



EURÓPAI UNIÓ
STRUKTURÁLIS ALAPOK



Épületszerkezetan 1

Falak, födémek, lépcsők

Segédlet a BME Építészmérnöki Kar hallgatói részére
„Az építész- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése”

HEFOP/2004/3.3.1/0001.01

□ BEVEZETÉS, ALAPFOGALMAK

- ÉPÍTÉSZET és ÉPSZERK- fogalma
 - sajátosságai
 - funkció kiszolgálása
 - Építészet és építés fogalmi elemeinek áttekintése
 - funkció
 - tér-tömeg
 - felület
 - ép. anyag
 - épületszerkezetek
 - ép. technológia
 - ép. berendezések
- } szoros kapcsolat
bonyolult kölcsönhatás

Az épületszerkezetek –amelyekkel az épületszerkezetan c. tantágy foglalkozik– az építészeti idea megvalósulásának technikai eszközrendszerét nyújtják.

Ez az eszközrendszer a technikai fejlődés során sokat változott. Az épületek megvalósítására irányuló módszerek és eljárások összességét jelentő technikák megkülönböztetésére a szakmában sokféle elnevezést használnak.

Például:

Talán leggyakrabban:

- hagyományos építés
- iparosított építés

vagy

nedves építés
száraz építés

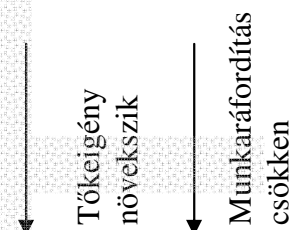
vagy

nehéz és könnyűszerkezetes rendszerek

Árnyaltabb megfogalmazásban:

ÉPÍTÉSI TECHNIKÁK lehetnek:

- b) – hagyományos (tradicionális)
- c) – fejlesztett hagyományos (konvencionális)
- d) – iparosított (indusztriális)
- e) – rendszerelvű technikák (system elvű)



- ÉPÜLET MEGVALÓSÍTÁSÁNAK főbb lépései
 - tervezés
 - kivitelezés
- ÉPÜLETTERVEZÉS fázisai és jellemzői
 - 1. koncepció (cél, hely, idő, igények, források, megtérülés)
→építési program →esetleg tervpályázat →engedélyezési tervek
 - 2. megvalósítási tervek (kivitelezési, esetleg tender tervek gyártási, építési-szerelési, szak-szerelőipari, stb. tervek)

A tervezés KONCEPCIÓS szakasza az integráción, vagyis a tervezés egyes elemeinek illesztésén, összegzésén alapul.

A tervezés második szakasza, a kivitelezés tervezése a dezintegráción, vagyis az épület alkotórészekre való felbontásán, szétszedésén (az egyes részek gyárthatók, szállíthatók, elég komplexek, stb. legyenek) alapul.

- ÉPÜLETEK SZERK. RÉSZEKRE bontása
 - építési rendszerek (pl.: CLASP-H1, BVM, ...)
 - építési alrendszerek (tartóváz, külső fal, födém, ...)
 - rendszer komponensek (tömör fal, ablak, ajtó, ...)
 - alkatrészek (ablak, ajtó tok és szárny szerkezete ...)
 - anyagok (tok lehet fa, fém, műanyag, ...)
- ÉPSZERK. RENDSZEREK követelményei (legfontosabb)
 - funkcionálisan a használati igények színvonalas kielégítése
 - gazdaságosság az építéstől a lebontásig tartó költségtényezőkre tekintettel (építés, üzemeltetés, felújítás, karbantartás, esetleges átalakításra is kitékintéssel)
 - időtálló (fizikai és erkölcsi kopás)
 - esztétikusak
- ÉPÜLETEK térstruktúrája szempontjából az épületek lehetnek:
 - SEJTSZERŰ (sok kis tér) –(ezekkel ebben a szemeszterben foglalkozunk)
 - NAGYTERŰ (nagy fesztáv, csarnok jellegű) –(ezekkel később foglalkozunk)
- ÉPÜLETEK RÉSZEINEK CSOP.
 1. teherhordó szerk.:
 - függőleges = fal, váz
 - vízszintes = födém, tetőszerk.
 - lépcsők
 - merevítő szerk.
 - alapok
 2. külső térelhatároló szerk. (falak, tetők, nyílászárók)
 3. belső térkialakítás szerk. (válaszfalak, ajtók, födém padozata)
 4. öltöztető felületképző szerk. (szigetelések, burk., fedések, stb)
 5. kiegészítő szerkezetek (pl. kémények, szellőzők)
 6. ép. gép. berendezések és vezetékek (víz, csat., gáz, elektr., stb.)
 7. beép. bútorok, felszerelések (rácsok, korlátok)

□ **ÉPÜLETEKET ÉS SZERKEZETEIKET ÉRŐ HATÁSOK, AZ ÉPÜLETSZERKEZETEKSEL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK, A TELJESÍTŐKÉPESSÉG**

- Az épületeket és szerkezeteiket számos külső és belső, természeti és használati hatás éri, amelyeket igénybevételeként foghatunk fel. E hatásoknak és igénybevételeknek az egyes szerkezetek sajátos módon, többé-kevésbé eltérő mértékben felelnek meg.

Azt a mértéket, amely szerint az épületszerkezet a külső és belső hatásoknak megfelel az épületszerkezet teljesítőképségenek nevezzük (élettartam, teherhordás, hőátbocsátás, léghanggátlás, tűzállóság, stb.)

Azt az igényt, amely megmutatja, hogy az adott épületszerkezet milyen mértékben legyen megfelelő a külső és belső hatásokkal szemben, az épületszerkezetekkel szemben támasztott követelmények határozzák meg. E

követelmények szintje szoros összefüggésben van az épület rendeltetésével, valamint azzal, hogy az épület milyen környezetben van és az adott szerkezet az épület mely részén milyen szerepet tölt be. A követelményeket általában szabványok, szabályzatok, műszaki előírások, vagy irányelvek tartalmazzák. Szabályozás hiányában az építésben közreműködők a követelményeket, igényeket megállapodásban rögzítik.

Az épületszerkezeteket érő hatások és velük szemben támasztott követelmények általában számszerűsíthetők (kN, C°, W/m²K, dB, T_H, stb.), az épületszerkezetek, illetve az épület teljesítőképessége tervezhető, számítható.

- A hatások, igények, követelmények összhangjának alapján a gazdaságilag optimális szerkezetválasztás, szerkezettervezés az egyes szerkezetek vonatkozásában és különösen az épület összes szerkezeteit tekintve, nagyon összetett feladat.

Az épületet és annak szerkezeteit úgy kell kialakítani, hogy az őket érő hatásokat –az épület élettartama alatt, az elfogadható fizikai és erkölcsi kopás (avulás) tényezőit figyelembe véve- elviseljék.

A továbbiakban a szerkezeteket érő hatásokat és követelményeket összefoglalóan elemezzük.

ÉPÜLETSZERKEZET

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

ÉPÜLETSZERKEZET

□ A SEJTSZERŰ TEREKET MAGUKBA FOGLALÓ ÉPÜLETEK SZERKEZETI RENDSZEREINEK FELOSZTÁSA

Az épületek szerkezeti rendszerén a teherhordás, a tételhatárolás, a térosztás szerkezeteinek (primer szerkezetek) hasonló, vagy azonos rendszerét, elrendezését és kialakítását értjük.

E szerint a rendszerek lehetnek:

- a) Falas (tömőrfalas) szerkezeti rendszer
jellemzőjük:
 - függőleges teherhordó szerkezeteik falak, falazatok
 - a terhek átadása vonalszerű
 - b) Vázás szerkezeti rendszer
jellemzőjük:
 - függőleges teherhordó szerkezeteik pillérek vagy oszlopok
 - a terhek koncentrált, pont szerinti eloszlásúak
 - c) Vegyes szerkezeti rendszer az előbbieik kombinációja
- A szerkezeti rendszerek felosztása a teherhordó szerkezetek elrendezése szerint:
 - a) Falas (tömőrfalas) 1/a, hosszfalas
2/a, harántfalas
3/a, vegyes falas elrendezés.
 - b) Vázás 1/b, keretes (pillér+kiváltó+födém)
2/b, gombafödém (pillér+gombafej+födém)
2/c, sík lemez (rejtett gombafödém) (pillér+merev lemez)
 - c) Vegyes elrendezés
teherhordó fal+váz

Vannak különleges szerkezeti rendszerű épületek is:
Például: - térelemes, konténeres rendszerek
- túlnyomásos ballonszerű épületek, építmények

□ FALAK

A falak a téralkotás alapvető szerkezetei a külső tér elhatárolására, a belső terek elválasztására szolgálnak. Az épület szerkezeti rendszerének függvényében teherhordó szerkezet szerepét is betölthetik.

- A falszerkezetek csoportosítása:
 - Tartószerkezeti szempontból:
 - A teherhordó falak, amelyek falas építési rendszerek estén az épület összes terhét hordják
 - Merevítő falak
 - A teherhordó falak nem csupán saját súlyukat hordják, a megoldástól függően a vázszerkezetet, vagy a teherhordó falakat, esetleg az alapokat terhelik.
 - Ide tartoznak a vázkitöltő falak is
 - Az alaprajzi elrendezés szempontjából
 - Tételhatároló falak, amelyek külső tértől való elhatárolásra szolgálnak
 - Tételválasztó falak, melyek a belső tereket egymástól elválasztják, válaszfalak (egyben teherhordó szerepük is lehet)
 - Anyaguk szerint megkülönböztetünk
 - Természetes anyagú falakat
vályogfalak, kőfalak, fából készült falak

- Mesterséges anyagú falakat,
Tégla (kerámia), beton (vasbeton, könnyűbeton, sejtbeton, gázbeton, stb.)
- Vegyes anyagú (fa, fém, műanyag, üveg, stb. kombinációjú falakat)
- o Rétegrendi megoldás szerint
 - egyhéjú, többretegű (szendvics), kéthéjú (szellőzőréteges)
 - homogén, réteges, maghőszigetelésű, átszellőztetett légréteges falakat.
- o Építési technológia szerint
 - földanyagú falak (patics, vertfal, rakott fal, vályogtégla)
 - természetes építőkövekből készülő falazatok
 - kézi falazóelemekből készített falazatok (tömör, pórusos, lyukacsos, üreges kis- vagy nagy elemek)
 - gépi falazóelemek, falazóblokkok (középelemes - fél belmagasságú elemek, nagyelemes – teljes belmagasságú elemek)
 - nagyelemes, panelos
 - öntöttfalas (zsaluzóelemek között készülő könnyűbeton, beton, vasbeton) szerkezetek
 - átmeneti technikával készülő falak: zsalukő, ISO-PWS, ISO-CONCEPT
 - könnyűszerkezetes szerelt jellegű függöny falakat

A FALAKKAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

- általános követelmények
 - o szilárdsági
 - o tartóssági
 - o tűzvédelmi
 - o nedvességvédelmi
 - o hő- és páratechnikai
 - o légzárési
 - o zajvédelmi
- egyéb követelmények
 - o vegyi hatásokkal szemben
 - o mechanikai hatásokkal szemben
 - o vagyonvédelmi hatásokkal szemben
 - o szinttartósági hatásokkal szemben
 - o faraghatósági hatásokkal szemben
 - o kivitelezési
 - o szerelési
 - o gazdaságossági
- különleges követelmények
 - o sugárvédelem
 - o biológiai
 - o áthelyezhetőségi
 - o stb.

□ SZILÁRDSÁGI KÖVETELMÉNYEK

A szilárdság mértékét meghatározza az igénybevétel nagysága, iránya, eloszlása; az igénybevétel módja (nyomás, hajlítás, nyírás)

• A teherhordó falakat méretezni kell!

- állandó terhek
 - önsúly
 - állandóan terhelő szerkezetek
 - földnyomás, esetleg víznyomás
- esetleges terhek
 - hasznos teher
 - hóteher
 - szélteher
- járulékos hatásokból származó igénybevételek – alakváltozások
 - MSZ 15023 -87 Építmények falazott teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése
- Az igénybevétel függ a fal anyagaitól (falazóelem, habarcs), jellemző geometriai méretétől (vastagság, magasság)

Pl. központos nyomásnál

$$N_H = F * \sigma_H * \varphi$$

N_H = határerő

F = felület

σ_H = határfeszültség

φ = karcsúsági tényező (m/v)

- Teherhordó falazatokat a födémelek síkjában koszorúval kell összefogni. A vb. Koszorúk és a nyílásáthidalók kilakításával a későbbiekben részletesen foglalkozunk.
- Kötésben rakott szerkezeteknél a teherelosztó gúla palástja az erő irányvonalával 30°-os szöget zár be ÁBRA!!!!
- Ha az épület tárcsaszerűen kialakított födémeit vízszintes erővel szemben szilárd merevítőszerkezetek támasztják meg, akkor a födém kapcsolata csuklósnak tekinthető.
- Alakváltozások (pl. összenyomódások) szempontjából lényegesen különböző tulajdonságú, vagy számottevően eltérő terhű falazatok egymással való összeépítését kell kerülni, illetőleg ezt a körülményt a méretezésnél figyelembe kell venni.

□ TARTÓSSÁGI KÖVETELMÉNYEK

- állandó jellegű épületek élettartamát legalább 50 évre tervezzük
- ideiglenes épületek
- külső falaknál klimatikus, kémiai hatások
- belső falak védettebbek

□ TŰZVÉDELMI KÖVETELMÉNYEK

A tűzvédelmi előírások az épületeket különböző kategóriákba sorolják

- magas épületek 30 m-nél magasabb
- középmagas épületek 30-13,65 m magas
- alacsony épületek 13,65 m alatt
- Az épületeket I.-V. tűzállósági fokozatba soroljuk rendeltetése és szintszáma függvényében
 - tűzállósági határérték T_H meghatározása

- az éghetőség csoportjának meghatározása (nem éghető, nehezen éghető, közepesen éghető, könnyen éghető)

○ Nagyobb kiterjedésű épületek tűzszakaszokra osztása

A T_H érték ismeretében eldönthető, hogy az adott falazóelemből készülő falazat tűzvédelmi szempontból teherhordó, tűzgátló, térelhatároló ill. vázkitöltő ill. tűzfalként alkalmazható-e.

□ HŐ- ÉS PÁRATECHNIKAI KÖVETELMÉNYEK

- a méretezés célja:

- rendeletetésének megfelelő hőmérséklet és légállapot
- épület és szerkezeteinek állagvédelme
- energetikai (energiafogyasztási) igények kielégítése

- a tér mikroklímájának fogalma

- száraz hőleadás
- sugárzásos hőleadás
- légzés útján hőleadás
- elpárolgottatás

- a mikroklíma legfontosabb műsz. paraméterei

- léghőmérséklet
- környező felületek hőmérséklete – sugárzás
- a levegő mozgásának sebessége
- a levegő nedvességtartalma

- a kellemes hőérzet

- a méretezés legfontosabb követelményei:

- hőátbocsátási tényező (U W/m^2K)
- a belső felületek megengedhető hőmérséklete
- a szerkezet felületén és belsejében káros részlecsapódások megakadályozása

- az U hátb. tényező változásai (külső falaknál)

régen 38 cm vtg tömörtéglafal $U \approx 1,40 W/m^2K$

ME 30-1965 $U(k) = 1,5 W/m^2K$

MSZ 04-140/2 $U = 0,85 \rightarrow 0,7 W/m^2K$

JELLENLEG!

EU direktíva alapján $U = 0,45 W/m^2K$,

Ha a szerkezet felülettömege nem éri el a $300 kg/m^2$ értéket, akkor ez az érték $0,35 W/m^2K$

- állandósult hővezetés

hőáramsűrűségnek:

az egységnyi felületen áthaladó hőáramot nevezzük Wm^2

hővezetési tényező:

azt fejezi ki, hogy mekkora hőáram halad át időegység alatt egységnyi vastagságú, egységnyi felületű szerkezeten, egységnyi hőmérsékletkülönbség esetén.

jele: λ ; [W/mK]

λ szigetelő habok = 0,04

λ alu = 180

λ vb. = 1,55

λ tömör km. téglá = 0,72

λ Porotherm N+F = 0,164

homogén falon a hőáram:

$$Q = a * \frac{\lambda}{d} * (t_1 - t_2) \quad [\text{W}]$$

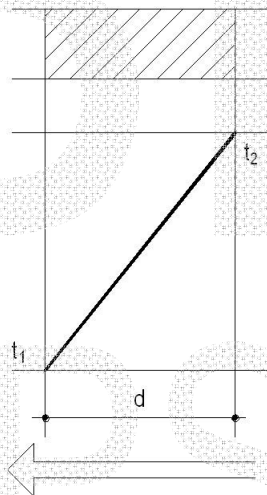
A = felület [m²]

λ = hővezetési tényező [W/mK]

d = falvastagság [m]

a hőáramsűrűség:

$$q = \frac{\lambda}{d} * (t_1 - t_2) \quad [\text{W/m}^2]$$



$$R = \frac{d}{\lambda}$$



$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3}$$

$$R_0 = R_1 + R_2 + R_3$$

hőátadás: ha a gáz vagy folyadék egy szilárd test felületével érintkezik, köztük hőáram alakul ki, amelynek nagysága

$$q = \alpha * (t_n - t_f)$$

Hőátadási tényező az egységnyi felületen

egységnyi idő

egységnyi hőmérsékletkülönbség

hatására átadott hőáram

Hőátadási tényező falon külső felület $\alpha_e = 24 \text{ W/m}^2\text{K}$

belső felület $\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$

• **hőátbocsájtás (egydimenziós)**

Az épületszerkezetek többsége levegővel érintkezik. Tehát a léghőmérsékletek különbsége esetén a hőáram levegőből indul és levegőbe érkezik. Ezért a hőáram nemcsak a szerkezet vezetési tulajdonságától, hanem a felületeken lejátszódó hőátadástól is függ.

vagyis

$$q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d_{1-n}}{\lambda_{1-n}} - \frac{1}{\alpha_e}} * (t_i - t_e)$$

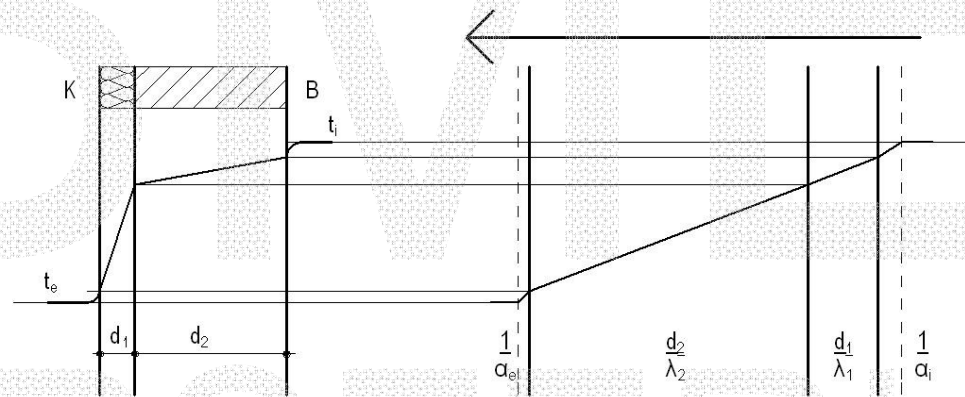
$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d_{1-n}}{\lambda_{1-n}} - \frac{1}{\alpha_e}}$$

← ez a hőátbocsájtási tényező

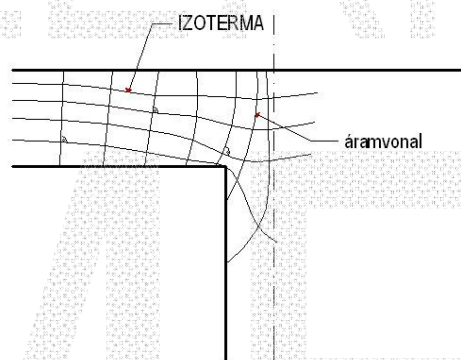
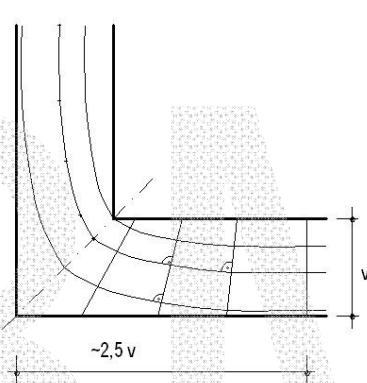
α_e = hőátadási tényező kívül

α_i = hőátadási tényező belül
 hőátb. tényező egységnyi hőmérsékletkülönbség
 egységnyi idő
 egységnyi felületen átrekedő hőáram
 jele U (k) [W/m²K]

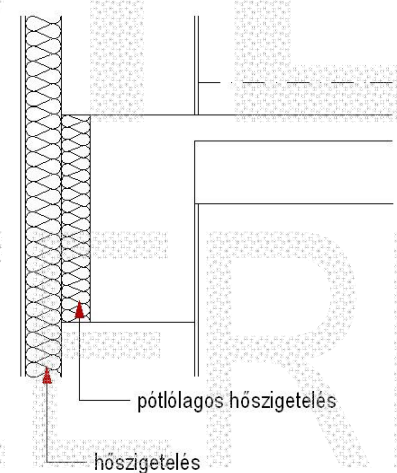
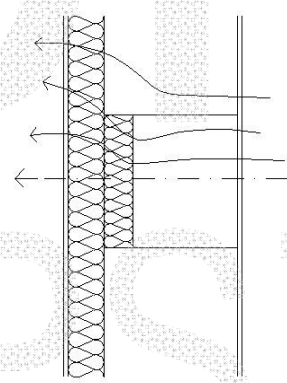
reciprok $\frac{1}{U} = R$ = hőátbocsátási ellenállás



- többdimenziójú hőáramok
- hőhidak geometriai okokból



- hőhidak anyagváltásból következően

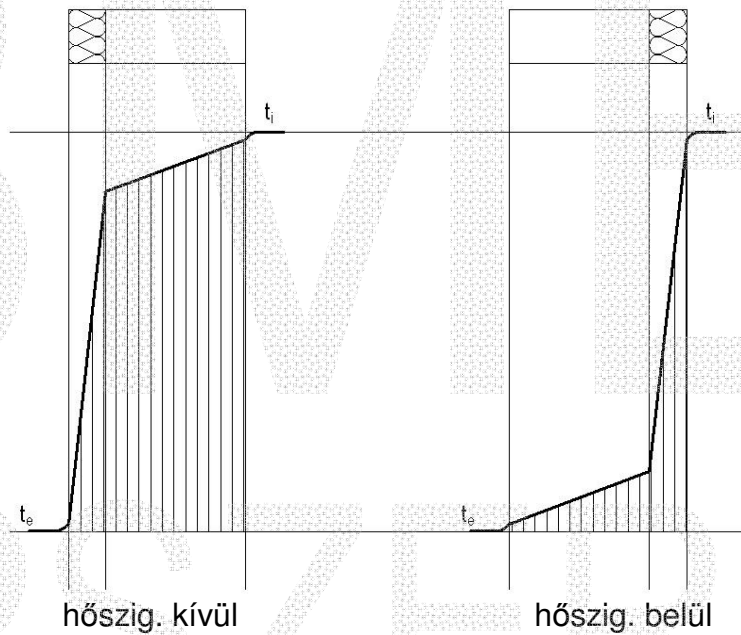


- hőtárolóképesség

$$\Delta q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

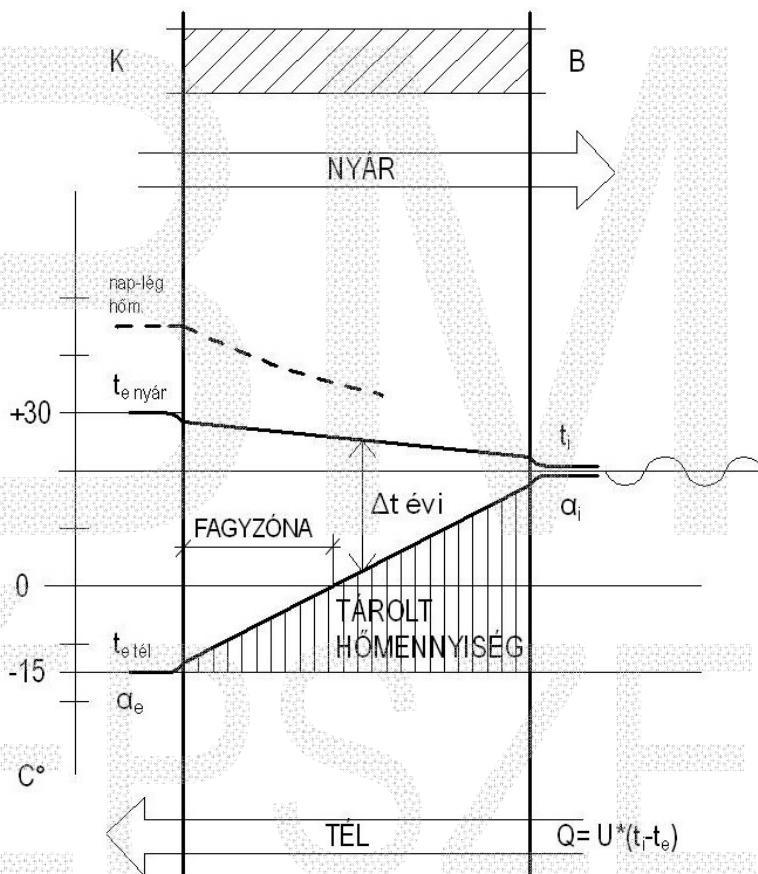
$$c = \text{fajhő [kJ/kgK]}$$

$$m = \text{tömeg [kg/m}^2\text{]}$$



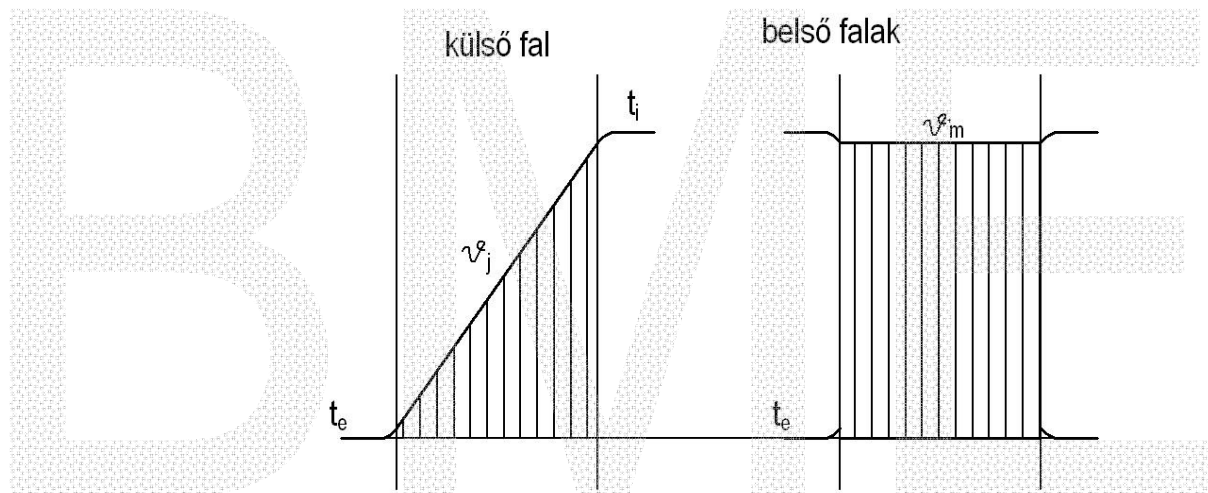
Δ hőtárolás azonos rétegek esetén
Külső határoló falban a hőszigetelés külső és belső oldalon történő elhelyezése esetén

- a falon keresztül zajló hőcserefolyamatok



$$U = \frac{1}{\alpha_i + \sum_1^n \frac{d}{\lambda} + \alpha_e}$$

A TÁROLT HŐMENNYISÉG



$$W_i = \frac{\sum \Delta x_j \rho_j c_j \vartheta_j}{\vartheta_j}$$

Aktív hőátadó rész $R = 0,15 - 0,2 \text{ m}^2/\text{K}$

x_j = a fal vtg [m]

ρ_j = sűrűség [kg/]

c_j = fajhő [kgK]

ϑ_j = a réteg hőm. a t_e -hez viszonyítva

- páradiffúzió egydimenziós, stacioner

$$g = \delta \cdot (p_1 - p_2)$$

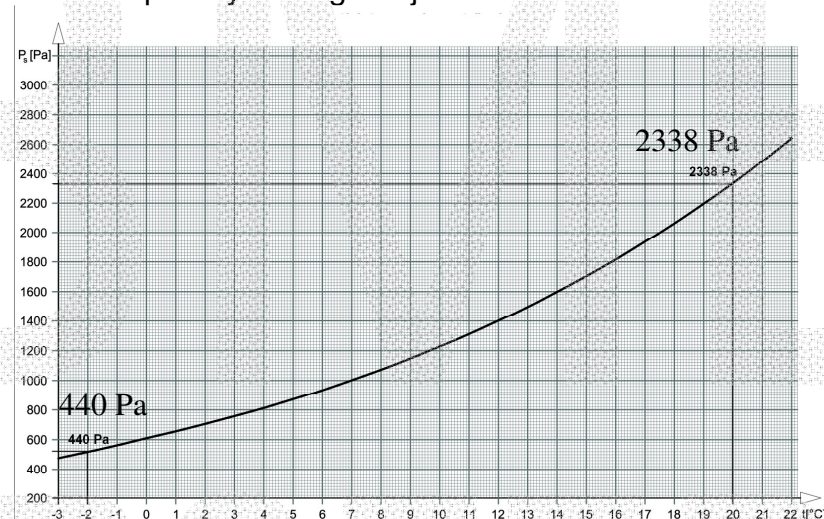
δ = páravezetési tényező

g = gőzáramsűrűség

p = a vízgőz résznyomása

$$\frac{d}{\delta} = R_e \quad \text{páravezetési ellenállás}$$

A telítési párányomás görbéje



A környezet levegője valamilyen mennyiségű vízpárát mindig tartalmaz. A vízpára mennyisége, lehetséges mértéke a léghőmérséklet függvényében változik.

Adott hőmérsékletű a páramennyiséget növelve meghatározható egy maximális érték, amelynél több, pára formájában már nem lehet jelen.

Ha a páratartalom növekszik, akkor a páratöbblet vízcseppek formájában kicsapódik.

E hőmérséklet a harmatponti hőmérséklet.

Telítési párányomás görbéje

Kicsapódás: hideg csövön

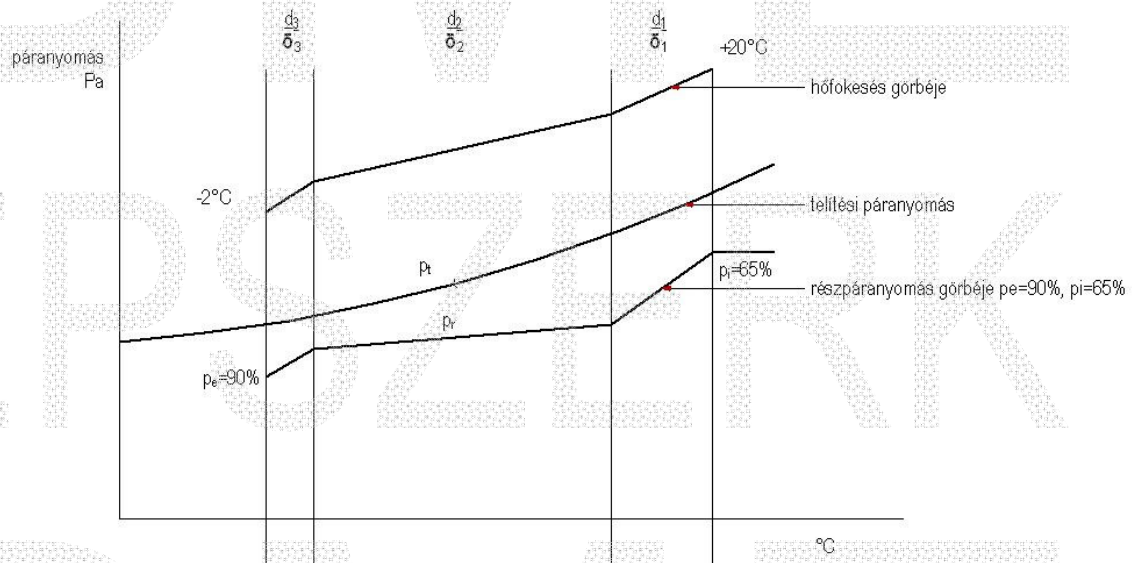
sörösüvegen

épületszerkezetek határoló felületein

épületszerkezetek belsejében

A levegő páratartalmának jellemzésére a gyakorlat a relatív páratartalom fogalmát használja

$$\gamma = \frac{\text{tényleges}_\text{páratartalom}}{\text{lehetséges}_\text{max}_\text{páratartalom}} * 100$$



- Ha a telítési párányomás görbét nem metszi a részpárányomás vonala páralecsapódással nem kell számolni.
- A páralecsapódás elkerülésének lehetőségei:
 - az átmetsződés előtt (meleg oldalon) a páravezetési ellenállás növelése (pl. párafékező réteggel),
 - a másik oldalon az átmetsződés után csökkenteni az ellenállást (pl. kiszellőztetéssel)
 - a többretegű szerkezet rétegrendjének kialakításával törekedni kell arra, hogy az egyes rétegek anyagának párafékező ellenállása kifelé csökkenjen

3. TERVEZÉS – HATÁROLÓSZERKEZETEK

3.1. A hőátbocsátási tényező¹⁾ követelményértékei

Külső fal	0,45	0,35 ²⁾
Lapostető	0,25	0,20
Padlásfödém	0,30	0,25
Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,25	0,20
Alsó zárófödém árkád felett	0,25	0,25
Alsó zárófödém fűtetlen pince felett	0,50	0,50
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)	1,60	1,60
Homlokzati üvegezett nyílászáró (aluminium keretszerkezettel)	2,00	2,00
Homlokzati üvegezett nyílászáró, ha névleges felülete kisebb, mint 0,5 m ²	2,50	2,50
Tetőfelülvilágító	2,50	2,50
Tetősíki ablak	1,70	1,70
Homlokzati üvegezetlen kapu	3,00	3,00
Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,80	1,80
Fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,50	0,40
Szomszédos fűtött épületek közötti fal	1,50	1,50
Talajjal érintkező fal 0 és -1 m között	0,45	0,45
Talajon fekvő padló a kerület mentén 1,5 m széles sávban (a lábazon elhelyezett azonos ellenállású hőszigeteléssel helyettesíthető)	0,50	0,50

¹⁾ A követelményérték határolószervezetek esetében „rétegtervi hőátbocsátási tényező”, amín az adott épülethatároló szerkezet *átlagos* hőátbocsátási tényezője értendő: ha tehát a szerkezet, vagy annak egy része több anyagból összetett (pl. váz- vagy rögzítőelemekkel megszakított hőszigetelés, pontszerű hőhidak...), akkor ezek hatását is tartalmazza.

A nyílászáró szerkezetek esetében a keretszerkezet, üvegezés, üvegezés távtartói stb. hatását is tartalmazó hőátbocsátási tényezőt kell figyelembe venni.

A csekély számszerű eltérésre tekintettel a talajjal érintkező szerkezetek esetében a külső oldali hőátadási tényező hatása elhanyagolható.

²⁾ A besorolás alapja a szerkezet egységnyi homlokfelületére vetített fajlagos tömeg. A szerkezet könnyű, ha egységnyi homlokfelületére vetített fajlagos felülettömege nem éri el a 300 kg/m² értéket.

□ NEDVESSÉGVÉDELMI KÖVETELMÉNYEK

- A tereket és a falszerkezeteket –az épületben elfoglalt helyük szerint- az őket érő nedvességhatásoktól védeni kell

- Az építőanyagok, falazóanyagok többsége porózus szerkezetű

- SZILÁRD VÁZ

+ PÓRUSOK + KAPILLÁRISOK

nedvesség

levegő

1. pára /gőz/

némi λ növekedés

némi sűrűség-növ.

2. folyadék

→ fiz. hatás → nő az λ

→ sűrűség-növ.

kémiai hatás

biológiai hatás

3. jég

→ térfogatváltozás → roncsolás

- nedvesség formái

- Nedvességhatások összefoglalása

- a pórusok folyadéka a kapillárisok révén törekszik az egész szerkezetet átnedvesíteni

- nő a λ (öngerjesztő folyamat is lehet)
- napsugárzás hatására gőz képződik → leválás, hólyagosodás, stb.
- jéggé fagyva → roncsolás
- kémiai hatás (sók oldódása, kristályosodás /salétrom/, korrózió, elszíneződés)
- $\gamma = 70\%$ -os relatív nedvességtartalom körül gombásodást okozhat
- egészségtelen
- A nedvesség származása és hatásának semlegesítése
 - a) A falszerkezet belső felületén, vagy belsejében lecsapódó párából keletkező nedvesedés megfelelő hő- és páratechnikai méretezéssel elkerülhető (egyhéjú, kéthéjú fal).
 - b) A külső falfelületet érő csapó eső hatása
 - megfelelő (vízlepergető) vakolással
 - a diffúziós folyamatokat nem gátló burkolással
 - kéthéjú, átszellőztető légréteggel készülő szerkezettel
 - a tető, ablakpárkány stb. vízének távoltartásával kivédhető.
 - c) A lábazatra felcsapódó víz hatása mérsékelhető, ha a járdaszint felett legalább 30 cm magasságig fagyálló anyagot, vagy fagyálló burkolatot +vízszigetelést alkalmazunk.
 - d) A használati, ill. üzemi víz hatása eliminálható, ha a szerkezeteket vízálló burkolatokkal (csempe, kőburkolat, stb.), az üzemi víz hatásának kitett felületeket pedig vízhatlan szigeteléssel megvédjük.
 - e) A térszín alatti nedvesség hatás származhat a talajvíz terheléséből, a talajnedvességtől, vagy a talajpárától (rétegvíz, torlaszvíz).

A térszín alatti terek szárazsági követelménye lehet:

 - teljes szárazsági követelmény
 - viszonylagos szárazsági követelmény

A szigetelések lehetnek:

 - vízhatlanok
 - vízzáróak

A teljes szárazsági követelményekhez vízhatlan szigeteléseket kell alkalmazni.

Amennyiben a pince és lábazati falak nem fagyálló elemekből készülnek –függetlenül a pincetér szárazsági követelményeitől– vízhatlan nedvesség elleni szigeteléssel kell védeni.
 - f) Az építési, technológiai nedvesség hatása a száradási időtartamok ütemezésével betartható, vagy a szárazépítés szerkezeteinek alkalmazásával részben kiküszöbölhető.
- nedvesedés, száradás folyamatai
- hidrofób, hidrofil anyagok

□ LÉGZÁRÁS

- A belső-külső hőmérsékletkülönbség és a nyomáskülönbség (szél) hatására a falon keresztül légcseré jön létre
 - a fal anyaga porózus
 - hézagok tömítése (kiselem, blokk, panel)
 - ajtó, ablak – falszerkezet kapcsolata
 - nagy légzárású ablak 10 Pa nyomáskülönbségnél $1,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{ó}$

□ ZAJVÉDELMI KÖVETELMÉNYEK

- homlokzatokat léghangterhelés éri (pl. közlekedési zaj)
- épületen belüli zajok (beszéd, járás, rádió, épületgépészet, stb.)
- léghang fogalma
A falak hangszigetelő teljesítményét, követelményeit a súlyozott léghanggátlási szám R_w fejezi ki, mértékegysége=dB.
Előírt értékeit többlakásos lakóépületekre az MSZ 04-601-2 tartalmazza.
- A szerkezetek léghanggátlásának pontos értékét laboratóriumban határozzák meg.
 R_w = laborban mért R_w' = helyszínen mért
Egyhjú szerkezetek léghanggátlása a felületi tömeg függvényében jól becsülhető.
- ellentmondás szerkezetek tömegcsökkenése és zajterhelések növekedése között
- Ha egy szerkezet nem felel meg a követelményeknek, megfelelő burkolással javítható
$$\Delta R_w = R_{w,b} - R_{w,a}$$

↓ ↓ ↓
növekmény burkolt szerkezet burkolatlan szerkezet
- Külső homlokzatok falazatainak léghanggátlását a keményhab szigetelés ~5dB-el lerontja, a szálas hőszigetelés javítja.
Kéthjú szerkezetek külső héja 4-12 dB-el javítja a léghanggátlást.

□ LAKÁSELVÁLASZTÓ SZERKEZETEK KIVÁLASZTÁSA AZ AKUSZTIKAI IGÉNYEK ALAPJÁN

SEGÉDLET

1. A hangszigetelési követelmények az MSZ 04-601-2:1988 szabvány alapján

Többlakásos épület lakáselválasztó szerkezeteire vonatkozó léghangszigetelési és lépéshangszigetelési követelmények:

Lakáselválasztó falra:	$R'_w = 52$ dB
Lakás-lépcsőház közötti falra:	$R_w = 52$ dB
Lakáselválasztó födémre:	$R'_w = 52$ dB $L_{nw}' = 55$ dB
Lakáson belüli, ajtó nélküli válaszfalra:	$R'_w = 37$ dB

2. Lakáselválasztó falszerkezetek

A léghangszigetelési követelménynek megfelelő, és a féléves tervben választott falazati rendszerhez illeszkedő, lakáselválasztó falszerkezeteket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Sor-szám	Falazatokhoz választott falazóblokk	Lakáselválasztásra megfelelő, falszerkezetek
1.	POROTHERM 38, 44, N+F	30 cm POROTHERM hanggátló téglafal, kétoldalt vakolva
2.	HB 38	38 cm tömör téglafal, kétoldalt vakolva
3.	UNIPOR 38, N+F	hőszigetelő falazó blokk fal +
4.	LEIER MÁTRATHERM	<ul style="list-style-type: none"> • $\cong 10$ cm összvastagságú, 1-2 rétegű gipszkartonból készített szerelt, hanggátlást javító falburkolat, tapétázott felületképzéssel, az 1. melléklet szerint
5.	Egyéb üreges, hőszigetelő falazóblokk	<ul style="list-style-type: none"> • $\cong 12$ cm összvastagságú, 1 rétegű HERAKLITH-C lemezből készített szerelt, hanggátlást javító falburkolat, vakolt felület-képzéssel, 2. melléklet szerint
6.	YTONG G2, G4, N+F	30 cm tömör mészhomok téglafal

Lakás és lépcsőház közötti falszerkezetek

A léghangszigetelési követelménynek biztonságosan megfelelő, és a féléves tervben választott falazati rendszerhez illeszkedő, lépcsőházi falszerkezeteket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

Sor-szám	Falazatokhoz választott falazóblokk	Lakás és lépcsőház között megfelelő falszerkezetek
1.	POROTHERM 38, 44, N+F	<ul style="list-style-type: none"> • 24 cm POROTHERM 24/30 hanggátló téglafal, kétoldalt vakolva
2.	HB 38	25 cm tömör téglafal, kétoldalt vakolva
3.	UNIPOR 38, N+F	hőszigetelő falazó blokk fal +
4.	LEIER MÁTRATHERM	<ul style="list-style-type: none"> • 10 cm válaszfal lapból készülő szerelő fal vagy hanggátlást javító fal
5.	Egyéb üreges, hőszigetelő falazóblokk	<ul style="list-style-type: none"> • $\cong 10$ cm összvastagságú, 1 rétegű gipszkartonból készített szerelt, hanggátlást javító falburkolat, tapétázott felületképzéssel, az 1. melléklet szerint
6.	YTONG G2, G4, N+F	25 cm tömör mészhomok téglafal

3. Lakáselválasztó födém szerkezetek

A léghangszigetelési követelményeknek biztonságosan megfelelő lakáselválasztó födém szerkezet burkolatlan födémének fajlagos tömege: $m' \geq 480 \text{ kg/m}^2$. A födém padlóburkolata úszópadlóval oldható meg.

4. Lakáson belüli, ajtó nélküli válaszfal szerkezetek

A léghangszigetelési követelményeknek biztonságosan megfelel a 10 cm-es válaszfal lapból készülő fal.

5. Lakószoba fürdőszoba közötti falszerkezetek

A szerelvények és vezetékek elhelyezése miatt kéthéjú fal szükséges. Megfelel pl. a 10 cm-es és 6,0 cm -es válaszfal lapokból készülő kétrétegű fal.

□ FALAZÓELEMEKBŐL ÉPÍTETT FALAK

- történeti áttekintés
 - természetes elemek
 - mesterséges anyagok
 - égetett agyag /tömör, kevéslyukú, soklyukú, üreges, stb.
 - beton, könnyűbeton, mészhomok, gázbeton, pórusbeton, biobeton, stb.
 - az elemi fal összetevői
 - falazóelem
 - falazóhabarcs
 - A falazóelem
 - a falkötés hagyományos szabályai:
 - futó és kötő sorok rétegenként váltsák egymást
 - egymás feletti sorok álló hézagai nem eshetnek egymásra, eltolás szükséges, $\frac{1}{4}$ vagy $\frac{1}{2}$ tégl méretű legyen
 - az egyes sorok, rétegek lehető legtöbb kötő téglát tartalmazzák
 - lehető legkevesebb faragott vagy darab tégl kerüljön az egyes sorokba
 - Falcsatlakozások (sarok, falvég, kereszteződés, stb.)
 - Falazóelemek fejlődése
 - Fejlesztésüket igényelte a:
 - az építőipar igénye
 - súlycsökkentés, energiaigény csökkentése
 - hőszigetelő képesség növelése
 - termelékenység növelése, élőmunkaigény
 - A korszerű falazóblokkot jellemzi
 - hézagterefogat és annak folyamatos növelése (porozitás, lyukak, üregek)
 - üregek eltolása, így a hővezetés útja hosszabb
 - új alapanyag (durva kerámia helyett finom kerámia)
 - könnyű anyagok beépítése
 - biobeton elemek, anyagok használata
 - méretek növelése (egykezes, kétkezes blokkok)
 - az alakjának megváltoztatása stb.
 - Falazóelemek hézagképzése
 - álló és fekvő hézag kitöltve (hagyományos)
 - későbbi elemeknél csak habarcs dugó vagy táska, kevesebb habarcs (kisebb hőveszteség, álló hézag=kis hőhíd)
 - csaphornyos (nut-féderes) kapcsolat
 - Falazóanyagok szilárdsági csoportba sorolása
 - $\sigma_{nyomó} = 20 \text{ N/mm}^2 =$ nagyszilárdságú elemek
 - $\sigma_{nyomó} = 14 \text{ N/mm}^2$
 - $\sigma_{nyomó} = 10 \text{ N/mm}^2$
 - $\sigma_{nyomó} = 7 \text{ N/mm}^2$
 - $\sigma_{nyomó} = 5,35 \text{ N/mm}^2$
- A sokféle falazóblokkból készülő szerkezetek specifikus falazási szabályait katalógusok tartalmazzák (Ytong, PoroTherm, stb.)
- Falazóhabarcs
 - Az egymásra rakott elemek akkor válnak fallá, ha a falazóelemeket habarccsal kötik össze

- falazóhabarcs jellemzői:
 - o összekapcsolja az elemeket
 - o tömíti a hézagokat
 - o a terheket átadja
 - o méreteket koordinál
- jele: H_f = falazó habarcs
 H_v = vakoló habarcs
- a habarcs összetevői: - ásványi töltőanyag (homok)
+
- kötőanyaga: oltott mész, cement + víz
- nyomószilárdságok: $\sigma = 0,4$ MPa a mészhabarcs
 $\sigma = 2,5-9$ MPa a cementhabarcs
 $\sigma = 1,0-2,5$ MPa javított mészhabarcs

- **A FALSZERKEZETEK TERVEZÉSE**
KIINDULÁS:

- ÉPÍTÉSZETI ELGONDOLÁS
- A FAL RENDELTETÉSE SZERINTI KÖVETELMÉNYEK
tartószerkezet, térelhatárolás, térelválasztás, stb.
- A fal anyagának –méreteinek, kialakítása
- faltestek, nyílások stb. számbavétele
- A FALAZATOK MÉRETRENDJE
 - o a falazóelemek modulméretűek
 - o a modulmérettől eltérő elemek

A pilléreket, faltesteket (nyílásokat) fesztávolságokat, stb. a falazóelem + hézag méretének egészszámú többszörösében kell tervezni.

- o vízszintes méretrend
- o függőleges méretrend

- Vb. koszorú szerepe – a teherhordó falak és födémelek csatlakozásánál kell készíteni!

1. elosztja a koncentrált terheket
2. a nyomatékot, terheket szétosztja nagyobb falszakaszokra
3. felveszi a vízszintes terheket, átadja a födémeleknek
4. összefogja a falazatot
5. kiváltja a nyílásokat

- koszorú típusai

- teljes méretű
- csökkentett méretű
- előfalazott
- áthidalóval egyesített

- Áthidalók: a beépítési helyzetük szerint lehetnek

- boltövek (tégla, kő)
- gerenda áthidalók (hajlított szerkezetek)
 - o boltövek (oldalnyomás!)
- egyenes
 - kishajlású (szegmens ívű)
 - nagyhajlású (félkör, ellipszis, kosárgörbe)
- o áthidalók
 - acélgerendás (korábbi falazatoknál)
 - vb. gerendás (monolit, előregyártott)

- un. papucsos kialakítású félig előregyártott (korszerű falazati rendszerekkel együtt, PTH, PTH-S, ...)

- Falszerkezetek építési hibái

lehetnek:

- pontatlan kitűzés
- túl sűrű vagy híg falazó habarcs (ülepedés)
- falkötés szabályai nincsenek betartva
- száraz falazóelem beépítése (áztatás)
- eltérő un. idegen elemek összeépítése (eltérő λ -k)
- téli falazás

ÉPÜLSZERKEZET

BME

ÉPÜLSZERKEZET

□ VÁLASZFALAK

- funkciója, rendeltetése: belső térosztás szerk.
- jellemzői: terheket nem hordanak, vékonyak, rezgésérzékenyek, gépészeti vezetékeket, nyílásáthidalókat építenek be
- válaszfalakkal szemben támasztott követelmények:
 - szilárdsági (kihajlás) ajtócsapás elviselése, (merevség)
 - gőz pára felv. köv. (vetemedés)
 - akusztikai köv. (léghang ellen feleljen meg R_w)
 - tűzállósági (besorolás szintszám alapján $T_H = 30$ perc)
 - egyéb köv. (ajtótokok beépíthetősége, fogadása, vezetékek hordása, berendezési tárgyak viselése)
 - spec köv. (akusztikai, betörés biztonság, stb.)
- statikai működésük
 - falazáskor felül kiékelés → merevség
 - nagy magasság esetén merevítő borda 3 m után
 - pallós válaszfalak hajlított tartóként működnek
 - vonalmenti terhelés
- válaszfalak csoportosítása
 - szerkezeti kialakításuk szerint lehetnek:
 - KISELEMES, falazott, vakolt falak (km. téglá)
 - LAPOKBÓL álló, falazott vakolt falak (vfal lap)
 - LAPOKBÓL álló, illesztett ragasztott, nem vakolt falak (gipsz-kerámia, gipsz-perlit, gipsz-PS hab))
 - PALLÓ jellegű, illesztett ragasztott, vakolat mentes válaszfalak (körüreges gipsz perlit, gipszbordás vfallak)
 - FALMÉRETŰ nagyelemes válaszfalak (panel)
 - FALMÉRETŰ monolitikus válaszfalak (cementrabitz, öntött falak)
 - SZERELT bordás falak (RIGIPS gipszkarton)
- válaszfalak építésének szabályai
- jellemző hibák

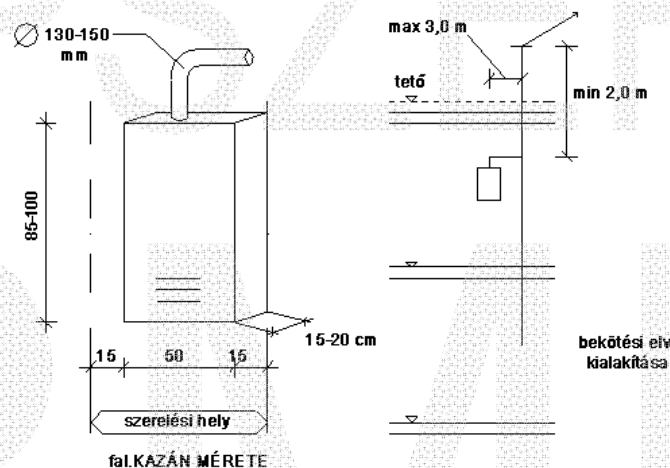
□ ALAPISMERETEK AZ ÉP. GÉPÉSZET ÉS AKUSZTIKA VONATKOZÁSÁBAN

• AZ EGYSZERŰSÍTETT PALLÉRTERV KÉSZÍTÉSÉHEZ SZÜKSÉGES ÉP. GÉP. ALAPISMERETEK

- csatlakozó épületgépészeti ágak:
 - víz- és csatornaellátás
 - fűtés és gázellátás, kémények
 - szellőzés
- funkcióhoz, rendeltetéshez kapcsolódó ép. gép. berendezéseket kiszolgáló vezetékek, csatornák, a födémbe aknában, a falban horonyban vezethetők, szerelhetők

• Rendeltetéshez kapcsolódó KÉMÉNYEK

- a lakások fűtését és melegvíz ellátását un. „B” típusú nyílt (atmoszferikus) és „C” típusú zárt égésterű kazánokkal lehet biztosítani
- 1 m^3 földgáz elégetéséhez $10\text{-}11 \text{ m}^3$ égési levegő kell
- a „B” típusú készüléknél az égési levegő a készüléket befogadó térből biztosított, de jól záródó (nincs filtráció) ablakok miatt levegőellátás rossz
- rossz levegő ellátás = tökéletlen égés
- bekötési főbb szabályok



- „C” típusú zárt égésterű kazánok égési levegője tetőről vagy homlokzatról biztosítható
- kazánok elhelyezése lehet:
 - fürdőszobában, előszobában, előtérben
 - lakószobában tilos
 - „B” típusú készüléknél min 10 Lm^3 helyiség szükséges
 - „B” típusú készüléket befogadó helyiségben szellőzőrács, a szomszédos helyiségben (külső térrel határos) résszellőzés betervezése szükséges

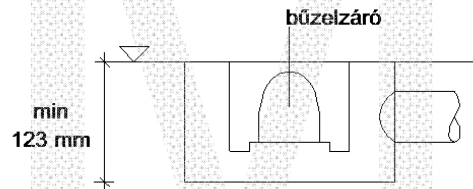
• VÍZELLÁTÁS

- a kazánok mellett HMV tip. Tárolóval biztosítható a használati melegvíz ellátás $\varnothing 60/100$ -as tárolóval
- vízvezetékek falban vagy a padozat alatt vezetve: réz vagy kompozit anyagú csövekkel

- a lakásokhoz az akna falában épített SZERVÍZAJTÓN keresztül VÍZMÉRŐ kerül beépítésre, kötés roppantott vagy ragasztott

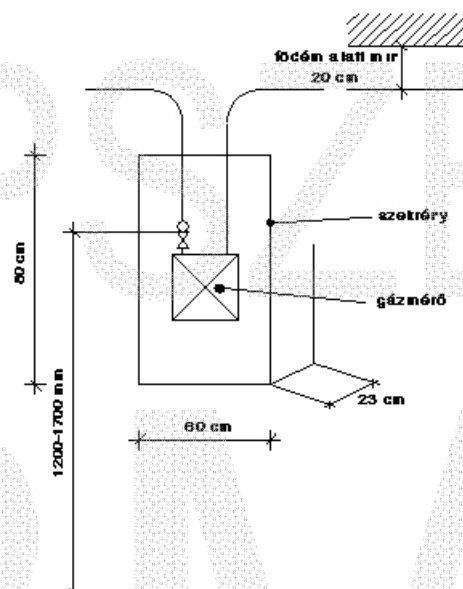
- CSATORNAELLÁTÁS

- ág- és ejtővezeték anyaga KGPVC cső, tokos, tömített kötésekkkel
- 1 WC-hez ágvezeték min. NA100, ejtő NA125 mm
- WC vezeték padlóban nem vezethető
- Fürdőszobába javasolt padlóösszefolyó beépítése:



- GÁZELLÁTÁS

- gázmérő közös térben (lépcsőházi pihenő)
- elhelyezés szekrényben:



- SZELLŐZÉS

- minden belső terű helyiséget amelynek lakáshoz kapcsolódó rendeltetése van szellőztetni kell
- szellőzés lehet: természetes mesterséges

- ÉPÜLET AKUSZTIKA

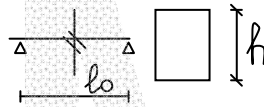
- zajforrások (környezeti, belső ép. gép., szórakoztató b.)
- alapfogalmak: hang, fizikai jellemzők, frekvencia, hangnyomás
- a lakást határoló szerkezetek (falak, födécek) megválasztása
- méretezés léghangok és testhangok terjedése ellen
- szerkezetek kiválasztása, javasolt szerkezetek: lakáselválasztó falak lehetnek (PTH 30, 38 cm tömör km. téglá, 30 cm mészhomok téglá)

□ FÖDÉMEK

- rendeltetésük: - vízszintes térleválasztás, térlefedés (zárófödém)
 - szerkezete falakra, pillérekre támaszkodik (falas, vázas szer. rendszer)
 - sík, görbe, lépcsős vagy ferde térlefedő szerkezetek
- födémek csoportosítása
 - sík födémek
 - boltozatok (oldalnyomás!)
 - síkfödémek:
 - gerendasoros, gerenda f. (fa, acél, vb.)
 - gerendás (fa, acél, vb.)
 - sűrűbordás (fa, acél, vb.)
 - idomtestes (vb.)
 - monolit (vb.)
 - pallós födém, lemezes (vb.)
- födémek funkciója
 - teherbírásra, állékonyságra és alakváltozás köv. feleljen meg
 - tartós legyen (épület élettartamára)
 - feleljen meg a hő, hang és vízszig. követelményeinek
 - tűzvédelmi köv. feleljen meg
 - a használatból származó köv. elégítse ki
 - feleljen meg az esztétikai elvárásoknak
 - feleljen meg a kiviteli és gazdaságossági előírásoknak
 - a falakat összefogja, merevíti, vízszintes erőket felveszi, közvetíti
- komponensei
 - teherhordó (fa, acél, vb., üveg, stb.; téglá, kő)
 - padozat (hideg, meleg, félmeleg; kemén, hajlékony, lágy, úszó)
 - feltöltés (régebbi födémeknél)
 - hőszig, vízszigetelés (szükség szerint)
 - alsó burkolat (esetlegesen)
 - álmennyezet (esetlegesen)
 - álpadló (esetlegesen)
- padozat akusztikai szemp. lehet
 - kemény
 - úszó
 - hajlékony
 - lágy
- födémekkel szemben támasztott követelmények
 - tartó szerkezeti köv.:
 - méretezni kell!
 - előregyártott födémeknél

$$M_M < M_H$$

$$Q_m < Q_H$$
 - monolit födémeknél → „ököl” szabályok a méretbecslésnél

gerendáknál

$$h = \frac{l_0}{20} \text{ (kéttámaszúnál)} \quad h = \frac{l_0}{25} \text{ (töbttámaszúnál)}$$

lemezeknél

$$v = \frac{l_0}{30} \text{ (kéttámaszúnál)} \quad v = \frac{l_0}{40} \text{ (töbttám.)}$$

alakvált. előírások

lehajlásra megengedett mértéke:

- esztétikailag ig. ép. $\frac{l}{200}$
- lakóépületeknél $\frac{l}{150}$
- egy. vb. szerk. $\frac{l}{300}$

○ tartóssági köv.

- téglá, beton, vb födémeknél → szakszerű építés esetén tartós
- acél födém → korrózióvédelem esetén tartós
- fa födém → víz ne érje (korhadás, gombásodás)

○ tűzvédelmi

- BM. 2002/2 (I.23) sz. rendelet alapján méretezik
- középmagas ép. esetén (13,65 m felett) szigorúbb előírások
- köv. a nem éghetőség T_H = tűzállósági fokozat szerint
- vb. gerendáknál
 - a húzott acélbetétek takarásának és a gerenda szélességének növelése növeli a T_H értéket
 - statikailag határozatlan kialakítás 50%-kal növeli a T_H értékét
 - előfeszített födémgerendáknál a T_H értéke 30%-kal csökkentendő
 - a szerkezetek tűzállósága vakolatok és egyéb tűzvédő bevonatokkal növelhető
 - vb. lemezeknél hasonló követelmények
- vb. lemezeknél hasonló követelmények
- toxikus gázok ne képződjenek

○ együttműködési köv.

- cél a koncentrált terhek több elemre történő szétosztása
- repedések elkerülése, gazdaságosság
- együttműködési viszonyszám, cca. 50% legyen

• HŐVÉDELMI követelmények

- közel azonos terek között nem kell hőszigetelés
- zárófödémek (tetőfödém), pincefödém esetén be kell tartani az U hőátbocsájtási tényező előírt értékeit
- a hőhidak (koszorúk, kiváltók, gerendák) kedvezőtlen hatását hőszigeteléssel kell mérsékelni
- födémhez csatlakozó erkélyek, előtetők, stb. építése hőhíd megszakítók beépítésével célszerű

• HANGVÉDELMI követelmények

- léghanggátlás $R'w$ (értelmezése mint a falaknál) (ököl szabály, tömege $350 \text{ kg/m}^2 >$ legyen)
- akusztikailag a minél egyenletesebb súlyeloszlás előnyös (tömör vb. lemez jobb mint az üregekkel, vagy bordákkal kialakított)
- lépéshanggátlás L_{nw} (súlyozott lépéshangnyomás szint) dB

$$\Delta L_{nw} = L_{nw,a} - L_{nw,b} \quad \text{—} \quad \text{burkolt föd. jellemzője}$$

javítás

nyers födém lépéshangny. szint.

- minél kisebb az L_{nw} értéke, annál kedvezőbb a lépéshang szigetelés
- Padlóburkolatok hangszigetelést javító hatása:

		lépéshanggátlás javítás	súlyozott lépéshangny. szint csökkenés
		$\Delta R'$ dB	$\Delta Lw'$
keményburkolat		1	0
lágyburkolat	habalátétes PVC	0	21
	szőnyegpadló	0	24
hajlékony burk.	szalagparketta	0	16
úsztatott padló	20/15 ISOLIT	3	30

• TÖBBTÁMASZÚSÁG követelménye (gerendás födémeknél – M felvétele) előnyös

• KIVITELEZÉSI követelmények

- beépítési irányelvek: túlelemelés, alátámasztás a fesztáv arányában
- betonozások, vasalások elhelyezési előírásai, utókezelés, kiszaluzás

• SPECIÁLIS követelmények

- átlátszathatóság (áttetszethetőség) (üveg, üvegezett födémek)
- agresszív anyagok elleni követelmények (savak, lugok, zsírok, stb.)
- dinamikus terhek felvétele (teremgarázsok födémek, rezgések felvétele)
- eltolható födémek (sportlétesítményeknél)
- szikramentesség követelménye (számítógép terem padozata)
- stb.

□ FÖDÉMEK CSOPORTOSÍTÁSÁNAK FOLYTATÁSA

- tartó szerkezeti működésük szerint: (kéttámaszú, többtámaszú, egyirányban vagy kétirányban teherhordó)
- helyzete szerint: zárófödém, pincefödém, közbünső födém
- anyaguk szerint: fa, acél, vasbeton, téglá, kő, üveg, stb.
- vasalás szerint: lágy vasalású, elő- vagy utófeszített
- készítés szerint: előregyártott, monolit, félig előregyártott

□ FÖDÉMEK FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE

• hagyományos (történeti) födémek)

- FAFÖDÉMEK:

- pórfödém
- csaposgerendás födém
- borított gerendás fa födém
- béléses borított fa födém
- vakgerendás fa födém

- fa födémek tervezési (rekonstrukciós) kérdései: (felfekvés, gombásodás, korhadás elkerülése)

- ACÉLGERENDÁS FÖDÉMEK:

- poroszsüveg födém (kis hajlású téglaboltozat)
- téglabéléses födém
- MATRAI födém (salakbeton födém, kötél pászma – szalag acél vasalással) salak feltöltés kéntartalma miatt a vékony pászma tönkrementek.

□ **VB. födémek történeti áttekintése**

(bauxitbeton födémek, sűrűbordás idomtestes födémek, feszített gerendák)

- VB. gerendák felfekvése, befogásának kérdése
 - Falegyenre ültetés vagy teljes keresztmetszettel a vb. koszorúba befogás
- VB. gerendás födémek részletesen (jelenleg alkalmazott födémek példái)
 - „E” gerendás födém (feszített) $l=2,40-6,60$ m-ig
jell.: nem komplett rendszer, teljes km-ű gerenda, azonnal terhelhető, beton béléstest
 - FERT gerendás (lágyvasas) $l= 3,0-6,6$ m-ig
jell.: félig előregyártott, keresztborda kell, alátámasztás, kerámia béléstest
 - PTH födém (félig előregyártott, feszített) $l= 2,25-7,00$ m-ig
jell.: kis súly miatt léghangok ellen csak 6 cm felbetonnal felel meg, komplett rendszer, kerámia papucsos
 - PPB födém (feszített, félig előregyártott)
jell.: 14 féle födémkonstrukciót tud, 3 féle béléstesttel készül (kerámia, beton, durisol)
 - MESTER födém (lágy vasas) LEIER
jell.: beton papucsos, szalagacél felső borda vasalás, komplett rendszer
 - PALLÓ födémek (körüreges, feszített)
 - KÉREGPANELES födémek $l_0= 2,4-12$ m-ig
jell.: egyesíti a gerendás és a pallós födémek előnyeit, gyorsan építhető, zsaluzást helyettesíti, alátámasztás, kikönnnyítés lehetősége, 2 irányban teherhordó vasalással is.
- FÖDÉMEK kényes része a födémekhez csatl., vb. koszorúk, kiváltók, erkély, lemezek stb. hőátbocsájtási köv. kielégítése = „ne legyen” HŐHÍD!
MEGOLDÁGOK lehetnek:
 - külső oldali zsaluzatba rakott hőszigettel (vb. koszorúknál, áthidalóknál)
 - lemezeknél, gerendáknál
 - ↳ körbehőszigeteléssel (nem célszerű)
 - ↳ hőhíd megszakítóval
 - ↳ osztott km. kialakításával
 - HŐHÍDMEGSZAKÍTÓ működési elve
(ISO-TRAGEN, HÖCH, BAU-HAUS elemek)
 - rozsdamentes vasalás keményhab hőszigetelésbe építve (párakicsapódás miatt rozsdamentes)
 - húzás-nyomás felvétele, nyírás felvétele
 - 7-10 cm vtg., 10-60 cm széles elemek
- födémek megépítésének lépései
 - szállítás
 - gerendák elhelyezése (erkély, áttörések, stb.)
 - túlemelés
 - alátámasztás
 - bélés elemek beépítése
 - acél betétek, felső vasalás
 - bekötő vasalás (bajuszvas) elhelyezése
 - betonozás
 - beton utókezelése, kizsaluzás

- feszített beton,

- korszerű betontechnológia előnye=
 - kedvezőbb, kisebb keresztmetszetek
 - nagyobb szilárdság
 - eredetileg hajlított keresztmetszet = külpontosan nyomott keresztm. válik
 - feszítéssel mérsékelhető a beton húzófeszültsége, repedezettsége
- feszítés lépései, feszültségábrák alakulása
- hátránya:
 - nagy felszereltséget és szaktudást igényel
 - munkaigényes
 - acélbetétek takarása kisebb, ezért tűzérzékenység jelentős

- LIFT-SLAB födémemelési eljárás (szintenként)

jellemzői:

- A rendszer lényege:
- magyar találmány (1930-as években SAMSONDI KIS BÉLA)
- Pld.: BME – MENZA ép.
- foghíj beépítésnél készül, ahol kicsi a felvonulás és organizáció lehetősége
- helyszínen készül, gyors
- szabad alaprajz, forma

építés lépései:

alsó födém

1. alapozás elkészülése után a födémkötegek elkészítése a térszínen
2. födém kötegek emelése (szinkron olajemelővel), első szintű pillérek beállítása, az alsó födém rögzítése, az emelő átállítása
3. következő szintekre emelés, pillérek beemelése, födém leválasztása stb.

- LIFT-FORM (többszintes pillérek)

jellemzői:

- Pld.: MTI – torony ép., Nap-hegyen
- EMI-KIPSZER találmány
- zsalu emelési eljárás, többszint magas pillérekkel (ált. acél)
- merevítő magok építése
- felülről való építés

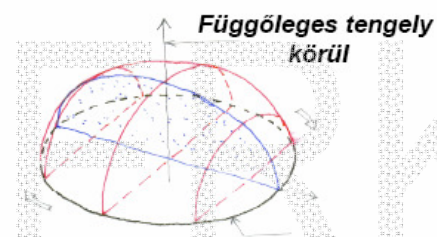
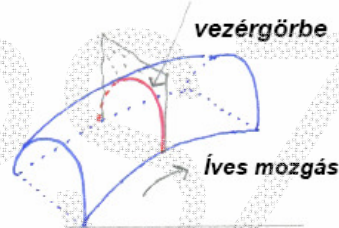
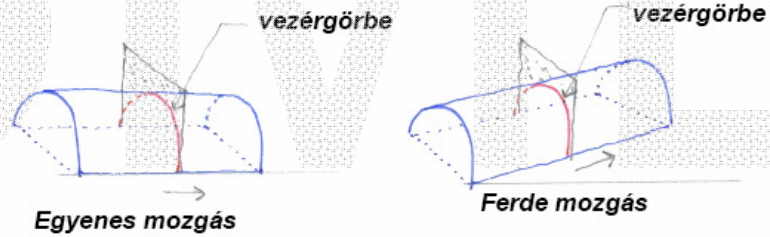
- SPECIÁLIS ÚJSZERŰ FÖDÉMEK

- PLAST-BAU, THERMO-BAU födémek (PS hab pallók között vb. bordákkal)
- ISORAST fal és palló födém

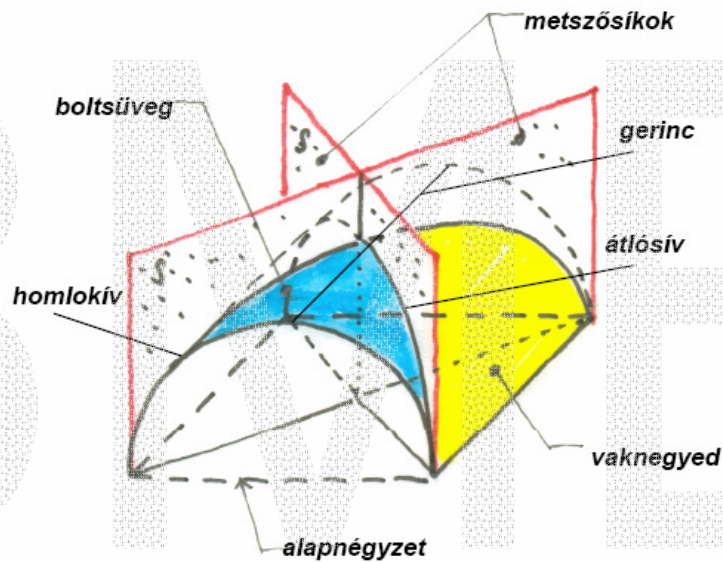
□ BOLTOZATOK

- boltozatok származtatása:
 - hengerfelületből → donga, kolostor, teknő, római és román keresztboltozatok
 - gömb – ill. forgástestekből → kupola, cseh, csehsüveg
- boltozati alakzatokkal kapcs. fogalmak:
 - vezérgörbe, boltsüveg, vaknegyed, homlokív, átlós ív, gerincvonal – záradékvonal

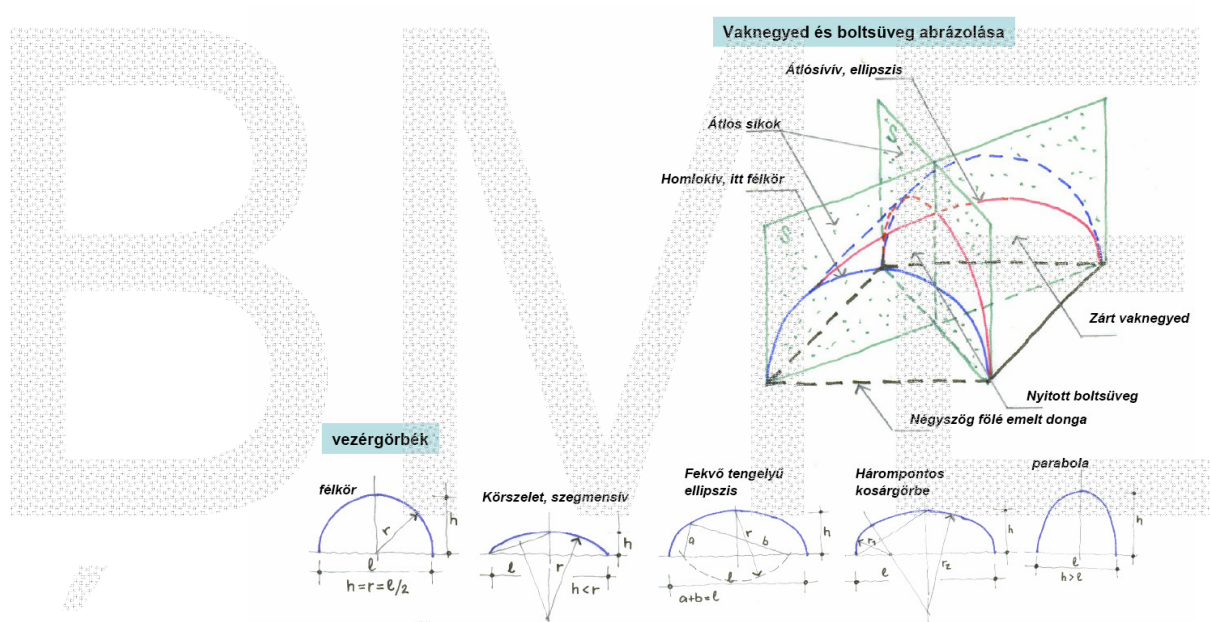
Vezérgörbe mozgása boltozatnál



Forgásfelület mozgása



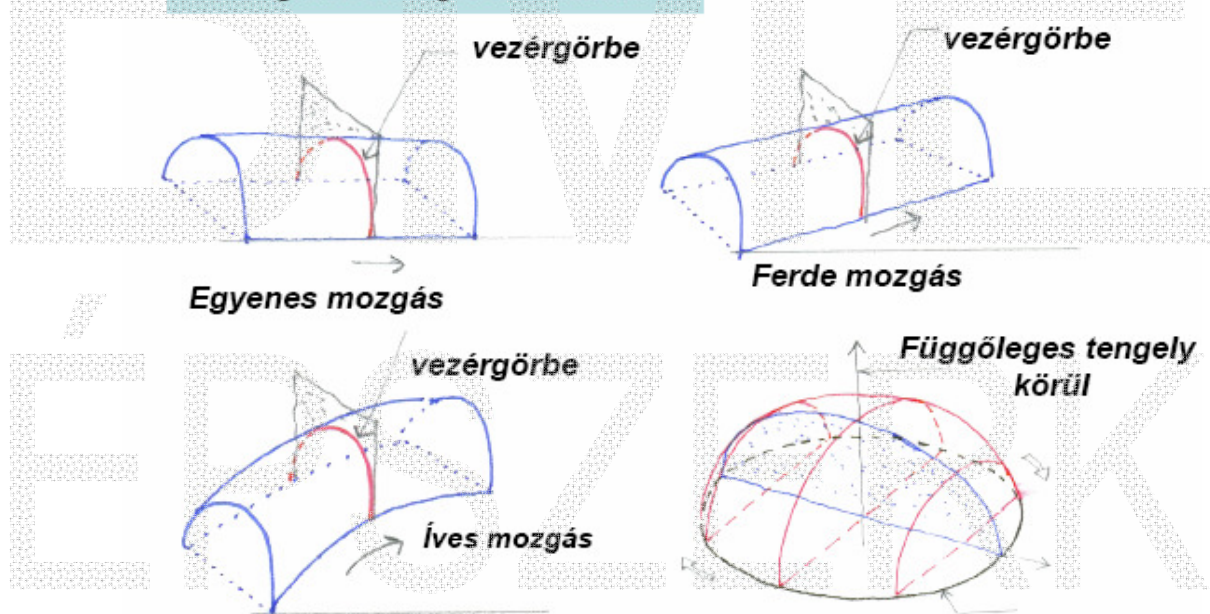
- dongaboltozatok részletesen jellemzői:
 - bármilyen □ alaprajz fölé emelhető
 - vezérgörbéi: félkör, körszelet, parabola, ellipszis

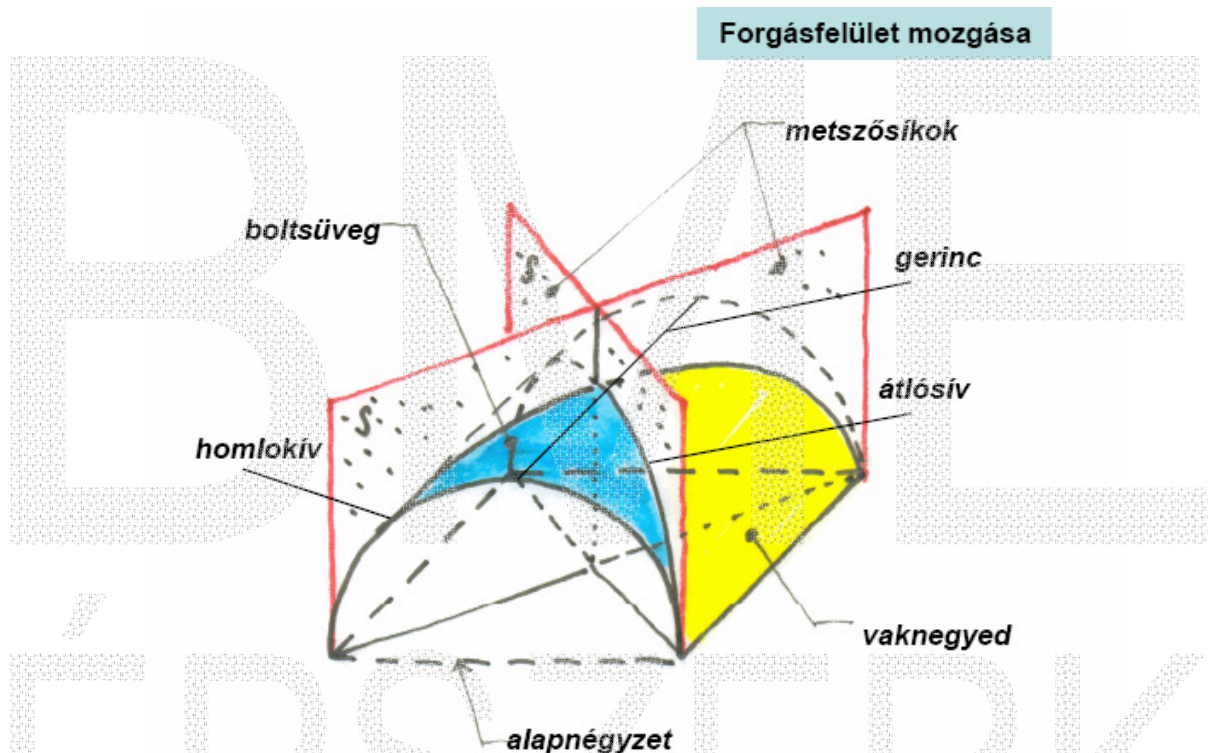


fajtái:

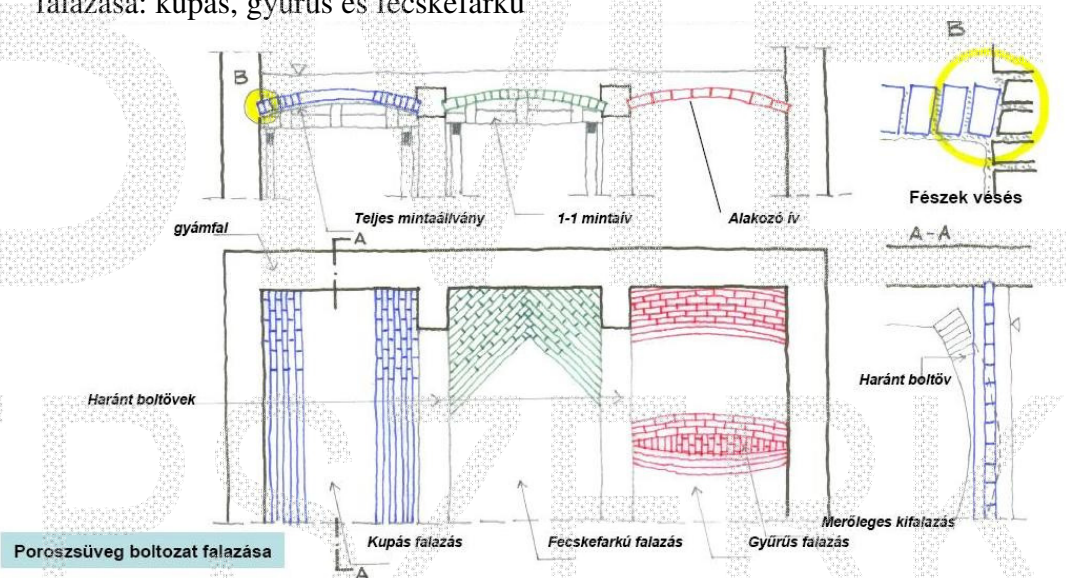
- kolostor (sokszögű alaprajz fölé is)
- teknőboltozat
- római keresztboltozat (átlós vonala ellipszis, záradékvonala egyenes)
- román keresztboltozat (záradékvonal emelkedő)
- sokféle keresztboltozat származtatható (homlokív → mozgatása → transz..... felület)
- gömb- ill. forgásfelületekből sz. boltozatok
 - kupola (kör ill. ellipszis alaprajzú, függ. Vagy vízszintes tengely körül forgatva)
 - cseh boltozat (kör alaprajzon vannak a sarokpontok)
 - cseh-süveg (sarokpontok a kör alapr. belül vannak)
- boltozatokkal kaps. fogalmak (gyámfal, vállvonal, intradosz, extradosz, záradék, ...)

Vezérgörbe mozgása boltozatnál



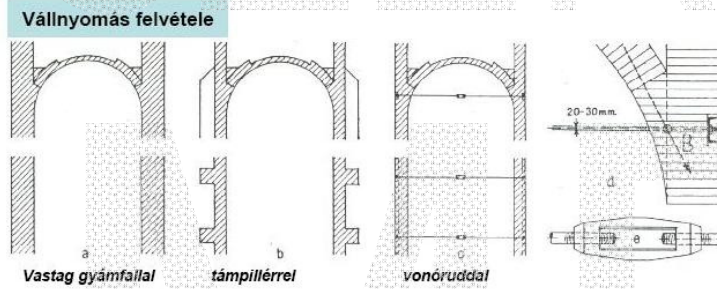
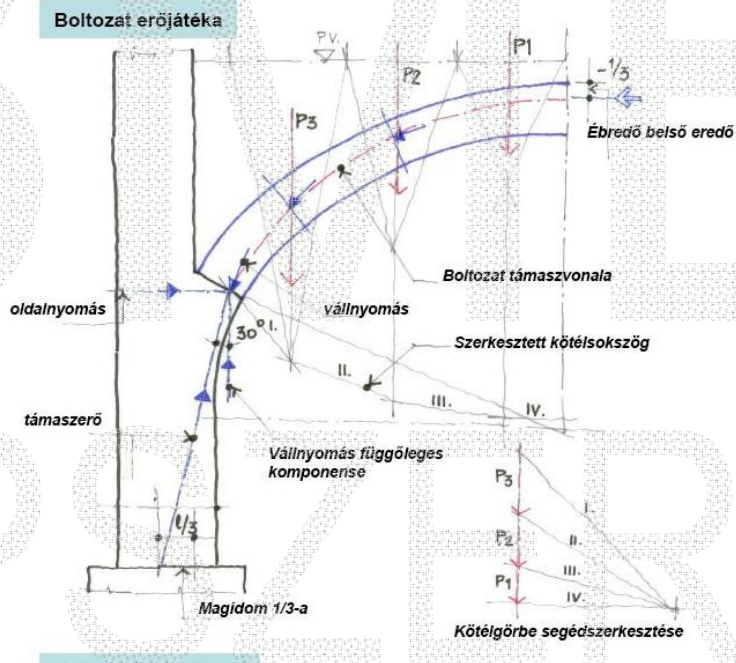


- boltozatok anyaga
 - régen: kő, téglá, manapság: boltozati héj beton, álboltozat cement-rabitz
- boltozatok épületszerkezeti összefüggései:
 - boltöv → meghajlított pillér
 - boltozat → meghajlított faltest
 - donga szerű falazás → kupás falazás (ék alakú hézagok)
 - gyámfal boltváll falazása
- boltozatok ábrázolása
 - alaprajzban leforgatott homlokívek, átlósívek berajzolása, szerkesztési áthatási vonalakkal
- lapos ívű dongaboltozatok = POROSZSÜVEG boltozat
 - falazása: kupás, gyűrűs és fecskefarkú



- boltozatok erőjátéka, statikai működése
 - statikailag 3x –n határozatlan

- erőszög = támaszvonal
- eredő támaszerő = vállnyomás
- magidom
- kötélgörbe
- kupola boltozatoknál gyűrűfeszültség



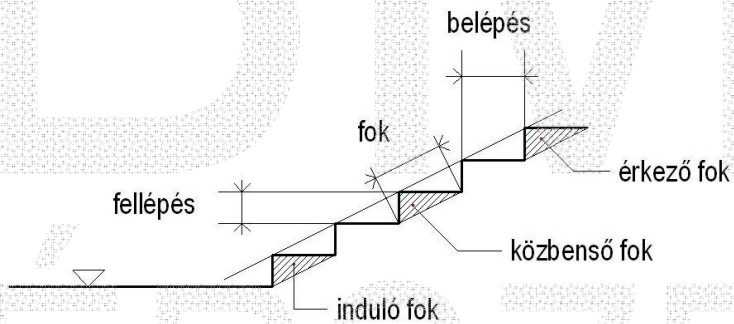
• boltozatok felújítása

- boltozatok károsodása lehet:
 - gyámfalak elmozdulásától
 - túlterhelésből
 - szilárdság elégtelenségéből
 - szakszerűtlen kivitelezésből

1. KÖVETELMÉNYEK A LÉPCSŐKKEL SZEMBEN

- 1.1 ÉPÍTÉSZETI → csomópont kialakítása, anyagválasztás
- 1.2 FORGALOM
- 1.3 TARTÓSZERKEZET
- 1.4 ÉPÜLETSZERKEZETI → választott anyagok összhangja
- 1.5 KIVITELI → megépítés gazdaságos legyen

2. LÉPCSŐ SZERK. KAPCSOLATOS FOGALMAK



Alapfogalmak:

- fok
- kar
- pihenő
- orsótér
- orsófal

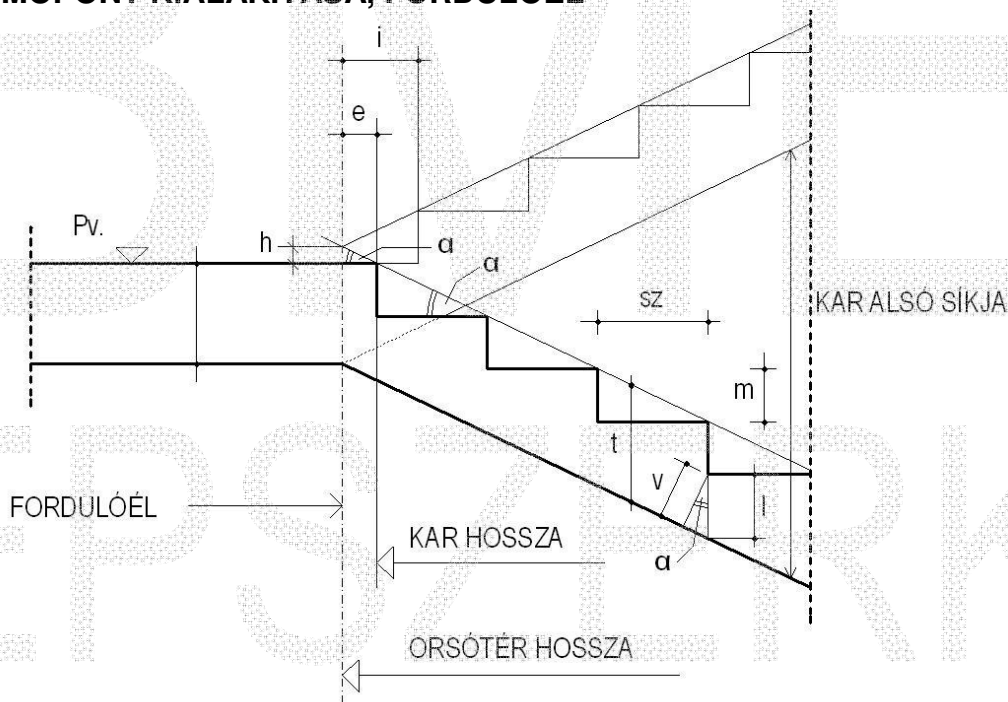
3. LÉPCSŐK GYÁMOLÍTÁSA, MEGTÁMASZTÁSA

- LEBEGŐ → egymásra illeszkedő fokok egyik vége falba, másik szabadon áll alátámasztás nélkül
- GYÁMOLÍTOTT LÉPCSŐ → egymásra ill. egybeépített fokok talajra, gerendára, boltozatra fekszenek teljes felületükön

4. LÉPCSŐ KIALAK. VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK

- FOK → OTÉK 65.§ $2m+sz = 60-64$
- KAR → OTÉK 64.§ max. akadálymentes közlekedésnél 180 cm-t hidalhat át
- PIHENŐ → OTÉK 67.§

5. CSOMÓPONT KIALAKÍTÁSA, FORDULÓÉL



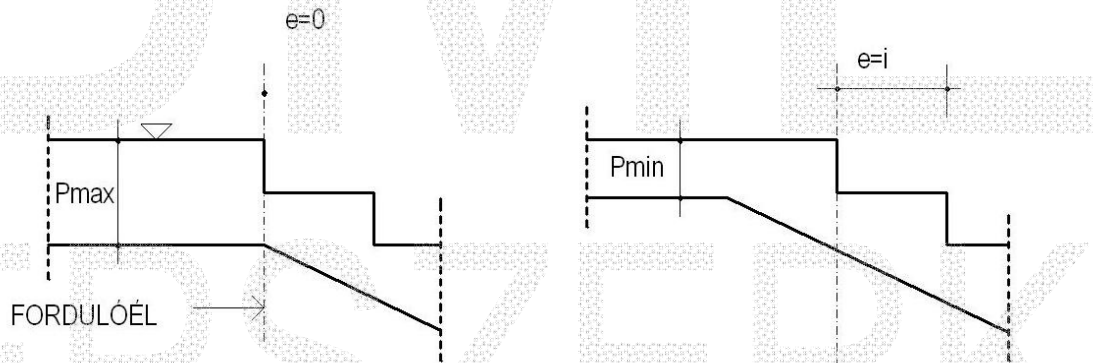
Összefüggések:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{e}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{m}{sz}, \quad \cos \alpha = \frac{v}{l}$$

$$P_v = t - h = t - e \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$t = m + l = m + (v / \cos \alpha)$$

HATÁRESETEK:



6. LÉPCSŐK FELOSZTÁSA, CSOPORTOSÍTÁSA

- ELHELYEZKEDÉSÜK SZERINT - épülettől függ. lépcsők
 - épülettel összefüggő lépcsők
 - belső lépcsők
- KAROK SZÁMA SZERINT - (1, 2, 3, ...)
- KAROK ALAKJA SZERINT - (egyenes, íves, különleges)
- ANYAGUK SZERINT - vb., kő, műkö l., fa, acél, vegyes
- STATIKAI MŰKÖDÉSÜK SZERINT
 - lebegő
 - gyámoltott