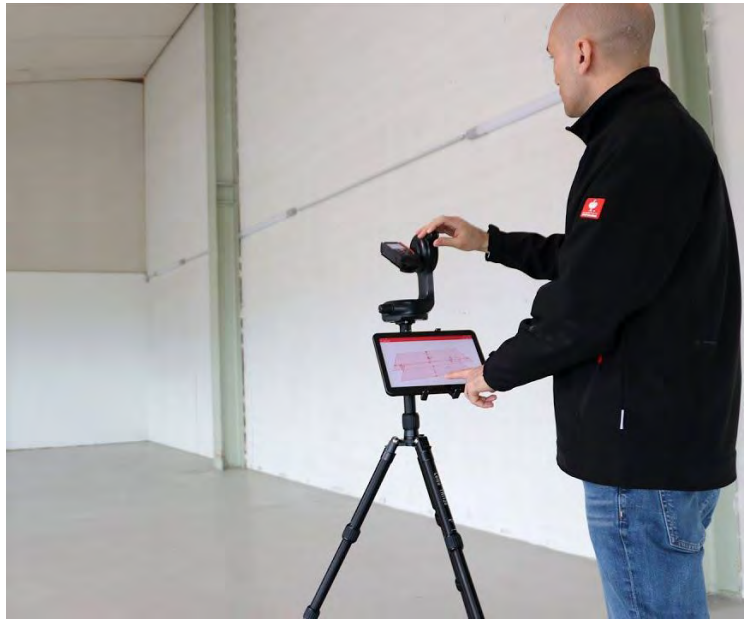
- **Gépészeti és épülettechnikai berendezésekről:**
  - **Hőtermelők** (kazán, hőszivattyú, stb),
  - Hűtőgépek (pl. split klíma),
  - **Hőtárolók** (indirekt vagy bojler),
  - **Hőleadó** (pl. radiátor, padlófűtés osztó-gyűjtő, anemosztát, fan-coilok, stb) **és annak szabályozása** (pl. termosztatikus szelep, kéziszelep),
  - Szabályozás vagy automatika (pl. termosztát, elektronikus szabályozó, külső időjárásszenzor, stb)
  - Légtechnikai rendszer (légkezelő, rendszerelemek),
  - **Megújuló rendszerek** (pl. napelem, napkollektor),
  - Elektromos autótöltőről. Esetleges technológiai fogyasztókat is érdemes lehet lefényképezni.
  - Egyéb épületek esetén világítás rendszerelemeiről (pl. lámpák, kapcsolók).

Eszközök helyszíni szemléhez

- **Fényképezőgép**
  - Vakuval rendelkezik, illetve zseblámpa kell
  - Jó minőségű fényképeket készít

- **Távolságmérés, geometria felmérése:**
  - Lézeres távmérő
  - Lézerszkenner, Lidar
  - Colostok, mérőszalag
  - Tolómérő

- **Hőmérsékletmérés:**
  - Felületi hőmérsékletmérők
  - Infrahőmérők
  - Levegő hőmérsékletmérők



- **Tartalék elemek, akkutöltők**

- Páratartalom mérő műszer,Légnyomásmérők, légsebességmérő, füstgáz elemzők, klímaállomás, adatgyűjtők, stb…
- Táblaszámítógép vagy toll és ceruza…

Épületszerkezetek anyagának és hőszigetelő képességének azonosítása

Hőtechnikai teljesítőképesség a szerkezet megépülése közben, utólag is vizsgálható, a szerkezet ellenőrizhető. A beépítésre szánt építőanyagok teljesítőképessége (elsősorban hőszigetelések) az építéshelyszínen ellenőrizhetőek.

Felújítások esetén a meglévő épületszerkezetek hőtechnikai teljesítménye diagnosztizálható! (pl. meglévő hőszigetelések avulásának vizsgálata)

Vizsgálható pl.:

a) Hővezetési tényező

b) Hőátbocsátási tényező

- Felületi hőmérsékletméréssel
- Hőárammméréssel
- **Hőkamerával önmagában NEM!!!**

Az épületdiagnosztikai vizsgálatok fontosak!

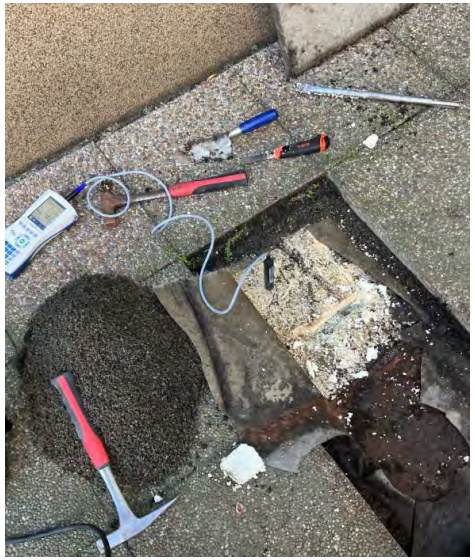
Hővezetési tényező mérése

Mérési módszerek:

1) Peremvédett segédfűtőlapos módszer (GHP)
2) Hőárammérős módszer (HFM)
3) Hot box (közvetett mérés)
4) Laser Flash módszer (LFA)
5) Tranziens huzal módszer (THW)
6) Tranziens sík forrás módszer (TPS)
7) Módosított tranziens sík forrás módszer (MTPS)
8) Tranziens vonal forrás módszer (TLS)

Stacioner módszerek, MSZ EN szabványos

Tranziens módszer, Helyszíi mérés, ASTM szabvány

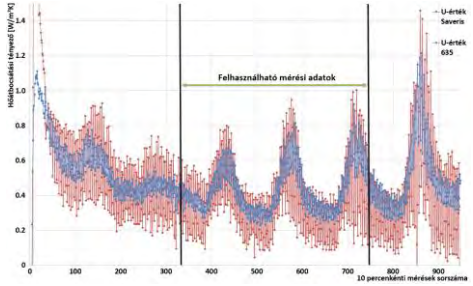


Tranziens mérés

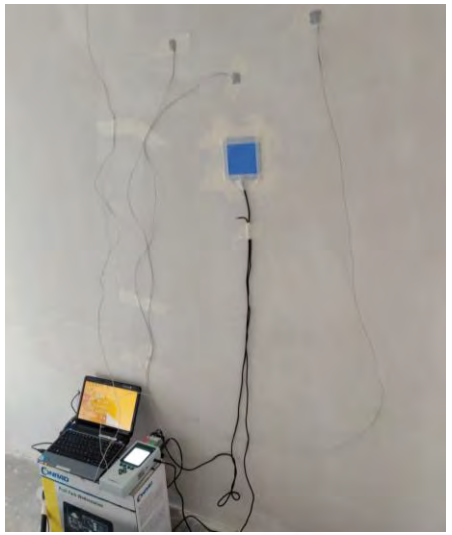
Stacioner állapotbeli mérés, GHP

Hőátbocsátási tényező mérése

Felületi hőmérsékletméréssel:



Hőáramsűrűségméréssel:



$$U = \frac{h_{si}[\frac{W}{m^2K}] \cdot (T_i - T_s)[K]}{T_i - T_e[K]}$$

Mérés legalább 3-5 napig,
10-15 K hőmérsékletkülönbségnél

$$U = \frac{q\,[\frac{W}{m^2}]}{T_i - T_e[K]}$$

ISO 9869

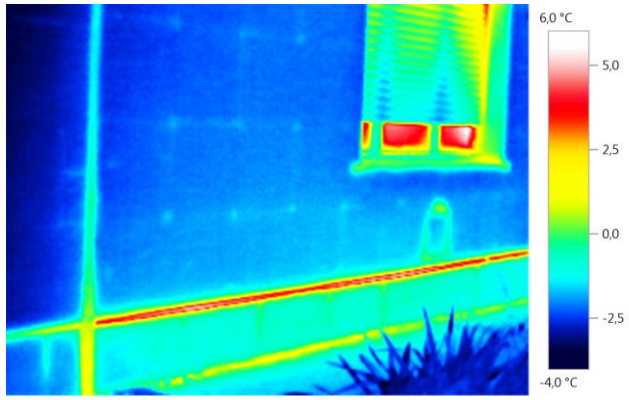
Termovíziós vizsgálatok (hőkamerázás)

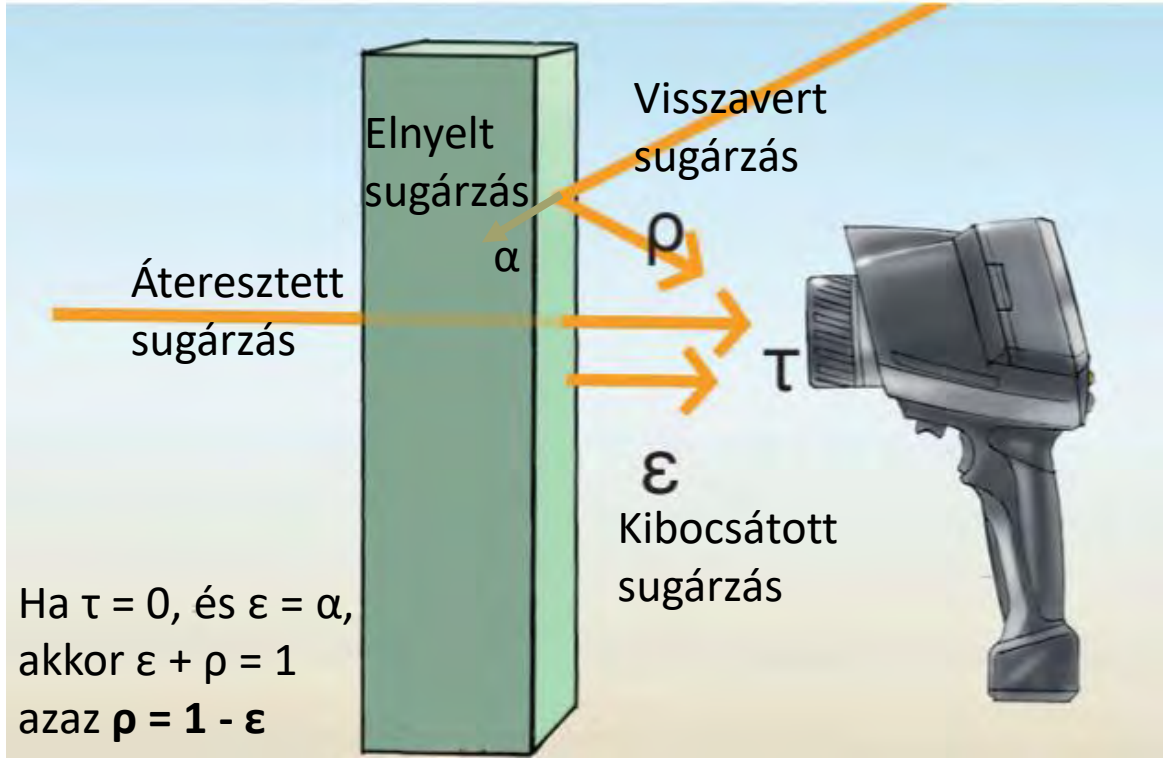
A termovízió alkalmazása a hőmérsékletmérés egyik speciális lehetősége, mely nagy felületek hőmérsékletét vizuálisan értékelhetővé teszi.

Hőkamerázás során az épületszerkezetek felületi hőmérsékletét mérjük a szerkezet által kibocsátott infrasugárzás alapján!

Fontos, hogy a felületek által visszavert, vagy áteresztett sugárzást ki kell korrigálni a mérésből (ε, RTC, …)!

Aminek nincs hatása a felületi hőmérsékletre (a felületen látható felmelegedésre vagy lehűlésére), azt nem látjuk!





Termovíziós vizsgálatok

Szükséges korrekciók:

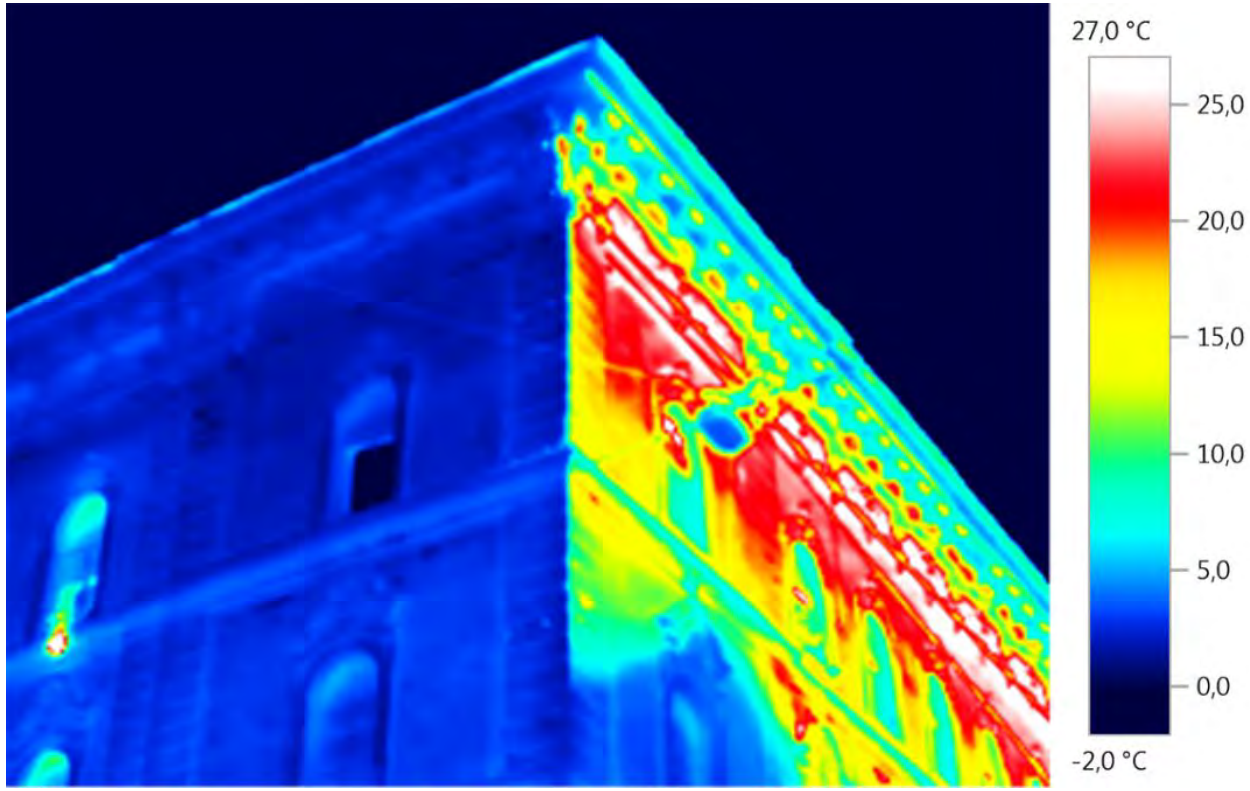
- **Atmoszféra korrekció (ha távoli objektumot mérünk)**
  - Hőmérsékletmérés
  - Páratartalommérés
  - Távolság mérés

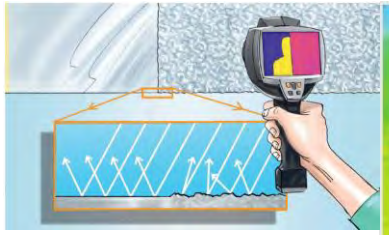
- **Sugárzási hőmérséklet korrekció (RTC)**
  - Lambert sugárzóval
  - Összegyűrt alufóliával,
    mint diffúz sugárzó

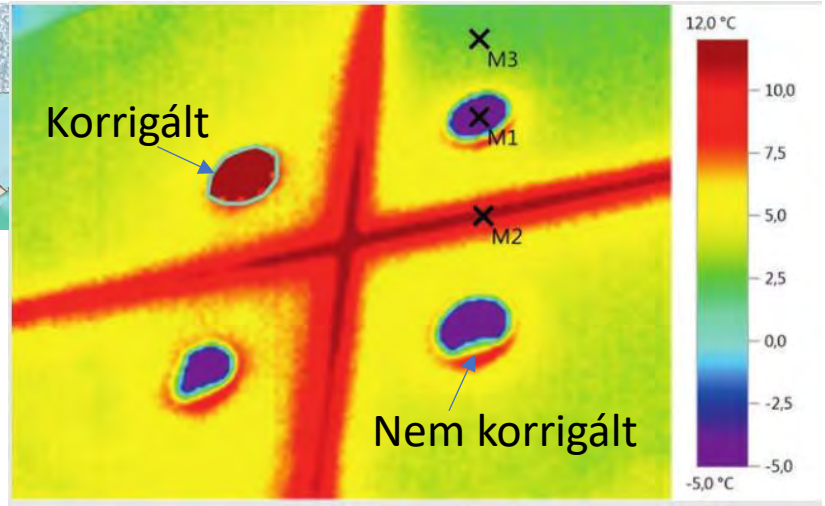
- **Emissziós tényező korrekció (ε)**
  - Felületi hőmérsékletmérés
  - Hőkamerás mérés fix emissziójú szalaggal

Hibaforrások (amiket utólag nem lehet helyrehozni):

- Élesség és fókusz, nem megfelelő objektív használata
- Túl nagy vagy túl kicsi mérési távolság, túl nagy a mérési pont mérete
- Átviteli szakasz zavarai (légszennyeződések, lerakódások a felületen)
- Idegen sugárzó források (izzók, napsütés, fűtések…)





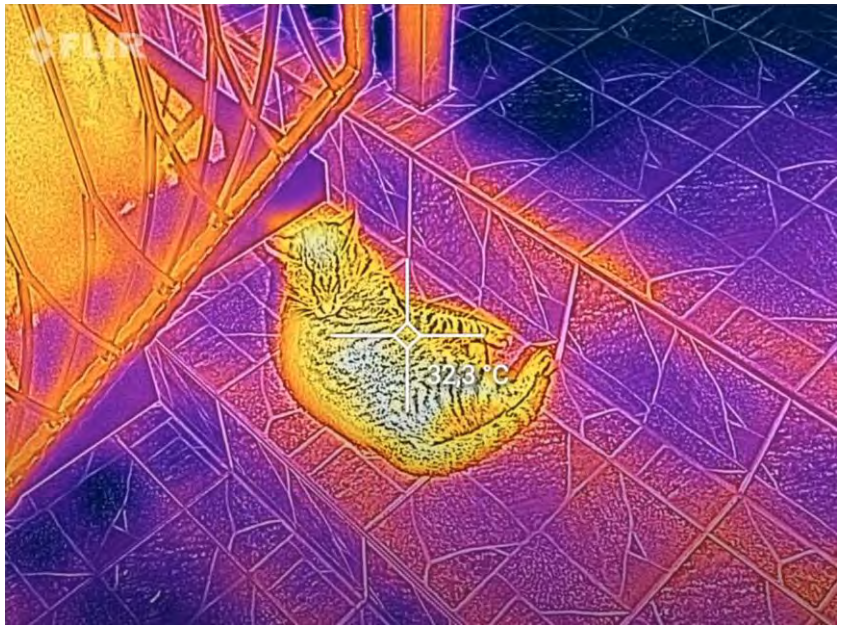


Termovíziós vizsgálatok (hőkamerázás)

Mire figyeljünk hőkamera választás során?

Ha hordozható, hűtés nélküli, hosszú hullámú, mikrobolométeres hőkamerát veszünk

Állítható fókusz, felbontás, termikus érzékenység, képjavító eljárások:

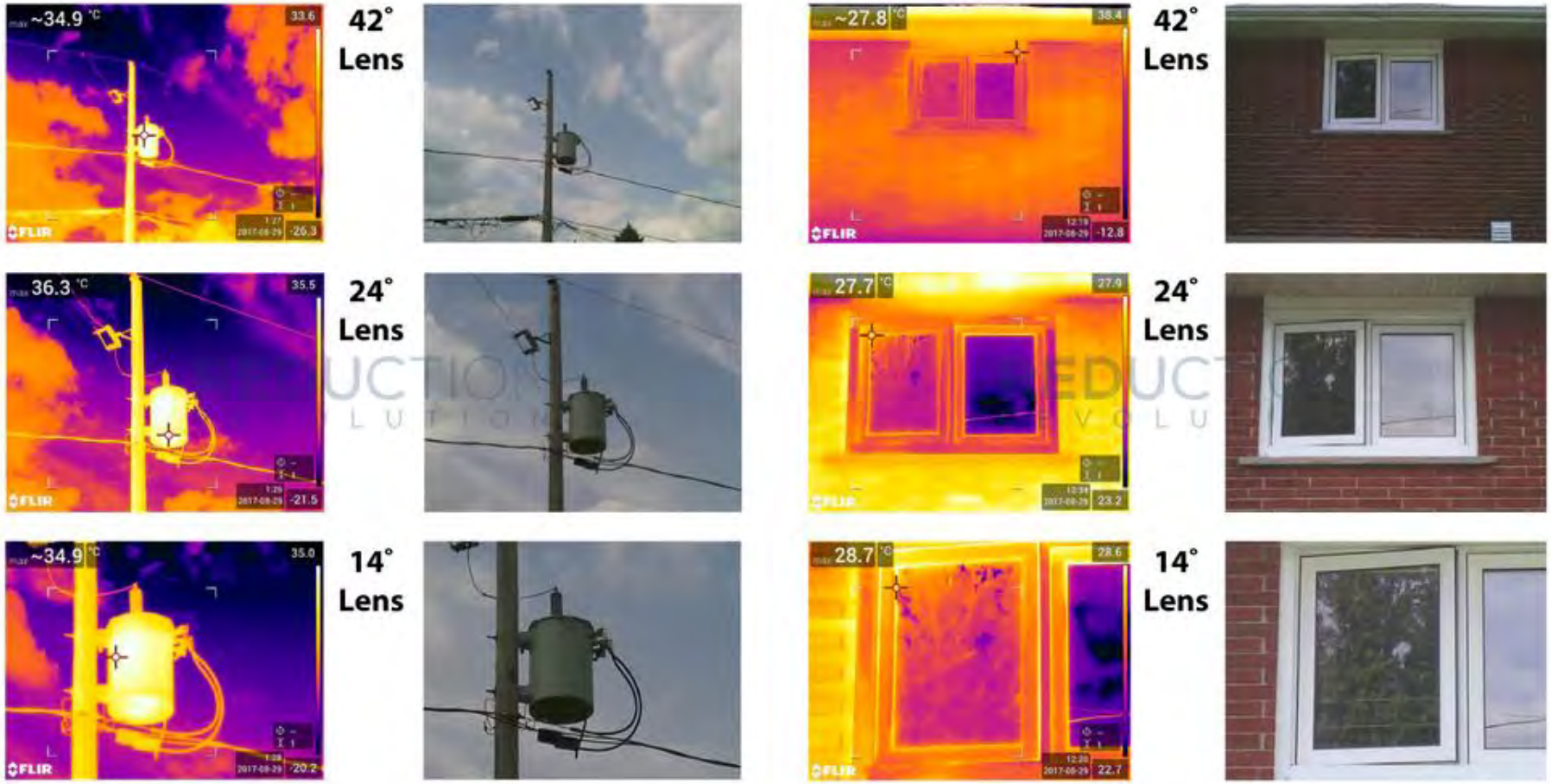


Termovíziós vizsgálatok (hőkamerázás)

Mire figyeljünk hőkamera választás során?

Ha hordozható, hűtés nélküli, hosszú hullámú, mikrobolométeres hőkamerát veszünk

Optika látószöge, cserélhető objektívek hatása a mérési eredményekre:



Termovíziós vizsgálatok (hőkamerázás)

Hőkamerázás során az épületszerkezetek felületi hőmérsékletét mérjük! Aminek van hatása a felületi hőmérsékletre (a felület felmelegedésére vagy lehűlésére), pl. nedvességkárosodásokat, azt láthatjuk és vizsgálhatjuk a hőkamerával.

Termovíziós vizsgálatok (hőkamerázás)

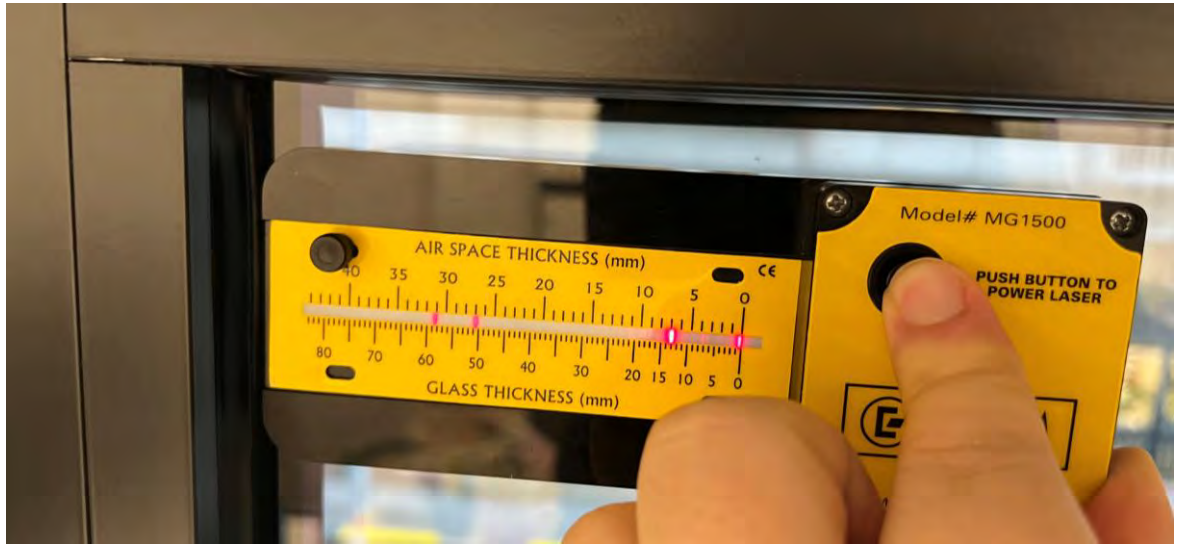
Mire figyeljünk hőkamera választás során?
Ha hordozható, hűtés nélküli, hosszú hullámú, mikrobolométeres hőkamerát veszünk:

1) Legalább kézzel **állítható fókusz**, a fixfókuszos kamerák profi felhasználásra nem jók
2) A belépő szint a profi épülettermográfiába a **legalább 320x240-es felbontás**…
3) Több gyártó kínál képjavító megoldásokat (pl. Testo SuperResolution, Flir MSX, Guide) Ezek azért nem tesznek csodát, viszont érdemes kérni őket, ha van rá lehetőség
4) **Termikus érzékenység**, minél kisebb, annál jobb, preferáltan 50 mK alatt legyen
5) **Optika látószöge (FOV)**, épülettermográfiához célszerű nagyobb látószögű objektívvel venni a kamerát (vagy cserélhető objetíveset venni és cserélgetni)
6) **Képfrissítés**: sok kamera 9 hz-es, célszerű 24 hz feletti képfrissítésű kamerát beszerezni
7) **Kiértékelő szoftver funkciói** (testo szoftvere például ingyenes, a Flir meg az alapfunkciókon túl fizetős)

Nyílászárók és üvegezések vizsgálatai

Üvegezések rétegrendjének és rétegvastagságainak ellenőrzése

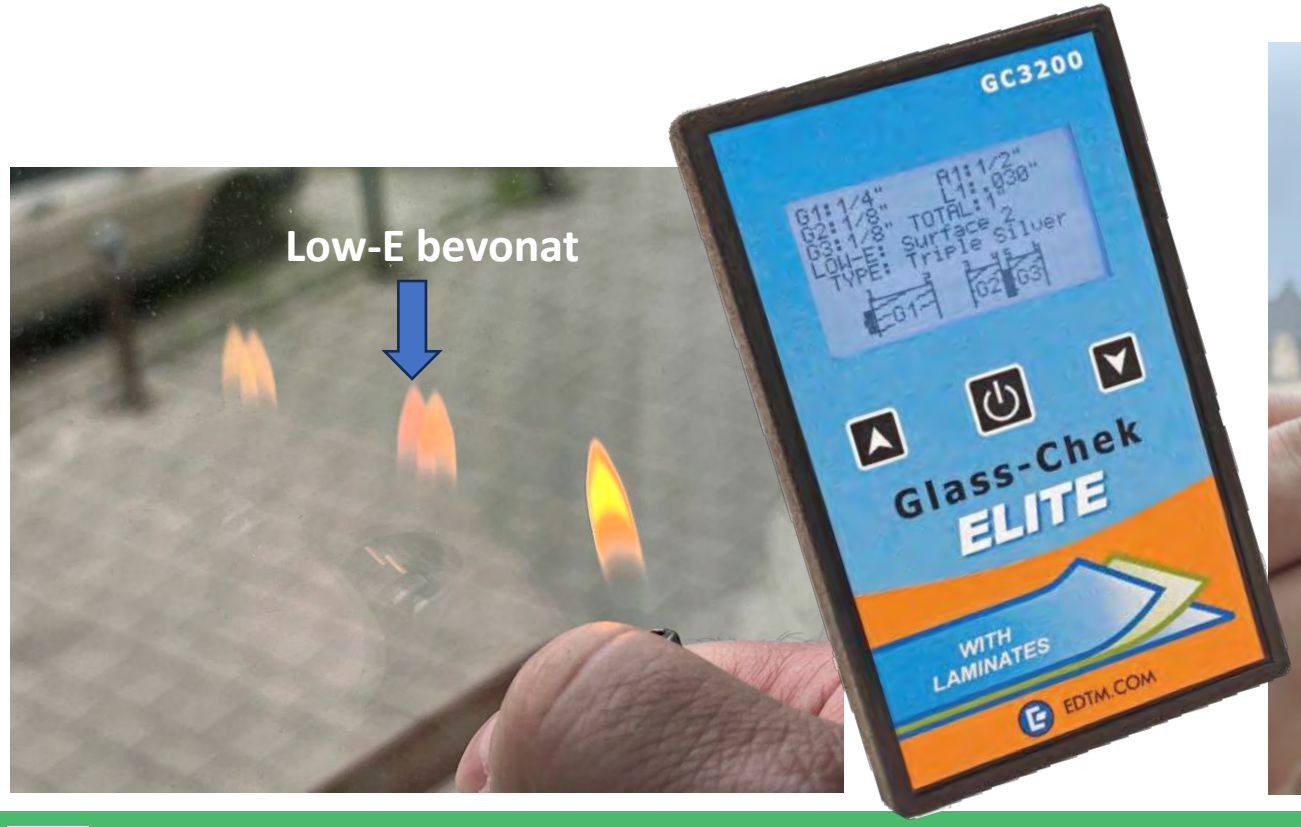
- Pl. Bohle GlassBuddy, EDTM Glass Check vagy MG 1500

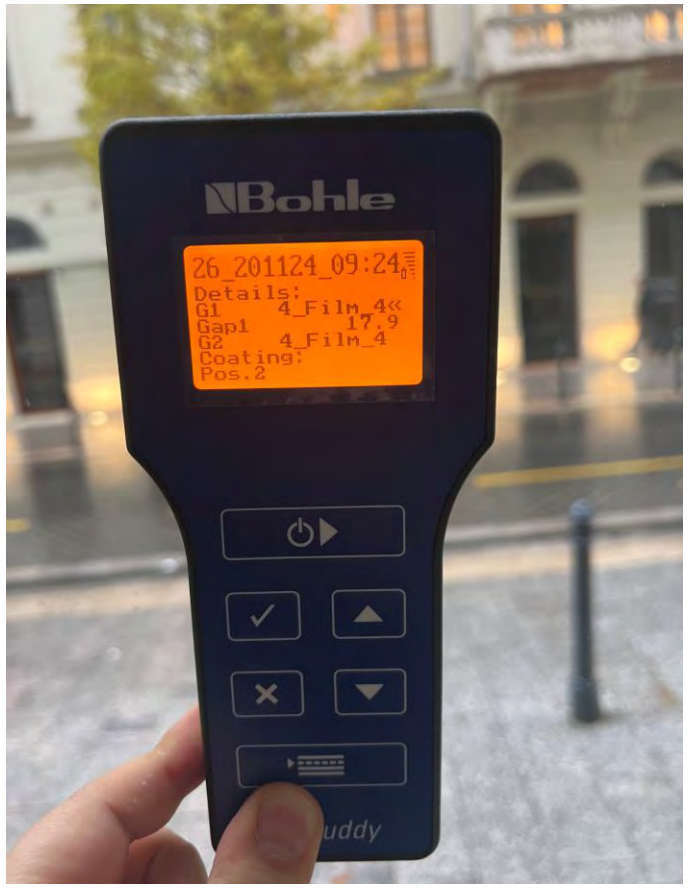


Nyílászárók és üvegezések vizsgálatai

Üvegezések bevonatainak (pl. low-e bevonatok) ellenőrzése

- Pl. Bohle GlassBuddy, EDTM Glass Check, Low-E CARD…
- LED lámpával (pl. mobiltelefon)
- Öngyújtóval (Low-E bevonat -> vöröses, szelektív bevonat -> kékes)

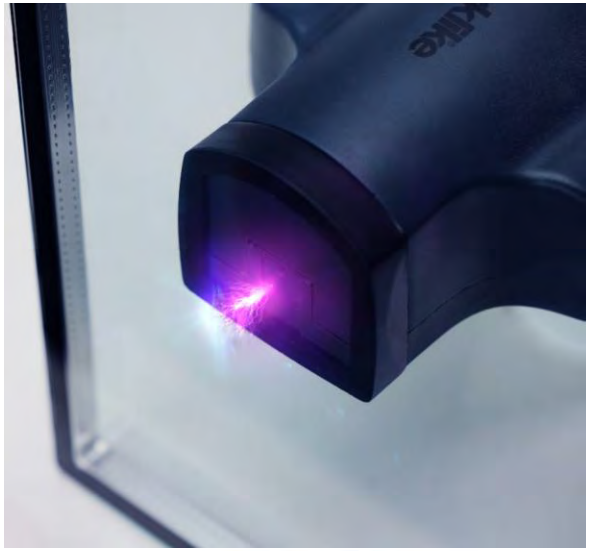




Nyílászárók és üvegezések vizsgálatai

Üvegezések töltőgázának ellenőrzése műszerekkel

- Roncsolásmentes, pl. Sparklike, Tesla tekercs
- Roncsolásos, pl. gázkoncentráció-mérés

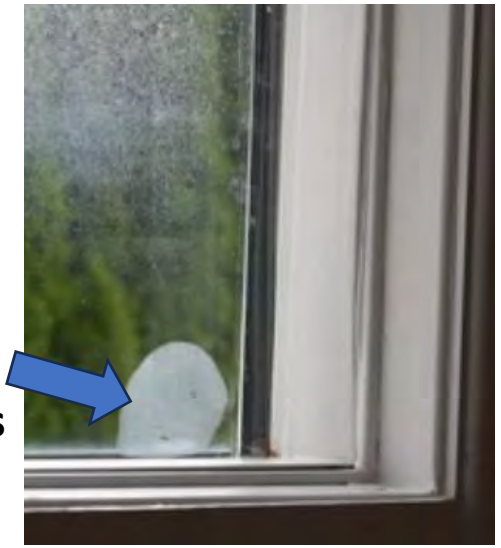


Nyílászárók és üvegezések vizsgálatai

Üvegezések töltőgázának ellenőrzése Az üvegezés integritásának ellenőrzésével

- Az üvegezés integritásának ellenőrzésével
- Szelep állapotának ellenőrzése
- Freeze spray teszttel -> ha az üvegezés belülről párásodik, nem tömített
- Freeze spray + hőkamera -> összehasonlító vizsgálat

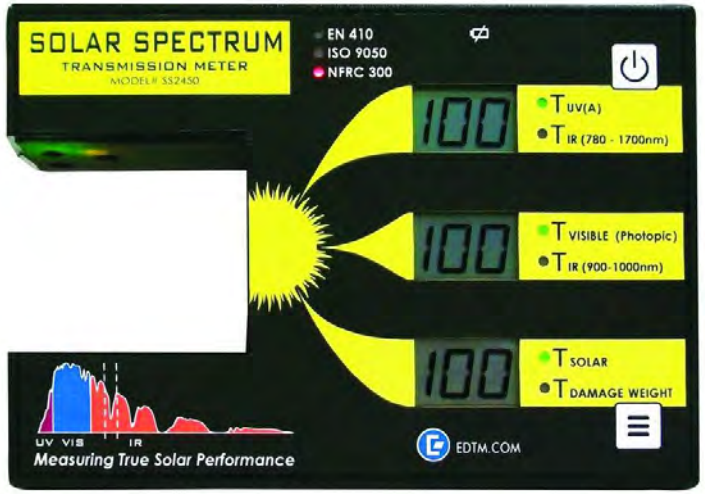
Belső páralecsapódás



Nyílászárók és üvegezések vizsgálatai

Üvegezések sugárzásátbocsátási tényezőjének ellenőrzése

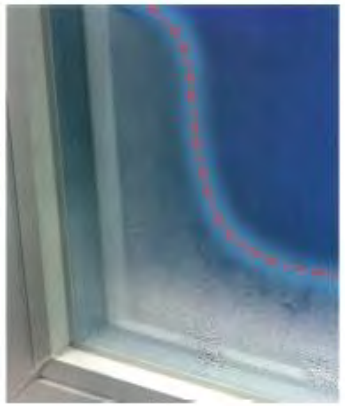
- G-érték mérés, SHGC (pl. EDTM Window Energy Profiler, Bohle, stb.)
- Látható fény, infra, ultraibolya tartományok mérése



Nyílászárók és üvegezések vizsgálatai

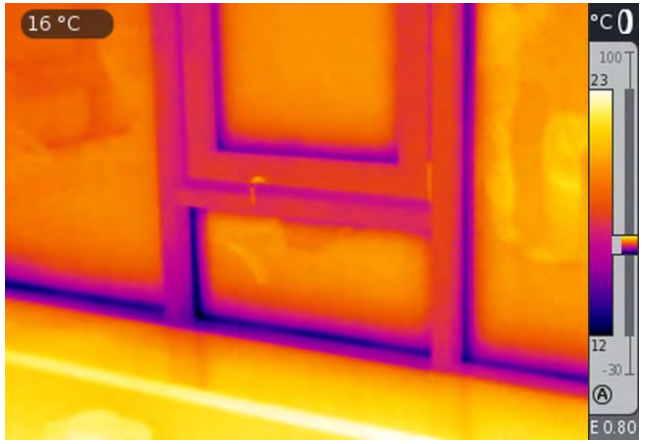
Üvegezések távtartójának ellenőrzése (szemrevételezés)

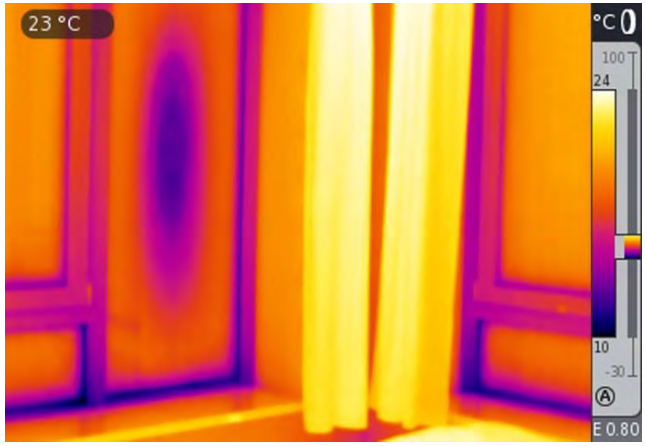
Aluminium



Acél

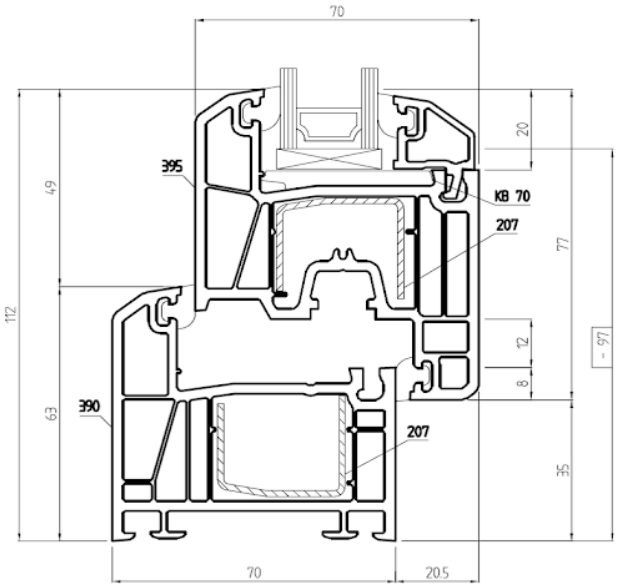
Műanyag

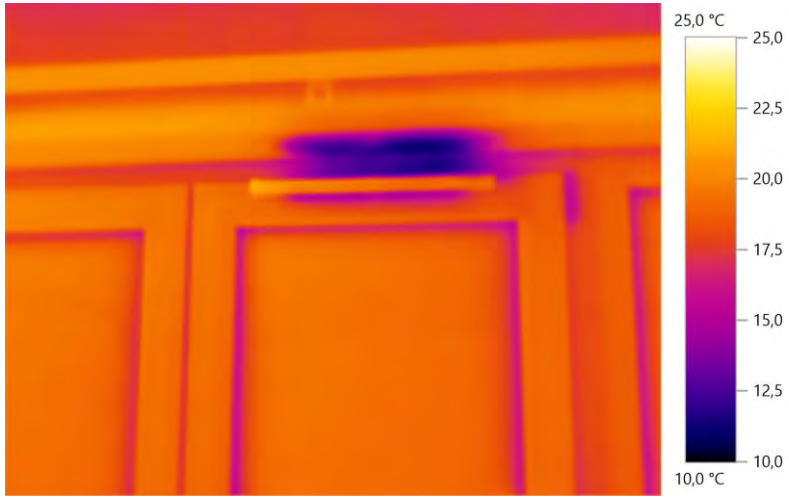




Nyílászárók és üvegezések vizsgálatai

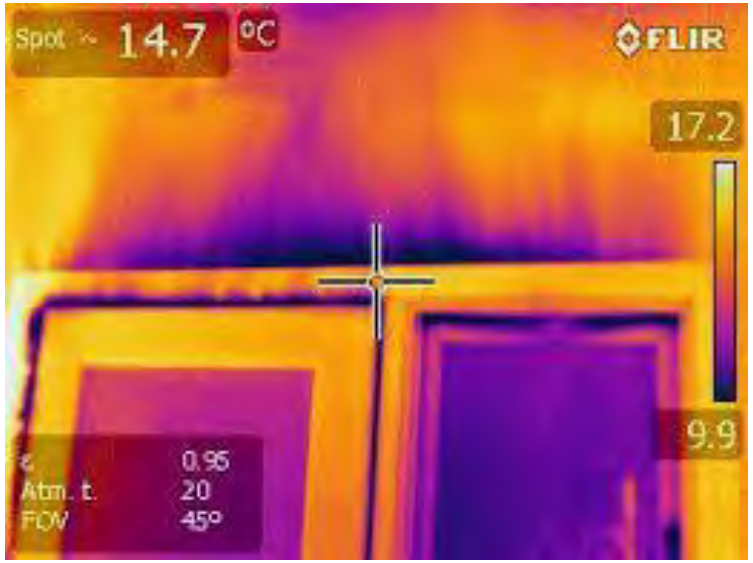
Nyílászárók keret és profilszerkezetének kialakítása (szemrevételezés, vastagságmérés)





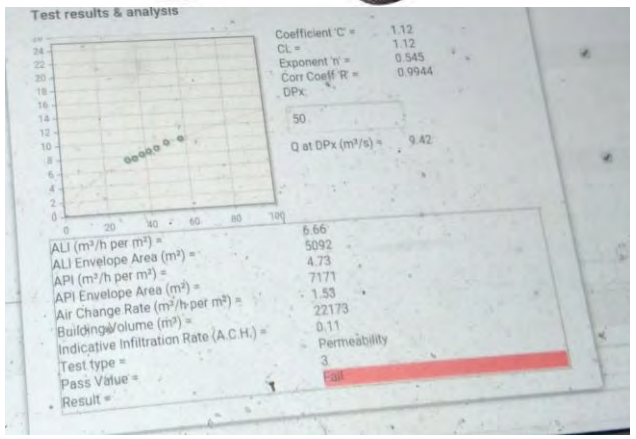
Nyílászárók és üvegezések vizsgálatai

- **Nyílászárók beépítésének, tömítettségének ellenőrzése**
  - Ultrahangos berendezés (pl. Trotec SL 800)
  - Freeze spray (üvegezések integritásának vizsgálata)
  - Hőkamerás vizsgálat
  - Kézi hődrótos légsebességmérők
  - Blower door teszt



A természetes légcsereszám becslése

- Becslés a nyílászárók légáteresztése alapján (vagy légáteresztés mérése)
- Blower Door teszt



Nyílászáró légáteresztése	Nyílások elhelyezkedése	Szintek	Tömítetlenségből származó légcsere[1] n_{filt} [1/h]	
		száma	szélvédett	szélnek kitett[2]
Gyenge légzárású: vetemedett, rosszul illesztett; vagy falhézagnál hőszigeteltetlen, 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-szárnytömítéssel ellátott; vagy falhézagban 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-szárnytömítéssel; oldalanként legalább egy ponton záródó; vagy minősítő iratban 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[3]	V ≤1500 m³	nincs gépi szellőzés $n_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$	0,00	
		van gépi szellőzés $n_{50} \leq 1{,}0\ h^{-1}$		
	V >1500 m³	nincs gépi szellőzés $q_{50} \leq 3{,}0\ h^{-1}$		
		van gépi szellőzés $q_{50} \leq 2{,}0\ h^{-1}$		

1) Amennyiben a nyílászárók minősége vegyes, akkor a nyílászárók bruttó felületeivel súlyozott átlagérték alkalmazható a légcsere növekedés meghatározásához.
2) Szélnek kitett szabadon álló vagy az épített környezetből kiemelkedő magasabb épületek esetében alkalmazandó.
3) MSZ EN ISO 9972 szabvány szerinti légtömörség mérési eredmény rendelkezésre állása esetén alkalmazható.

Megvilágítás mérés (Lx)

- **Megvilágítás:**
  lux (jele: lx) fotometriai mennyiség

- Egy lux azonos a négyzetméterenkénti egy lumen fényárammal

- Mérése kézi műszerekkel is lehetséges, a munkasíkon, egyéb épületeknél

2.1. táblázat: Különböző funkciójú épületekre vonatkozó ajánlott számítási alapadatok

	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	$\dot{V}_{LT}/A_k$ $m^3/(m^2h)$	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

*Lakóépületekre a megadott értékek alkalmazása kötelező
** A megvilágítás értékek új épületekre és korszerűsített rendszerekre vonatkoznak

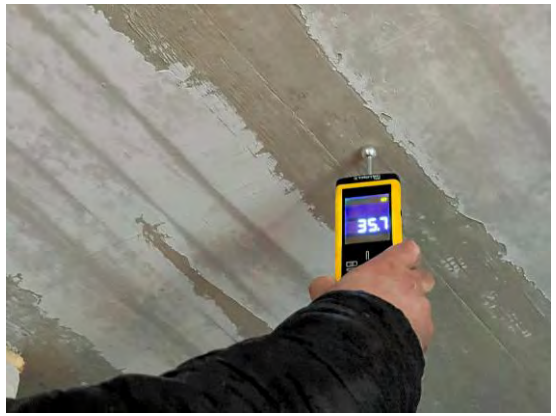
Nedvességtartalmi-állagvédelmi mérések

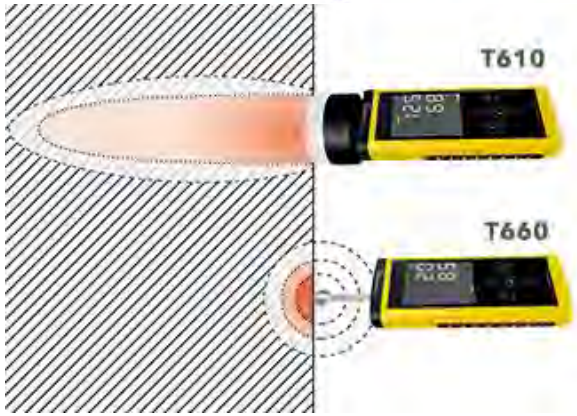
Anyagnedvesség mérések

- Roncsolásos mintavétel a helyszínen
- Laboratóriumi mérések (szorpciós izoterma, vízfelvétel,stb.)

- **Helyszíni roncsolásos módszerek, pl.**
  - Furatporminta, törmelék (karbidos CM készülék)
  - Helyszíni szúrt vagy fúrt szondás mérések kapacitív méréssel

- **Helyszíni roncsolásmentes módszerek, pl.**
  - Mikrohullámú nedvesség mérés (20-30 cm mélységig)
  - Kapacitív nedvességmérés (2-4 cm mélységig)





Számítási melléklet elérhető

Az Energiaügyi Minisztérium 2023.07.27-én megjelentette a honlapján a 9/2023. ÉKM rendeletben hivatkozott számítási módszertant:

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

Alkalmazott Épületenergetika könyv elérhető

2024. januárjában megjelent az **ingyenesen letölthető segédlet** az új energetikai tanúsítási módszer elsajátításában, magyarázatokkal és mintapéldákkal:

https://www.e-gepesz.hu/cikkek/19148-alkalmazott-epuletenergetika

Köszönöm a figyelmet!

Figyelem!
Az előadás anyaga szerzői jogvédelem alatt áll, azt a szerző kizárólag a képzés résztvevői 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.