

Falazott szerkezetek méretezése

A falazatok alkalmazásának előnyei:

- **Építészeti** szempontból: szabadon kialakítható alaprajzi megoldások, változatos homlokzati megjelenés lehetőségei
- **Tartószerkezeti** szempontból: tartós építőanyag, jó anyagszilárdsági jellemzők, kedvező teherbírású szerkezet
- **Építésfizikai** szempontból: kedvező térelhetárolás, hő-és hangszigetelés, tűzvédelem, lég- és vízzárás biztosítható az alkalmazásával
- **Építéstechnológiai** szempontból: „egynemű”, azaz egyetlen építőelem(fajta) felhasználásával készülhet

A falazatok alkalmazásának hátrányai:

- **Építészeti** szempontból: a teherhordófalak nagy területet foglalnak el az alaprajzban
- **Tartószerkezeti** szempontból: a teherhordó falak súlya, viszonylag nagy, a fajlagos szilárdság viszonylag alacsony
- **Építéstechnológiai** szempontból: az építési idő viszonylag hosszú, képzett és gyakorlott munkaerő szükséges a kivitelezéshez.

A falak funkciója, tervezési szempontok

teherbírás

EC6

hővédelem

hangvédelem

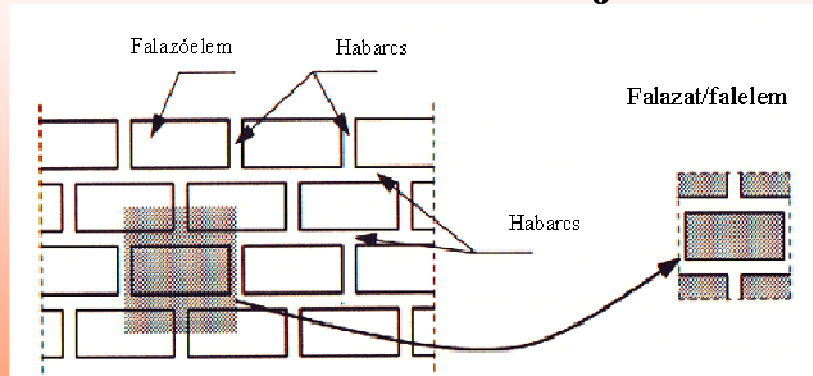
tűzvédelem

EC6



Teberbírás

Falazott szerkezetek modellezési szintjei



A falazott szerkezet két modellezési szintje

A fal anyagai:

- **Falazóelem**
(égetett agyag elem, mészhomok elem, beton elem, pórusbeton elem, természetes vagy mesterséges kő)
- **Habarc**
(falazó-, hőszigetelő falazó-, ragasztó habarc)
- **Kapcsolat a falazóelem és a habarc között**
- **Kötési mód**

Jellemzői:

- **Nyomószilárdság**
(fekvőhézagra merőlegesen és fekvőhézaggal párhuzamosan)
- **Nyomószilárdság**
- **Húzó- és nyírószilárdság**

Falazat: **szilárdsági tönkremenetel**

- **Homogénnek tekinthető viselkedés:**
függ a falazóelem, a habarcs és a kapcsolatok jellemzőitől és a kötési módtól
- A számításban használt mechanikai jellemzők:
 - nyomószilárdság (fekvőhézaggal párhuzamosan és arra merőlegesen)
 - húzószilárdság
 - nyírószilárdság
 - hajlítószilárdság

Falazott szerkezet:

**szilárdsági tönkremenetel
stabilitásvesztés**

**Teherbírási
határállapotok**

*Repedések
keletkezhetnek!*

EC 6

**Használhatósági
határállapot**



Határállapotok, biztonság

- Teherbírési határállapot

- Szilárdsági tönkremenetel
- Stabilitásvesztés
- Helyzeti állékonyság

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}, \quad \gamma_M > 1$$

- Használhatósági határállapot

- Alakváltozás
- Repedezettség
- Rezgés

$$\gamma_M = 1$$

Falazóelem 1.

- **Falazóelem** (minőségellenőrzési) **osztály: EN771**

I. (minőségellenőrzési) osztály: átlagos nyomószilárdság 95%-os megbízhatósággal

II. (minőségellenőrzési) osztály: átlagos nyomószilárdság

- **Falazóelem csoport:**

Üregtérfogat, üregméret, bordavastagság

1. falazóelem csoport: *tömör, kevés üreg (max.25%)*

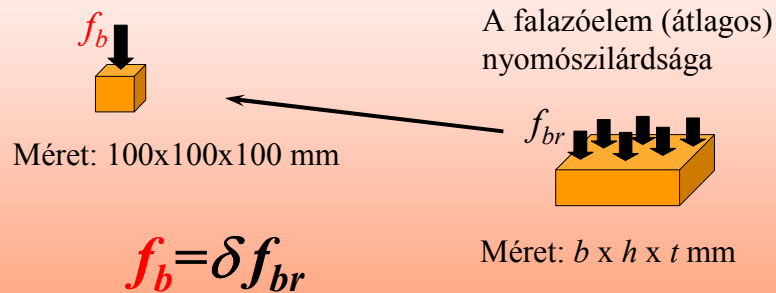
2. falazóelem csoport: *közepesen sok (max.55%) üreg*

3. falazóelem csoport: *sok üreg (max. 70%)*

4. falazóelem csoport: *falazóelem vízszintes lyukkal*

Falazóelem 2.

Szabványos (átlagos) nyomószilárdság:



$$f_b = \delta f_{br}$$

$0,65 < \delta < 1,55$ - *alaki tényező*; EN 772 szerint, a terhelés irányának megfelelően.

Habarcs

- Fajtái:
 - általános falazóhabarcs, 6 – 15 mm
 - hőszigetelő falazóhabarcs, 6 – 15 mm
 - ragasztóhabarcs, 0,5 – 3 mm
- Jellemzése:
 - nyomószilárdság: f_m , EN 1015-11 szerint
 - tapadó-szilárdság
- Jelölése: Mf_m , N/mm², pl. M5; min. M1

- Kitöltő beton: f_{ck} , f_{cvk} MSZ EN 206
- Vasalás:
 - betonacél: f_{yk} MSZ EN 1992-1-1
 - feszítőacél: EN 10038 szerint

Vasalatlan **falazat** mechanikai jellemzői

- nyomószilárdság, f_k , EN 1052-1
- nyírószilárdság, f_{vk} , EN 1052-3, EN 1052-4
- hajlítószilárdság, f_{xk} , EN 1052-2

Meghatározható **kitöltetlen** és **kitöltött állóhézag**gal készülő falazatra.

Kitöltött állóhézag: habarcs az elem teljes magasságában és a falvastagság legalább 40% - ban.

A falazat biztonsági tényezője, γ_M

γ_M , parciális biztonsági tényező					
Falazat	Osztály				
	1	2	3	4	5
I. gyártásellenőrzési kategória, tervezett habarcs	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5
I. gyártásellenőrzési kategória, recept habarcs	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
II. gyártásellenőrzési kategória, tetszőleges habarcs	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0

A falazat nyomószilárdsága, f_k

Falazat általános vagy hőszigetelő falazó habarccsal:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} f_m^{0,3}$$

Falazat ragasztó habarccsal:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,85}$$

Azonos kitöltetlen állóhézag esetében is.

K – a falazóelem anyagának és a falazóelem csoportnak a függvénye. Alkalmazhatósági korlátozás f_b – re és f_m – re.

(Végigmenő álló hossz-hézag esetén 0,8 K használandó.)

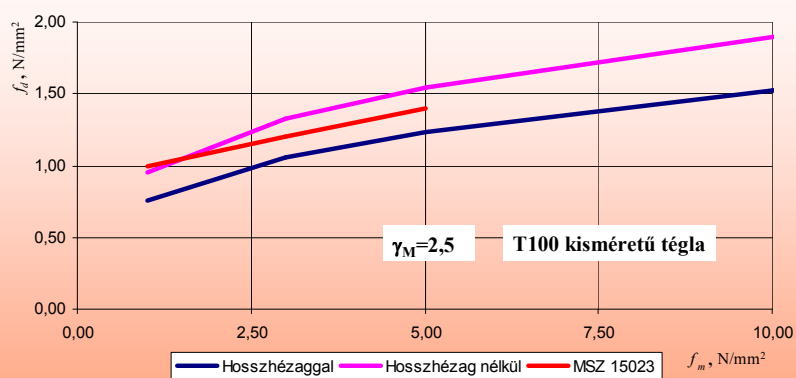
Falazat nyomószilárdságának összehasonlítása

Falazóelem	Méret, mm	R_f , N/mm ²	R_{Hb} , N/mm ²	σ_{mb} , N/mm ² , (H.O.)	f_b , N/mm ²	f_m , N/mm ²	f_k , N/mm ²	f_d , N/mm ² , $\gamma_M=2,5$
Kisméretű téglá	250x120x65	10	5	1,4	8,1	5	3,85	1,54
Nagyméretű téglá	300x150x65	10	5	1,4	7,5	5	3,65	1,46
Lukás kézi falazóelem	300x250x238	10	5	1,6	11,4	5	4	1,6
Pórusbeton elem	600x200x300	5	5	1	5,5	5	2,94	1,18

MSZ

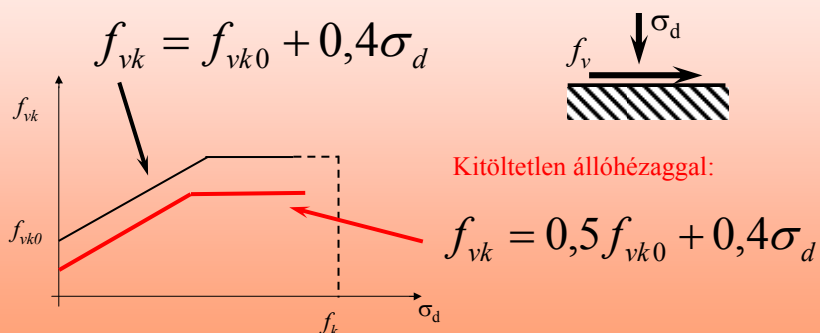
EC6

A hosszézag hatása a falazat szilárdságára



A falazat nyírószilárdsága, f_{vk}

Falazat általános, hőszigetelő falazó habarccsal vagy ragasztó habarccsal: EN1052-3, EN1052-4 (kísérlet)



Szigetelési síkon kísérlettel határozható meg a nyírószilárdság.

A falazat hajlítószilárdsága, f_{xk}

Meghatározása kísérlettel: EN1052-2 szerint

$f_{xk1} = 0$ földnyomás és földrengés esetén.



Tönkremenetel a fekvőhézaggal párhuzamosan, f_{xk1}
A fal leterhelésével jelentősen megnövelhető.

Tönkremenetel a fekvőhézagra merőlegesen, f_{xk2}

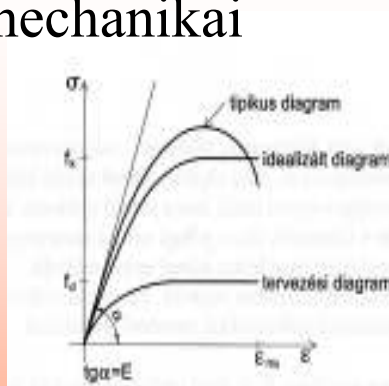
A falazat egyéb mechanikai jellemzői:

- $\sigma - \varepsilon$ diagram,
rugalmassági modulus

$E=1000f_k$ – égetett agyag

$E=700f_k$ - pórusbeton

- Kúszási tényező: $\phi_{\infty} = 0,5 - 3,0$
- A zsugorodás és duzzadás mértéke: $-1,0 - +1,0$ mm/m
- Hőtágulási együttható: $1 - 18 \times 10^{-6}/K^{\circ}$

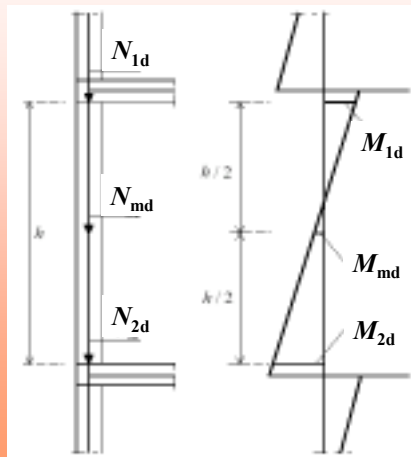


Falazott szerkezetek méretezése

Teherbírasi határállapot

Függőlegesen terhelte falak 1.

Külponos nyomás a fal alján, tetején



Merevített épület, $h_{ef} = \rho_n h$

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d$$

$$\Phi_i = 1 - 2 \cdot \frac{e_i}{t}$$

$$e_i = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} \pm e_{init}$$

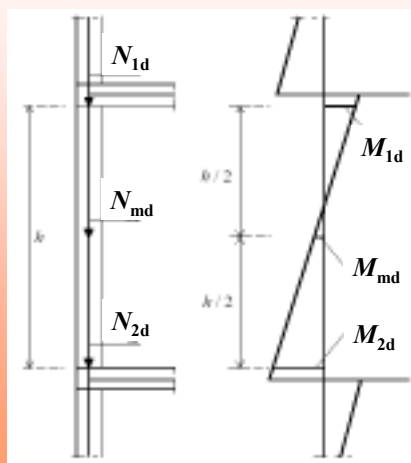
pl. szél \nearrow $h_{ef} / 450$

$$e_i \geq 0,05 t$$

Szilárdsági tönkremenetel

Függőlegesen terhelte falak 2.

Külponos nyomás a fal közepén



Merevített épület, $h_{ef} = \rho_n h$

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d$$

$$\Phi_m = \Phi_m(E, f_k, e_{mk}, h_{ef}, t)$$

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0,05 t$$

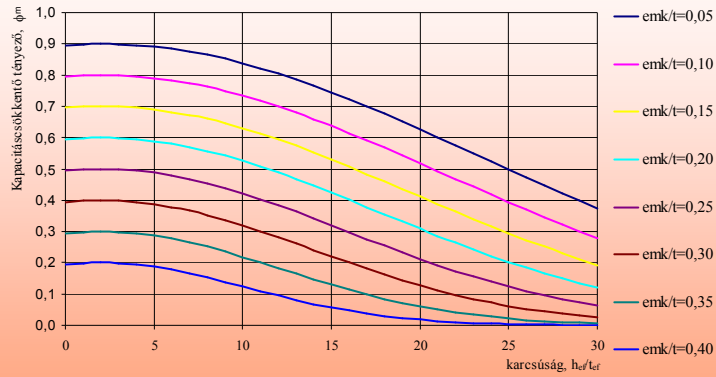
kúszás miatt \nwarrow

$$e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{he} \pm e_{init}$$

pl. szél \nearrow $h_{ef} / 450$

Stabilitásvesztés!

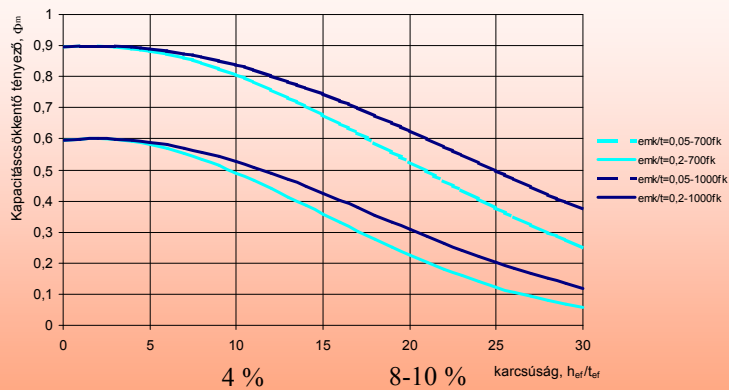
Kapacitáscsökkentő tényező 1.



tényleges stabilitásvesztés és nem másodrendű hatás melletti szilárdsági tönkremenetel

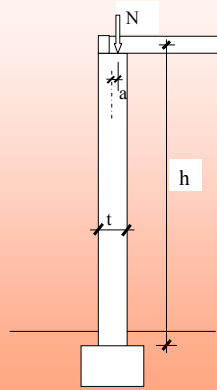
$E=1000f_k$ – égetett agyag

Kapacitáscsökkentő tényező 2.



$E=1000f_k$ – égetett agyag, $E=700f_k$ - pórusbeton

Példa: földszintes merevített épület külső fala



Legyen:

$$h = 3,00 \text{ m}$$

$$t = 300 \text{ mm}, a = 0$$

$$e_{init} = 3000/450 = 6,67 \text{ mm}$$

$$0,05 t = 0,05 \cdot 300 = 15 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 3000 \text{ mm}$$

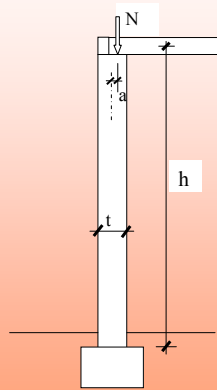
$$h_{ef}/t = 3000/300 = 10$$

Központos nyomás 1.

Eurocode 6								
Hely	$M_{i,m}/N_{i,m}$, mm	e_a , mm	$e_{i,mk}$, mm	e_{mk}/t	$\Phi_{i,m}$		N_{Rd} , kN/m	
					$E=1000f_k$	$E=700f_k$	$E=1000f_k$	$E=700f_k$
félül	0	6,67	15		0,9	0,9	$270 \cdot f_d$	$270 \cdot f_d$
középen	0	6,67	15	0,05	0,838	0,806	$251,4 \cdot f_d$	$241,8 \cdot f_d$
alul	0	6,67	15		0,9	0,9	$270 \cdot f_d$	$270 \cdot f_d$

4%

Példa: földszintes merevített épület külső fala



Legyen:

$$h = 6,00 \text{ m}$$

$$t = 300 \text{ mm}, a = 0$$

$$e_{init} = 6000/450 = 13,33 \text{ mm}$$

$$0,05 t = 0,05 \cdot 300 = 15 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 6000 \text{ mm}$$

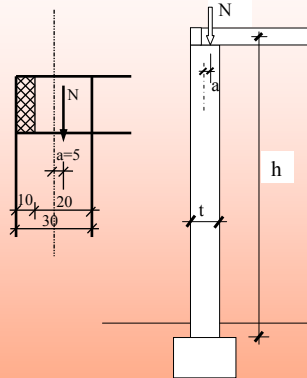
$$h_{ef}/t = 6000/300 = 20$$

Központos nyomás 2.

Eurocode 6								
Hely	$M_{i,m}/N_{i,m}$, mm	e_a , mm	$e_{i,mk}$, mm	e_{mk}/t	$\Phi_{i,m}$		N_{Rd} , kN/m	
					$E=1000f_k$	$E=700f_k$	$E=1000f_d$	$E=700f_d$
felül	0	13,33	15		0,9	0,9	$270 \cdot f_d$	$270 \cdot f_d$
középen	0	13,33	15	0,05	0,627	0,528	$188,1 \cdot f_d$	$158,4 \cdot f_d$
alul	0	13,33	15		0,9	0,9	$270 \cdot f_d$	$270 \cdot f_d$

16 %

Példa: földszintes merevített épület külső fala



Legyen:

$$h = 3,00 \text{ m}$$

$$t = 300 \text{ mm}, a = 50 \text{ mm}$$

$$e_{init} = 3000/450 = 6,67 \text{ mm}$$

$$0,05 t = 0,05 \cdot 300 = 15 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 3000 \text{ mm}$$

$$h_{ef}/t = 3000/300 = 10$$

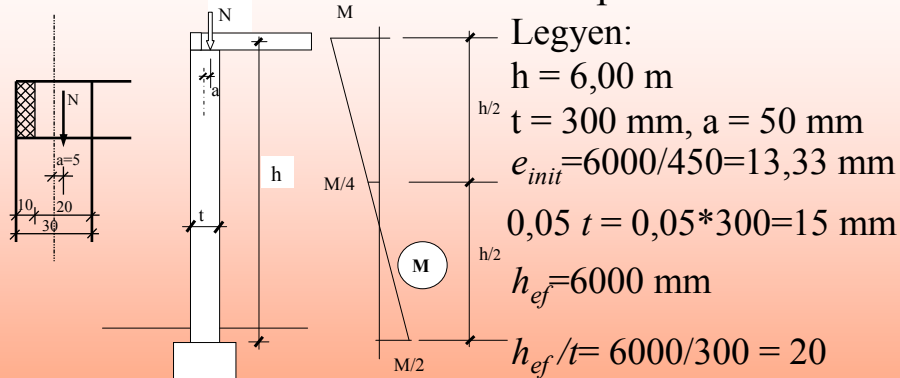
Külpontos nyomás 1.

Eurocode 6								
Hely	$M_{i,m}/N_{i,m}$, mm	e_{init} , mm	$e_{i,mk}$, mm	e_{mk}/t	$\Phi_{i,m}$		N_{Rd} , kN/m	
					$E=1000f_k$	$E=700f_k$	$E=1000f_k$	$E=700f_k$
félül	50	6,67	56,67		0,622	0,622	$186,6 f_d$	$186,6 f_d$
középen	12,5	6,67	19,17	0,064	0,809	0,777	$242,7 f_d$	$233,1 f_d$
alul	-25	-6,67	-31,67		0,789	0,789	$236,7 f_d$	$236,7 f_d$

0 %

Szilárdsági
tönkremenetel a
felső
csomópontban.

Példa: földszintes merevített épület külső fala



Kúszás hatását is figyelembe kell venni. $\phi_{\infty} = 1$

Külponos nyomás 2.

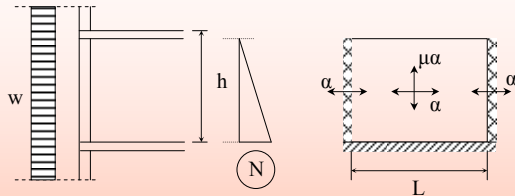
Eurocode 6										
Hely	$M_{i,m}/N_{i,m}$ mm	e_a , mm	$e_{i,m}$, mm	e_k , mm	$e_{i,mk}$, mm	e_{mk}/t	$\Phi_{i,m}$		N_{Rd} , kN/m	
							$E=1000f_d$	$E=700f_d$	$E=1000f_d$	$E=700f_d$
félül	50	13,33	63,33		63,33		0,578	0,578	173,4 f_d	173,4 f_d
középen	12,5	13,33	25,83	3,52	29,35	0,0978	0,523	0,426	156,9 f_d	127,8 f_d
alul	-25	-13,33	-38,33		-38,33		0,744	0,744	223,3 f_d	223,3 f_d

19 %

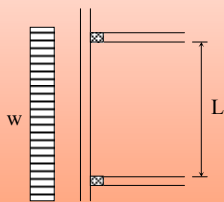
Stabilitásvesztés.

Kúszás okozta külponosság növekmény: $e_k = 0,002 \phi_{\infty} \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{t \cdot e_m}$

Vázkitöltő fal



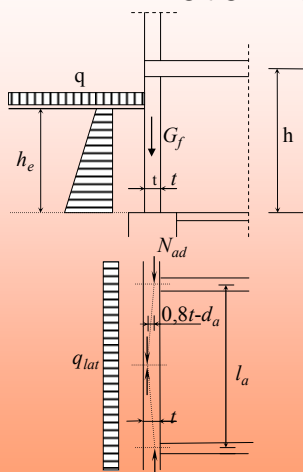
(Táblázatok az igénybevételek meghatározására.)



Méretezés:

Hajlított lemezek törésvonal elmélete alapján.
A falazat hajlítószilárdságának ismeretében.
(f_{xk1} / f_{xk2}).

Leterheletlen pincefal



Méretezés: keresztfalakra támaszkodó lapos ívként.

Szükséges: a falazat fekvőhézaggal párhuzamos nyomószilárdsága.
Ehhez a falazóelem fekvőhézaggal párhuzamos nyomószilárdsága.

A fal kitöltött állóhézagokkal készüljön.

$$N_{ad} = 1,5 f_d \frac{t}{10}$$

$$q_{lat,d} = f_d \left(\frac{t}{l_a} \right)^2$$

Szakirodalom

- *MSZ EN 1996-1-1 Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése*
- Sajtos I.: *Az Eurocode 6: Tervezési elvek, méretezési példák*
Konferenciakiadvány - EUROCODE 6 –Téglafalazatok
(Szerk.: Balázs L. Gy.), Budapest (2001)
- Jaeger W., -Marzahn G.: *Maurerwerk* Ernst and Sohn, Berlin (2010)