



Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara

Az épületenergetikai követelmények változásai

A határolószervezetre vonatkozó számítások változásai

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.



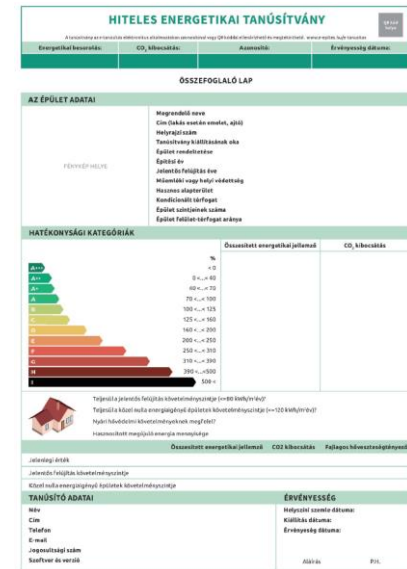
2023. november 1-től hatályos épületenergetikai szabályozás

Az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról

→ **176/2008. (VI.30.) Korm. rendelet**, módosítások:

200/2023. (V. 25.) Korm. rendelet

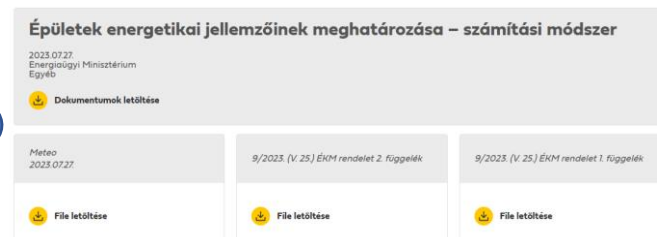
361/2021. (VI. 24.) Korm. rendelet
701/2020. (XII.29.) Korm. rendelet
210/2019. (VIII. 27.) Korm. rendelet
13/2019. (II. 11.) Korm. rendelet
497/2016. (XII. 28.) Korm. rendelet
456/2015. (XII. 29.) Korm. rendelet
261/2015. (IX. 14.) Korm. rendelet
387/2014. (XII. 31.) Korm. rendelet
440/2013. (XI. 20.) Korm. rendelet
322/2012. (XI. 16.) Korm. rendelet
266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet
105/2012. (V. 30.) Korm. rendelet
49/2012. (III. 28.) Korm. rendelet
196/2009. (IX. 15.) Korm. rendelet
64/2009. (III. 31.) Korm. rendelet



Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

→ **9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet**

+ függelékek
A számítási eljárásról
a kormány.hu dokumentumtárban



155/2016. (VI. 13.) Korm. rendelet
a lakóépület építésének egyszerű bejelentéséről

312/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet
az építésügyi és építésfelügyeleti hatósági eljárásokról és ellenőrzésekről, valamint az építésügyi hatósági szolgáltatásról

Miért kell új számítási eljárás?

2018/844 EU irányelv (EPBD recast)

„Az épület energiahatékonyságának meghatározására alkalmazott módszer tannak átláthatónak és az innovációra nyitottnak kell lennie.”

„A tagállamoknak az Európai Szabványügyi Bizottságnak (CEN) adott M/480. sz. megbízás alapján kidolgozott átfogó szabványok, nevezetesen az ISO 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1 és az 52018-1, számú szabványok nemzeti mellékletei alapján kell ismertetniük nemzeti számítási módszerüket.”

„Ez a rendelkezés nem jelenti az említett szabványok jogszabályba foglalását.”

A TNM rendelet alapú számítások nem (mindig) átláthatók, nem feltétlen nyitottak az innovációra, és nincsenek összhangban az ISO szabványokkal...

MSZ EN 15193-1_lighting_M9.pdf
MSZ EN 15232-1_automation_control_M10-4_10.pdf
MSZ EN 15316-1_general_system_efficiency_M3-1_M3-4_M3-9_M8-4.pdf
MSZ EN 15316-2_space_heating_cooling_systems_M3-5_M4-5.pdf
MSZ EN 15316-3_heat_distribution_M3-6_M4-6_M8-6.pdf
MSZ EN 15316-4-1_heat_DHW_generation_boilers_biomass_M3-8-1_M8-8-1.pdf
MSZ EN 15316-4-10_wind_power_M11-8-7.pdf
MSZ EN 15316-4-2_heat_pumps_M8-3-2_M8-8-2.pdf
MSZ EN 15316-4-3_collectors_PV_M3-8-3_M8-8-3_M11-8-3.pdf
MSZ EN 15316-4-4_cogeneration_M8-8-4_M8-11-4.pdf
MSZ EN 15316-4-5_district_heating_cooling_M3-8-5_M4-8-5_M8-8-5_M11-8-5.pdf
MSZ EN 15316-4-8_air_heating_radiant_heating_stove_M3-8-8.pdf
MSZ EN 15316-5_heating_DHW_storage_M3-7_M8-7.pdf
MSZ EN 15378-1_inspection_bilers_heatingsystems_DHW_M31-11_M8-11.pdf
MSZ EN 15378-3_measured_performance_M3-10_M8-10.pdf
MSZ EN 15459-1_economic_evaluation_M1-14.pdf

MSZ EN 16798-7_infiltration_M5-5.pdf
MSZ EN 16798-9_cooling_system_requirements_M4-1_M4-4_M4-9.pdf
MSZ EN 16946-1_inspection_automation_M10-11.pdf
MSZ EN 16947-1_building_management_M10-12.pdf
MSZ EN ISO 10077-1_windows_transmittance_general.pdf
MSZ EN ISO 10077-2_windows_transmittance_numerical.pdf
MSZ EN ISO 10211_thermal_bridges_detailed.pdf
MSZ EN ISO 12631_curtain_walls.pdf
MSZ EN ISO 13370_ground.pdf
MSZ EN ISO 13786_dynamic_method.pdf
MSZ EN ISO 13789_transmission_ventilation_heat_loss_coefficients.pdf
MSZ EN ISO 14683_thermal_bridges_simplified.pdf
MSZ EN ISO 52000-1_overarching.pdf
MSZ EN ISO 52003-1_indicators_requirements.pdf
MSZ EN ISO 52010-1_climate.pdf
MSZ EN ISO 52016-1_net_energy_demand.pdf
MSZ EN ISO 52017-1_sensible_latent_heat_load.pdf
MSZ EN ISO 52018-1_partial_requirements_fabric.pdf
MSZ EN ISO 52022-1_solar_protection_daylight_simplified.pdf
MSZ EN ISO 52022-3_solar_protection_daylight_detailed.pdf
MSZ EN ISO 6946_thermal_resistance_transmittance.pdf

Több, mint 50 szabvány, pl:



EPB szabványok alkalmazása energetikai számításra

Előnyök:

- Részletesebb számításokra lesz lehetőség, (szinte) minden eset kezelhető
- Európai szabványok biztosítják az átláthatóságot
- Segéd excelek elérhetők az EPB centerben: <https://epb.center/>

Kritikai észrevételek:

- Alapadatok általában hiányoznak, vagy csak részlegesen
- Előfordulnak elírások vagy hibák
- Sokszor túl részletes bemenő adatok szükségesek, amelyek nem állnak rendelkezésre a felhasználóknak

Az EPB szabványok teljeskörű alkalmazása csak opcióként lehetséges. Nemzeti számítási módszertan és alapelvek kidolgozására volt szükség.

-> pl. 9/2023 ÉKM rendelet számítási függelékei

Wall - Masonry - Partial Cavity Fill						
Layer	d (m)	Material 1 of the layer		Material 2 of the layer		Notes
		λ-value (W/m K)	R-value (m ² K/W)	λ-value (W/m K)	R-value (m ² K/W)	
Internal surface						
1 Plasterboard	0.012	0.21	0.13			
2 XPS board between battens	0.075	0.035	0.17	0.13	0.118	
3 Cavity unventilated	0.075					
4 Concrete block (dense)	0.1	1.63				
5 Insulated cavity + wall ties	0.05	0.045				
6 Brick outer leaf	0.105	0.77				
External surface			0.04			
U-value Corrections		Air gaps level	number per m ²	cross-sectional area (m ²)	λ-value (W/m K)	
Air Gaps in layer 2		1	2.5	0.0008	17	
Wall Ties in layer 5						

Table 4 - Identifiers for geometric characteristics						
Name	Symbol	Software name	Unit	Value	Range	Origin Varying
area	A	A	m ²	0..∞		No
thickness of material layer	d	d	m	0..∞		No

Table 5 - Identifiers for thermal characteristics of a building component						
Name	Symbol	Software name	Unit	Value	Range	Origin Varying
design thermal conductivity	λ	lambda	W/(m K)	0..10	ISO 10456	No

Table 6 - Identifiers for tabulated and conventional values						
Name	Symbol	Software name	Unit	Value	Range	Origin Varying
external surface resistance	R _{se}	R _{s_e}	m ² K/W	0.04	N/A	Table 8 and Annex C Yes
internal surface resistance	R _{si}	R _{s_i}	m ² K/W	-	0.1..0.17	Table 8 and Annex C Yes
thermal resistance of unheated spaces	R _u	R _u	m ² K/W	0.08..0.3	Table 10	Yes
thermal resistance of air layer	R _a	R _a	m ² K/W	-	N/A	Annex D Yes
thermal resistance of ventilated air layer	R _{tot,u}	R _{tot_u}	m ² K/W	-	0..0.23	Table 9 Yes
thermal resistance of ventilated air layer	R _{tot,ve}	R _{tot_ve}	m ² K/W	-	Annex D	No
total thermal resistance of a component	R _{tot,c}	R _{tot_c}	m ² K/W	-	0..7.2	No
radiative coefficient for a black-body surface	ε ₀	h _{r,0}	W/(m ² K)	5.1	-	Annex D Yes
convective coefficient: internal surface	h _{ci}	h _{c_i}	W/(m ² K)	-	0.7..5.0	Annex C Yes
convective coefficient: external surface	h _{ce}	h _{c_e}	W/(m ² K)	20	-	Annex C No
radiative coefficient: internal surface	h _{ri}	h _{r_i}	W/(m ² K)	4.59	-	Annex D No
radiative coefficient: external surface	h _{re}	h _{r_e}	W/(m ² K)	5.13	-	Annex D No
hemispherical emissivity of surface	ε	epsilon	-	0.9	-	Annex D No

Table 7 - Identifiers for constants						
Name	Symbol	Software name	Unit	Value	Range	Origin Varying
Stefan-Boltzmann constant	σ	sigma	W/(m ² K ⁴)	5.67x10 ⁻⁸	-	No

Calculation of Thermal Resistance of each layer						
Description	Symbol	Unit	Value	Formula	Notes	
Heat flow path a						
Thermal resistance of internal surface	R _{si}	m ² K/W	0.1300	Formula (1)	R _{si} = 0.13	
Thermal resistance of layer 1	R ₁	m ² K/W	0.0571	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 2	R ₂	m ² K/W	2.1429	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 3	R ₃	m ² K/W	0.1700	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 4	R ₄	m ² K/W	0.0613	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 5	R ₅	m ² K/W	1.1111	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 6	R ₆	m ² K/W	0.1384	Formula (2)	R _{se} = R _{si} + R ₁ + R ₂ + ... + R ₆ + R _{se}	
Thermal resistance of external surface	R _{se}	m ² K/W	0.2400	Formula (4)		
Total thermal resistance via heat flow path a	R _{tot,a}	m ² K/W	3.8400	Formula (4)		
Heat flow path b						
Thermal resistance of internal surface	R _{si}	m ² K/W	0.1300	Formula (1)	R _{si} = 0.13	
Thermal resistance of layer 1	R ₁	m ² K/W	0.0571	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 2	R ₂	m ² K/W	0.5789	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 3	R ₃	m ² K/W	0.1700	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 4	R ₄	m ² K/W	0.0613	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 5	R ₅	m ² K/W	1.1111	Formula (2)		
Thermal resistance of layer 6	R ₆	m ² K/W	0.1384	Formula (2)	R _{se} = R _{si} + R ₁ + R ₂ + ... + R ₆ + R _{se}	
Thermal resistance of external surface	R _{se}	m ² K/W	0.2400	Formula (4)		
Total thermal resistance via heat flow path b	R _{tot,b}	m ² K/W	2.2829	Formula (4)		
Upper limit of total thermal resistance	R _{tot,max}	m ² K/W	3.9366	Formula (6)		
Using equivalent thermal resistance for each layer (for unventilated)						
Thermal resistance of internal surface	R _{si}	m ² K/W	0.1300	Formula (1)	Formula (7) for a bridged layer; Formula (2) for an unbridged layer	
Equivalent thermal resistance of layer 1	R ₁	m ² K/W	0.0571	Formula (2)		
Equivalent thermal resistance of layer 2	R ₂	m ² K/W	1.6230	Formula (2)		
Equivalent thermal resistance of layer 3	R ₃	m ² K/W	0.1700	Formula (2)		
Equivalent thermal resistance of layer 4	R ₄	m ² K/W	0.0613	Formula (2)		
Equivalent thermal resistance of layer 5	R ₅	m ² K/W	1.1111	Formula (2)		
Equivalent thermal resistance of layer 6	R ₆	m ² K/W	0.1384	Formula (2)	R _{se} = R _{si} + R ₁ + R ₂ + ... + R ₆ + R _{se}	
Thermal resistance of external surface	R _{se}	m ² K/W	0.2400	Formula (4)		
Lower limit of total thermal resistance	R _{tot,min}	m ² K/W	3.3366	Formula (6)	Check that ratio >= 1.5	
Ratio of the upper limit of thermal resistance to the lower limit of thermal resistance			1.9896			
Total thermal resistance of component	R _{tot,c}	m ² K/W	3.4440	Formula (2)	R _{tot,c} = (R _{tot,max} + R _{tot,min}) / 2	
Thermal transmittance (before corrections)	U	W/(m ² K)	0.2903	Formula (1)	U = 1 / R _{tot,c}	
Maximum relative error	e	%	3.36	Formula (10)	e = (R _{tot,max} - R _{tot,min}) / R _{tot,c} * 100	
Correction for air gaps	ΔU _g	W/(m ² K)	0.01	Table 1		
Adjusted correction for air gaps	ΔU _{g,adj}	W/(m ² K)	0.0021	Formula (13)	ΔU _{g,adj} = ΔU _g * (1 - ε ₀) ^{1.5}	
Correction for mechanical fasteners	ΔU _f	W/(m ² K)	0.0045	Formula (14)	ΔU _f = ε * (1 / (R _{si} + R ₁ + R ₂ + ... + R ₆ + R _{se})) * (1 / (R _{si} + R ₁ + R ₂ + ... + R ₆ + R _{se}))	
Thermal transmittance (with corrections)	U _{corr}	W/(m ² K)	0.2876			
Thermal resistance of opaque component	R _{tot,c}	m ² K/W	3.4785	Formula (2)	R _{tot,c} = 1 / U _{corr} + R _{se}	



Milyen számítási módszert kell alkalmaznunk?

9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet 7. §

(1) Az épület energetikai jellemzőit a tervező döntése szerint

- a) az energiapolitikáért felelős miniszter által vezetett minisztérium honlapján elérhető számítási módszer vagy
- b) az a) pontban foglalt számítási módszerrel egyenértékű, a 6. mellékletben meghatározott alapelveknek és tartalmi követelményeknek megfelelően megalkotott részletes vagy egyszerűsített módszerek egyikével kell meghatározni.

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;



Határolószerkezetekre vonatkozó számítások - TNM

A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) a szerkezet általános helyen vett metszetére számított vagy a termék egészére, a minősítési iratban megadott [$W/(m^2 \cdot K)$ mértékegységű] jellemző, amely tartalmazza nem homogén szerkezetek esetén a szerkezeten belül, jellemzően előforduló átlagos mennyiségben figyelembe vett pontszerű (rögzítési rendszerek, konzolok, csavarok, átkötővasak stb. által okozott) és vonalmenti (vázszerkezetek, hézagok, panelcsatlakozások stb. által okozott) hőhidak hatását is. (Megjegyzés: a szerkezetek csatlakozásánál - nyílásoknál, sarkoknál - keletkező hőhidak hatását nem számolva). A rétegterv hőátbocsátási tényezőjét befolyásoló tényezők számításba vételére megfelelő megoldás az MSZ EN ISO 6946 szabvány szerinti vagy azzal azonos eredményt adó számítás. A rétegtervben szereplő inhomogeneitásból származó hőhidak hatását:

- a) részletes módszer alkalmazása esetén a kettő vagy háromdimenziós számításra alapuló értékekkel MSZ EN ISO 10211 szabvány szerint,
- b) egyszerűsített módszer alkalmazása esetén MSZ EN ISO 6946 szabvány szerint számítandóak.

Nyílászárók hőátbocsátási tényezőjénél (U) az üvegezés (vagy más átlátszó szerkezet) és a keretszerkezetének (vagy más a felületen megjelenő felületnek) együttes felületre vetített átlagát kell figyelembe venni, figyelembe véve a szerkezeten belüli hőhidak hatását (pl. az üvegezés és a keretszerkezet csatlakozását, a távtartókat). A hőátbocsátási tényező üvegezett szerkezetek esetében tartalmazhatja a társított szerkezetek (redőny stb.) hatását is, ekkor a társított szerkezet „nyitott” és „csukott” helyzetére vonatkozó hőátbocsátási tényezők számtani átlaga vehető figyelembe.

Az épületnek azokra a határoló szerkezeteire, amelyek hőveszteségét nem egydimenziós hőáramok feltételezésével kell számítani (pl. **talajjal érintkező határolás, lábazat) a veszteségáramokat**

- a) részletes módszer alkalmazása esetén az MSZ EN ISO 13370 szabvány előírásai szerinti számítással,
- b) egyszerűsített számítási módszer alkalmazása esetén a 3. mellékletben közölt vonalmenti hőátbocsátási tényezők alkalmazásával kell meghatározni.



Határolószerkezetekre vonatkozó számítások – 1.

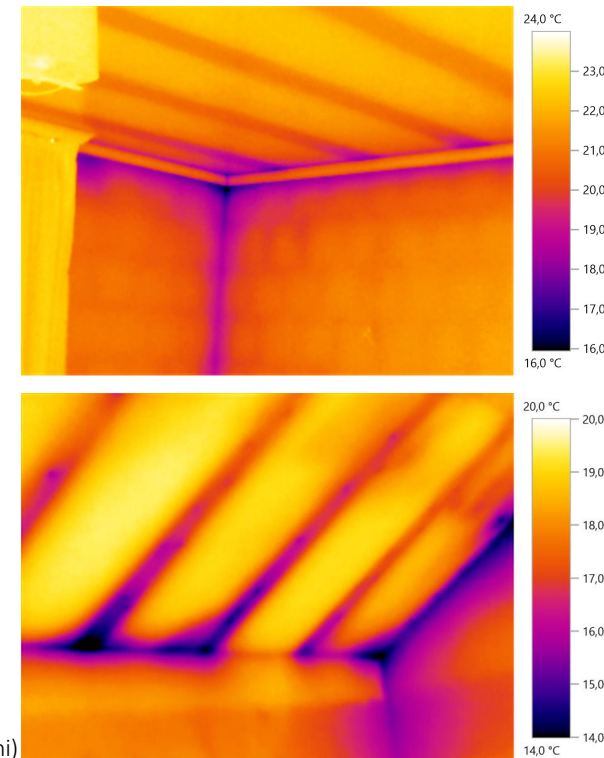
9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet 2. §

„**Átlagos hőátbocsátási tényező:** 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 számítása (MSZ EN ISO 6946, MSZ EN ISO 10456):

- Hővezetési tényezők (tervezési hővezetési tényezők használata)
- Felületi hőátadási ellenállások alkalmazása
- Légrétegek hővezetési ellenállása (irány és légrétegvastagságtól függő ellenállás)
- Inhomogén rétegek a rétegtervben (pl. magastetők szarufái, vázas épületek pillérei)
- Változó vastagságú réteget tartalmazó szerkezetek
- Hőátbocsátási tényező korrekciója (légüregek, mech. rögzítések, fordított lapostető)
- Panelos épületek homlokzati falainak átlagos hőátbocsátási tényezői

(A tervezett szerkezetek állagvédelmi ellenőrzését az MSZ 24140, vagy az MSZ EN ISO 13788 szabvány, valamint egy azokkal egyenértékű számítási módszer szerint lehet elvégezni)



Határolószerkezetekre vonatkozó számítások – 2.

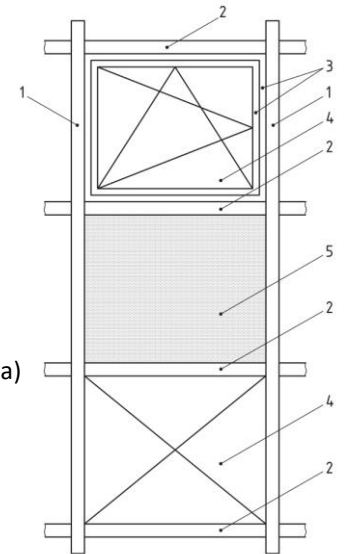
Homlokzati üvegfalak, függönyfalak hőátbocsátási tényezője (MSZ EN ISO 12631)

- A függönyfalat, üvegfalat alkotó elemek (melyek komponenseik alapján számítandók) hőátbocsátási tényezőjének felületarányos átlaga
- strukturális üvegezés (SG), strukturális szilikon üvegezés (SSG) és átszellőztetett kialakítás esetén részletes módszer alkalmazása szükséges

Nyílászárók hőátbocsátási tényezője (MSZ EN ISO 10077-1)

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

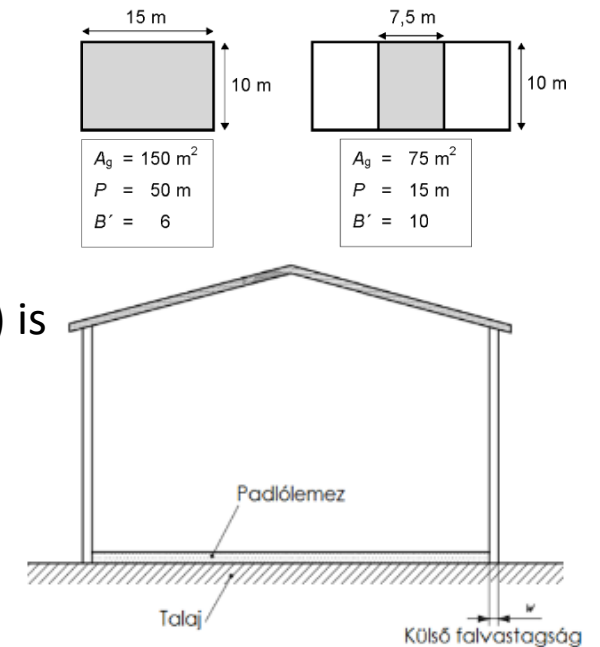
- Egyhéjús nyílászárók:
$$U_{ablak} = U_{ajtó} = \frac{\sum A_{\ddot{u}} \cdot U_{\ddot{u}} + \sum A_{ke} \cdot U_{ke} + \sum A_{ki} \cdot U_{ki} + \sum l_t \cdot \psi_t + \sum l_{ki} \cdot \psi_{ki} + \sum l_o \cdot \psi_o}{\sum A_{\ddot{u}} + \sum A_{ke} + \sum A_{ki}}$$
- Kéthéjús nyílászárók (pl. kapcsolt gerébtokos ablakok)
- Nyílászárók társított árnyékoló szerkezettel
A társított árnyékolószerkezetek hatása az átlagos U-értékben az elemi követelmények ellenőrzésekor nem vehető figyelembe!



Határolószervezetre vonatkozó számítások – 3.

Talajjal érintkező szerkezetek hőveszteségének számítása (MSZ EN ISO 13370)

- Talajok hőtechnikai jellemzői
- Talajon fekvő padló hőátbocsátási tényezője
 - Figyelembe véve a padló karakterisztikus méretét (B) és alatta található talajt (λ_t) is
- Terepszint feletti padlószervezet hőátbocsátási tényezője
- Fűtött pince (padló és fal) hőátbocsátási tényezője
- **Perem hőszigetelés hatása terepszint közelében fekvő padló esetén**
 - Pl. vízszintesen vagy függőlegesen elhelyezett hőszigetelés ψ értéke
 - Peremszigetelések alkalmazásának előírása a 9/2023. (V.25.) ÉKM-ben



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:
$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$
 Mértékegysége: m²K/W

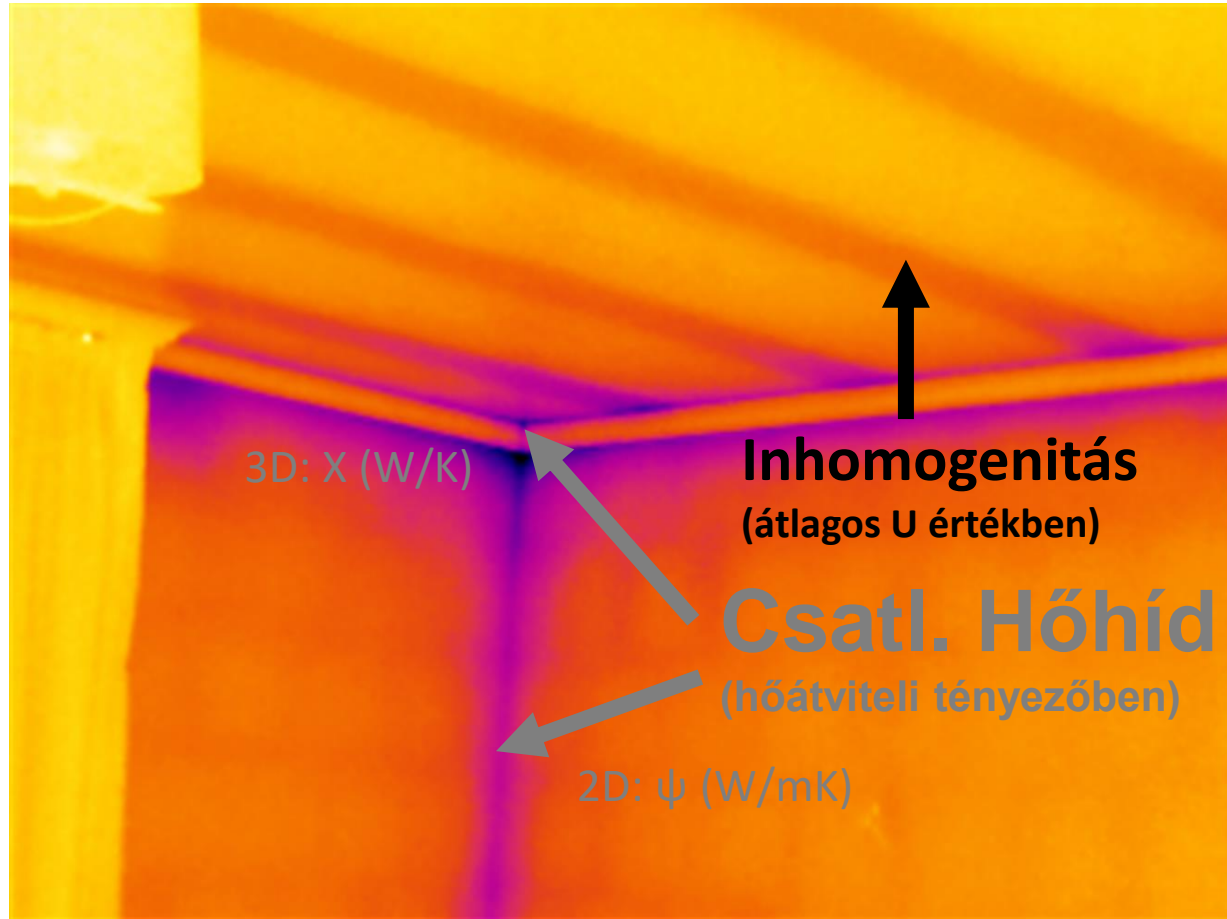
(Belső szerkezetek, vagy fűtött és fűtetlen tereket elválasztó szerkezetek esetén mindkét oldalon R_{si} kell legyen)

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

d ← Vastagság (hőárammal párhuzamosan) [m]
λ ← Hővezetési tényező (tervezési értéke) [W/mK]

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 rétegeterv, a beépítés és az öregedés hatását is tükrözi**”

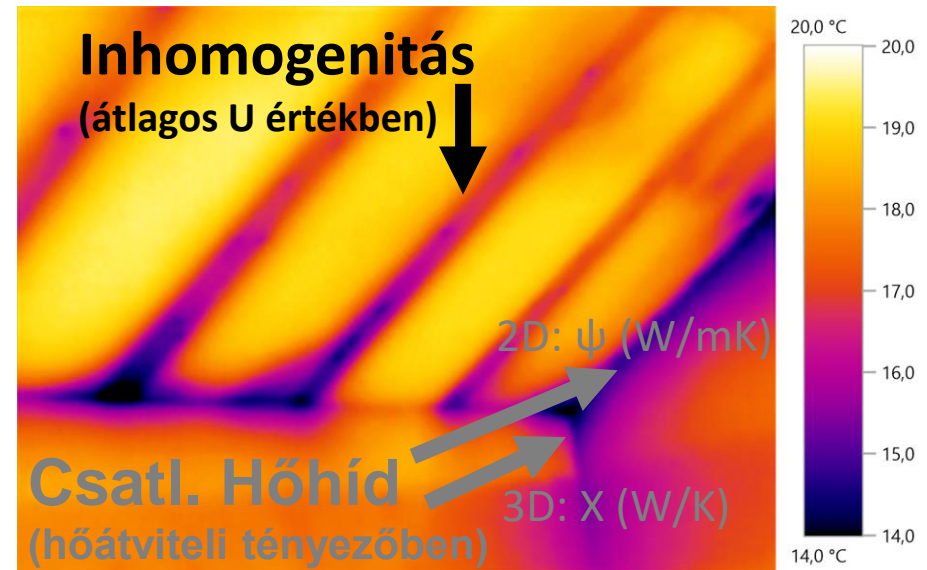


Az átlagos hőátbocsátási tényező:

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

← Korrekció(k)

Inhomogenitásokat tartalmazó eredő R érték, tervezési hővezetési tényezőkből számítva



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: $(\text{J}\cdot\text{m})/(\text{s}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K})$ 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 tényező

Tervezési hővezetési tényezők találhatók az MSZ EN ISO 10456-ban

Egyéb esetben a hőszigetelő- és falazóanyagok tervezési hőtechnikai értékeit 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 (tájékoztató)

Építési anyagok fizikai tulajdonságai páratechnikai méretezéshez

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

Az anyag megnevezése	Sűrűség (kg/m ³)	Hővezetési tényező (W/mK)	Fajhő (kJ/kgK)	Paradiffúziós tényező (kg/mPas·10 ⁻⁹)	Szorpció 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 téglá	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	
	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 téglá	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	
égetett kerámia	soklyukú téglá	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 téglá	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 téglá	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	0,197	0,92	0,020	0,30	0,40	0,50	0,58	0,62	0,70	0,80	0,80	0,96	1,42	
	HB 30 téglá	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	
	vázkerámias bélés elem	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	
	kőszivacs lap	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/m ³	Tervezési hővezetési tényező λ W/(m·K)	Fajhő c_p J/(kg·K)	Páraelállási 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
	filc/lemez	1 100	0,23	1 000	50 000
Beton ^a	közepes sűrűség	1 800	1,15	1 000	100
		2 000	1,35	1 000	100
		2 200	1,65	1 000	120
	magas sűrűség vasbeton (1% vashányaddal)	2 400	2,00	1 000	130
	vasbeton (2% vashányaddal)	2 300	2,3	1 000	130
Padló- burkolatok	gumi	1 200	0,17	1 400	10 000
	műanyag	1 700	0,25	1 400	10 000
	alátét, gumi- vagy műanyaghab	270	0,10	1 400	10 000
	filc/alátét	120	0,05	1 300	20
	gyapjúalátét	200	0,06	1 300	20
	parafa alátét	< 200	0,05	1 500	20
	parafa csempe	> 400	0,065	1 500	40
	szőnyeg, textil padlóburkolat	200	0,06	1 300	5
	linóleum	1 200	0,17	1 400	1 000
	Gázok	levegő	1,23	0,025	1 008
szén-dioxid		1,95	0,014	820	1
argon		1,70	0,017	519	1
kén-hexafluorid		6,36	0,013	614	1
kripton		3,56	0,009 0	245	1
xenon		5,68	0,005 4	160	1
Üveg	nátrium-kalcium-szilikát üveg („úsztatott üveg” is)	2 500	1,00	750	∞
	kvarc-üveg	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)



Deklarált (közölt) hővezetési tényező

A gyártók a minősítő iratokon deklarált hővezetési tényezőt tüntetnek fel. Ez statisztikai korrekciós tényezővel korigált (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 korigáljuk?
- 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

Terméklep		Alkalmazástechnika		AUSTROTHERM	
AT-H180 Terméksztyű: EPS 80					
Műszaki jellemzők					
Nyomófeszültség összenyomódással	10 %-os	kPa	≥ 80	Szabvány szerinti osztály vagy fokozat	
Hajtószilárdság		kPa	≥ 125	BS125	
Felületeri merőleges húzószilárdság		kPa	≥ 150	TR150	
Hővezetési tényező (közvetlen érték)		W/(m·K)	0,039		
Hővezetési tényező (tervezési érték)		W/(m·K)	0,039		
Páradiffúziós ellenállás szám		-	20 - 40		
Páradiffúziós tényező		mp/(Pa·h·m)	± 0,036 - 0,018		
Méretállandóság normál klímán		%	± 0,2	DS(N)2	
Méretállandóság adott hő- és nedvességterhelés esetén		%	1	DS(70,-)1	
Tűrévelmi osztály		-	-	E	
Méretállandóság vastagság		mm	± 1	T(1)	
Méretállandóság szélesség		mm	± 2	L(2)	
Méretállandóság terettség		mm/1000 mm	± 2	W(2)	
Méretállandóság alakpárhuzamosság		mm	± 5	S(2)	
Méretállandóság alakpárhuzamosság		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					
Támlaméret: 1000 x 500 mm					
Vastagság: 20 mm-től					
Élkezelés: egyenes, igény esetén lépcsős élkezeléssel					
Szigetelés: 1 piros sáv					

BACHL PIR ALU

Méret	Szabvány	BACHL PIR ALU
Hővezetési tényező λ_d (közvetlen érték)	EN 853	0,032
Hővezetési tényező (tervezési érték)	EN 853	0,039
Méretállandóság (közvetlen érték)	EN 1024	± 0,039
Méretállandóság (tervezési érték)	EN 1024	± 0,039
Páradiffúziós tényező	EN 1027	± 0,036 - 0,018
Méretállandóság normál klímán	EN 1027	± 0,2
Méretállandóság adott hő- és nedvességterhelés esetén	EN 1027	1

Felhasználási területek: Falak, tetők, padlók, mennyezetek, hőszigetelés.

Alkalmazási terület: Falak, tetők, padlók, mennyezetek, hőszigetelés.

Előnyök: Hőszigetelés, hangszigetelés, páradiffúzió elleni védelem.

Alapadatok: Hővezetési tényező $\lambda_d = 0,032$ W/(m·K). Tűrévelmi osztály: A1.

KNAUF INSULATION

FKD N Thermal

FELHASZNÁLÁSI TERÜLET

ELŐNYÖK

- Hőszigetelés, hangszigetelés, páradiffúzió elleni védelem.
- Nem ég, nem ég el, nem szelődik szét, nem olvad, nem füstöl.
- Jól alakítható, könnyű a munkavégzés.
- Hosszú élettartam, nagy ellenálló képesség.

FELHASZNÁLÁS

Vastagság (mm)	Sűrűség (kg/m³)	Működési hőmérséklet (°C)	Dalton-szűrőképesség (Dk)	Hővezetési tényező (W/(m·K))
20	30	1000	0,054	0,030
30	30	1000	0,054	0,023
40	30	1000	0,054	0,017
50	30	1000	0,054	0,013
60	30	1000	0,054	0,010
70	30	1000	0,054	0,008
80	30	1000	0,054	0,006
90	30	1000	0,054	0,005
100	30	1000	0,054	0,004
120	30	1000	0,054	0,003
140	30	1000	0,054	0,002
160	30	1000	0,054	0,002
180	30	1000	0,054	0,002
200	30	1000	0,054	0,002
240	30	1000	0,054	0,002

URSA GLASSWOOL

MŰSZAKI ADATLAP

URSA SF 32

Termékleírás: Nyomással nem terhelhető, könnyen vágható, egyszerűen beépíthető, óntartós, csugasz, tekerces termék.

Tulajdonságok: Alacsony hővezetési tényezője következtében kiválóan alkalmas passzív házak hőszigetelésére. Hővezetési tényezője: $\lambda_d = 0,032$ W/(m·K). Tűvédelmi osztály: A1 (nem tűzveszélyes).

Előnyök: Tűbiztonság, hangszigetelés, páradiffúzió elleni védelem.

Felhasználási területek: Tetők, falak, padlók, mennyezetek, hőszigetelés.

Alapadatok: Hővezetési tényező $\lambda_d = 0,032$ W/(m·K). Tűvédelmi osztály: A1.

Homológok: CE jelölésű termék. EN 12939-1:2007/1:2012, EN 12939-2:2012, EN 12939-3:2012.

RAVATHERM XPS

MŰSZAKI ADATLAP

RAVATHERM XPS 500 SL ZÁRTCELLÁS POLISZTIRÓLHAB HŐSZIGETÉLÉS

Előnyök: Tartósan kiváló teljesítményt nyújtó polisztrólból hőszigetelés új építkezések és épületfelújításokhoz.

Felhasználási területek: Falak, tetők, padlók, mennyezetek, hőszigetelés.

Alapadatok: Hővezetési tényező $\lambda_d = 0,024$ W/(m·K). Tűvédelmi osztály: A1.

Tulajdonságok: Hőszigetelés, hangszigetelés, páradiffúzió elleni védelem.

Érték	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
λ_d (W/mK)	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
λ_d (m²K/W)	1,15	1,45	1,75	2,05	2,35	2,65	2,95	3,25	3,55	3,85	4,15	4,45	4,75	5,05	5,35	5,65	5,95	6,25	6,55

Deklarált (közölt) hővezetési tényező meghatározása

A közölt értéknek **90%-os konfidencia mellett 90%-os kvantilissal** kell rendelkeznie. Ennek az egyoldali statisztikai toleranciaintervallum L_s 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 belülré eső aránya egyenlő vagy nagyobb a megadott p szintnél;
- s a minta szórása.

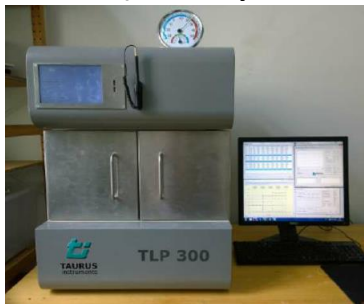
Minél többmintát vizsgálunk, k_2 annál kedvezőbb érték lesz

korrigált szórás:

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

A deklarált hővezetési tényező környezeti állapota szabványban rögzített, amit rögzít a szabvány. A hőszigetelések általában I.a) vagy I.b) környezeti állapot szerint vannak mérve:

$\lambda_{d,10,Udry}$



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 $U_{23,50}$ egysúlyi nedvességtartalom 23 °C-os léghőmérséklet és 50%-os relatív páratartalom mellett.

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	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 számítása

Deklarált hővezetési tényező

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

Öregedés

$$F_a = 1$$

Nedvességtartalom

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

A tervezett beépítési nedvességtartalom megállapításához nedvességtechnikai-állagvédelmi számítás végzése szükséges, mely megadja a réteg átlagos relatív nedvességtartalmát. Ez alapján a szorpciós izoterma ismeretében meghatározható A nedvességtartalom tömeg%-ban vagy térfogat%-ban.

Hőmérséklet

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

A tervezett beépítési hőmérséklethez a hőmérsékleteloszlás (hőfokelés) számítása szükséges, mely megadja a réteg átlagos hőmérsékletét.



A mintákat öregedett állapotukban kell mérnünk. Avult építőanyagokat megmérünk, nem korrigálunk.

ÉPÍTŐANYAG	Tömeg ρ kg/m ³	Pára-konverziós együtthatók	
		f_u	f_ψ
Expandált PS hab	10-50		4
Extrudált PS hab	20-65		2,5
Kemény poliuretán hab	28-55		6
Ásványgyapot	10-200		4 ^{c)}
Fenol hab	20-50		5
Habüveg	100-150	0	
Perlit tábla	140-240	0,8	
Expandált parafa	90-140		6
Fagyapot tábla	250-450		1,8
Préselt farostlemez	40-250		1,4
Karbamid-formaldehid hab	10-30	0,7	
Szórt poliuretán hab	30-50		6
Ásványgyapot kitöltés	15-60		4
Cellulóz-rost kitöltés	20-60	0,5	
Duzzasztott perlit kitöltés	30-150	3	
Duzzasztott agyagkavics	200-400	4	
Expandált polisztirol gyöngy	10-30		4

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



Felületi hőátadási ellenállás

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

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

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

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

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

Belső oldal
konvektív tag:

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

Külső oldal

konvektív tag:

$$h_{ce} = 4 + 4 \cdot v$$

szélsebesség [m/s],
alapértéke: 4 m/s

Belső és külső oldali
sugárzásos tag:

$$h_r = \varepsilon \cdot h_{r0}$$

$$h_{r0} = 4 \cdot \sigma \cdot T_m^3$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2K^4}$$

Légrétegek hővezetési ellenállása

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

Zárt légréteg (<500 mm² hézag esetén):

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	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

MEGJEGYZÉS: A közbenső értékek lineáris interpolációval számíthatók.

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

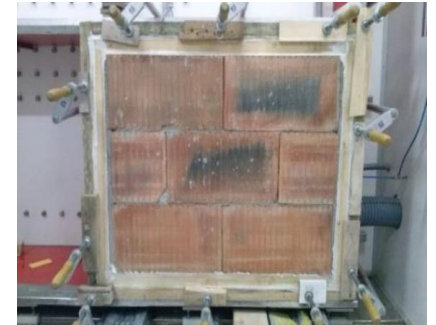
Kismértékben kiszellőztetett légréteg
(500-1500 mm² közötti hézag esetén):

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

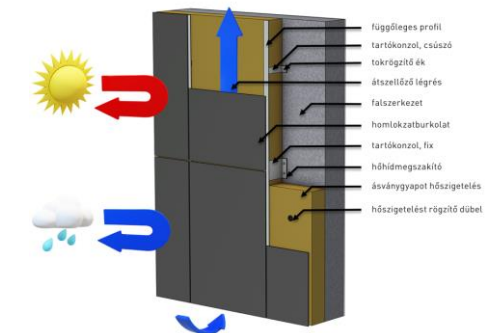
Intenzíven kiszellőztetett légréteg
(>1500 mm² hézag esetén):

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

Minden intenzíven kiszellőztetett réteget követő anyag/szerkezet hőtechnikai hatását elhanyagoljuk!



<https://doi.org/10.3390/en13102654>



https://magyarepitoipar.com/2023-03/2022_2_55-64.pdf

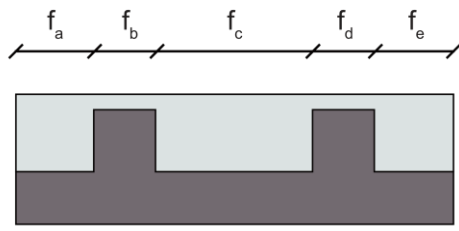


Inhomogén rétegek a határolószerkezetben

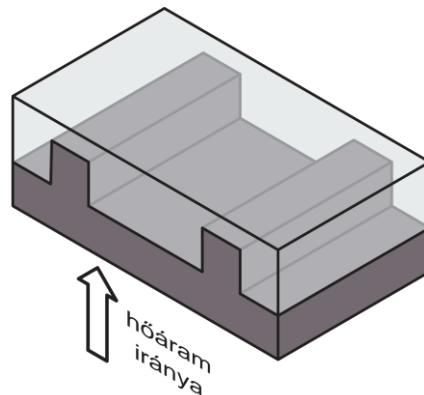
A szerkezet hőtechnikailag inhomogén rétegeket is tartalmazhat (**több anyagból összetett szerkezet, pl. szarufák a hőszigetelésben**), melyek hőhídhatást okoznak és melyek hatását az átlagos hőátbocsátási tényező meghatározásakor figyelembe kell venni. A rétegtervben szereplő inhomogenitásból származó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

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

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



Pl. felülbordás vasbeton födém



Felső határérték:

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

Alsó határérték:

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

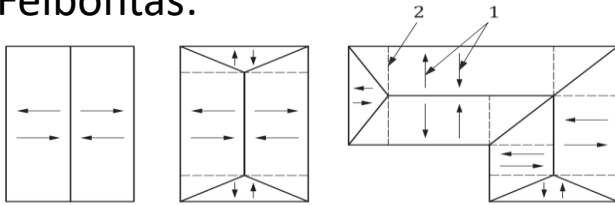
$$\lambda_{eq,j} = \lambda_{aj}f_a + \lambda_{bj}f_b + \dots + \lambda_{qj}f_q$$

Megengedhető közelítés a hővezetési ellenállás alsó határértékének figyelembe vétele (biztonság javára téved).

Változó vastagságú réteget tartalmazó szerkezetek

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

Felbontás:



Hővezetési ellenállások:

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

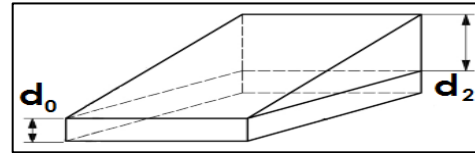
Eredő hőátbocsátási tényező:

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

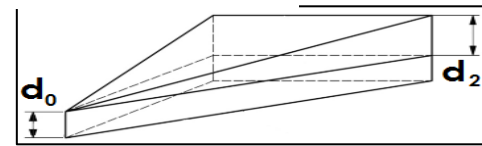
Eredő hővezetési ellenállás:

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

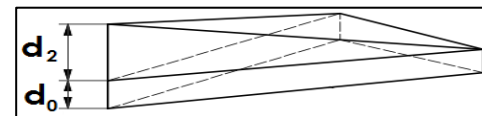
Felbontott szerkezeti részek hőátbocsátási tényezője, pl.:



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

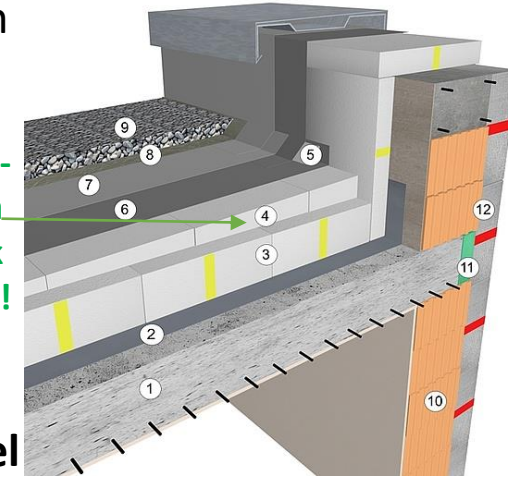


$$U = \frac{2}{R_2} \left[1 - \frac{R_0}{R_2} \ln \left(1 + \frac{R_2}{R_0} \right) \right]$$

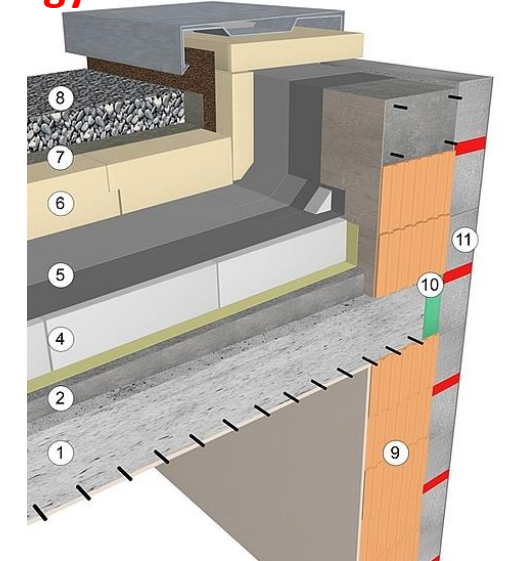


$$U = \frac{2}{R_2} \left[\left(1 + \frac{R_0}{R_2} \right) \ln \left(1 + \frac{R_2}{R_0} \right) - 1 \right]$$

A lejtésképzés hőszigetelőanyagból történő kialakítása lokálisan jelentős U érték eltérést okozhat!



Lejtésképzés hőszigeteléssel
-> Változó vastagság hatása figyelembe vehető!



Lejtésképzés betonnal
-> Változó vastagság hatása elhanyagolható!

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

Hőátbocsátási tényező korrekciója - Légüregek

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

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

Légüregek és hézagok miatti korrekció (pl. magastető):

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

Példák a 0. szintre ($\Delta U'' = 0$)

- 1) Folytonos hőszigetelő réteg, a szigetelőréteget szerkezeti elemek (pl. szarufák, vázszlopok vagy gerendák) nem szakítják meg, az egyes rétegekben a hőszigetelő lemezek vagy táblák lépcsőzetesen eltolva. A hőszigetelés a szerkezethez szilárdan csatlakozik, a szigetelés, és a szerkezet között nincsenek hézagok.
- 2) Folytonos hőszigetelés egy rétegben, lépcsős, horonyeresztékes vagy tömített illesztéssel. A hőszigetelés a szerkezethez szilárdan csatlakozik, a szigetelés és a szerkezet között nincsenek hézagok.
- 3) Folytonos hőszigetelés egy rétegben, tompa illesztéssel, ha a hőszigetelés hosszúsági, szélességi és derékszögűségi mérettűrése, valamint mérettartása olyan, hogy az illesztési hézagok nem haladják meg az 5 mm-t. A hőszigetelés a szerkezethez szilárdan csatlakozik, a szigetelés és a szerkezet között nincsenek hézagok.
- 4) Egyrétegű hőszigetelés a szerkezetben, ha a szigetelés hővezetési ellenállása kisebb vagy egyenlő, mint a szerkezet eredő hővezetési ellenállásának fele. A hőszigetelés a szerkezethez szilárdan csatlakozik, a szigetelés és a szerkezet között nincsenek hézagok.

Szint	Jellemzők	$\Delta U''$ W/(m ² ·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

Hőátbocsátási tényező korrekciója - Légüregek

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

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

Légüregek és hézagok miatti korrekció (pl. magastető):

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

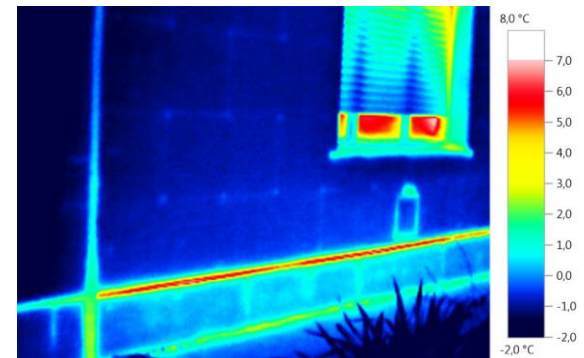
Példák az 1. szintre ($\Delta U'' = 0,01$):

- 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.

Példák a 2. szintre ($\Delta U'' = 0,04$):

- 1) Egy- vagy többretegű 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.

Szint	Jellemzők	$\Delta U''$ W/(m ² ·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



Hőátbocsátási tényező korrekciója - Rögzítések

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

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

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

Rögzítőelem hővezetési tényezője

Rögzítőelem keresztmetszeti területe

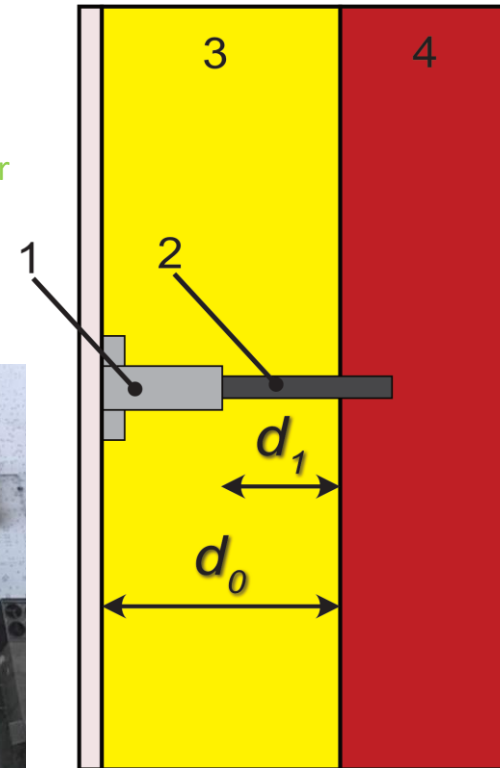
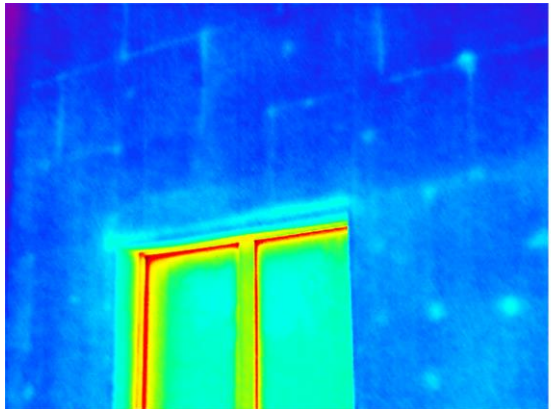
R_1 – átszúrt anyag (hőszigetelés) hővezetési ellenállása

R_{tot} – teljes, korrigálatlan hővezetési ellenállás

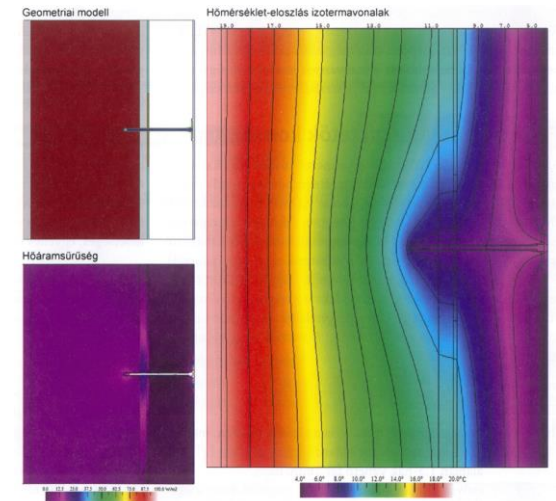
$$\Delta U_{\text{rögz}} = \alpha \cdot \frac{\lambda_{\text{rögz}} \cdot A_{\text{rögz}} \cdot n_{\text{rögz}}}{d_0} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{\text{tot}}} \right)^2$$

Süllyesztett rögzítés v. kompozit dübel

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



- 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 átszűrő mechanikai rögzítőelemek és a fordított rétegendű lapostetőkön a csapadék miatt:

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

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

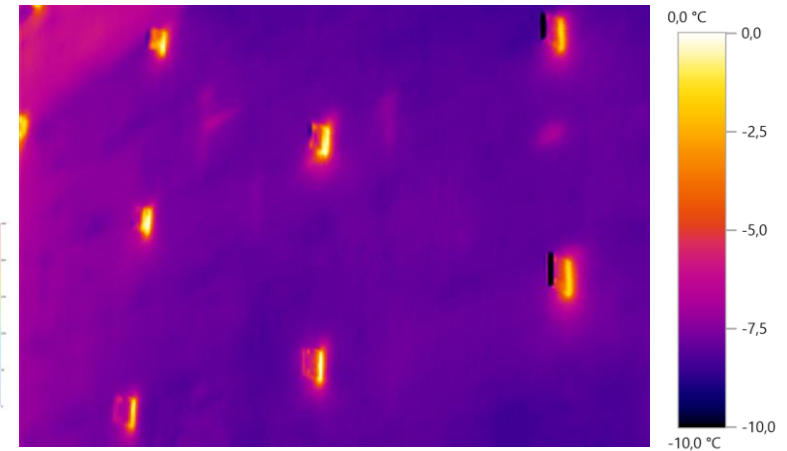
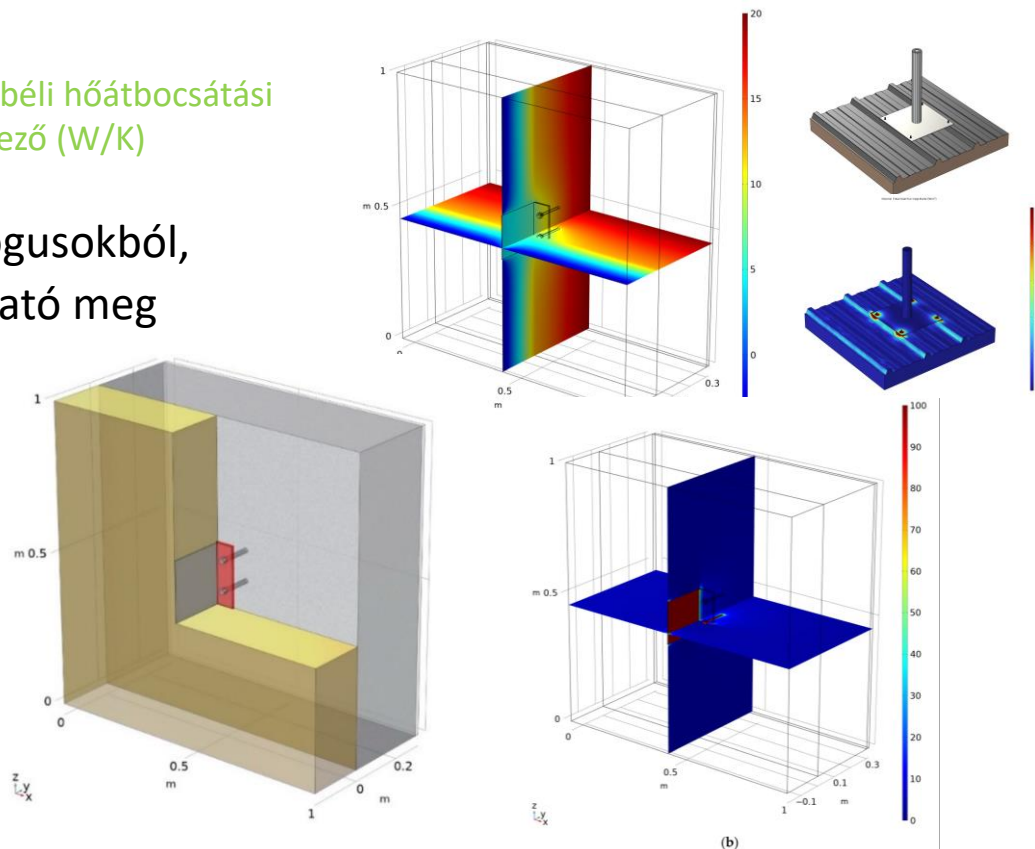
$$\Delta U_{\text{rögz}} = n_{\text{rögz}} \cdot \chi_{\text{rögz}}$$

Pontbéli hőátbocsátási tényező (W/K)

$\chi_{\text{rögz}}$ pl. gyártói hőhídkatalógusokból, vagy modellezéssel határozható meg



<https://doi.org/10.3390/buildings12081153>



Hőátbocsátási tényező korrekciója

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

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

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

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

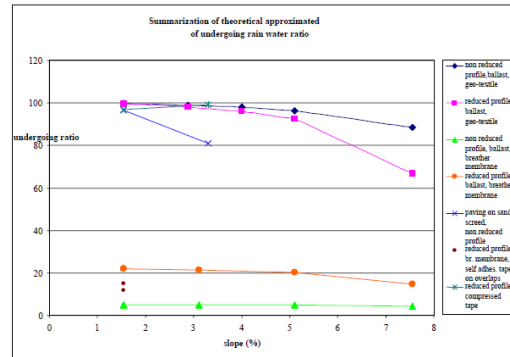
p – csapadékhozam értéke fűtési idény alatt, 1,3 mm/nap
 $f \cdot x$ – szivárgási tényező és hőveszteséget leíró tényező szorzata,
 0,04 W*nap/m²*K*mm
 (egyrétegű hőszigetelés, vízáteresztő borítás)

Szivárgási tényező függhet a vízvezetés módjától is! ->

Megoldások a szivárgási tényező csökkentésére:

- vízterelő fólia alkalmazása, és
- lépcsős vagy horonyeresztékes illesztésű hőszigetelés

<https://doi.org/10.1051/mateconf/20179302002>



MSZ EN ISO 6946:2017

F4. Fordított tetőkre vonatkozó korrekciós eljárás

F4.1. Általános előírás

A korrekciós eljárás fordított tetők esetén a hőszigetelő réteg és a vízszigetelés között áramló esővíz hatásának figyelembevételére alkalmazható. Ez fűtött épületekre vonatkozik, hűtött épületekre a korrekció nem vonatkozik. Az e szakaszban megadott eljárás csak extrudáltpolisztirol- (XPS-) anyagú hőszigetelésekre alkalmazható.

F4.2. A hőszigetelés és a vízszigetelés között áramló esővíz hatását kifejező korrekciós tényező

A hőszigetelés illesztéseinek beszivárgó és a vízszigetelést elérő esővíz által okozott többlethővesztés kifejező (a tetőszerkezet számított hőátbocsátási tényezőjét módosító) ΔU_r (W/m²*K) korrekciós tényezőt a következő képlet adja meg:

$$\Delta U_r = p \cdot f \cdot x \cdot \left(\frac{R_1}{R_{\text{tot}}} \right)^2 \quad (F6)$$

ahol:

- ΔU_r : a tetőszerkezet számított hőátbocsátási tényezőjét módosító korrekciós tényező, W/(m²*K)-ben;
- p : az átlagos csapadékmennyiség a fűtési idény alatt, a földrajzi helyre jellemző adatok szerint (pl. meteorológiai állomás) vagy a helyi, regionális vagy nemzeti szabályozásban, vagy más nemzeti dokumentumban vagy szabványban megadott érték, mm/nap;
- f : p -nek a vízszigetelésig eljutó hányadát megadó elszivárgási tényező;
- x : a vízszigetelésen áramló esővíz által okozott többlethővesztés jellemző tényező, (W nap)/(m²*K*mm)-ben;
- R_1 : a vízszigetelés fölött elhelyezkedő hőszigetelés hővezetési ellenállása, m²*K/W-ban;
- R_{tot} : a szerkezet eredő hővezetési ellenállása a korrekció előtt, m²*K/W-ban.

A p értékei előírhatók nemzeti szinten.

A vízszigetelés fölötti egyrétegű, tompa illesztésű hőszigetelés és nyitott fedés, például kavics esetén $f = 0,04$.

MEGJEGYZÉS: A tompa illesztésű, egyrétegű hőszigetelés és nyitott fedés a legnagyobb ΔU_r -értéket adó kialakítás.

Olyan tetők esetén, ahol kisebb a szivárgás a hőszigetelésen keresztül, f értéke kisebb lehet. Ilyenek például a különböző illesztési módok (pl. lépcsős vagy horonyeresztékes illesztés) vagy különböző tetőfelépítések. Ezekben az esetekben, ha az intézkedések hatása független jelentésekben rögzítve van, 0,04-nél kisebb f értékek is használhatók.

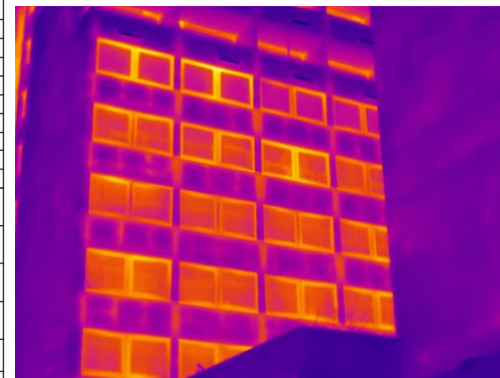
Az átlagos csapadékmennyiség megadására vonatkozó sablont az A7. táblázat adja meg, a B7. táblázatban szereplő tájékoztató jellegű alapértelmezett választási lehetőségekkel együtt.



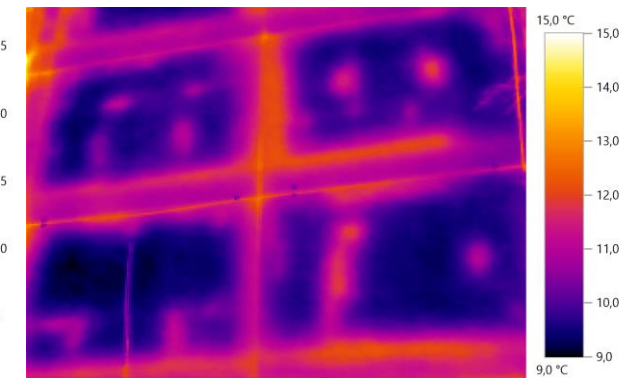
Panelos épületek homlokzati falainak U értékei

Az 1992 előtt épült házigyári 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.

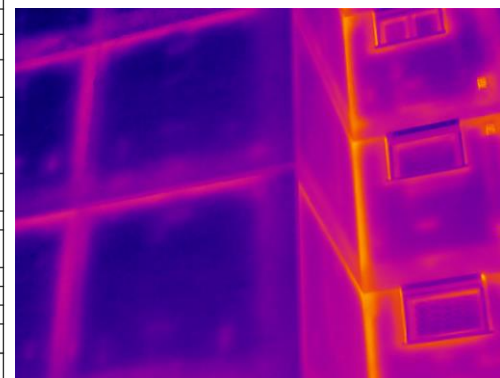
házigyár, poligonüzem	készült lakótelepek példák	készült lakások száma	gyártási idő	hőszigetelés	vízszintes/hősziget ablaknál	vastagság (mm)				panel középső U ₁₀ (W/m ² K)	Rétegtervi hőátbocsátási tényező (W/m ² K) kiegészítő hőszigetelés vastagságanként					
						teljes	külső kéreg	hsz	belső szerk.		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
			1967-1974	EPS	N	250	55	80	115	0,976	1,551	0,639	0,408	0,300	0,237	0,194
			1975-1983	EPS	I	300	70	80	150	0,863	1,612	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199
			1982-1990	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,041	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Budapest II.	Zugló, Kőbánya-Újhegyi, Újlipótváros, Gogol utca, Csepel-Királymajor, Józsefváros, Kőbánya-Városcsopont, Valéria, Mihálkovic utca, Váci-Gyöngyösi utca, Csengettyű utca, Valéria, Szegedi-Országbíró utca, Rákoskeresztúr, Csepel lakótelep, Gyakotló utca, Vízaforgó, Pesterzsébet,	16 488	1968-1974	EPS	N		65	50		1,323	1,495	0,643	0,410	0,301	0,237	0,196
			1974-1987	EPS	N	265	65	50	150	1,213	1,387	0,622	0,402	0,297	0,235	0,194
			1982-	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,041	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Győr	Győr Ady	443	1968-1971	salakgyapot	I	250	50			0,991	1,796	0,696	0,431	0,314	0,246	0,202
			1971-1974	EPS	I	250	50	50	150	1,220	1,981	0,713	0,432	0,312	0,243	0,203
			1974-1985	EPS	N	265	65	50	150	1,220	1,591	0,662	0,419	0,306	0,241	0,199
			1984-1990	EPS	N	300	70	80	150	0,898	1,323	0,602	0,393	0,292	0,232	0,193
Miskolc	Miskolc: Belváros, Győrikapu, Gyula utca, Kazincbarcika, Salgótarján	2 357	1969-1971	salakgyapot	I	250	50	100 (75)	100	0,991	1,796	0,696	0,431	0,314	0,246	0,202
			1971-1975	EPS	I	250	50	50	150	1,220	1,981	0,713	0,432	0,312	0,243	0,203
			1975-1987	EPS	N	265	65	50	150	1,220	1,591	0,662	0,419	0,306	0,241	0,199
			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 Városcsopont, Csángó utca, Zugló, Óbuda, Drégelyvár utca, Kerepesi út, Tüzér utca, Kőbánya-Újhegy, Eperfasor utca, Havanna lakótelep, Vát utca, Kispeszt, 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, Tócsóvölgy, Tócskert; Budapest: Colombus; Nyíregyháza: Értkert, Örsföld, Jóságos, egyéb	31 843	1970-1989	EPS	I	250	60	55-75	120-140	0,972	1,457	0,631	0,406	0,299	0,237	0,196
			1987-1994	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,067	0,546	0,369	0,278	0,223	0,186
Szeged	Szeged: Tarján, Felsőváros, Északváros, Makkosháza, Újrókus, Odessza, Marostó; Kecskemét: Széchenyi város; Budapest: Kaszálórét; Csongrád; Szentes; Hódmezővásárhely; Orosháza; Békéscsaba; Tótkomlós	33 828	1971-1987	EPS	I	250	60	55-75	120-140	0,972	1,457	0,631	0,406	0,299	0,237	0,196
			1982-1987	EPS	N	300	70	80	150	0,804	1,067	0,546	0,369	0,278	0,223	0,186
Budapesti IV.	Fehérvári út, Gogol utca, Pesterzsébet, Kispeszt, 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 Súlyi-Vilonyai utca, Egy 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, Mézesfő utca, Rakéta utca; Dunaújváros: Béke városrész; Baja; Nagykőrös; Cegléd; Gődöllő; 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



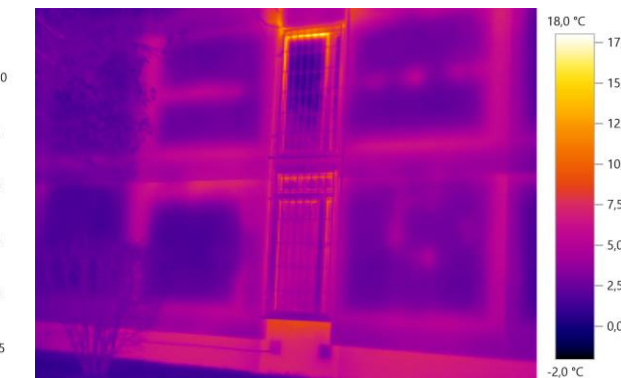
Vásárhelyi Pál Kollégium



Kamaraerdei idősek otthona



Havanna lakótelep



Gergely utcai idősek otthona

Hőátbocsátási tényező numerikus modellezéssel

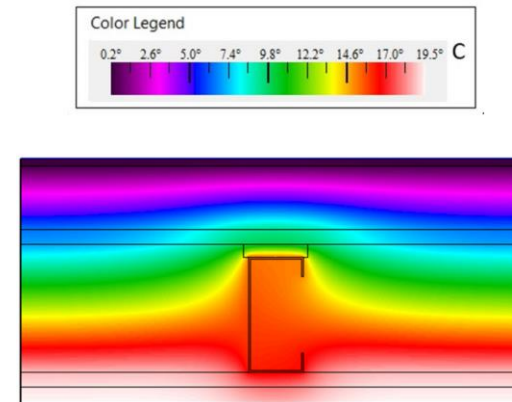
9/2023. ÉKM rendelet kormany.hu-n elérhető számítási melléklete alapján az átlagos hőátbocsátási tényező számítható

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

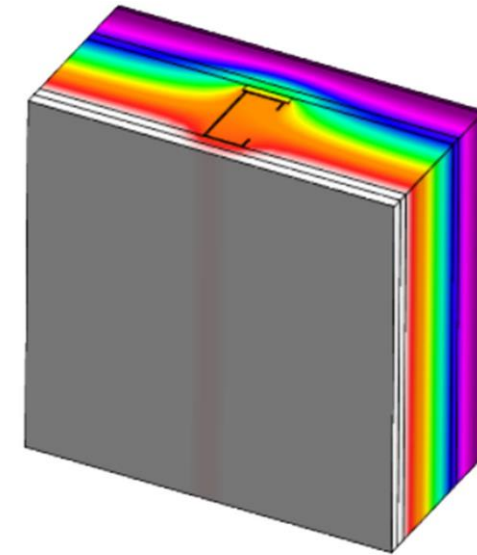
A szerelt, könnyűszerkezetes épületek megadott hőátbocsátási tényezője nem a ténylegesen megvalósuló épületre, hanem egy általános szerkezeti kialakításra vagy gyakran csak rétegtervre érvényes. Sok esetben ezek az épületek egyedileg méretezett tartószerkezeti rendszerrel készülnek, az átlagos hőátbocsátási 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 határolószervezetei 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>



Nyílászárók hőátbocsátási tényezője

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

A nyílászáró komponensek azonosítása helyszíni szemrevételezéssel és vizsgálatokkal megállapítható (keret típusa és geometriai méretei, távtartó típusa, üvegezés rétegrend és vastagságok, bevonatok, gáztöltés, sugárzásátbocsátó képesség).

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. Üvegezések teljesítményadatainak számítása lehetséges: MSZ EN 673:2012 szerint.

Néhány példa a 2. függelékéből:

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

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

A keret, üvegezés és távtartó típusa	$\psi_{K,U} \left[\frac{W}{mK} \right]$
Fa vagy műanyag nyílászáró, low-e bevonatos kétrétegű vagy két low-e bevonatos háromrétegű rétegű üvegezéssel, fém távtartóval	0,08
Fa vagy műanyag nyílászáró, low-e bevonatos kétrétegű vagy két low-e bevonatos háromrétegű rétegű üvegezéssel, fejlett (műanyag) távtartóval	0,06
Fa vagy műanyag nyílászáró, bevonat nélküli üvegezéssel, fém távtartóval	0,06
Fa vagy műanyag nyílászáró, bevonat nélküli üvegezéssel, fejlett (műanyag) távtartóval	0,05

Az üvegezés és merevítő típusa	$\psi_{M,U} \left[\frac{W}{mK} \right]$
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



Egyhéjú nyílászárók

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

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

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



Kéthéjű nyílászárók

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

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

R_l :

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

MEGJEGYZÉS: A közbenső értékek lineáris interpolációval számíthatók.

Ha nem zárt a légréteg, csökkenteni kell az ellenállást, lásd kismértékben kiszellőztetett légrétegek!

Ha ennél pontosabban számolnánk vagy modelleznénk:

Kéthéjű történeti ablakok pontosabb hőtechnikai modellezésének egyes kérdései
Bakonyi Dániel (2017), <https://repozitorium.omikk.bme.hu/handle/10890/5328>



Nyílászárók társított árnyékoló szerkezettel

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

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

Árnyékoló szerkezet légáteresztési osztálya
 átlagos hézagméret alapján:

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

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

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 osztálya	szerkezetek	légáteresztési	Többlet hővezetési ellenállás [m2K/W]	ΔR
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 [m ² K/W]		
		1-2 osztály	3 osztály	4-5 osztály
Alumínium redőny	0,01	0,09	0,12	0,15
Fa vagy műanyag redőny habkitöltés nélküli lamellákkal	0,10	0,12	0,16	0,22
Redőny habkitöltéses lamellákkal	0,15	0,13	0,19	0,26
25-30 mm-es fa lamellák	0,20	0,14	0,22	0,30



Dőlésszög-változás hatása az U_g értékre

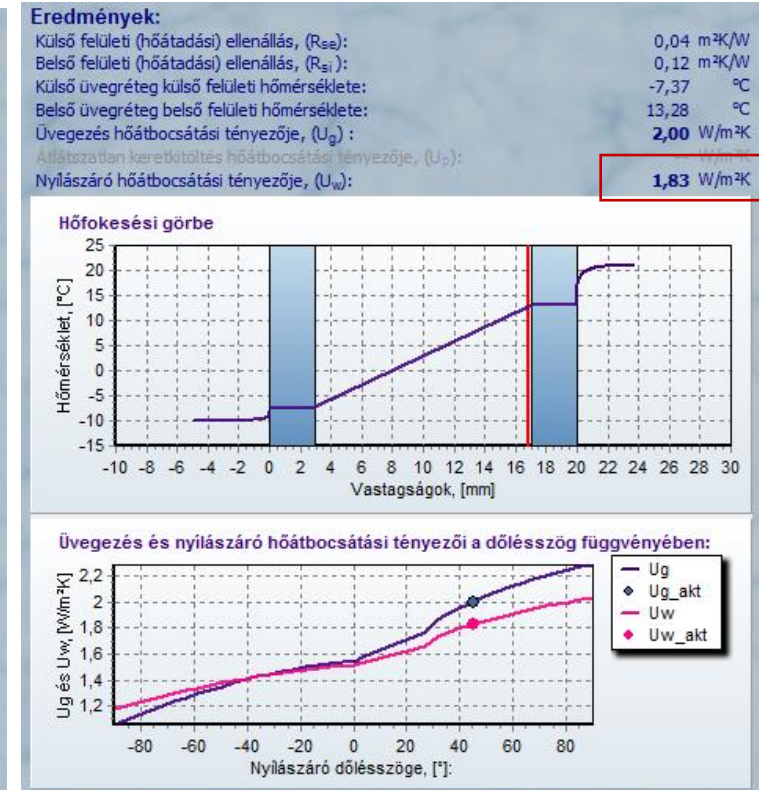
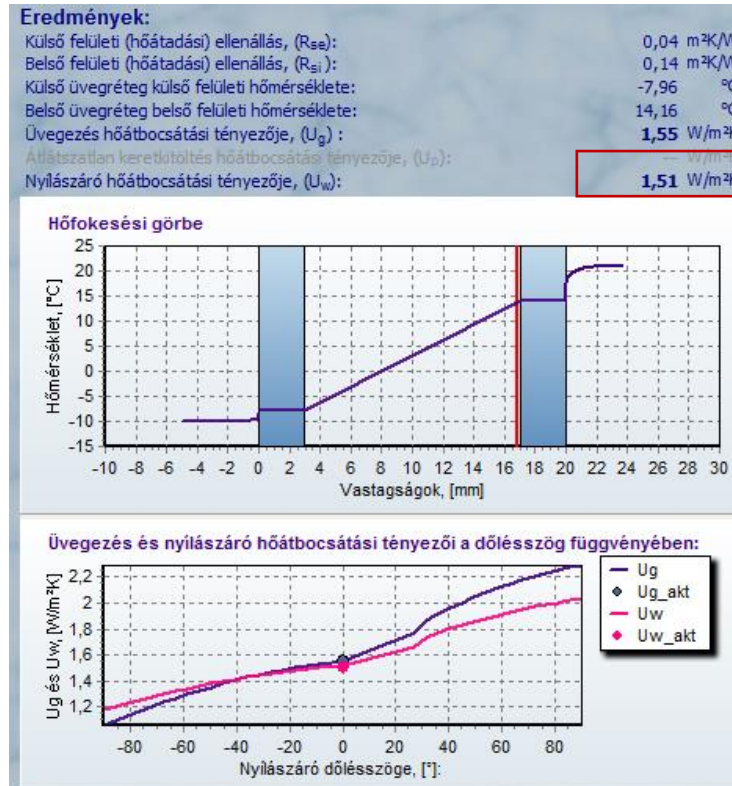
Az MSZ EN 673:2012 számítási módszere egyértelműen megkülönbözteti a függőleges, valamint dőlt síkú nyílászárók üvegezésének számítását és eltérő konstansokat kell a számítási képletekben alkalmazni a beépítés pozíciójától függően.

A dőlt síkban beépített üvegezések nagyobb U_g 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 **a beépített állapotban (pozícióban) számított U_g értékkel vegyük figyelembe a nyílászárók vagy egyéb üvegezett szerkezeteket.**



Példa:

Mindkét nyílászáró ugyanolyan szerkezeti felépítésű, a különbség, hogy a bal oldali esetben a dőlésszög 0 fok, a jobb oldali esetben 45 fok (pl. tetősík ablak).



Auricon Energetic



Nyílászáró beépítés kontár megoldása - tömítetlenség



Pára- és légzárás
RAL beépítéssel:

Tömítetlenségből származó légcseré növekedés!!!

2.4. táblázat: tömítetlenségből származó légcseré növekedés¹⁾

Nyílászáró légáteresztése	Nyílások elhelyezkedése	Szintek száma	Tömítetlenségből származó légcseré ¹⁾ n [1/h]	
			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-szármnytömítéssel ellátott; vagy falhézagnál csak hőszigeteléssel tömített nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,05	0,10
		3-6		0,15
		7-		0,25
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,10	0,20
		3-6		0,25
		7-		0,40
Jó légzárású: körbemenő, gyárilag beépített, alakos-tok-szármnytömítéssel; 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 m ³	nincs gépi szellőzés n ₅₀ ≤ 2,0 h ⁻¹	0,00	
		van gépi szellőzés n ₅₀ ≤ 1,0 h ⁻¹		
	V > 1500 m ³	nincs gépi szellőzés q ₅₀ ≤ 3,0 h ⁻¹		
		van gépi szellőzés q ₅₀ ≤ 2,0 h ⁻¹		



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

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

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

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

Homlokzati üvegfalak, függönyfalak U értéke

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

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

Egy függönyfalelem hőátbocsátási tényezője:

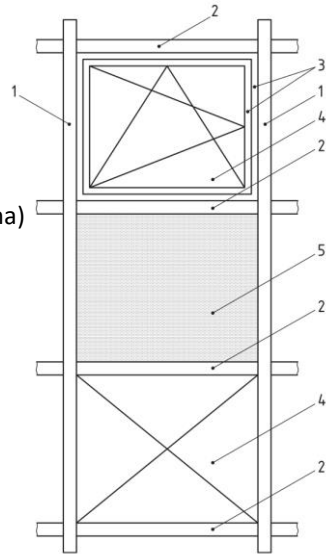
$U_{FF,elem}$

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

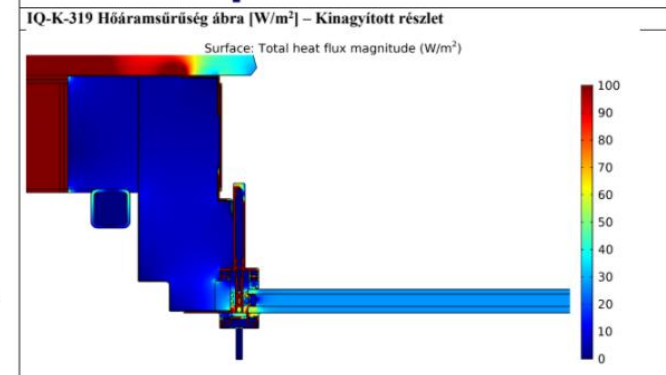
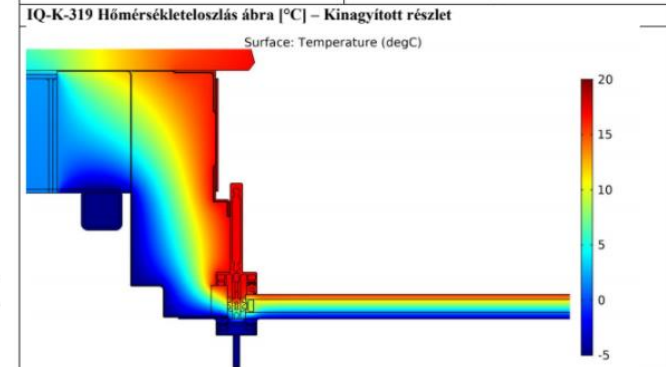
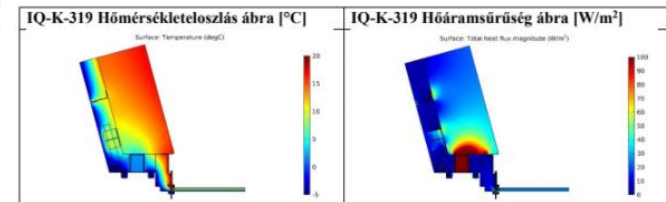
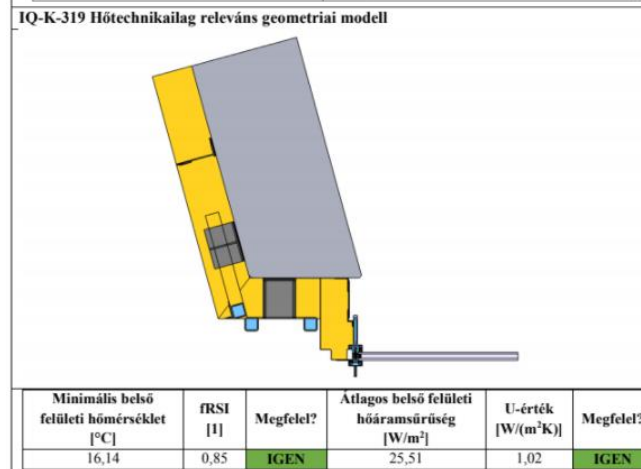
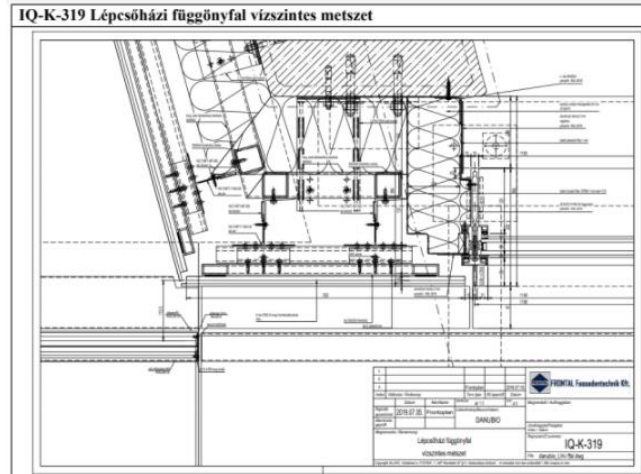
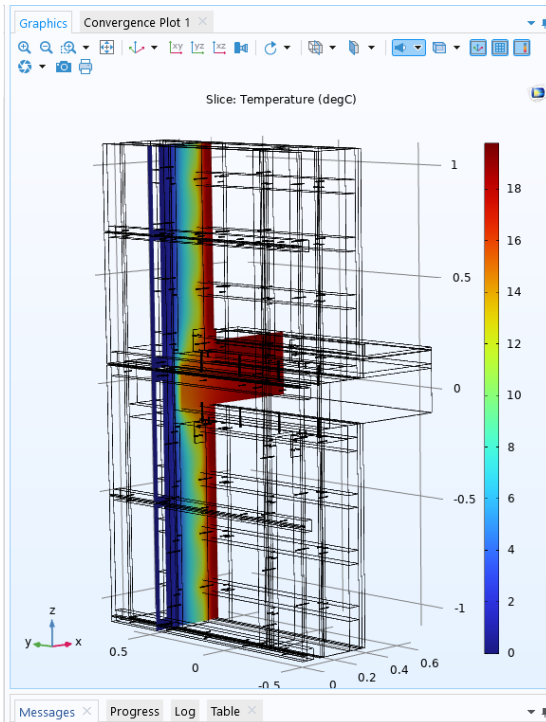
$$+ \frac{\sum l_{k,\ddot{u}} \cdot \psi_{k,\ddot{u}} + \sum l_{b,\ddot{u}} \cdot \psi_{b,\ddot{u}} + \sum l_{g,\ddot{u}} \cdot \psi_{g,\ddot{u}} + \sum l_{b,p} \cdot \psi_{b,p} + \sum l_{b,k} \cdot \psi_{b,k} + \sum l_{g,k} \cdot \psi_{g,k}}{\sum A_{\ddot{u}} + \sum A_p + \sum A_k + \sum A_b + \sum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

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

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



Homlokzati üvegfalak, függönyfalak U értéke



1,4 W/m²K a követelmény, számítása:

Numerikus modellezéssel

Elemek hőátbocsátási tényezői alapján **MSZ EN ISO 12631**



Talajjal érintkező szerkezetek hővesztesége - ÉKM

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

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

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

Talajjal érintkező szerkezetek hővesztesége:

Padló/pincepadló/terepszint feletti padló

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

Külső falat alkotó vakolatlan falazat egyenértékű hővezetési tényezője	Külső fal kialakítása	Lábazati fal hőszigetetlen		Lábazati fal csak a terepszintig hőszigetelt ¹		Lábazati fal a terepszint alatt 0,5 m-ig hőszigetelt ¹	
		Padló hőszigetetlen	Padló hőszigetelt ¹	Padló hőszigetetlen	Padló hőszigetelt ¹	Padló hőszigetetlen	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 m²K/W hővezetési ellenállású hőszigetelő réteget.

Talaj hőtechnikai jellemzői

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

A terepszint alatt beépített építőanyagok hőtechnikai jellemzőinek meghatározásánál figyelembe kell venni a beépítés helyének jellemző nedvesség és hőmérsékletviszonyait. Amennyiben a padlóval közvetlenül érintkező terek belső hőmérséklete eltér egymástól, a helyiség-hőmérséklet 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/(m ³ ·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	$2,0 \cdot 10^6$



Padlószerkezet hővezetési ellenállása

A padlószerkezet hővezetési ellenállásának számításakor a szemcsés ágyazat (pl. kavicsfeltöltés, homokos kavics, zúzottkő) hővezetési ellenállását nem szabad figyelembe venni, a nagy testsűrűségű betonlemez 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.



Talajon fekvő padló hőátbocsátási tényezője

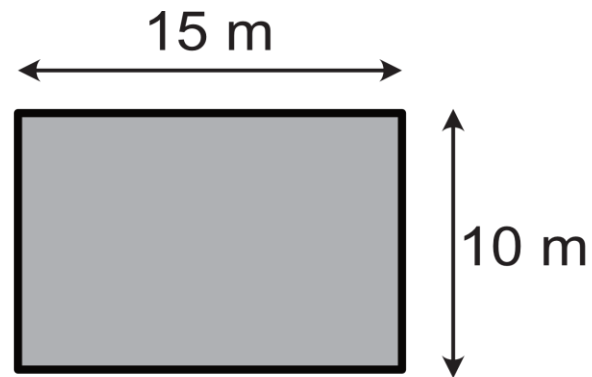
Padló karakterisztikus mérete:

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

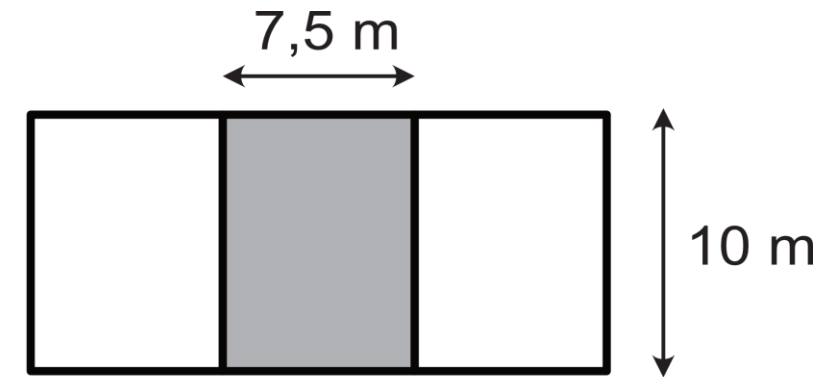
← Padló területe
← Kerület (beleszámítandó a külső környezettől vagy a szomszédos fűtetlen tértől elválasztó csatlakozások hossza)

Számít a padló geometriai kialakítása!

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



$$\begin{aligned} A_g &= 150 \text{ m}^2 \\ P &= 50 \text{ m} \\ B' &= 6 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} A_g &= 75 \text{ m}^2 \\ P &= 15 \text{ m} \\ B' &= 10 \end{aligned}$$

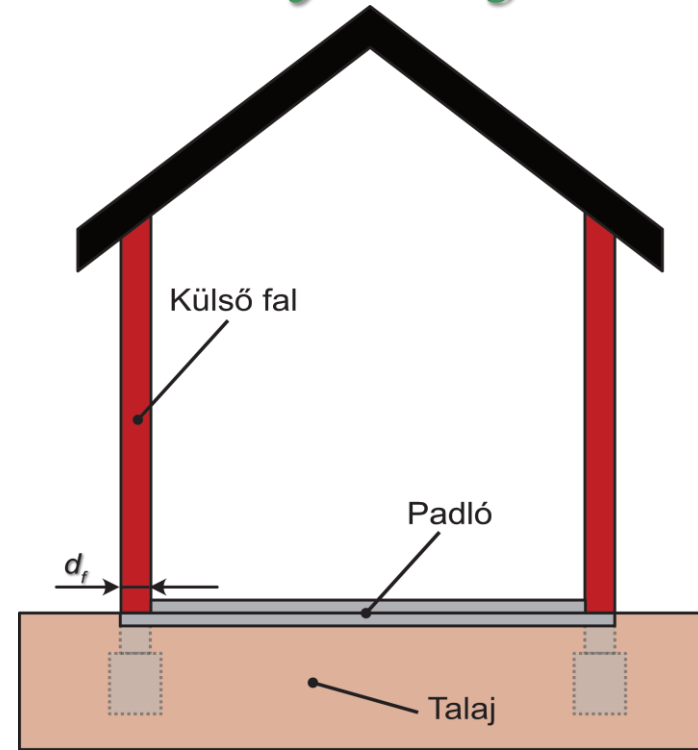
Talajon fekvő padló hőátbocsátási tényezője

Padló egyenértékű vastagsága:

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

Padlóval csatlakozó külső fal teljes vastagsága [m]

Padló szerkezet hővezetési ellenállása
(teljes felületű hőszigeteléssel együtt)



Padló hőátbocsátási tényezője:

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

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

Számít a padló alatti talaj hővezetési tényezője!

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

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

Terepszint feletti padló hőátbocsátási tényezője

Terepszint feletti padlószervezetek esetén, ha a padlószervezet területe nem haladja meg a 250 m²-t és a padlószervezet felső szintjének magassága a külső oldali talaj szintjétől legalább $m > 0,5$ m-re helyezkedik el, az egyenértékű hőátbocsátási tényező a következő összefüggéssel számítható:

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

U_p - a padlószervezet hőátbocsátási tényezője (felületi ellenállásokkal)

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

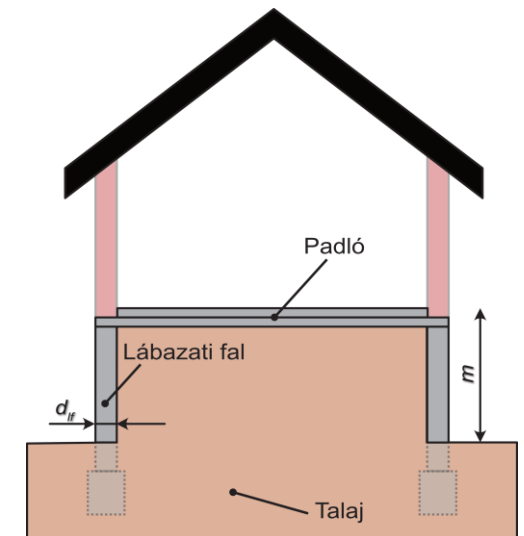
$$U_{talaj} = \frac{2\lambda_{talaj}}{\pi B + d_{lf} + m} \ln \left(\frac{\pi B}{d_{lf} + m} + 1 \right)$$

← Lábazati fal teljes vastagsága [m]

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

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

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



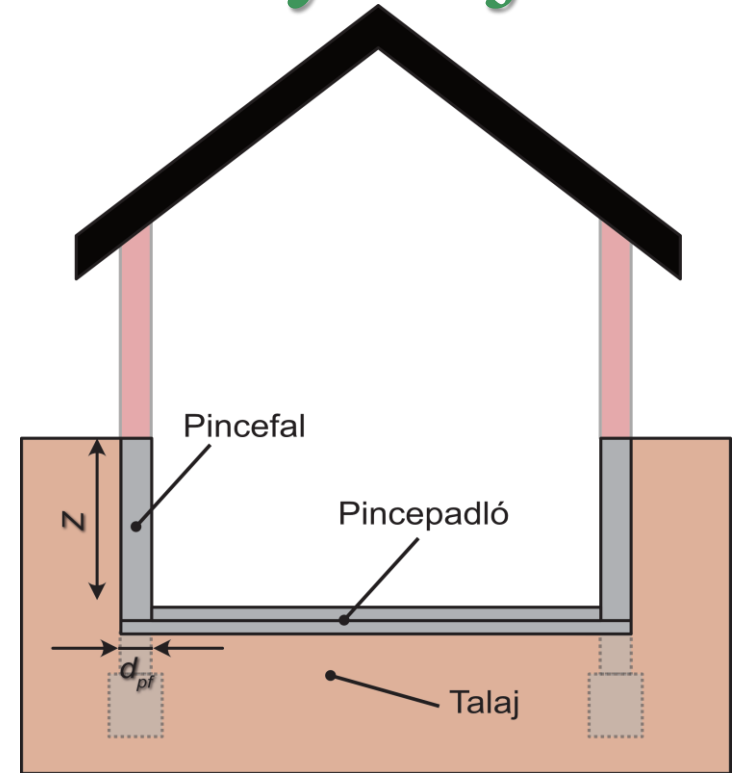
Fűtött pince padlójának hőátbocsátási tényezője

Pincepadló egyenértékű vastagsága:

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

Pincepadlóval csatlakozó külső fal teljes vastagsága [m]

Pincepadló szerkezet hővezetési ellenállása
(teljes felületű hőszigeteléssel együtt)



Pincepadló hőátbocsátási tényezője:

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

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

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

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

Fűtött pince falának hőátbocsátási tényezője

Pincefal egyenértékű vastagsága:

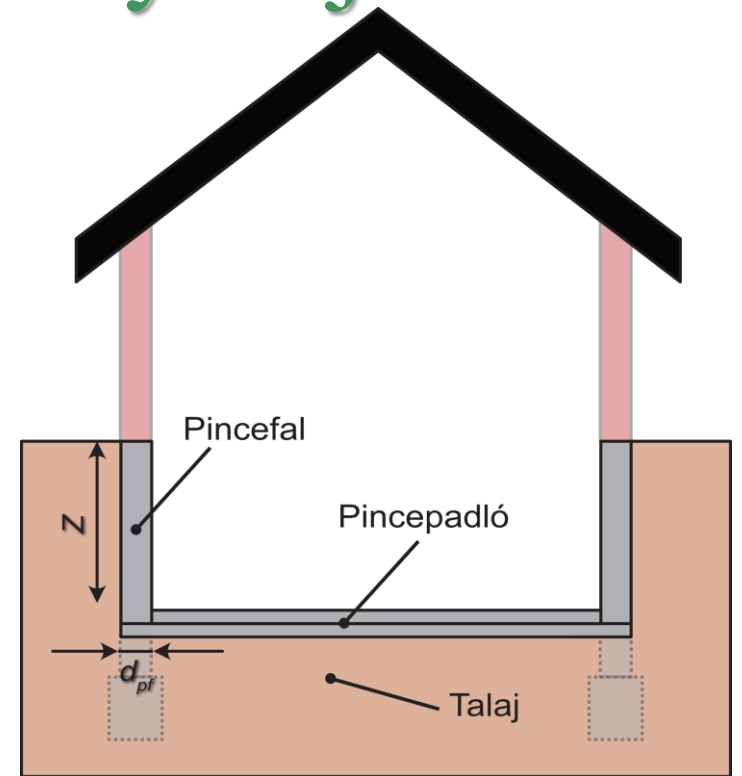
$$d_{pf} = \lambda_{talaj} \cdot (R_{si} + R_{ppf} + R_{se})$$

Pincepadló egyenértékű vastagsága:

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

Pincefal hőátbocsátási tényezője:

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



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

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

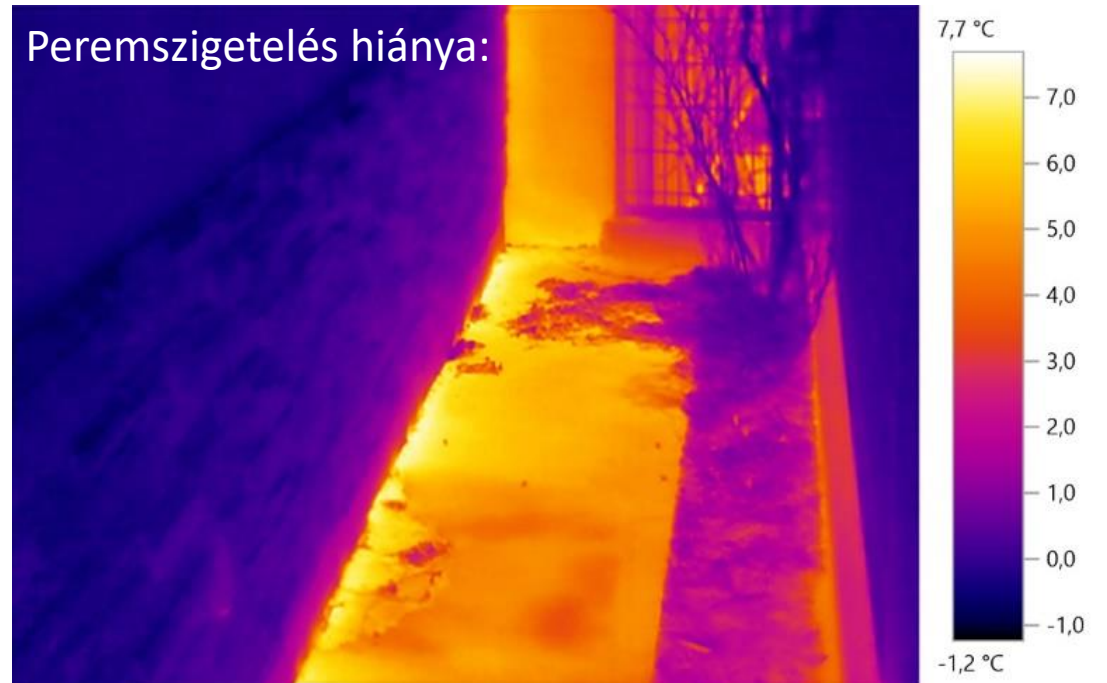
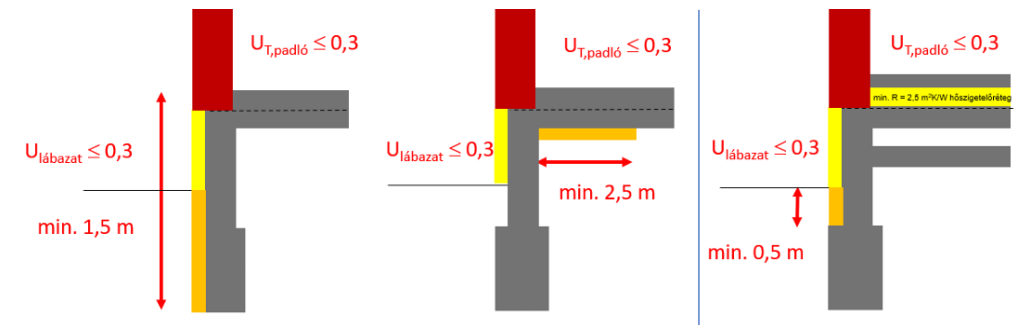
Perem hőszigetelés hatása terepszint közeli padlóknál

9/2023 ÉKM rend.: „Terepszint közelében vagy terepszint felett fekvő padló esetében a padló kerülete mentén vízszintes síkban legalább 2,5 m, vagy függőleges síkban a padlósík alatt legalább 1,5 m mélységig perem hőszigetelést kell alkalmazni, amely legalább 2,5 m²K/W hővezetési ellenállással rendelkezik.

Ha a terepszint közelében fekvő padló tartalmaz legalább 2,5 m²K/W hővezetési ellenállású hőszigetelő réteget, perem hőszigetelésként elegendő a terepszint alatt 0,5 m mélységig függőleges síkban elhelyezni legalább 2,5 m²K/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:

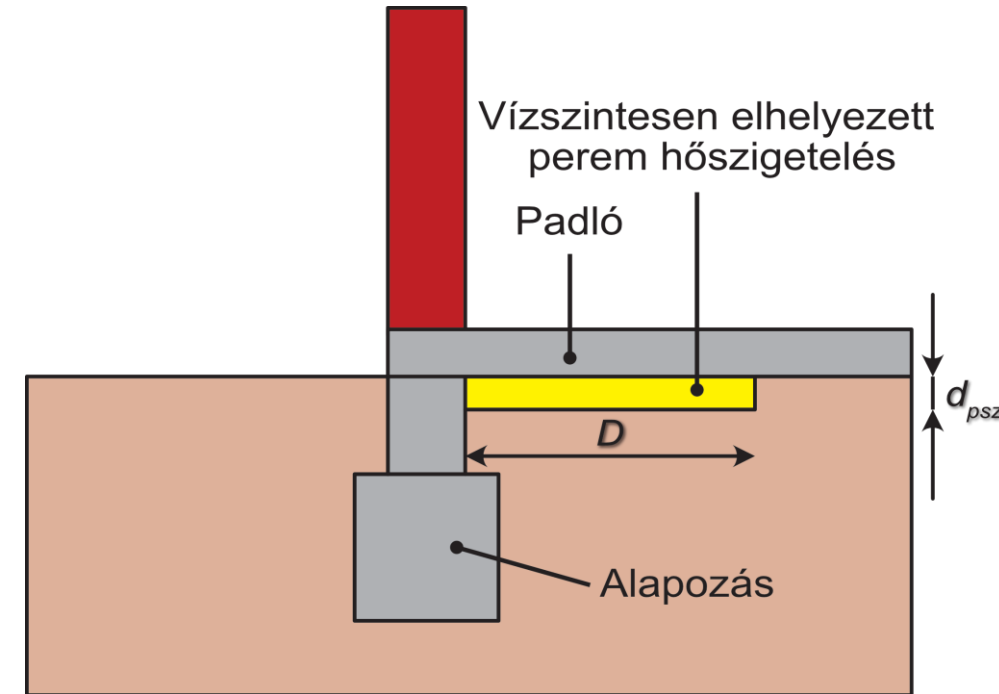
$$d' = R' \cdot \lambda_{talaj}$$

Peremszigetelés miatti többlet hővezetési ellenállás:

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

Vízszintes peremszigetelés vonalmenti hőátbocsátási tényezője:

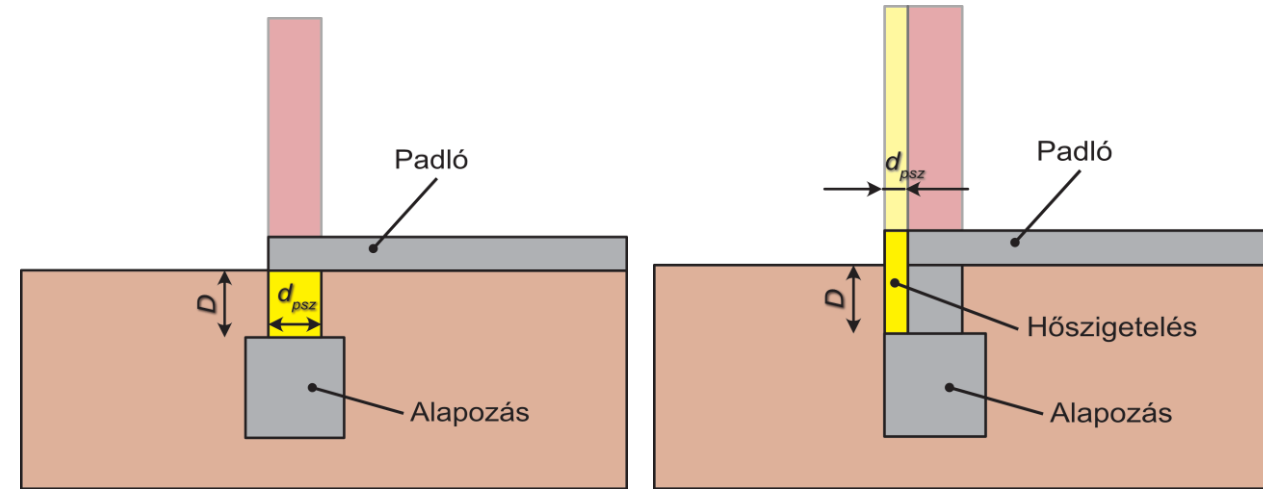
$$\psi_{psz,v} = -\frac{\lambda_{talaj}}{\pi} \cdot \left[\ln \left(\frac{D}{d_p} + 1 \right) - \ln \left(\frac{D}{d_p + d'} + 1 \right) \right]$$



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 vagy anyagában hőszigetelő lábazat esetén a vonalmenti hőátbocsátási tényezője:

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

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-jellemzoinек-meghatarozasa-szamitasi-modszer-2>

The screenshot shows the top navigation bar of the Hungarian Government website (kormany.hu) with the logo and the text 'MAGYARORSZÁG KORMÁNYA'. The main navigation menu includes 'BIZTONSÁG', 'REZSIVÉDELEM', and 'CSALÁDVÉDELEM'. A search bar is visible on the right with the text 'EN'. Below the navigation bar is a large blue banner with the word 'DOKUMENTUM' in white capital letters. Underneath the banner is a grey box containing the title 'Épületek energetikai jellemzőinek meghatározása – számítási módszer' and the date '2023.07.27.' along with the source 'Energiaügyi Minisztérium' and 'Egyéb'. Below this box are three smaller white boxes, each with a download icon and the text 'File letöltése'. The first box is labeled 'Meteo 2023.07.27.', the second 'Előterjesztés TNM 2. 2023.07.27.', and the third 'Előterjesztés TNM 1. 2023.07.27.'.



Alkalmazott Épületenergetika könyv elérhető

2024. januárjában megjelent az ingyenesen letölthető segédlet az új módszer elsajátításában, mintapéldákkal:

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

BME Mérnöktovábbképző Intézet Épületenergetikai tanfolyama:

4 napos energetikai tanúsítói tevékenységre és jogosultsági vizsgára felkészítő képzés

<https://www.mti.bme.hu/tanfolyam/epuletenergetikai-tanusito-kamarai-jogosultsagi-vizsgara-felkeszito-tanfolyam/>

ALKALMAZOTT ÉPÜLETENERGETIKA

2024

ISBN 978-615-81965-9-8





Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara

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.

