

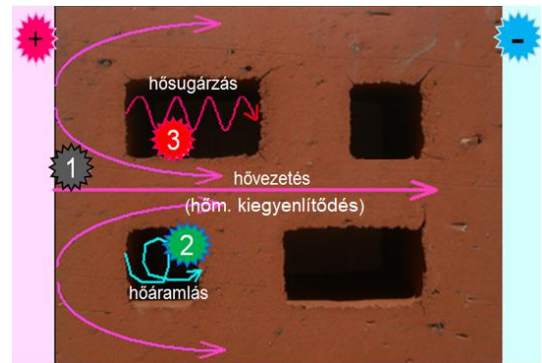
Hőszigetelő anyagok

Hőszigetelési alapfogalmak

Energiatakarékosság
az épületek hőszigetelésével

A hőszigetelés fontossága
hatékonyságának növelése és korlátai

Az anyag hőmérséklete (rácsrezgés):
atomrács mechanikai rezgési-energiája



Hőtranszport folyamatok

A hő (hőmérséklet) terjedése az anyagban

Hőtranszport folyamatok (hőközlési módok):

- Hővezetés:**
Részecskéről részecskére adódik át a hő az anyagban (kiegyenlítőds)
- Hőáramlás:**
Mozgó anyagrészecskék, gáz- és vízmolekulák közvetítik a hőt.
- Hősugárzás:**
Elektromágneses sugárzás (hullámok) formájában terjed a hő.

Az építőanyagok hőtechnikai jellemzői

1. Hővezetési tényező: (λ) W/mK

Az anyag hővezető képességétől függ
Megadja, hogy mekkora hőmennyiség
halad át 1 m^2 felületű anyag 1 m vtg rétegén,
ha a falfelületek hőmérsékletének különbsége 1 K .

A hővezetési tényezőt befolyásolja a porozitás:

Minél kisebb a λ , annál jobban hőszigetel

2. Hővezetési ellenállás (R_λ) $\text{m}^2\text{K/W}$

Adott (d) vastagságú és (λ) hővezetési
tényezőjű szerkezeti réteg, hő áramlattal
szemben kifejtett ellenállása: $R = d/\lambda$

3. Felületi hőátadási tényező: (h) $\text{W/m}^2\text{K}$

h_i – belső oldali h_e – külső oldali

Hőátadási ellenállások: $R_{hi}: 1/h_i$ és $R_{he}: 1/h_e$

Befolyásoló tényező: pl. a falfelület minősége

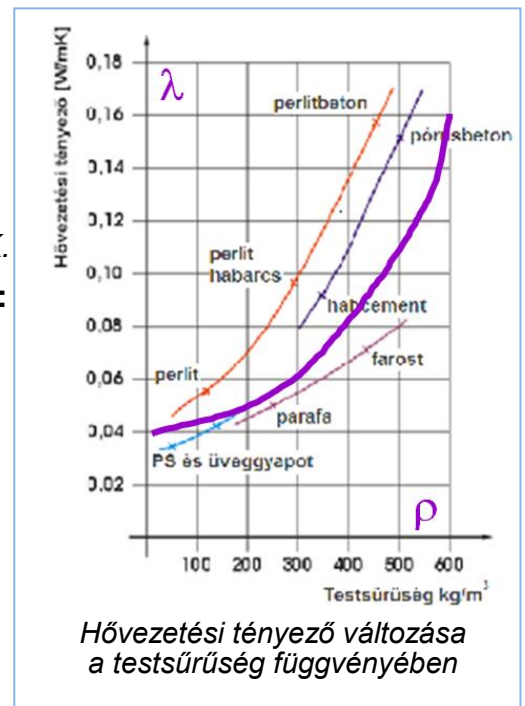
4. Hőátbocsátási tényező (U) $\text{W/m}^2\text{K}$

Az a hőmennyiség, amelyet 1 m^2 falszerkezet
átbocsát a két légtér között: $U = 1/R$

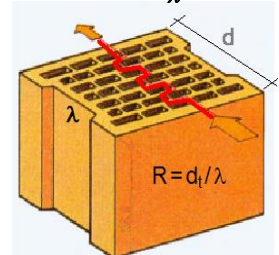
Hőátbocsátási ellenállás: $R = R_{hi} + R_{he} + R_\lambda$

Térelhatároló falszerkezet U értéke: $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

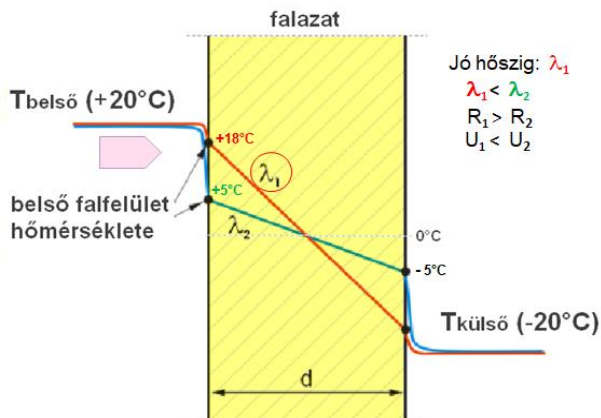
$$U = \frac{1}{R_{hi} + R + R_{he}} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_e}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$



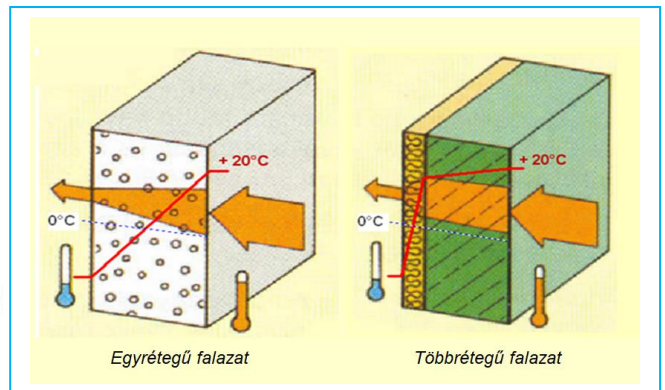
Falszerkezetek hővezetési
ellenállása: $R_\lambda = d/\lambda$



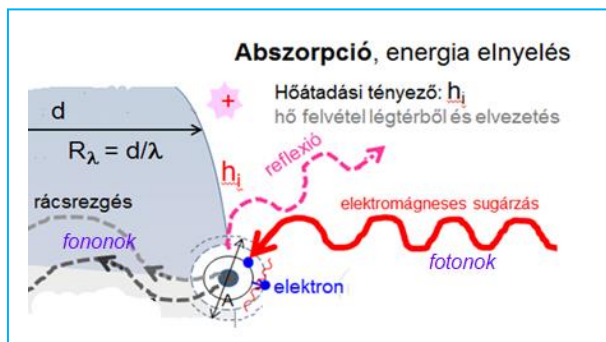
A falfelületek hőmérséklete λ és R függvényében



A falszerkezet hőfokelési görbéi



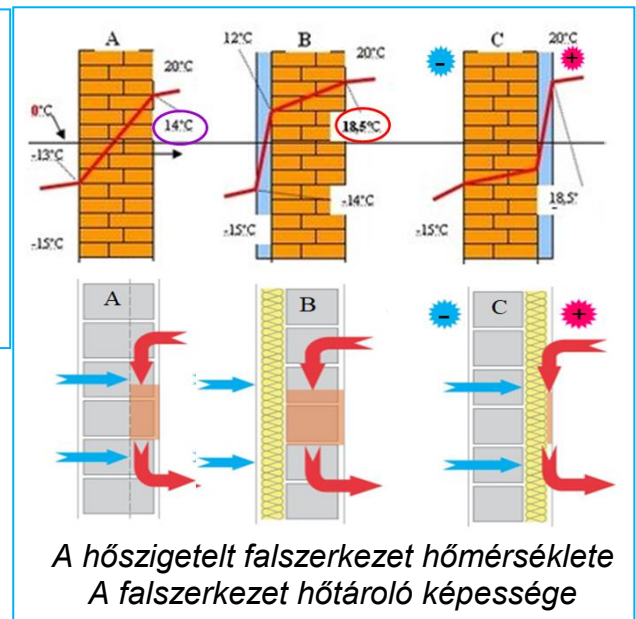
A falszerkezet épületfizikai jellemzői



Hőátadási folyamatok a fal felületén

Az elektromágneses sugárzás spektrumai és hatásuk az anyagra:

- infravörös sugárzás, elnyelődik *atomokat gerjeszti és, hőt indukál*
- látható fény, elnyelődik *reflektálódik, kevés hőt indukál*



A hőszigetelt falszerkezet hőmérséklete
A falszerkezet hőtároló képessége

Hőszigetelő anyagok

Hőszigetelő anyagok fajtái:

- feltöltő és kitöltő anyagok
- tömítőanyagok (ömlesztve)
- hőszigetelő habarcsok
- hőszigetelő idomttestek
- lemezek (PS, ásványgyapot)
- paplan, matrac, tömlő, filc
- nanostruktúrájú hővédő bevonatok



Hőszigetelő anyagok az épületben

Alkalmazási területek:

- homlokzatok hőszigetelő vakolása
- padlók és födégek hőszigetelése
- lapos tetők hőszigetelése
- tetőtér és padlásterek szigetelése
- helyszínen szórt hőszigetelés
- épületgépészeti és technológiai szigetelés



Hőszigetelő anyagok fajtái és előállításuk

1. Szálas termékek

Szilikát szálas termékek:

- kőzetgyapot (olvasztott kőzet szálak)
- üvegyapot (olvasztott üveg szálak)

Szerves szálas termékek:

- fagyapot, len, kókusz
- szalma és nád



2. Sejtesítéssel (gázosítás) gyártott termékek

Gázfejlődés a képlékeny állapotú anyagban

- duzzasztott perlit (vulkáni üveg, vízgőz)
- habüveg (üvegpórák + gázképző)
- YTONG pórusbeton (gázképzéssel)
- Polisztirol (PS) hab (expandált, extrudált)
- Poliuretán (PUR) hab (kémiai gázosítás)
- Polietilénhab (POLIFOAM) kémiai gázosítás



3. Habosítással gyártott termékek

- habbeton (habanyag + habarcs)

testsűrűség: $400 \div 600 \text{ kg/m}^3$
monolitikus tetőfödém szigetelés



4. Pórusos anyagokkal gyártott termékek

- hőszigetelő könnyűbetonok
- PS gyöngy habarcs és beton
- parafa őrlemény

5. Mikro- és nanostruktúrájú anyagok

- Aerogél paplan, TSM Ceramic bevonat



Hőszigetelő anyagok tulajdonságai

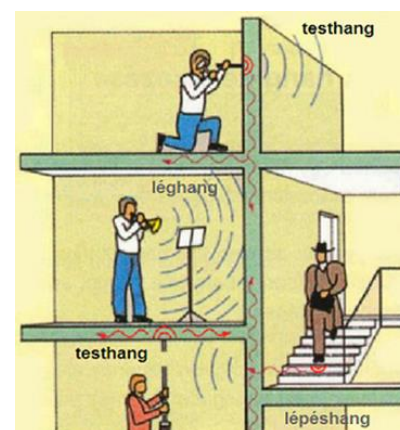
Követelmények:

- meleg szigetelők $> 900^\circ\text{C}$,
- hidegszigetelők (hűtő): $\lambda < 0,04 \text{ W/mK}$

Szilárdság: a 10%-os összenyomódáshoz tartozó nyomószilárdság (kPa)

A hangszigetelő anyagok

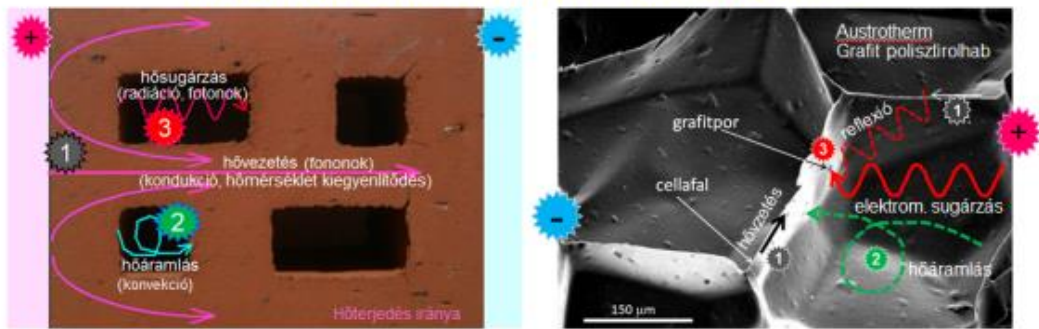
1. Léghang elnyelő anyagok
2. Léghang gátló anyagok
3. Hangszigetelő anyagok
4. Lépéshang-gátló anyagok



Épületen belüli hangszigetelések

Hőtranszport folyamatok a nanostruktúrájú anyagokban (nem tananyag)

A hő terjedésének formái az építőanyagokban



Hőátadás a kerámia falazóelemben

A polisztirol cellaszerkezete

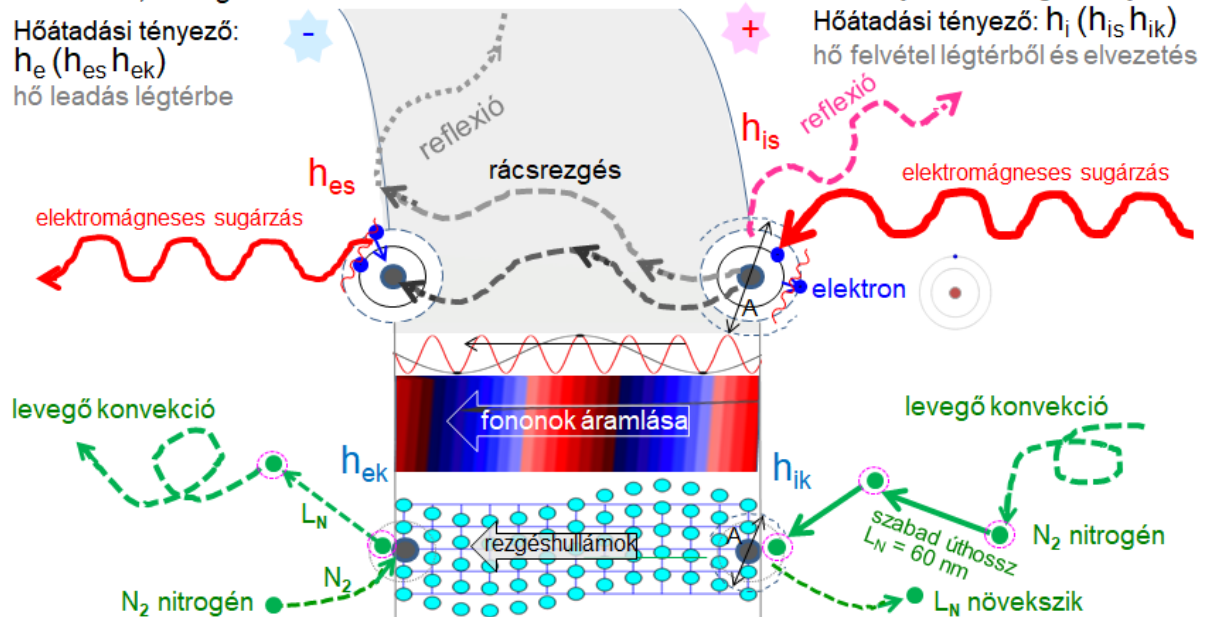
Hőtranszport folyamatok a szilárd anyagban: (hőátadás, hőközlés, hő csere, hő átvitel)

Az anyag hőmérséklete: Az atomrács mechanikai rezgési-energiája (rácsrezgés).

- 1 **Hővezetés:** Részecskéről részecskére adódik át a hő az anyagban (kiegyenlítődés).
Dielektrikum, a molekulák hullámszerű rezgőmozgása szállítja a hőt (fononok).
- 2 **Hőáramlás:** Mozgó anyagrészecskék, gáz- és vízmolekulák közvetítik a hőt.
A mikró méretű zárt cellákban minimális konvekciós hőáramlás.
- 3 **Hősugárzás:** Elektromágneses sugárzás formájában (infra, fotonok) terjed a hő.
A sugárzást visszaverő grafitpor szemcsék hőtükörként működnek.
A hősugárzás reflexiója miatt: $\lambda = 0,038 \rightarrow 0,032 \text{ W/mK}$ (-20%)

Emisszió, energia leadás

Hőátadási tényező:
 h_e (h_{es} h_{ek})
hő leadás légtérbe



Abszorpció: Elektronok elnyelik az elektromágneses sugárzást (fotonok), energiaszintjük növekszik.

Ez által, az atomok gerjesztődnek (rezgés-amplitúdójuk növekszik) hő indukálódik az anyagban.

A gerjesztett molekulák, rácsrezgéssel a hőt elvezetik (fononok áramlása)

Levegő molekulák a fallal való ütközéskor (+ súrlódás) mozgási- és belső energiát adnak át.

Emisszió: Elektronok az energiájukat, kisugározzák energiaszintjük csökken, ez által az atomok rácsrezgése (rezgési amplitúdójuk) lecsökken, az anyag lehűl.

A hőtranszport folyamatok a hővédő vékonybevonatban