

Beszéljünk egy nyelvet

(fogalmak a hőszigetelésben)

Az épület energiamérlege 1

$$\dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_{sz} + \dot{Q}_{szol} + \dot{Q}_{belső} + \frac{\dot{Q}_{tárolt}}{T} + \dot{Q}_{F/H} = 0$$

 $\dot{Q}_{tr}$

Transzmissziós energiaáramok (-)

 $\dot{Q}_{sz}$

Szellőzési veszteségek (-)

 $\dot{Q}_{szol}$

Szoláris hőnyereség (+)

 $\dot{Q}_{belső}$

Belső hőforrások (+)

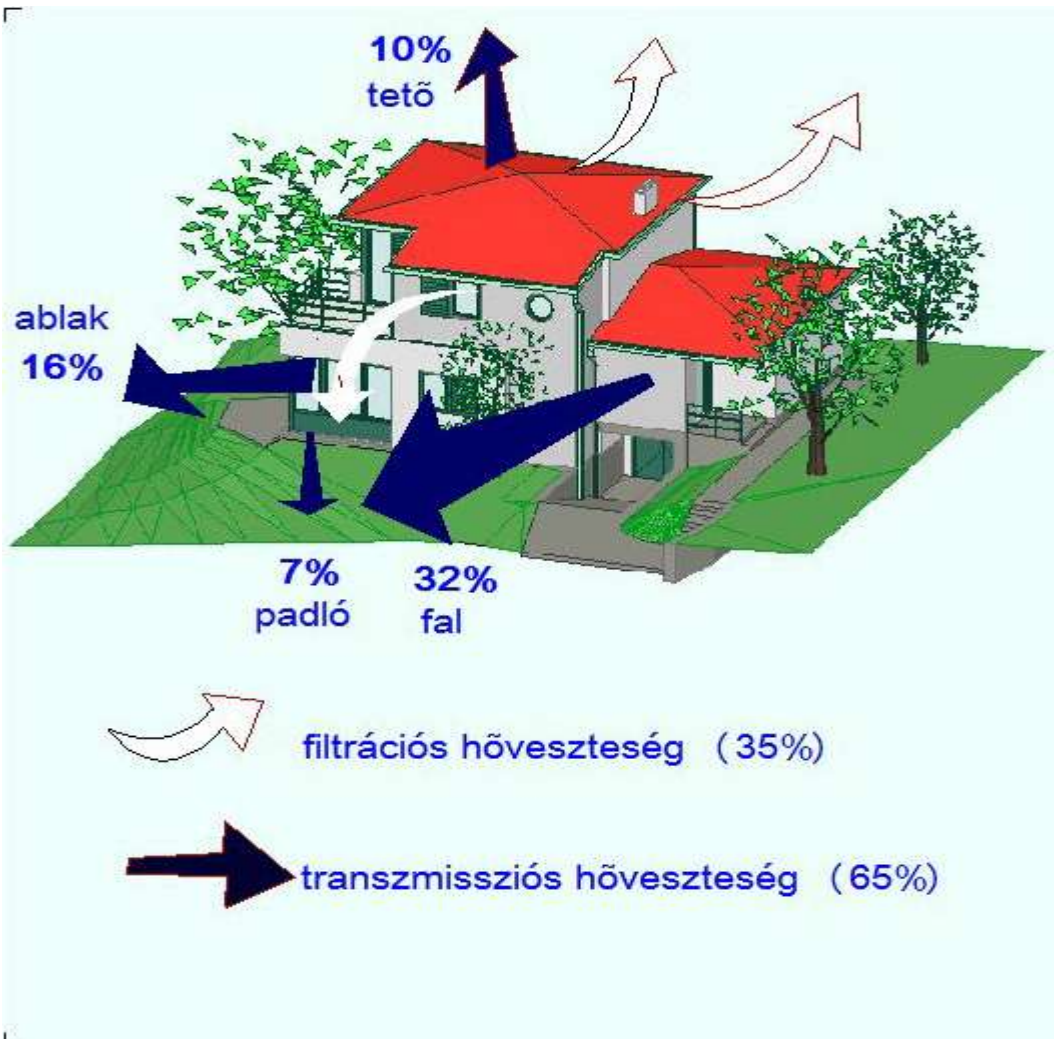
 $\frac{\dot{Q}_{tárolt}}{T}$

Tárolt hő időbeni változása (+/-)

 $\dot{Q}_{F/H}$

Fűtési / hűtési rendszer teljesítménye (+)

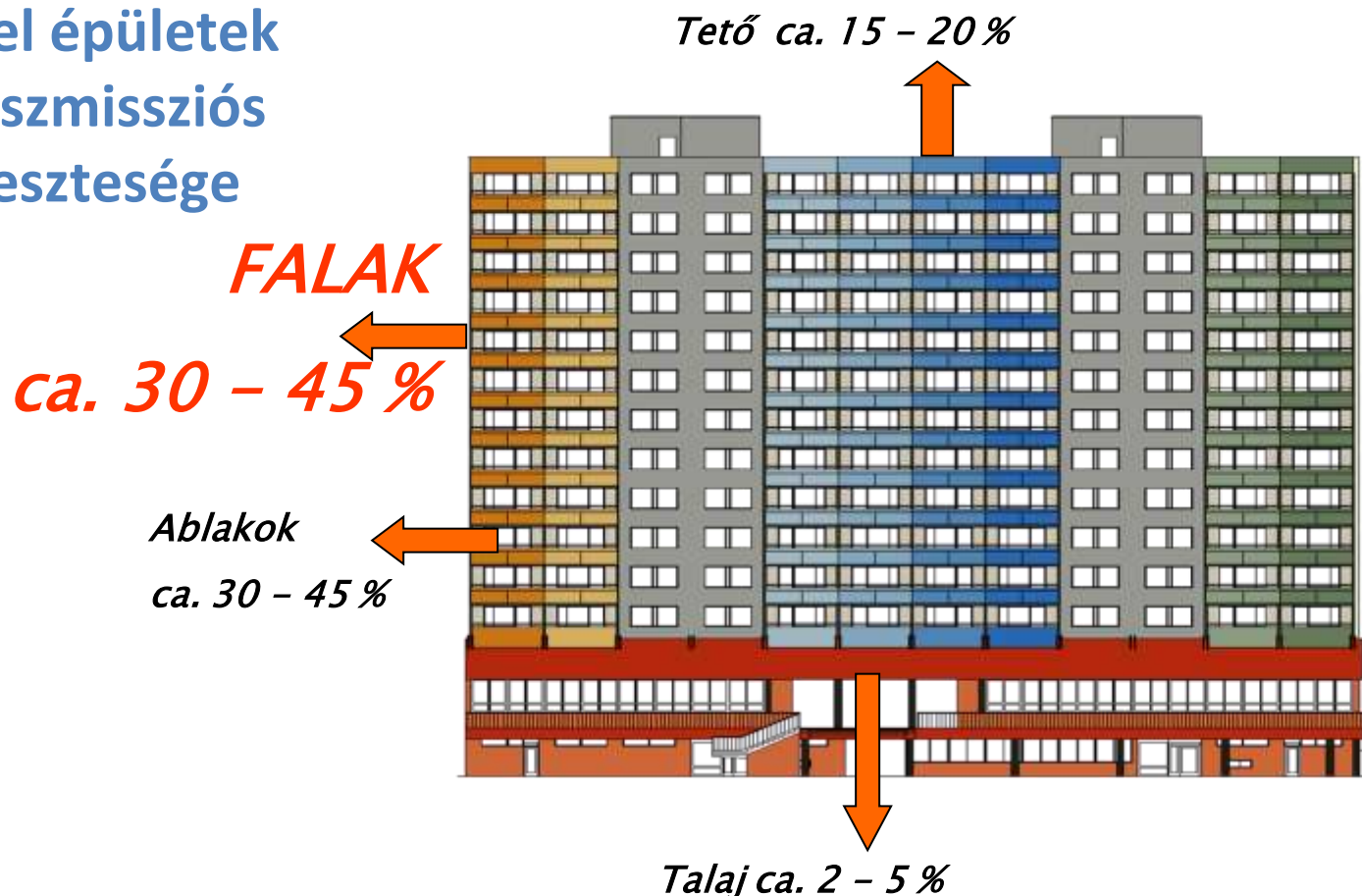
Épületek hővesztesége



Filtrációs hőveszteség:
szabályozatlan szellőztetésből,
tömítetlenségekől származó
légcseré

Transzmissziós hőveszteség:
határoló szerkezetek
hőátbocsátásából származó
hőveszteség

Panel épületek transzmissziós hővesztése



HŐTERJEDÉS

- ☐ **vezetés** szilárd anyagban
- ☐ **átadás** felület és áramló levegő között
- ☐ **hőátbocsátás** = hőátadás + hővezetés
- ☐ **hőáramlás** gázok, folyadékok hőterjedése
(pl. légáramlással szellőztetés)
- ☐ **sugárzás** két olyan felület között, amelyek egymást „látják”

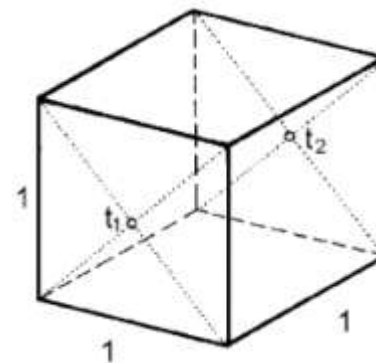
- Hővezetési tényező: λ (W/mK) anyagjellemző

Ha, az egységnyi élhosszúságú kocka, két szemközti felülete között, egységnyi a hőmérsékletkülönbség

$$(t_2 - t_1) = 1\text{K},$$

akkor, a hővezetési tényező

az időegység alatt átjutó hő mennyisége



Minél kisebb, annál jobb hőszigetelő az anyag!

beton 2,1; normál alapvakolat 0,85; perlites hőszig.alapvakolat 0,14;
EPS és MW lap 0,04; pórusbeton 0,09

A felület és a környezet közötti
hőcserét a

hőátadási tényező

jellemzi (belső,külső)

Jele: α

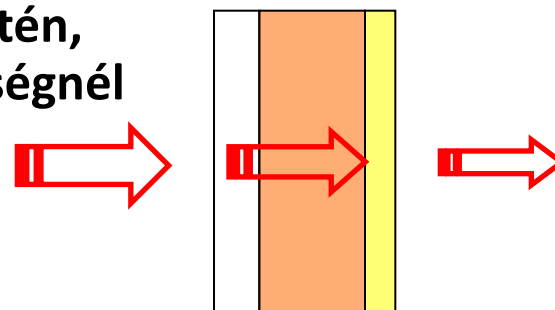
Mértékegysége:
(W/m²K)



- Hőátbocsátási tényező: **U** ($\text{W/m}^2\text{K}$) szerkezetjellemző

A határoló szerkezetek rétegeinek egységnyi felületén, egységnyi idő alatt, egységnyi hőmérsékletkülönbségnél átáramló hőmennyiség.

Komplex hőátadási és hővezetési folyamat.



Minél kisebb, annál jobb hőszigetelő képességű a szerkezet!

külső falnál a jelenlegi követelményérték: $U \leq 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

38cm vtg. tömör téglafal mész-cement vakolattal (hőszigetelés előtt)

U-érték: 1,35 W/m² K

külső 3 cm vakolat

Kívülről a falazat,
középső síkjáig
fagy által terhelt.

$\pm 0^{\circ}\text{C}$

$- 8,2^{\circ}\text{C}$

$- 10^{\circ}\text{C}$

belső 2 cm vakolat

Szobahőmérséklet $+ 20^{\circ}\text{C}$

Fal menti hőmérséklet $+ 14,7^{\circ}\text{C}$

Belső fal mentén kialakuló
kellemetlen hőérzet.

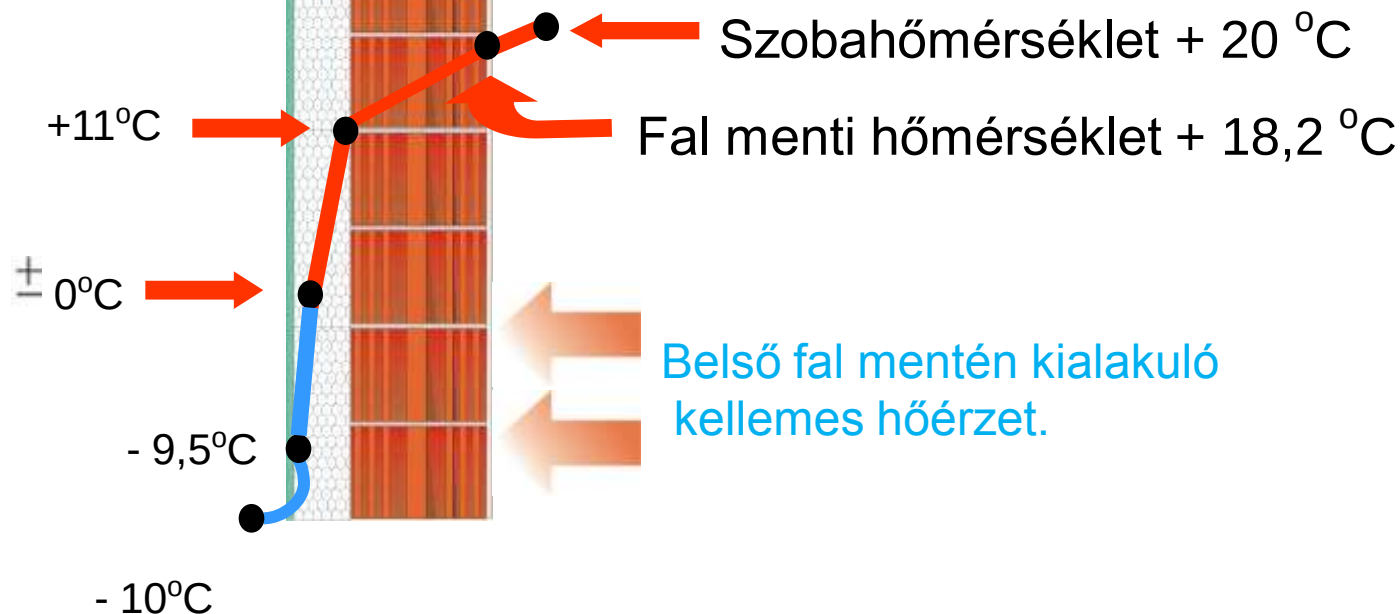
38cm vtg. tömör téglafal weber.therm 8 cm vtg. EPS vagy MW lappal

(hőszigetelés után)

U-érték: 0,36 W/m² K

külső 8 cm hőszig.lap

belső 1,5 cm vakolat



A falszerkezet hőátbocsátási tényezőjének közelítő meghatározása:

$$U = 8 (t_i - t_f) / \Delta_t \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

(mérés alapján)

t_i -- belső léghőmérséklet (C fok)

t_e -- külső léghőmérséklet (C fok)

$$\Delta_t = t_i - t_e$$

t_f belső falfelületi hőmérséklet (C fok)



A falszerkezet hőátbocsátási tényezőjének közelítő meghatározása:

A vizsgálat feltételei:

- A külső és belső léghőmérséklet eltérése legalább 20 C fok (télien)
- Legalább 3 mérés átlagát kell venni az adott falfelület zavartalan helyeinél (nyílászáróktól, belső falaktól, födémektől és fűtőtestektől min.100cm-re) mérve a belső felületi hőmérsékletet
- Legalább 0,1 C° mérési pontosságú mérőműszer használata



Hő- és páratechnikai alapok

M
M
K

J
A
V
A
S
L
A
T
A

Épülethatároló szerkezetek	A hőátbocsátási tényező követelményértéke ¹⁾ U [W/m ² K]		
	2012	2015	2019 ²⁾
Külső fal	0,30	0,26	0,22
Lapostető	0,20	0,18	0,15
Padlásfödém	0,20	0,18	0,15
Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,20	0,18	0,15
Alsó zárófödém árkád felett	0,20	0,18	0,15
Alsó zárófödém fűtetlen pince felett	0,30	0,28	0,25
Üvegezés	1,10	1,00	0,80
Speciális üvegezés ³⁾	1,40	1,20	1,00
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel) ⁴⁾	1,30	1,15	1,00
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fém keretszerkezettel) ⁴⁾	1,60	1,45	1,30
Homlokzati üvegfal, függönyfal ⁵⁾	1,60	1,45	1,30
Üvegtető (függőleges helyzetű)	1,60	1,45	1,30
Tetőfelülvilágító	2,00	1,70	1,40
Tetőszik ablak	1,40	1,25	1,10
Ipari ajtó és kapu, tűzgátló ajtó és kapu (fűtött tér határolására)	3,00	2,00	2,00
Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,60	1,45	1,30
Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti kapu	2,00	1,80	1,60
Fűtött és fűtetlen terek közötti fal ⁶⁾	0,33	0,30	0,25
Szomszédos fűtött épületek és épületrészek közötti fal	1,60	1,60	1,60
Lábazati fal, talajjal érintkező fal 0 és -1 m között ⁷⁾	0,40	0,30	0,25
Talajon fekvő padló (új épületeknél) ⁷⁾	0,40	0,30	0,25

■ HŐTÁROLÁS

A szerkezeti rétegek hőtárolásának fontos szerepe van az időben változó folyamatok miatt.

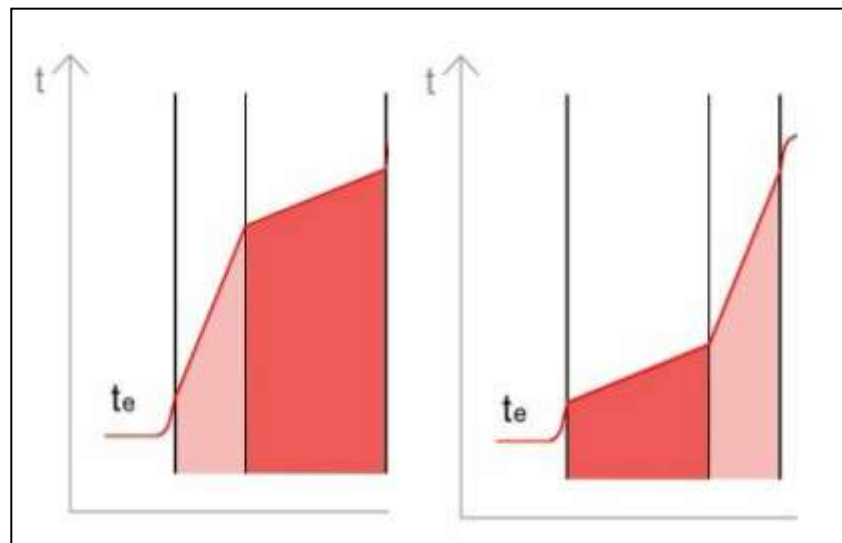
A hőtároló hatás függ:

- rétegek tömegétől
- fajhőjétől
- réteghatár hőmérsékletektől

Szerepe jelentős:

- a téli fűtésszabályozásban
- a nyári természetes szellőztetésben

Hőfokelés a szerkezetben



Falazat
külső
hőszigeteléssel

Falazat
belső
hőszigeteléssel

A megfelelő mértékű hőszigetelés hiánya



- Relatív páradiffúziós ellenállási tényező: μ anyagjellemző

Viszonyszám, mely

a levegőhöz képest adja meg

a páravezetéssel szembeni ellenállás mértékét

Példák:

levegő 1 fa 50, perlites hőszig. alapvakolat 6, EPS lap 40-50 ,
MW (ásványgyapot lap) 1,4 , diszp.festék 3000

Páravezetési ellenállás (egyenértékű légrétegvastagság):

$$R = \mu \times d \text{ (rétegvastagság.)}$$

A penészképződés 5 feltétele

- A rel. páratartalom a homlokzati fal belső felületén $\geq 75\%$
- Ezen állapot tartós fennállása (3-5 nap)
- Gombaspóra jelenléte (mindig van)
- Oldott tápanyag (ált. szintén mindig van)
- Belső felületképzés megfelelő pórusmérete (belső vakolatok általában veszélyesek)



Penészedési problémák elkerülése

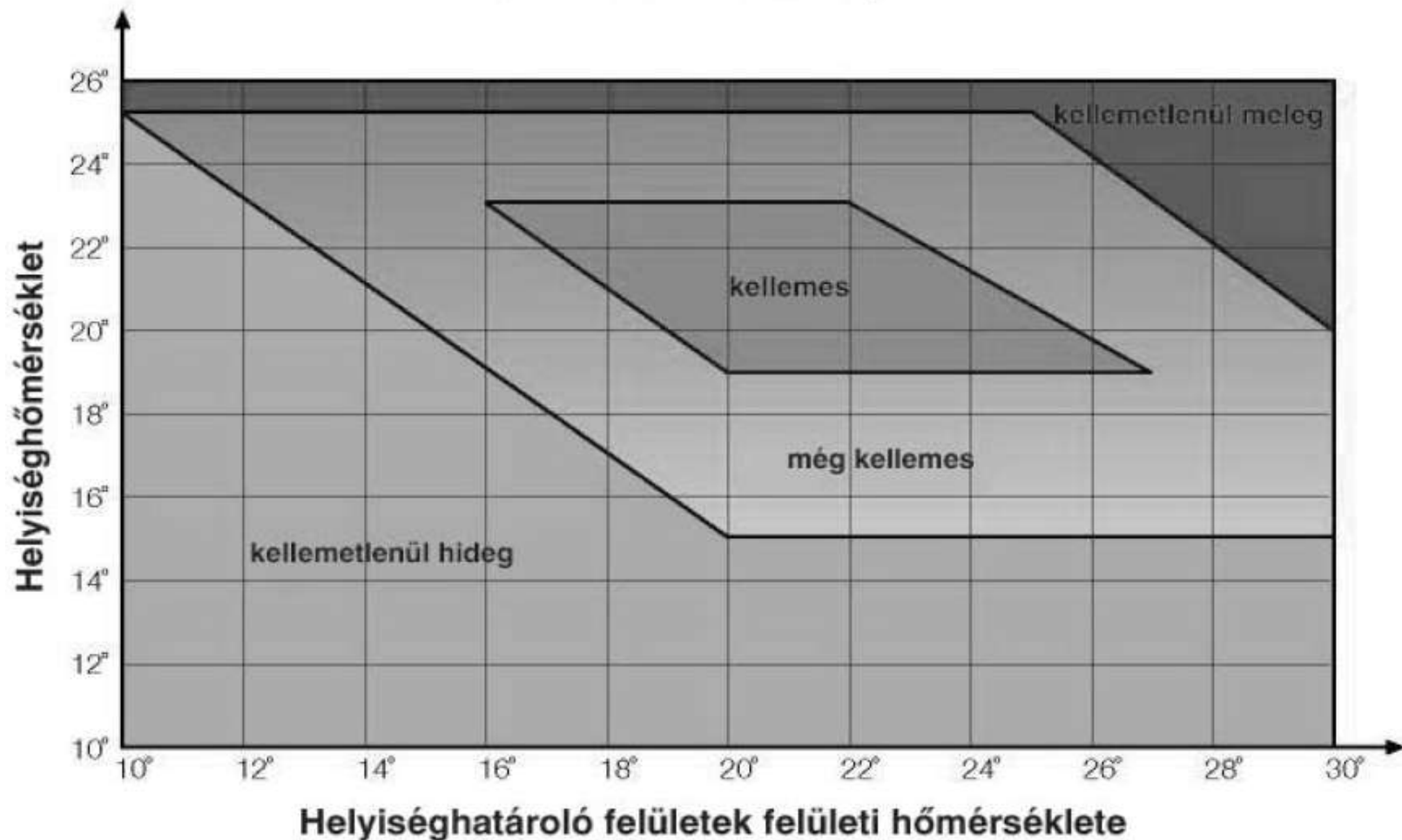
- **Harmatpont feletti belső falfelületi hőmérséklet biztosítása (külső hőszigetelés)**
- **Belső páratерhelés lehetőség szerinti csökkentése (átgondolt szellőztetés)**
- **Belső „holt” terek légmozgásának megindítása**



• HŐKOMFORT

- az egyén és a környezete közötti hőcsere olyan, hogy az egyén nem kíván sem magasabb, sem alacsonyabb hőmérsékletet
- a felületi hőmérsékleti viszonyok és a levegő hőmérséklete, páratartalma együttesen határozzák meg
- külső határoló felület belső hőmérséklete és a helyiség közepén mért léghőmérséklet között nem lehet nagyobb különbség, mint 2,5-3C-fok
- A helyiség ideális relatív páratartalma: (18-24 C°-nál) 30-65%

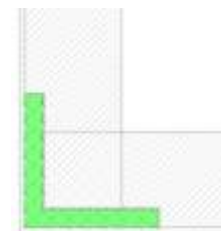
Komfortérzet diagram
(Érzékelt hőmérséklet)

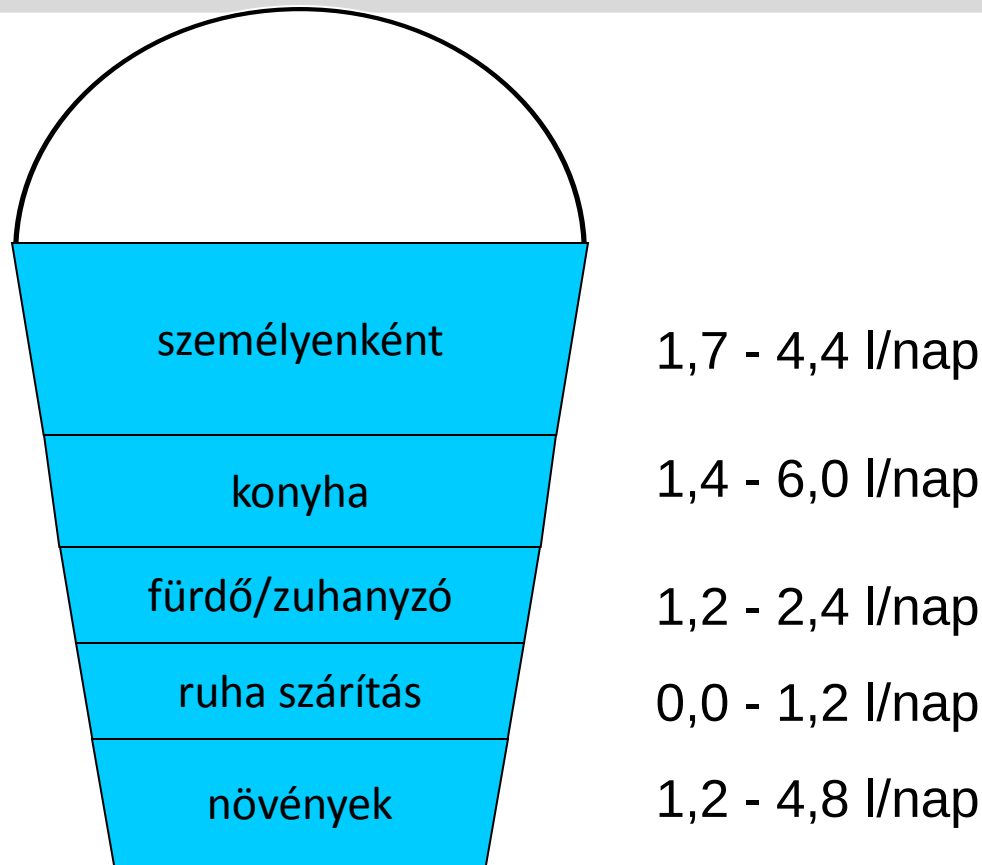


• HŐHIDAK

....ahol az egydimenziós áramlás, többdimenzióssá válik

- geometriai hőhidak (falsarkok)
- szerkezeti hőhidak (hővezetési tényezők változásából adódó hőhidak, pld. betonpillérek téglafalban)
- egyenlőtlen hőmérsékleteloszlásból (falnak tolt szekrény)





Átlagosan : 12 liter vízgőz / nap lakásonként !

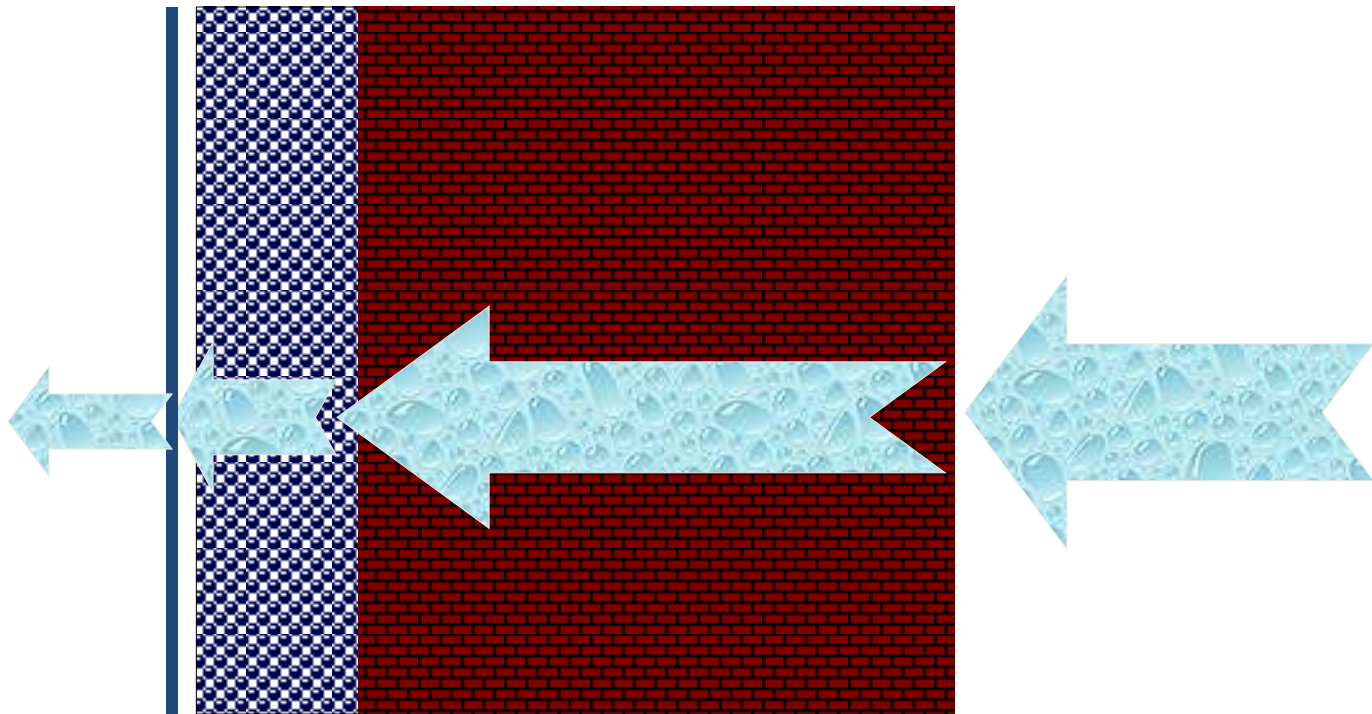
Nedvességforgalom az épület külső határoló szerkezetein

A diffúziós nedvességszállítás csak 1-2%-a csupán a légcserével elvezetett nedvességnek!

Tehát nem az a fontos, hogy a külső fal „lélegezzék”, hanem hogy ne következzen be szerkezetében párakondenzáció!

Kondenzáció elkerülése a falazatban

Belülről kifelé haladva egyre páraáteresztőbb rétegeket alkalmazunk!



A hőszigetelés általános elvei

- **Folyamatos fűtés esetén mindig a fal külső (hideg) oldalán kell a hőszigetelést végrehajtani , mert**
 - így elkerülhető a szerkezeten belüli párakicsapódás
 - megakadályozható a belső penészedés
 - javul a komfortérzet
 - szabályozhatóbbá válik a fűtés (hőtároló kapacitás)
 - növekszik a szerkezet élettartama (kisebb hőingadozás)
 - új, egyéni megjelenés; ingatlan értéknövelés

A hőszigetelés általános elvei

- Szakaszos fűtés esetén , lehet a belső oldalon is hőszigetelni, mert
 - ilyenkor a légteret kell rövid idő alatt felfűteni, a határoló szerkezetek tömegére így nem fordítunk energiát
 - a szerkezetek hőtároló kapacitásának így nincs szerepe
 - páratechnikai folyamatok a szakaszosság miatt nem indulnak be (vidéki kultúrházak esete)

Milyen követelményeket kell kielégítenie a homlokzati hőszigetelő rendszereknek?

- energetikai (hőtechnikai)
- páratechnikai
- mechanikai
- tűzvédelmi





Köszönöm a figyelmet!