

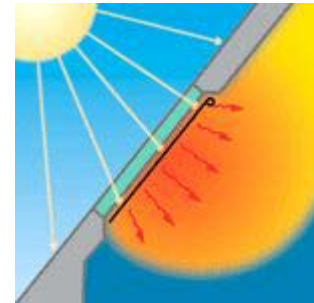
Építőanyagok I - Laborgyakorlat

Hőtechnikai alapfogalmak

A hő terjedése az anyagokban

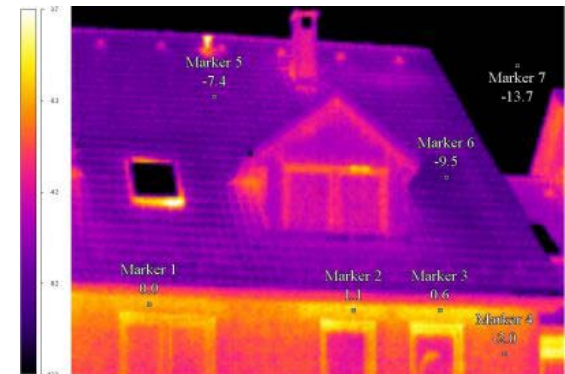
Hősugárzás

elektromágneses hullámok alakjában



Hőáramlás

a hőt mozgó anyagrészecskék közvetítik



Hővezetés

szilárd anyagokban
részecskéről részecskére
terjed a hő



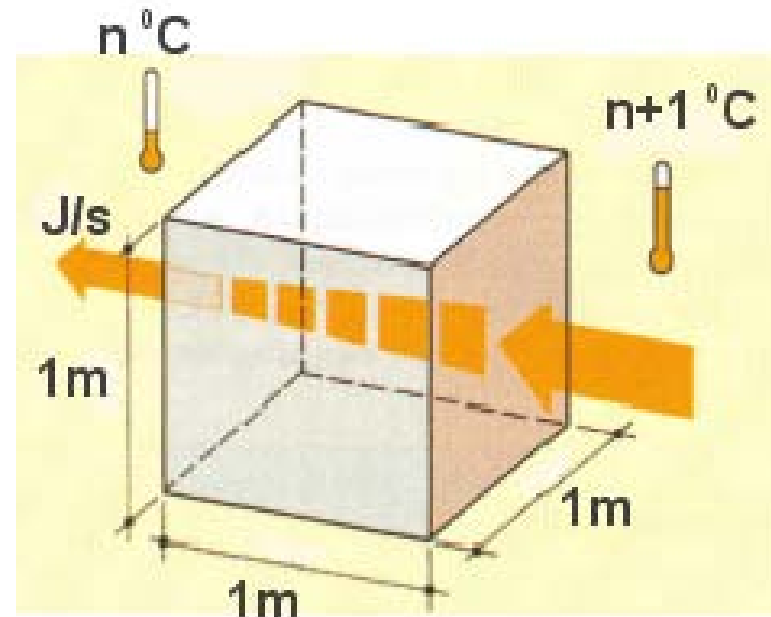
Hővezetési tényező

Megadja, hogy mekkora hőmennyiség (J) halad át 1m^2 felületű anyag 1m vastagságú rétegén 1 sec alatt, ha a külső felületek hőmérsékletének különbsége 1K (1°C)

- Jele: λ
- Mértékegysége:

$$\frac{\text{J} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{s}} = \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

- az anyag hővezető képességét jellemzi
- minél kisebb a λ , az anyag annál jobb hőszigetelő



A hővezetési tényezőt befolyásolják:

- vegyi összetétel, kristályos szerkezet
- porozitás (levegőtartalom)
- pórusok mérete és összefüggősége
- nedvességtartalom, telítettség
- hőáramlás iránya (rostos szerkezetek)
- hőmérséklet (pórusos anyagoknál nő)
- testsűrűség

anyag	λ W/mK	ρ kg/m ³
levegő (ny)	0,023	1
üveggyap.	0,044	150
fenyő fa	0,19	700
vázkerám.	0,23	850
víz	0,50	1000
kt. téglá	0,78	1730
vasbeton	1,55	2400
acél	58,00	7850
lev.d= 0,5 mm	0,025	
lev.d= 10 mm	0,066	

Felületi hőátadási tényező

Hőmennyiség, ami átadódik a légtérből a falszerkezet 1 m² felületére, illetve 1 m² falfelületről a légtérbe, 1K (1°C) hőmérsékletkülönbség hatására, 1 sec alatt.

- külső falfelületen: $\alpha_e = 23 \text{ W/m}^2\text{K}$
- belső falfelületen: $\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Jele: α
- Mértékegysége:

$$\frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

- Befolyásoló tényezők:
 - a falfelület minősége (pl. érdesség)
 - a levegő áramlási sebessége
 - a levegő páratartalma

Hővezetési ellenállás

Adott vastagságú és hővezetési tényezőjű szerkezeti réteg hőáramlással szemben kifejtett ellenállása

$$R = \frac{d}{\lambda} \left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$$

d – anyagvastagság (m)

λ – hővezetési tényező (W/mK)

- többrétegű fal esetén

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} \quad \rightarrow \quad R = \sum \frac{d_i}{\lambda_i}$$

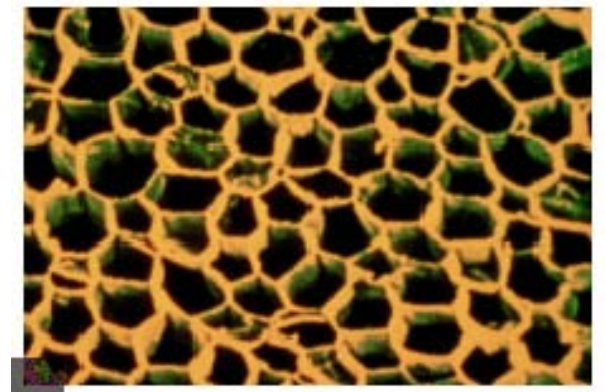
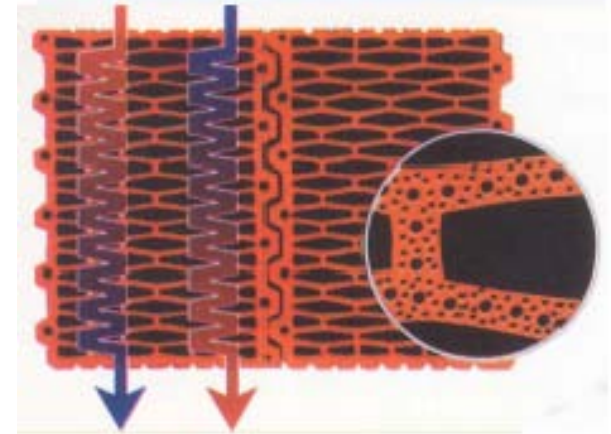
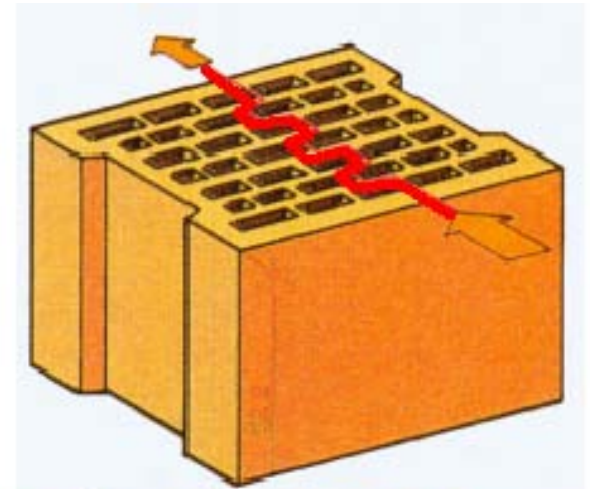
A hővezetési ellenállás javítása

- "R" javítható:
 - „d” növelésével (hőáram útján)
 - „λ” csökkentésével (anyagjellemző)

- Hőátadási ellenállás (fal közeli légrétegeké):

- belső fali légréteg: $R_e = \frac{1}{\alpha_e} \left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$

- külső fali légréteg: $R_i = \frac{1}{\alpha_i} \left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$



Hőátbocsátási tényező

Az a hőmennyiség, amely az adott határoló szerkezet 1 m² felületén, a két légtér között 1 K (1°C) hőmérsékletkülönbség hatására 1 sec alatt átvándorol.

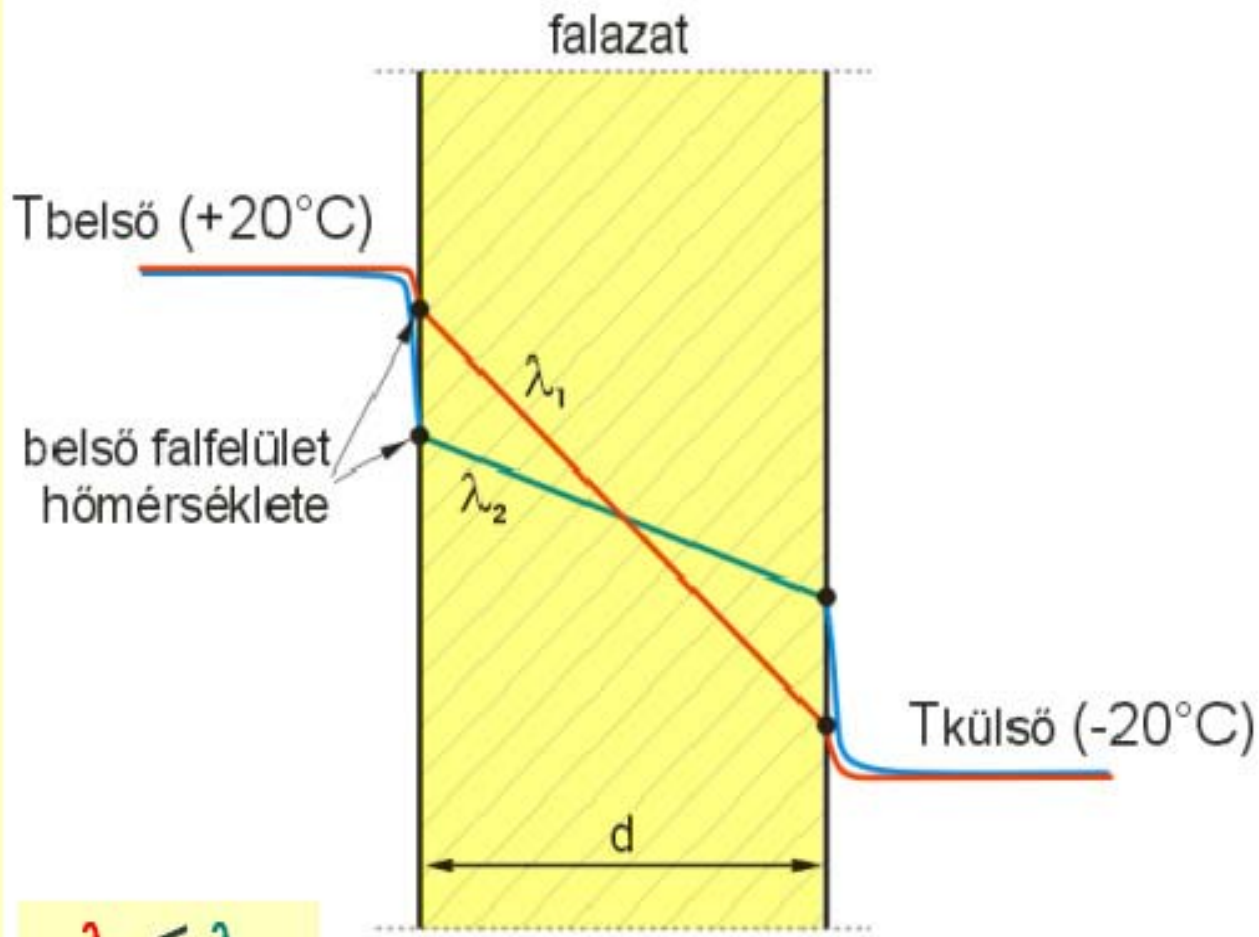
- Jele: **U** (régén: k) • Mértékegysége: $\frac{W}{m^2 \cdot K}$

- Egyrétegű falszerkezet esetén:

$$U = \frac{1}{R_{\alpha i} + R + R_{\alpha e}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

- Többrétegű falszerkezet esetén:

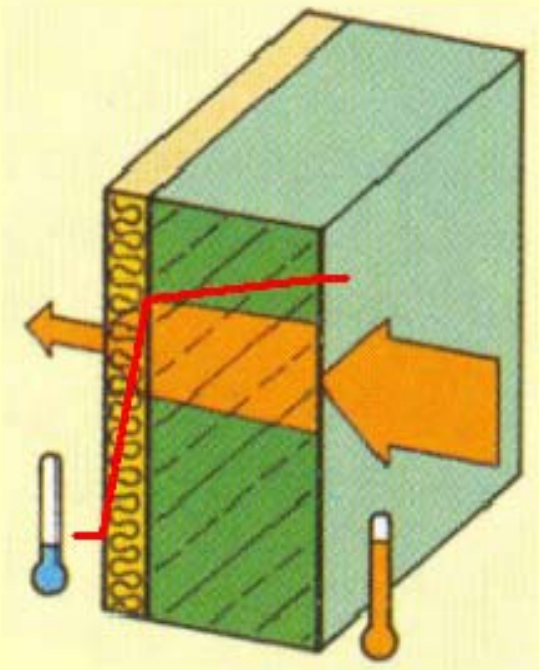
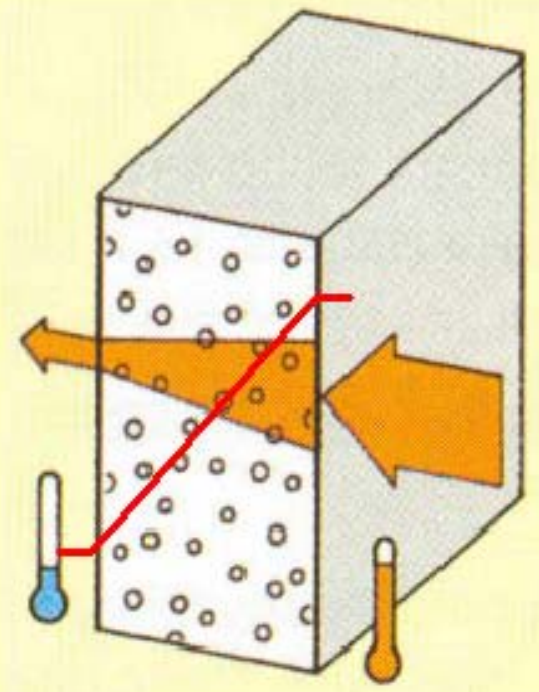
$$U = \frac{1}{R_{\alpha i} + R_1 + R_2 + \dots + R_{\alpha e}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



$\lambda_1 < \lambda_2$

$R_1 > R_2$ - jó hőszigetelő anyag : λ_1

$k_1 < k_2$ - rossz hőszigetelő anyag: λ_2



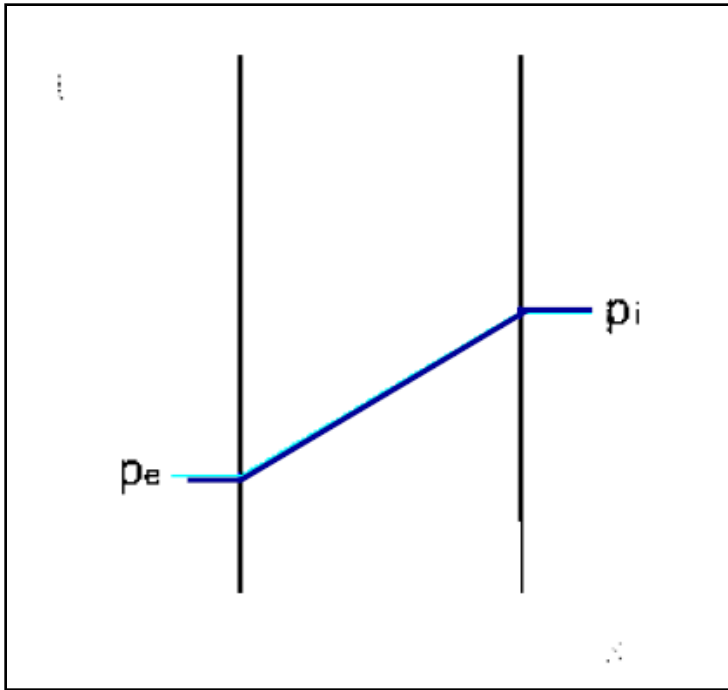
Térelhatároló falszerkezet hőfokelési görbéi

Építőanyagok I - Laborgyakorlat

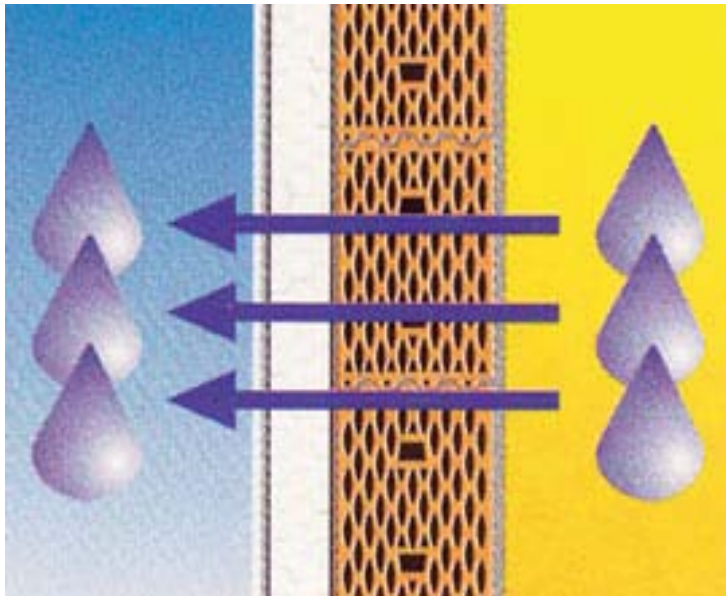
Páradiffúzió

- A pára a fizikusok szerint:
„gázalmazállapotú víz”
- Páralecsapódás
(kondenzálódás)
könnyen észrevehető
pl: ablaküveg, tükör,
stb.)



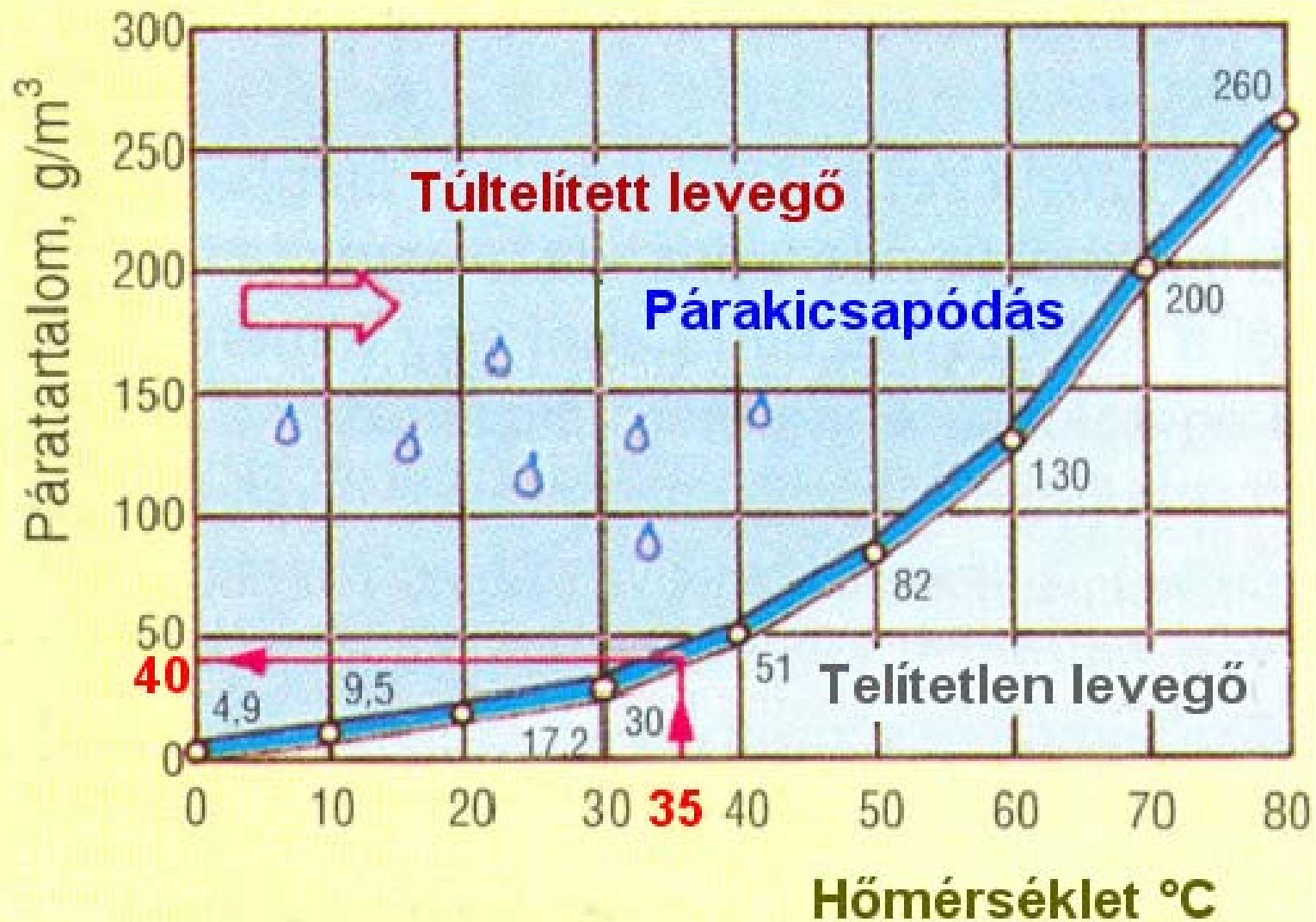


- A tartózkodásra szolgáló helyiségek fűtése és a használatból adódó folytonos folyadékbevitel télen a belső levegő túlzott mértékű vízpáratartalmához vezet a külső levegő páratartalmához viszonyítva
- Azaz: bent nagyobb lesz a pára nyomása (p_e), mint kint (p_i)
- Ennek a folyamatnak az eredménye a vízgőz vándorlása - a diffúzió - az építési elemeken belülről kívülre



A pára lecsapódása

- Ha a pára hideg felületekbe ütközik, az kondenzációhoz – párakicsapódáshoz – vezethet
- A döntő ebben a folyamatban az úgynevezett harmatpont
- A harmatpont az a hőmérséklet, amelyre a nedvességtartalommal rendelkező levegőt - nyomásának megváltoztatása nélkül - lehűtve a benne levő vízgőz telítetté válik
- Ha a levegőt ez alá a hőmérséklet alá hűtjük, a légnedvesség harmat vagy dér alakjában kicsapódik
- A harmatpont a levegő hőmérsékletétől és páratartalmától függ



A levegőből való párakicsapódás a páratartalom és °C függvényében

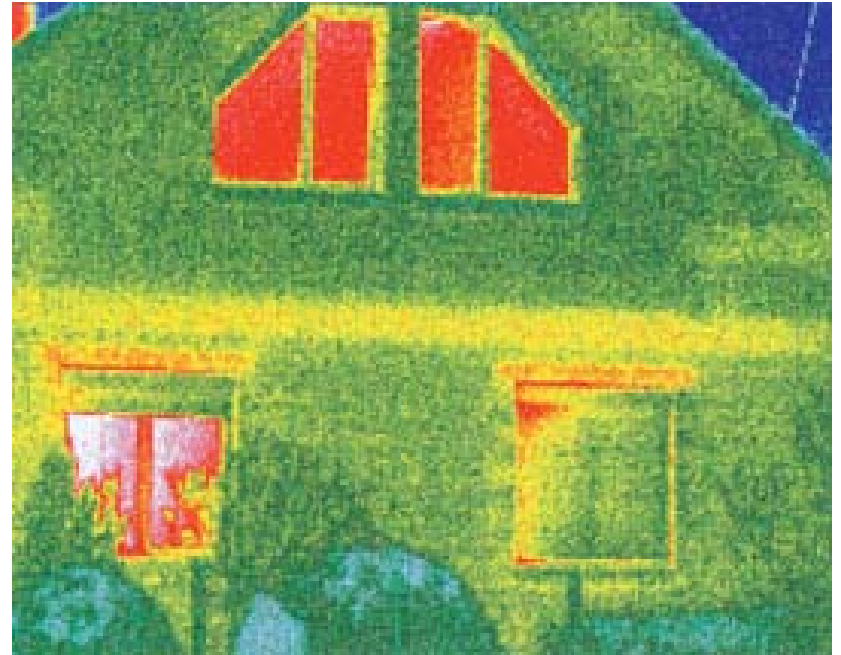
A páradiffúzió alapfogalmai

- Páradiffúziós tényező (δ) [kg/m·s·Pa]
 - Azt a páramennyiséget (kg) adja meg, amely az anyagon 1Pa nyomáskülönbség hatására, 1m² felületen 1 s alatt áthatol.
- Páradiffúziós ellenállási szám (μ)
 - Viszonyszám, a levegő ($\delta = 0,081$) és az adott anyag páradiffúziós tényezőjének hányadosa
- Páradiffúziós ellenállás (R_v)
 - A pára áthaladását az építési elemen az annak anyagától függő és rétegvastagságtól függő ellenállás, a páradiffúziós ellenállás akadályozza:
 - $R_v = d/\delta$ [m²·s·Pa/kg]
 - d - a réteg vastagsága
 - δ - a réteg páradiffúziós tényezője

- Minél nagyobb a μ , annál sűrűbb az anyag
- A fa esetében $\mu = 40$, tehát ez az anyag 40-szer olyan sűrű, mint a levegő, vagy az ásványi rost. A polisztirol 4-10-szer sűrűbb, mint a téglá, a beton pedig 1,5-4-szer sűrűbb, mint a polisztirol

Anyag	μ
levegő	1
rost alapú szigetelőanyag	1-2
parafa szigetelőlemez	5-20
pórusos téglá	10
gipsz- és mészvakolat	10
cementesztrich	35
egész gerenda	40
polisztirol	40-100
faforgács lemez	50-100
beton	150
OSB-lap	100-600
polietilén-fólia	10000
bitumenes tetőszigetelő lemez	80000
fém	végtelen

- Fontos szerep jut a belső és külső teret elhatároló építőelemek belső tér felőli hőmérsékletének



- Ha a belső felületek hőmérséklete alacsony, a falon biztos végbemegy a pára lecsapódása, ezáltal a penészképződés is



- Penészedés ott kezdődik, ahol legalább 72 órát meghaladó időtartamig, 75% feletti a nedvességtartalom
- Nem kell hogy folyjon a víz, elég ha a falak hideg részein, parányi üregekben (kapillárisokban) szemmel nem látható, apró vízcseppek tartósan jelen vannak



A penész hatásai

- Ahol a penésznek kedvezőek a feltételek, ott az emberi egészség, az épületszerkezetek veszélyben vannak
- Első tünetek a kellemetlen, fülledt levegő, dohos szag
- Ezt követi a már szemmel is látható telepese elterjedés, ami kellemetlen látvány, de az esztétikai hiányosságon túl tudjuk, hogy a folyamatos spórákibocsátás légzőszervi betegségeket idéz elő, bontja az építőanyagok jelentős részét (festékek, tapéták, textíliák, faanyagok stb.)
- A bomlasztó hatások kedvező feltételeket teremtenek a még nagyobb károkat okozó bomlási jelenségeknek (rothadás, korhadás stb.)

Honnan kaphatnak épületeink tartós nedvesség utánpótlást?

- Külső vízterhelésekből
 - mint talajvíz, talajnedvesség, talajpára alulról
 - beázás felülről, oldalról
- Belső nedvességtermelésből
 - mint mosás, ruhaszárítás, főzés, fürdés, kilélegzés, kipárolgás vízpára-képző hatásából
 - normális páratartalom lecsapódásából a hideg (hőszigetetlen) részeken
- Épületgépészeti meghibásodásokból
 - mint "csőtörés", csatornaszivárgás, vizes fűtőberendezések, vezetékek hibái

Építőanyagok I - Laborgyakorlat

Tűzvédelem



Tűzállóság és tűzvédelem

Építőanyagok égési tulajdonságai (osztályok):

- „A” osztály (nem éghető):
 - A1 - nem éghető
 - A2 - kis mennyiségű éghető komponens
- „B” osztály (éghető):
 - B1 - nehezen éghető
 - B2 - átlagosan éghető
 - B3 - könnyen éghető

A tűzállósági határérték

Az a paraméter (perc), ameddig a tűz hatása ellenére az épületszerkezet:

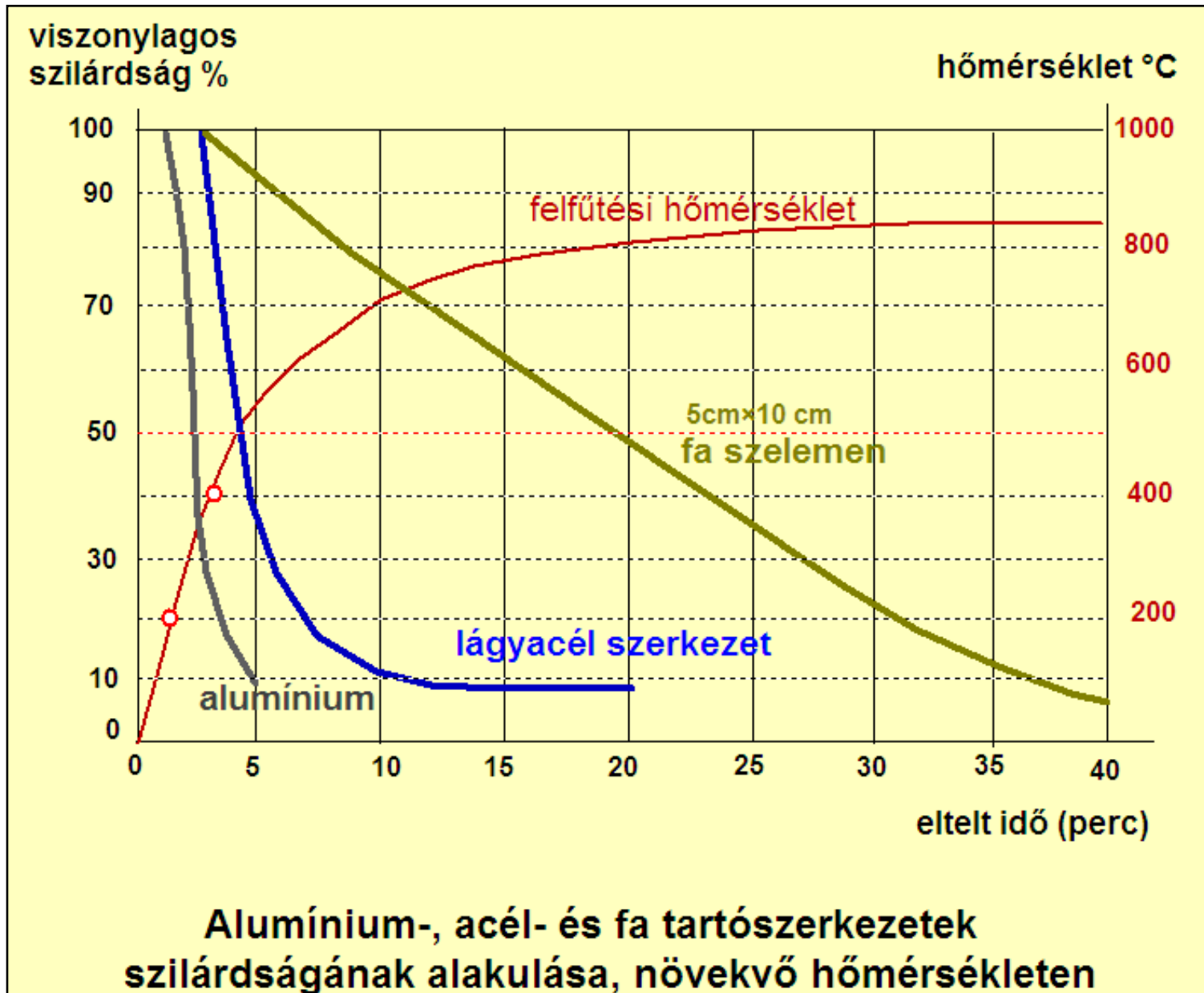
- még be tudja tölteni rendeltetési funkcióját,
- nem veszíti el statikai stabilitását,
- nem kerül törési határállapotba

Tűzállósági osztályok

Épületelemek tűzállósági osztályai:

Tűzállósági osztály	Tűzzel szembeni ellenállás percben
T30	30
T60	60
T90	90
T120	120
T180	180

Szerkezeti (nem védett) anyagok tűzállósága



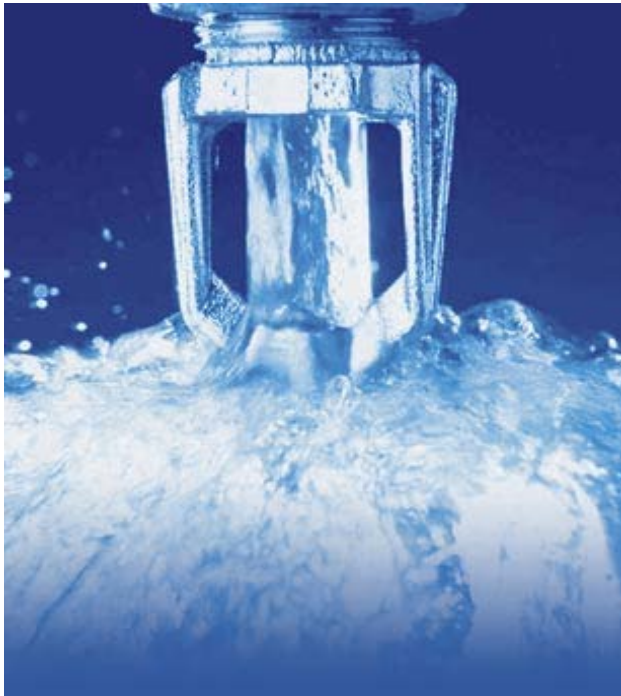




A tűzvédelem típusai

Aktív tűzvédelem

- sprinkleres
- tűzjelző rendszerek

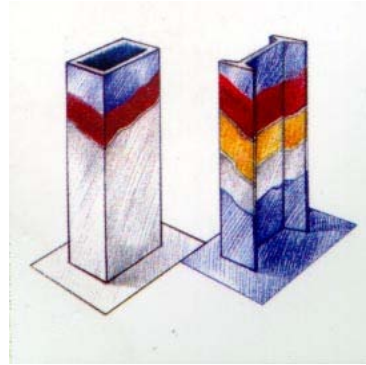


Passzív tűzvédelem

- Cél: az épület tartószerkezeteinek állékonyságának biztosítása tűz esetén meghatározott ideig
- A passzív tűzvédelem anyagai:
 - tűzvédelmi bevonatok
 - tűzvédelmi burkolatok
 - égéskésleltető anyagok

Acélszerkezetek tűzvédelmi bevonatai

- festékek

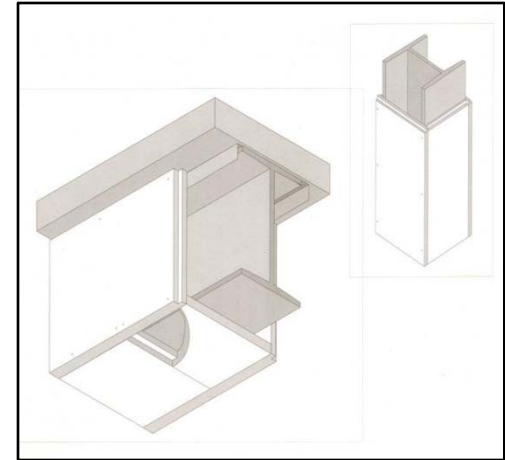
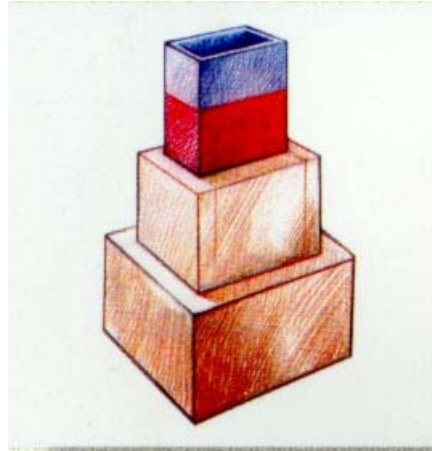


- szórt vakolatok

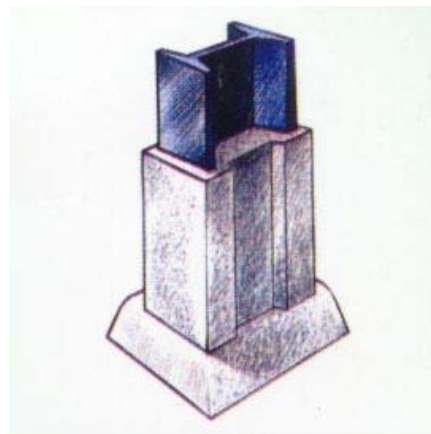


Acélszerkezetek tűzvédelmi burkolatai

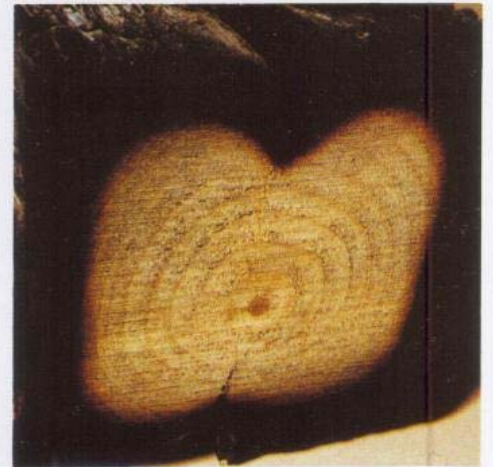
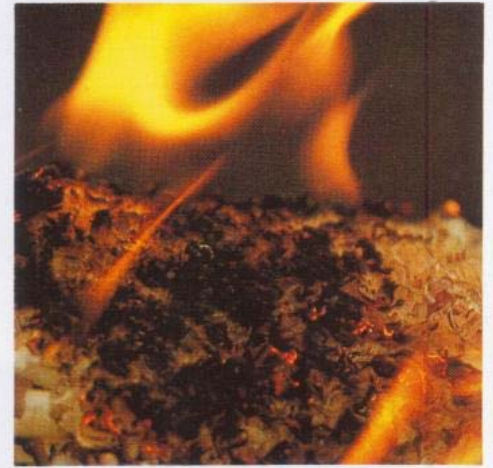
- tűzgátló lapok



- tűzgátló habarcsok



Faszerkezetek égéskésleltetése



Faszerkezetek tűzvédő burkolata

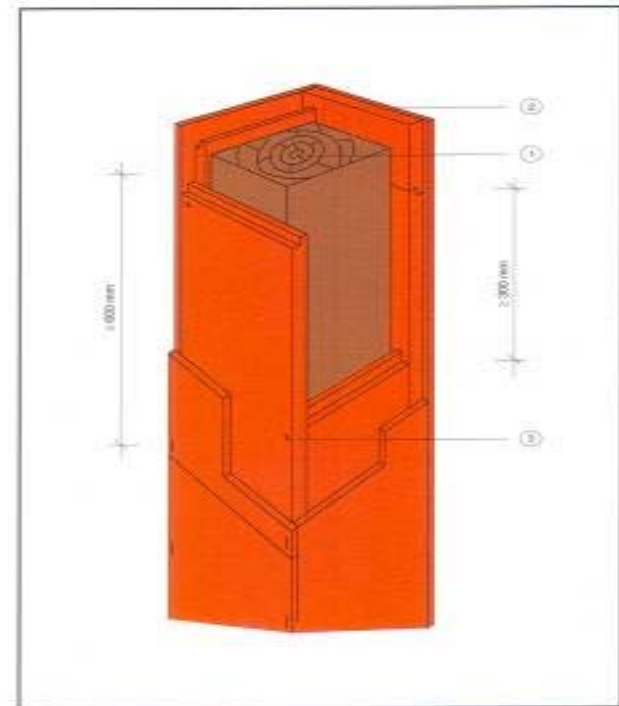
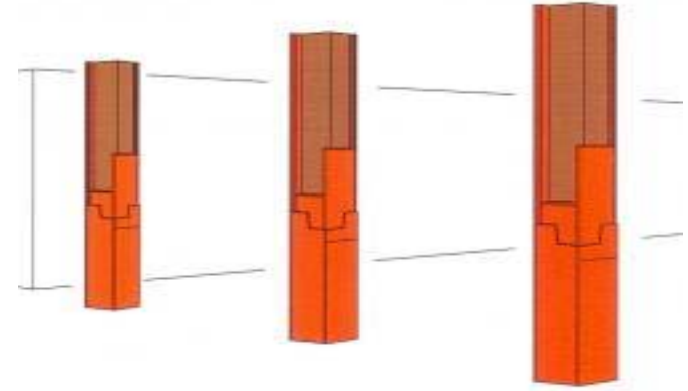
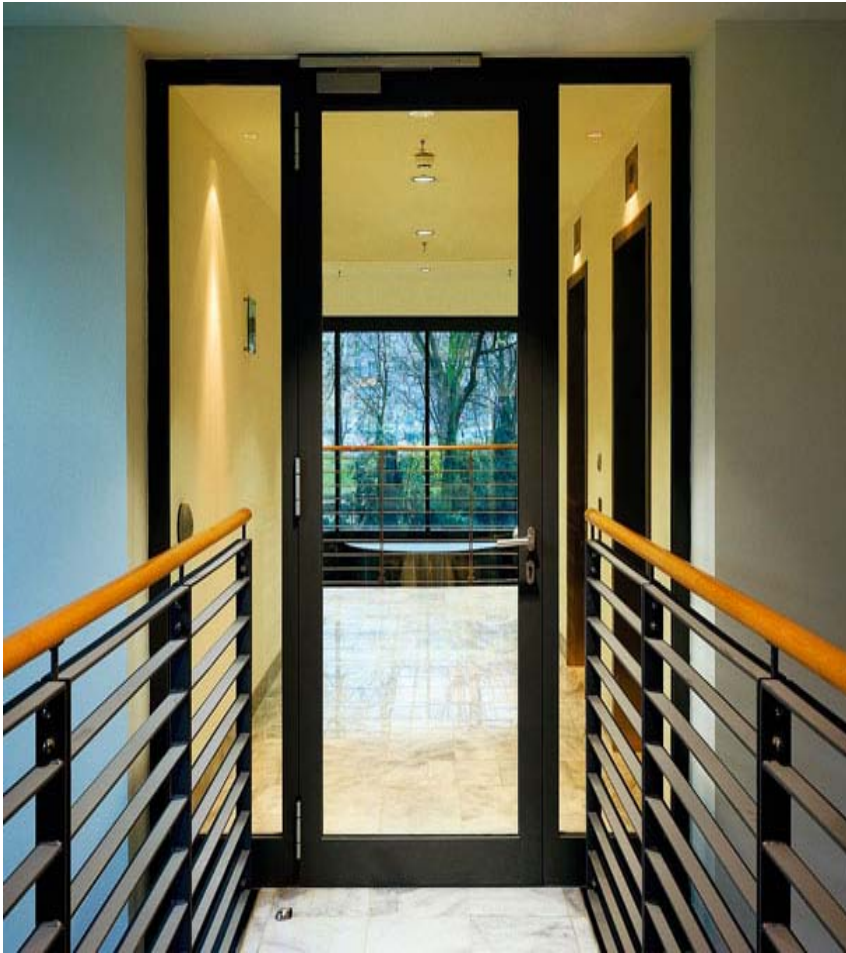
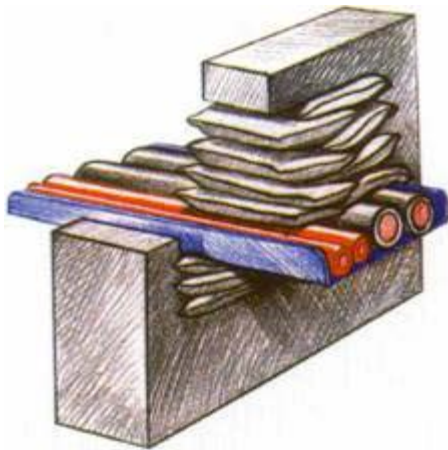
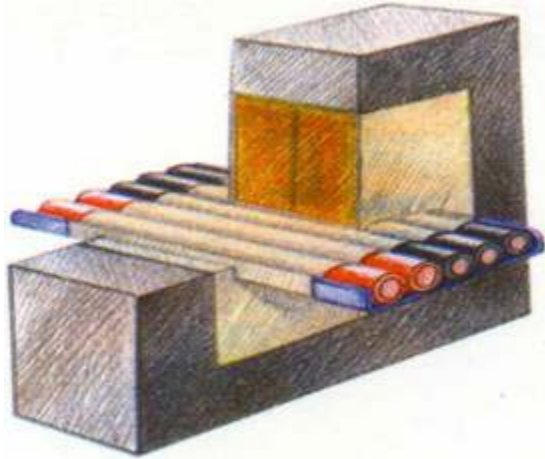


Abb. 1: Stützenverkleidung F 90-B (zweilagig)

Tűzgátló falak



Kábel- és légcsatornák tűzvédelme



Építőanyagok I - Laborgyakorlat

Hővezetési tényező mérése Bock készülékkel

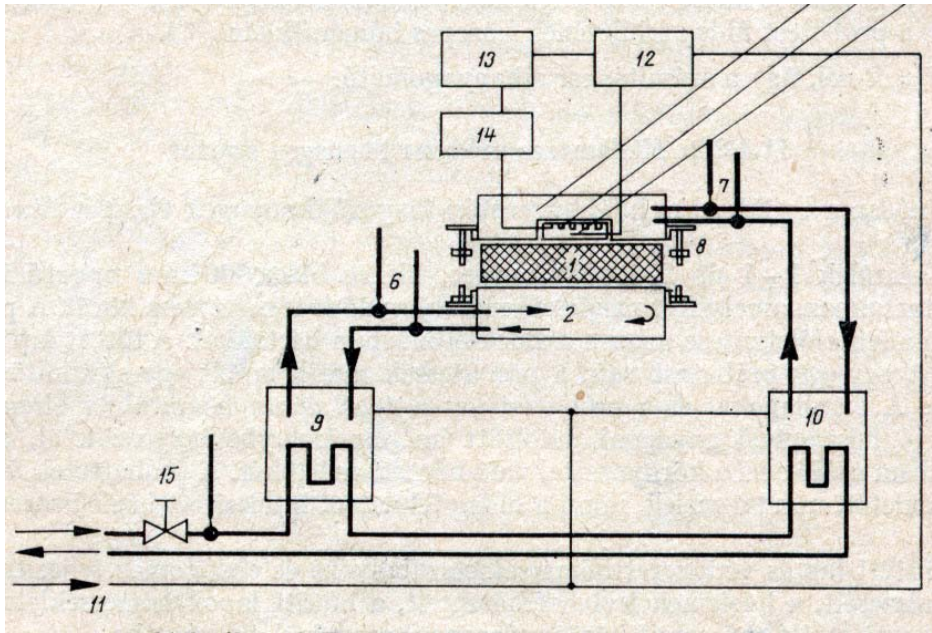
Bevezetés

- **A hővezetési tényező** azt fejezi ki, hogy mekkora hőáram halad át időegység alatt egységnyi vastagságú, az áramlásra merőlegesen egységnyi felülettel bíró anyagon, egységnyi hőmérsékletkülönbség hatására
- A hővezetési tényező az adott test anyagi minőségétől függ. Számértéke megadja az adott anyagból kihalasztott 1 méter élhosszúságú kocka két szemközti lapja között a másodperc alatt áthaladó hőmennyiséget, ha a két lap között 1 K a hőmérsékletkülönbség
- A hővezetési tényező valójában nem egy állandó szám, függ az anyag hőmérsékletétől, nedvességtartalmától, tömörítettségétől
- Az építőanyagok hővezetési tényezője a három alapvető hőközlési folyamat – a hővezetés, a hőáramlás és a hőszugárzás – együttes hatását fejezi ki

Néhány anyag hővezetési tényezője (W/mK)	
Ezüst	420
Réz	400
Acél	48
Beton	1,09
Üveg	0,8
Víz	0,61
Plexiüveg	0,26
Bakelit	0,23
Gumi	0,16
Tölgyfa	0,15
Fenyőfa	0,11
Poliuretánhab	0,035
Levegő	0,026
Üveggyapot	0,024
Argon gáz	0,016

A hővezetési tényező mérése Bock szerint

- A módszer $\lambda=0,029 \dots 1,98$ W/mK értékhatárok közé eső anyagok vizsgálatára alkalmas.



- A készülék két 250X250 mm méretű párhuzamosan elhelyezett, felső fűtött és alsó hűtött lemezt tartalmaz. A felső lemez két részből áll: középen a 160 mm átmérőjű elektromos fűtésű mérőlapot ugyancsak fűtött védőkeret veszi körül, a széleken fellépő hőveszteség kiküszöbölése miatt A védőkeret és a hűtött lap hőmérsékletét kontakthőmérőkkel vezérelt ultratermosztátokból keringetett víz szabályozza.
- A fűtött és hűtött lapokat a vizsgálati anyag behelyezése után hőszigetelt szekrény veszi körül.

- **Próbatestek:**

A vizsgálati anyagból a fűtött lap méretével azonos méretű (250X250 mm-es), 20...60 mm vastagságú párhuzamos felületű lapokat készítünk. /105⁰C-on kiszárítjuk./

- **A mérés:**

A próbatesteket elhelyezzük a készülék mérőlapjai között, majd a hőszigetelt szekrényt lezárjuk. A fűtőáram és a termosztátok bekapcsolása után úgy szabályozzuk a rendszert, hogy a fűtött és a hűtött lap hőmérsékletkülönbsége kb. 10⁰C legyen. Az állandósult hőáramlás beállása után kb. 4 órán keresztül mérjük a fél vagy 1 óránkénti leolvasások időpontjában.

- a fűtött lap elektromos energiafogyasztását (kWh)
- a fűtött lap és védőgyűrű hőmérsékletét (°C)
- a hűtött lap hőmérsékletét (°C)

- A fűtött lap energiafogyasztásából, a mérés időtartamából és a beállított teljesítményfokozatnak megfelelő K_i műszerállandóból kiszámítható a próbatesten átáramlott hőmennyiség:

$$Q = K_i \cdot \frac{E}{\tau} \quad \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Q – az átáramlott hőmennyiség [W/m^2]

K_i – a műszerállandó, amely tartalmazza a próbatest felületét is [m^{-2}]

E – a fogyasztott energia [kWh]

τ – a mérés időtartama [h]

- A hővezetési tényező számítása:

$$\lambda = \frac{Q \cdot S}{t_2 - t_1} \quad \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$$

λ – a hővezetési tényező [W/mK]

S – a próbatest vastagsága [m]

t_2 a próbatest meleg felületének közepes hőmérséklete $^{\circ}C$

t_1 a próbatest hideg felületének közepes hőmérséklete $^{\circ}C$

Hungarocell lemez hővezetési tényezőjének mérése

- A próbatest vastagsága: 49 mm
- A K műszerállandó: 179m^{-2}
- Átlagos energiafogyasztás $0,0575\text{ kWó}$
- A fűtött lap hőmérséklete 30°C
- A hűtött lap hőmérséklete 20°C

Az átáramlott hőmennyiség:

$$Q = K_i \cdot \frac{E}{\tau} \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \qquad Q = 179 \cdot \frac{0,0575}{1} = 10,2925 \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$

A hővezetési tényező:

$$\lambda = \frac{Q \cdot S}{t_2 - t_1} \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right] \qquad \lambda = \frac{10,2925 \cdot 0,049}{10} = 0,0504 \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right]$$

Kisméretű tömör téglá hővezetési tényezőjének mérése

- A próbatest vastagsága: 66.5 mm
- A K műszerállandó: 832,7m⁻²
- Átlagos energiafogyasztás 0,06468 kWó
- A fűtött lap hőmérséklete 30°C
- A hűtött lap hőmérséklete 20°C

Az átáramlott hőmennyiség:

$$Q = K_i \cdot \frac{E}{\tau} \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad Q = 832,7 \cdot \frac{0,06468}{1} = 53,859 \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

A hővezetési tényező:

$$\lambda = \frac{Q \cdot S}{t_2 - t_1} \left[\frac{W}{m \cdot K} \right] \quad \lambda = \frac{53,859 \cdot 0,0665}{10} = 0,358 \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$$