

Öszvérszerkezetek

3. előadás

Használhatósági határállapotok; nyírt
kapcsolatok méretezése

1. mintapélda gerenda HHÁ

készítette: Dr. Kovács Nauzika

2012.10.26.

Tartalom

- Használhatósági határállapotok
 - Feszültségek korlátozása
 - Lehajlás ellenőrzése
 - Repedéstágasság ellenőrzése
 - Minimális vasalás
- Nyírt kapcsolatok méretezése
 - Szerkezeti kialakítás, viselkedés
 - Fejes csapok ellenállása
 - Hosszirányú nyíróerő számítása
 - Teljes és részlegesen nyírt kapcsolatok
- 1. mintapélda – gerenda méretezése HHÁ-ban, nyírt kapcsolat méretezése

Használhatósági határállapotok

BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

EC4 méretezési elvei

Figyelembe kell venni:

- nyírási deformációk,
- beton kúszása,
- beton zsugorodása,
- beton berepedése,
- építési sorrend,
- nyírt kapcsolat megcsúszása,
- acél képlékeny viselkedése.

BME Szilárdmechanikai és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

Használatósági határállapotok

HHÁ csoportosítása:

- beton-acél határfelületén a megcsúszás → méretezett nyírt kapcsolat,
- beton nyomott zónában mikrorepedések → magasépítési szerk. elhanyagolható,
- rezgések (diszkomfort érzés) → öszvérszerkezeteknél nem vizsgáljuk,

- lehajlások korlátozása,
- húzott betonzónában a beton berepedése,
- minimális hosszirányú vasalás.

BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

Feszültségek korlátozása

Magasépítési szerkezetek:

Nem szükséges a feszültségeket korlátozni HHÁ-ban,

- ha fáradást nem kell ellenőrizni,
- nincs feszítés.

Ha ellenőrizni kell a feszültségeket,



EC2 szabvány

Híd szerkezetek:

Feszültségeket korlátozni kell HHÁ-ban:

- beton nyomófeszültségek – mikrorepedések,
- vasalásban ne legyen képlékeny megnyúlás HHÁ-ban.

Lehajlás ellenőrzése

Magasépítési szerkezetek:

- építéstechnológiát figyelembe kell venni,



acél szelvény lehajlása + öszvér szelvény lehajlása \leq lehajlási korlát

- beton berepedését a támasz fölött figyelembe kell venni,
- rugalmas számítással kell a lehajlásokat kiszámolni.

BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

Repedéstágasság ellenőrzése

Magasépítési szerkezetek:

1. Részletes vizsgálat EC2 szerint - repedéstágasság számításával.
2. **Egyszerűsített módszer** EC4 szerint - repedéstágasság számítása nélkül.



- alkalmazható, ha minimális hosszirányú vasalást alkalmazunk (lásd később),
- repedéstágasság korlátozása ← hosszirányú vasak átmérőjének és távolságának korlátozása.

$\sigma_s = \sigma_{s,o} + \Delta\sigma_s$ feszültség a vasalásban HHA-ban
 $\sigma_{s,o}$ feszültség a teherből HHA-ban
 (rugalmas számítás, berepedt analízis, kvázi állandó teherkombináció)
 $\Delta\sigma_s$ húzott betonzóna merevség növelő hatása.

Acélfeszültség $\sigma_s \text{ N/mm}^2$	Acélbetétek közötti maximális távolság (mm) w_k tervezési repedéstágasság esetén		
	$w_k = 0,4\text{mm}$	$w_k = 0,3\text{mm}$	$w_k = 0,2\text{mm}$
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Minimális vasalás

Magasépítési szerkezetek:

Támasz fölötti keresztmetszet szükséges minimális hosszirányú vasalása: A_s ← repedéstágasság korlátozása céljából

$$A_s = k_s k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s$$

Minimális vasmennyiség függ:

- $f_{ct,eff}$ beton effektív húzószilárdsága
- A_{ct} beton keresztmetszeti területe
- σ_s vasalásban megengedett feszültség
= f_{sk} folyáshatár karakterisztikus értéke
- k_s, k_c, k módosító tényezők

Minimális vasalás acélbetéteinek maximális átmérője: ϕ^*

Ha a repedéstágasságot nem kell korlátozni:

- $A_s \geq$ beton km. 0,4%-a teljes aláállványozás
- $A_s \geq$ beton km. 0,2%-a szabad szerelés

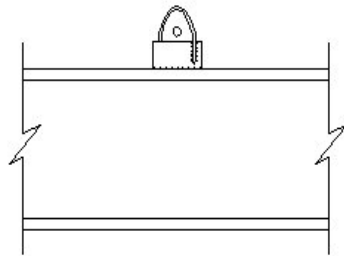
Acélfeszültség $\rightarrow \sigma_s \text{ N/mm}^2$	Maximális ϕ^* átmérő (mm) w_k tervezési repedéstágasság esetén		
	$w_k = 0,4mm$	$w_k = 0,3mm$	$w_k = 0,2mm$
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-9

Együttdolgozó kapcsolat méretezése

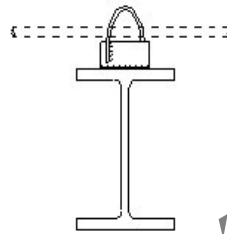
BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

Szerkezeti kialakítás

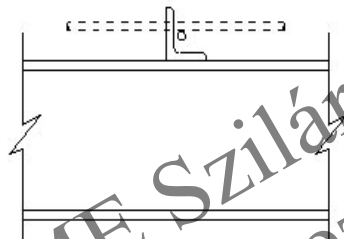
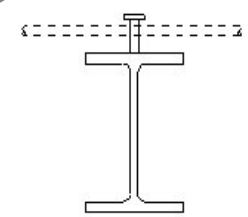
Nyírt kapcsolóelemek:



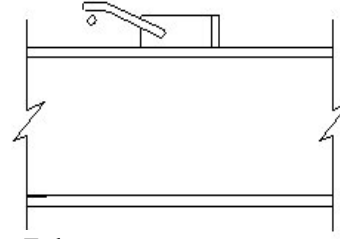
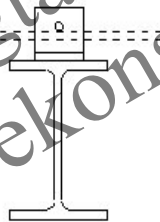
hurkos kapcsoló elem



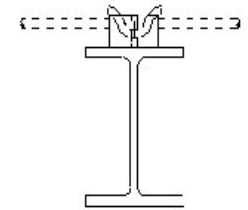
fejes csap



szögacél kapcsoló elem



T elem



+ keresztirányú vasalás

BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

Szerkezeti viselkedés

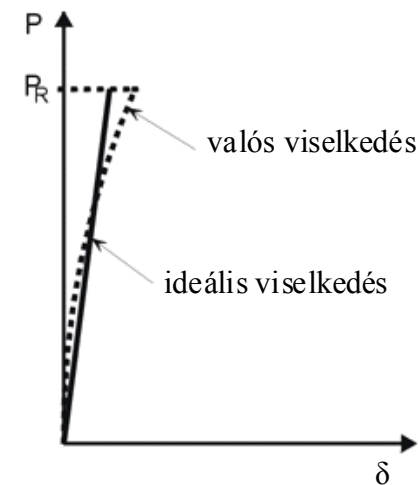
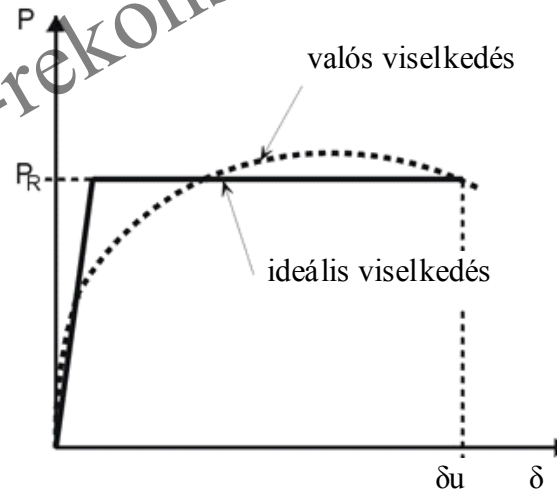
Teljes nyírt kapcsolat:

Teljes együttdolgozás: a kapcsoló elemek számának növelésével nem növelhető az együttdolgozás mértéke, vagyis nem növelhető az öszvér keresztmetszet nyomateki ellenállása.

Részleges nyírt kapcsolat:

Részleges együttdolgozás: a kapcsoló elemek számának növelésével növelhető az együttdolgozás mértéke, vagyis növelhető az öszvér keresztmetszet nyomateki ellenállása.

Duktilitás:



EC4 méretezési elvei

Acél és beton közötti erőátadás:

- nyírt kapcsolat + keresztirányú vasalás,
- a beton és acél határfelületén a tapadás elhanyagolható,
- duktilis kapcsolóelemek alkalmazása — képlékeny viselkedés,
- beton és acél elválásának a megakadályozása ← húzóerő felvétele,
- részleges nyírt kapcsolat 1. vagy 2. km. osztályú gerenda esetén alkalmazható.

kapcsolat nyírési ellenállása \geq kapcsolatra jutó hosszirányú nyíróerő

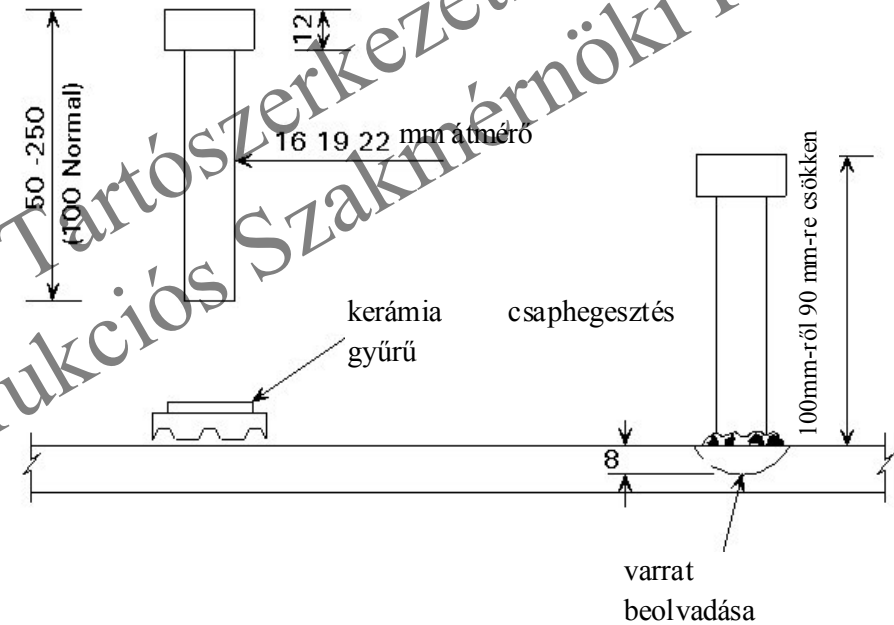
BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

Csapos kapcsolat

Anyagminőség:

S235, S275, S355

Csaphegesztés:



Nyírt kapcsolat ellenállása

Fejes csapok ellenállása:

nyírás

$$P_{Rd} = \frac{0,8 f_u \pi d^2 / 4}{\gamma_V}$$

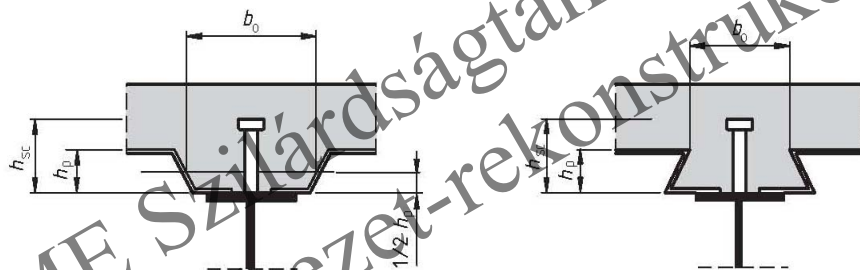
csap nyírási ellenállása,

minimális

$$P_{Rd} = \frac{0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_V}$$

beton ellenállása.

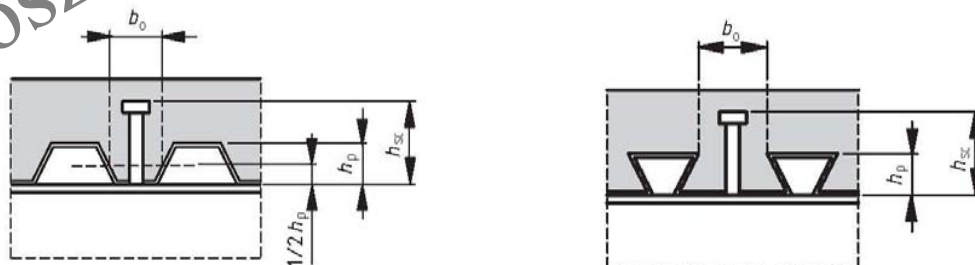
Párhuzamosan elhelyezett trapézlemez: k_t csökkentő tényező



$k_t P_{Rd}$

egy csap ellenállása

Merőlegesen elhelyezett trapézlemez: k_t csökkentő tényező



Nyírt kapcsolat ellenállása

Fejes csapok ellenállása:

húzás

$F_{ten} \leq 0,1P_{Rd}$ húzóerő elhanyagolható,

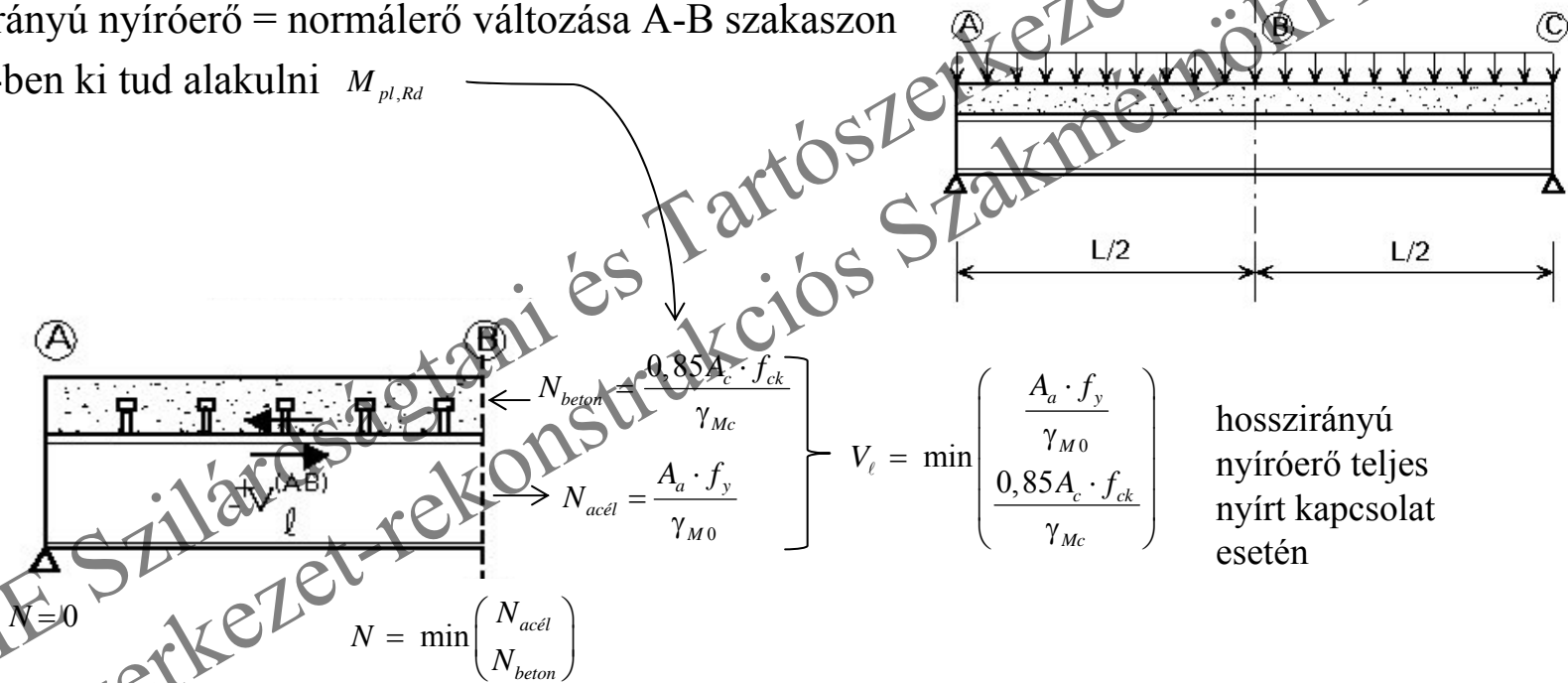
$F_{ten} > 0,1P_{Rd}$ EC4-en kívül esik.

BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

Hosszirányú nyíróerő számítása

Teljes nyírt kapcsolat:

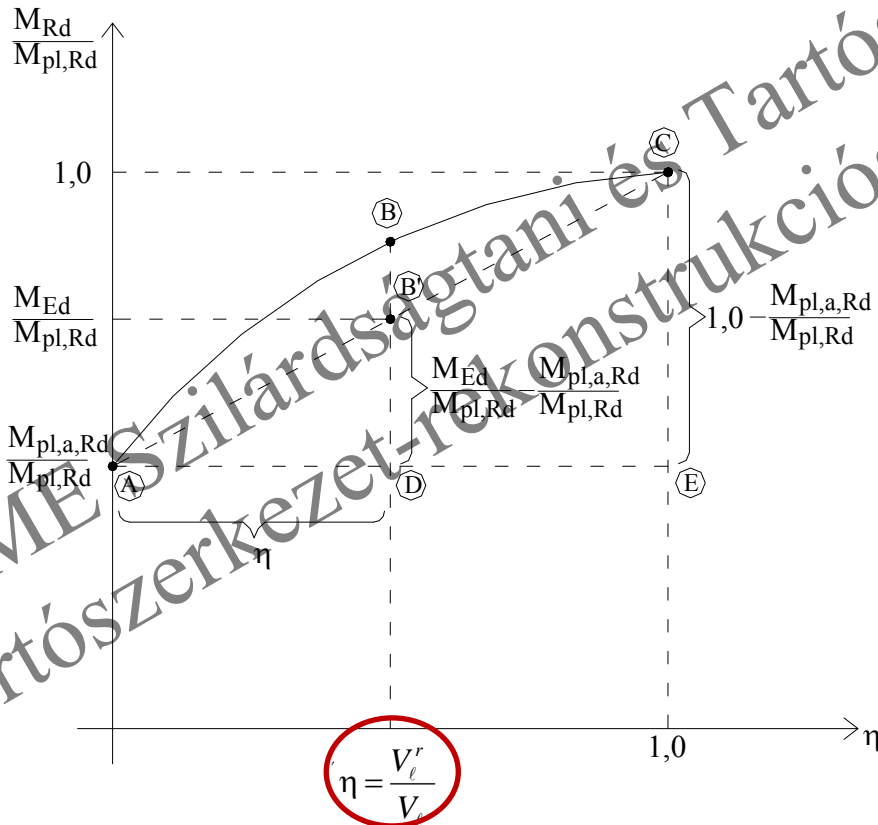
- hosszirányú nyíróerő = normálerő változása A-B szakaszon
- B km.-ben ki tud alakulni $M_{pl,Rd}$



Hosszirányú nyíróerő számítása

Részleges nyírt kapcsolat:

- hosszirányú nyíróerő részleges nyírt kapcsolat esetén $V_\ell^r = \frac{M_{Ed} - M_{pl,a,Rd}}{M_{pl,Rd} - M_{pl,a,Rd}} \cdot V_\ell$



$$V_\ell = \min \left(\begin{array}{l} \frac{A_a \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \frac{0,85 A_c \cdot f_{ck}}{\gamma_{Mc}} \end{array} \right)$$

Kapcsolóelemek kiosztása

Kapcsolóelemek szükséges száma A-B szakaszon:

$$n_{szüks} = \frac{V_\ell}{P_{Rd}}$$

hosszirányú nyíróerő A-
B szakaszon

egy csap nyírási
ellenállása

Kapcsolóelemek egyenletesen kioszthatók:

- magasépítési szerkezetek esetén,
- 1. vagy 2. km. osztályú szelvények,
- $M_{pl,Rd} \leq 2,5 \cdot M_{pl,a,Rd}$

BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

Keresztirányú vasalás

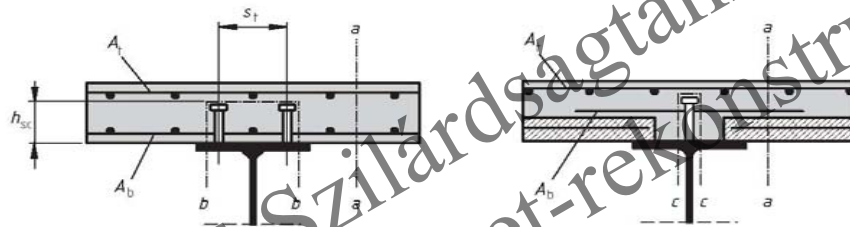
Hosszirányú nyíróerő felvétele:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd}$$

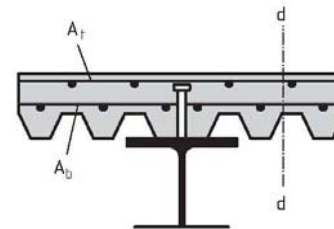
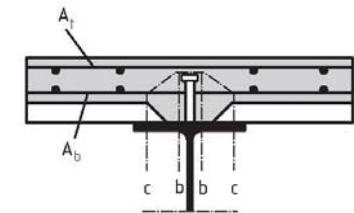
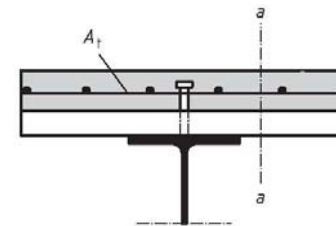
hosszirányú fajlagos
nyíróerő

hosszirányú fajlagos
nyírési ellenállása

- EC2 vasalás kialakítása,
- keresztirányú vasalást le kell horgonyozni,
- beton nyírési ellenállása elhanyagolható,
- trapézlemez ellenállása figyelembe vehető.



type	A_{sr} / s_r
a-a	$A_b + A_t$
b-b	$2A_b$
c-c	$2A_b$
d-d	$2A_{bh}$



type	A_{sr} / s_r
a-a	A_t
b-b	$2A_b$
c-c	$2A_b$
d-d	$A_t + A_b$

1. mintapélda

Gerenda méretezése

használhatósági határállapotban

BME Szilárdságtan és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés

Felhasznált irodalom

- MSZ EN 1994-1-1: 2004. Eurocode 4: Öszvérszerkezetek tervezése: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
- MSZ EN 1994-2: 2005. Eurocode 4: Öszvérszerkezetek tervezése: Általános és hidakra vonatkozó szabályok.
- MSZ EN 1993-1-1: 2005. Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
- MSZ EN 1993-1-5: 2005. Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése: Lemezekből összeállított szerkezetek.
- MSZ EN 1993-1-8: 2005. Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése: Csomópontok tervezése.
- MSZ EN 1992-1-1: 2004. Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
- MSZ EN 1993-2: 2006. Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése: Hidakra vonatkozó szabályok.
- Dr. Szatmári István: Öszvértartók, egyetemi jegyzet, 1998.
- Dr. Dunai László: Öszvérszerkezetű Hidak, előadás anyag, www.hsz.bme.hu

BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés