

# Öszvérszerkezetek

## 2. előadás

EC4 számítási alapok,  
beton berepedésének hatása, együttdolgozó  
szélesség, rövid idejű és tartós terhek, km.  
osztályozás, képlékeny km. ellenállás

készítette: Dr. Kovács Nauzika

2018.10.12.

# Tartalom

- EC4 alapok
  - Beton berepedése
  - Együttdolgozó szélesség
  - Tartós terhek: kúszás, zsugorodás
- Gerenda szilárdsági méretezés EC4 szerint
  - Km. osztályozás
  - Képlékeny nyomatéki ellenállás
  - Hajlítás és nyírás
- 1. mintapélda – gerenda méretezése THÁ-ban

# EC4 számítási módszerének alapjai

# EC4 méretezési elvei

## **Igénybevétel számítás:**

- elsőrendű vagy másodrendű számítás,
- beton berepedés hatását figyelembe kell venni,
- beton kúszását figyelembe kell venni,
- rugalmas globális analízis vagy képlékeny számítás,
- nyírási deformációkat figyelembe kell venni,
- építéstechnológia hatását figyelembe kell venni.

## **Ellenállás számítás:**

- rugalmas, képlékeny vagy nemlineáris alapon számolható,
- húzott beton hatása elhanyagolható,
- nyomott vasalás hatása elhanyagolható.

# Beton berepedésének hatása

## Közbenső támasz környezete:

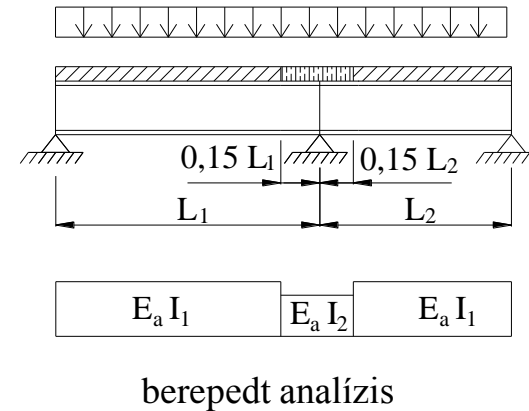
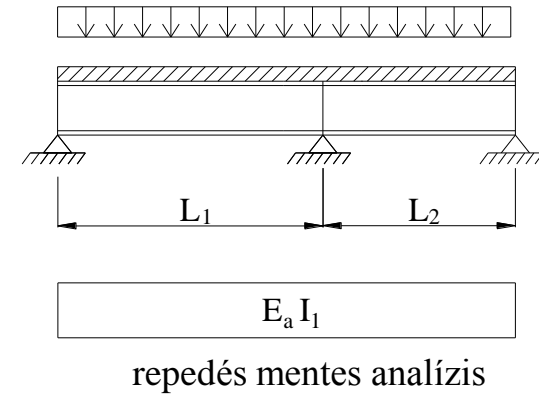
1. mértékadó igv. burkoló ábra karakterisztikus kombinációban

$E_a I_1$  repedésmentes km-t feltételezve.

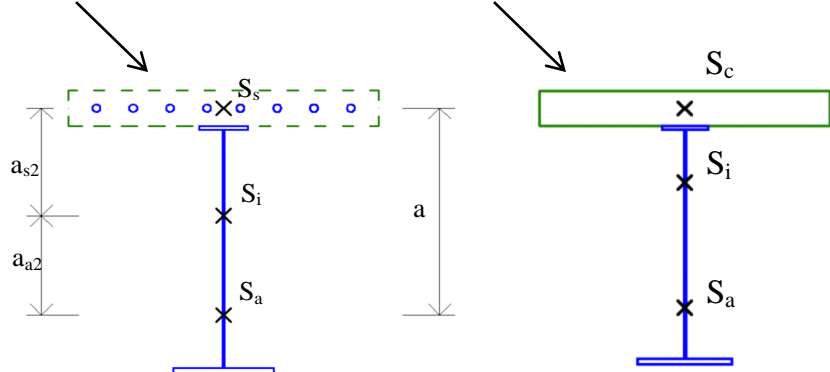
2. Bereped a beton, ha a  $\sigma_c \geq 2f_{cm}$



3. Berepedt analízis



$E_a I_2$  a berepedt szakaszon,  $E_a I_1$  nem berepedt szakaszon



# Együttdolgozó szélesség

## Definíció:

Betonövek nyírási torzulását figyelembe venni.

egyidejű hajlítás és nyírás (M+V)



nyírási deformációk,



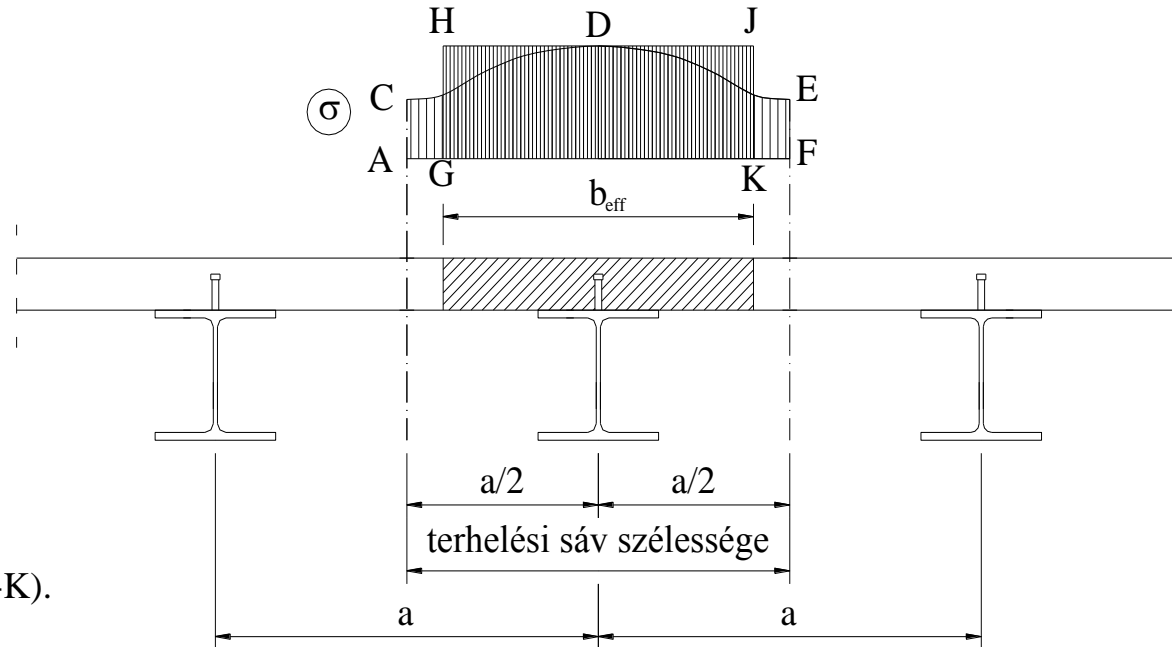
sík km. elve nem érvényes,



hosszirányú normálfeszültség eloszlás  
nem egyenletes (A-C-D-E-F),



$b_{eff}$  effektív hosszön egyenletes  
feszültségeloszlással számolunk (G-H-J-K).



# Együttdolgozó szélesség

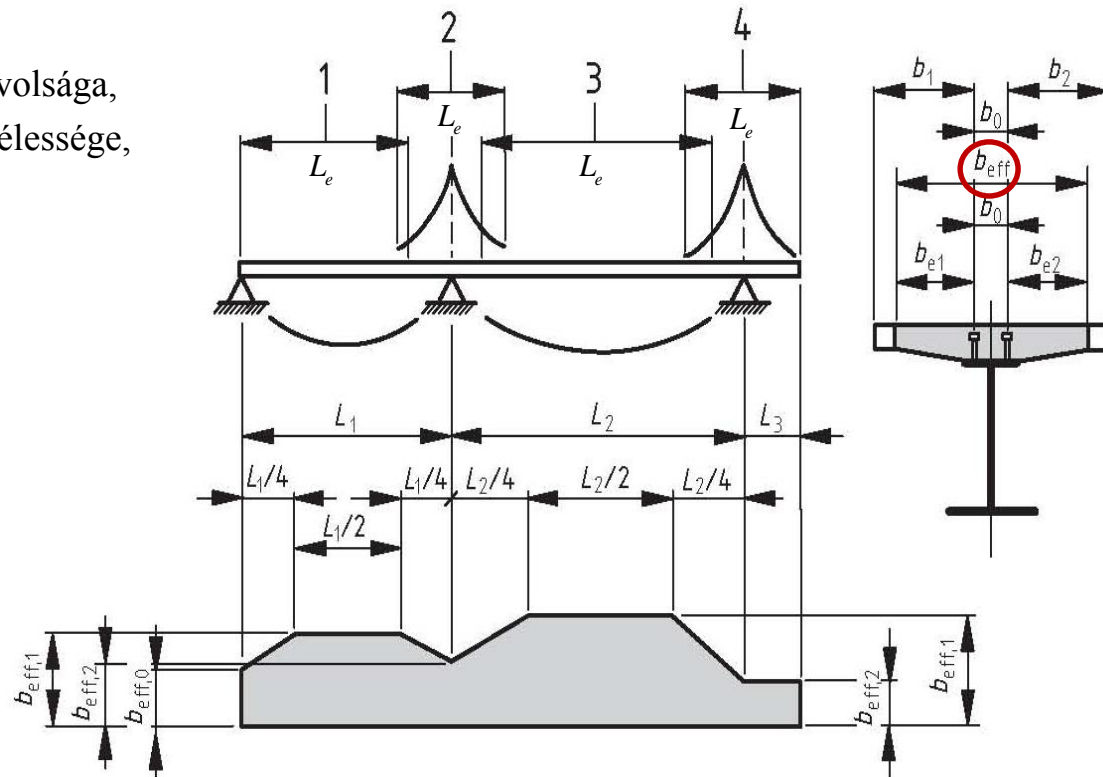
## Számítása:

Egy acél főtartóhoz tartozó együttdolgozó szélesség

$$b_{eff} = b_o + \Sigma b_{ei}$$

$b_o$  a nyírt kapcsolóelemek tengelytávolsága,  
 $b_{ei} = L_e / 8$  az egyes részek együttdolgozó szélessége,  
 $L_e$  nyomatóki nullpontok távolsága.

- 1  $L_e = 0,85L_1$ ,  $b_{eff,1}$  esetén
- 2  $L_e = 0,25(L_1 + L_2)$ ,  $b_{eff,2}$  esetén
- 3  $L_e = 0,7L_2$ ,  $b_{eff,1}$  esetén
- 4  $L_e = 2L_3$ ,  $b_{eff,2}$  esetén



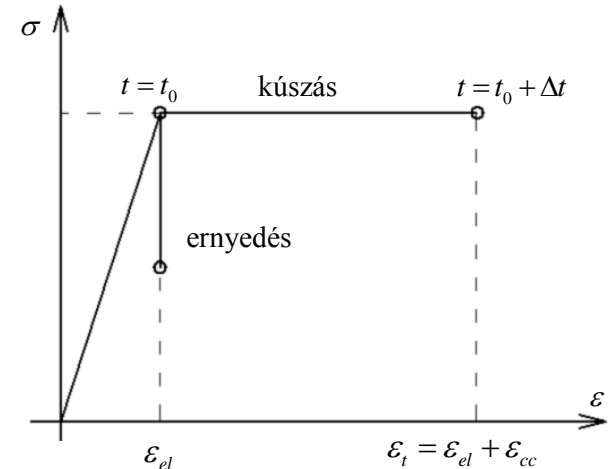
# Hatások jellegének figyelembe vétele

## Kúszás jelensége:

Betonövek időtől függő alakváltozása:  $\varepsilon = \varepsilon_{el} + \varepsilon_{cc} + \varepsilon_{cs}$

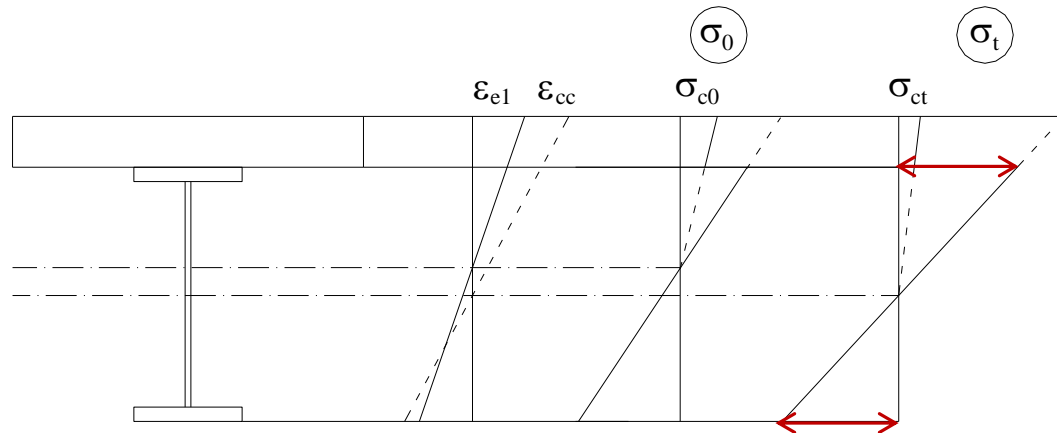
$\swarrow$                        $\uparrow$                        $\swarrow$   
 rugalmas              kúszás              zsugorodás

csak beton szerkezet       $\longrightarrow$       tiszta kúszás: csak alakváltozás,  
 beton+acél szerkezet       $\longrightarrow$       gátolt kúszás: alak- és feszültségváltozás.



$\varepsilon_t = \varepsilon_{el} + \varepsilon_{cc} \longrightarrow \sigma_{c0} > \sigma_{ct}$

$\sigma_{a0} < \sigma_{at}$





# Hatások jellegének figyelembe vétele

## Kúszás számításba vétele:

Kúszás függvény:  $\varepsilon_{cc}(t) = \varphi(t) \cdot \varepsilon_{el}$   
 $\varepsilon(t) = \varepsilon_{el} \cdot (1 + \varphi(t))$

Fritz módszer (közelítő megoldás):

betont képzelt rugalmassági modulussal vesszük figyelembe:

$$E_{ct} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t)}$$



öszvérhatás miatti korrekció:

$$E_{ct} = \frac{E_{cm}}{1 + \psi_L \cdot \varphi(t)}$$

Ideális keresztmetszeti jellemezők (homogenizálás)

pillanatnyi terhekre:

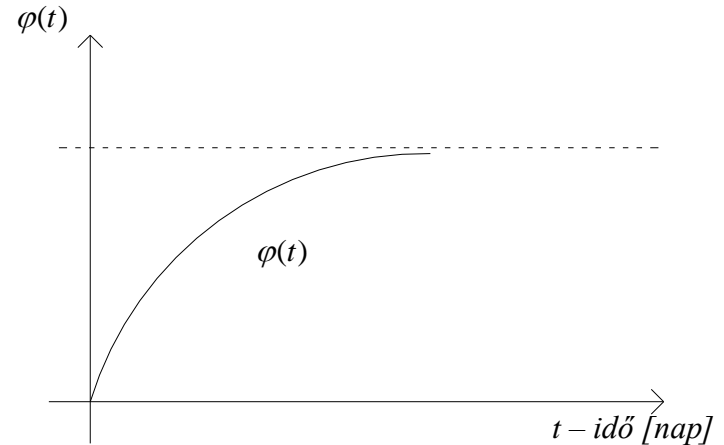
$$n_0 = E_a / E_{cm}$$

$$I_{i0} = I_a + \underbrace{n_0}_{\text{red}} \cdot A_a \cdot a_{a0}^2 + \underbrace{n_0}_{\text{red}} \cdot A_c \cdot a_{c0}^2$$

tartós terhekre:

$$n_L = n_0 (1 + \psi_L \phi_t)$$

$$I_{i\infty} = I_a + \underbrace{n_L}_{\text{red}} \cdot A_a \cdot a_{a\infty}^2 + \underbrace{n_L}_{\text{red}} \cdot A_c \cdot a_{c\infty}^2$$



magasépítésben:

$$E_{c,eff} = E_{cm} / 2$$

$\phi_t$ : a  $\phi_t(t, t_0)$  kúszási tényező, ( $\phi_t$  a kúszás végértéke),

$\psi_L$ : kúszási szorzótényező, amely a terhelés típusától függ:

- $\psi_L = 1,1$  állandó terhekhez,
- $\psi_L = 0,55$  zsugorodás elsődleges és másodlagos hatása esetén,
- $\psi_L = 1,5$  terhelő alakváltozással való feszítés esetén<sup>9</sup>

# Hatások jellegének figyelembe vétele

## Zsugorodás jelensége:

Beton kötése, szilárdulása  $\longrightarrow$  vízvesztés  $\longrightarrow$  zsugorodás

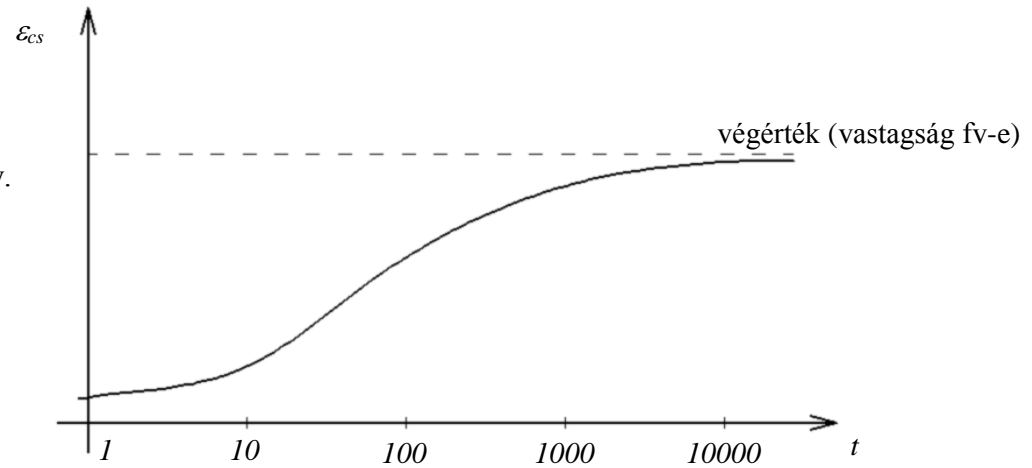
függ:

- beton szilárdság,
- víz/cement tényező,
- nedvességtartalom,
- utókezelés.

zsugorodási alakváltozás:

$$\varepsilon_{cs}(t) = \varepsilon_{cs} \cdot k_s$$

$\varepsilon_{cs} = 0,0003$  zsugorodás végértéke,  
 $k_s$  időben változást leíró függvény.



# Hatások jellegének figyelembe vétele

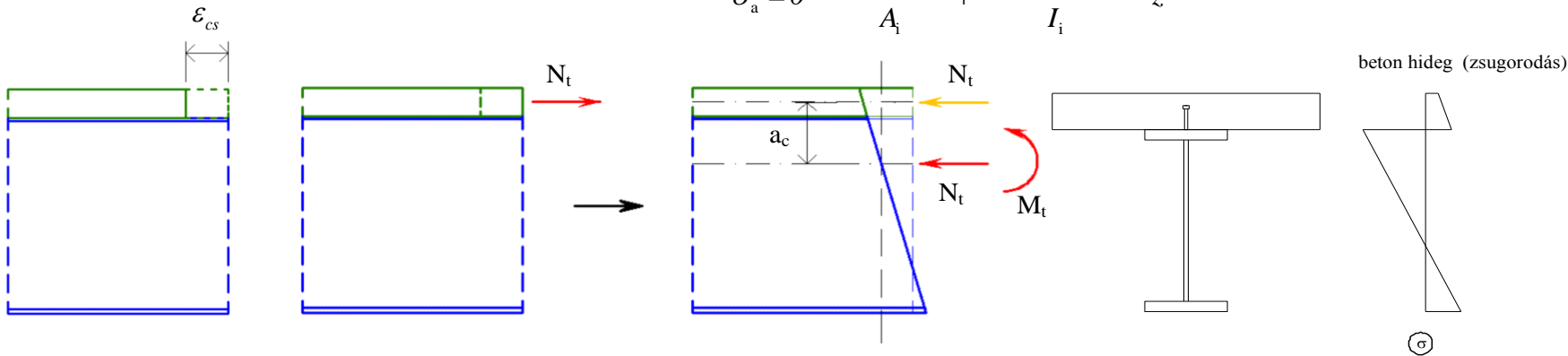
## Zsugorodás számításba vétele:

**Elsődleges hatás:** statikailag határozott tartó:

terhelő nyúlás hatása (beton hideg)  $\varepsilon_t \longrightarrow \varepsilon_{cs} \longrightarrow$

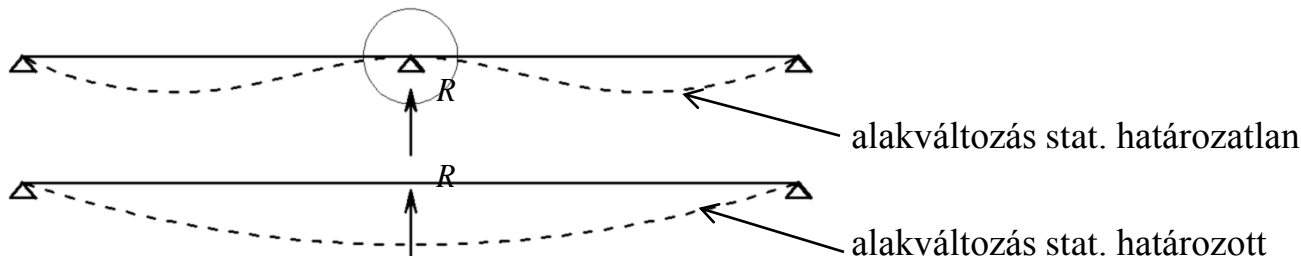
$$\sigma_c = E_c \cdot \varepsilon_{cs} - \frac{A_c \cdot E_c \cdot \varepsilon_{cs}}{n \cdot A_1} + \frac{A_c \cdot E_c \cdot \varepsilon_{cs} \cdot a_c}{n \cdot I_i} \cdot z$$

$$\sigma_a = 0 - \frac{A_c \cdot E_c \cdot \varepsilon_{cs}}{A_1} + \frac{A_c \cdot E_c \cdot \varepsilon_{cs} \cdot a_c}{I_i} \cdot z$$



**Másodlagos hatás:** statikailag határozatlan tartó:  $R \longrightarrow M \longrightarrow \sigma_c \sigma_a$

R reakcióerőből igénybevételt kell számolni és ebből meghatározni a feszültségeket

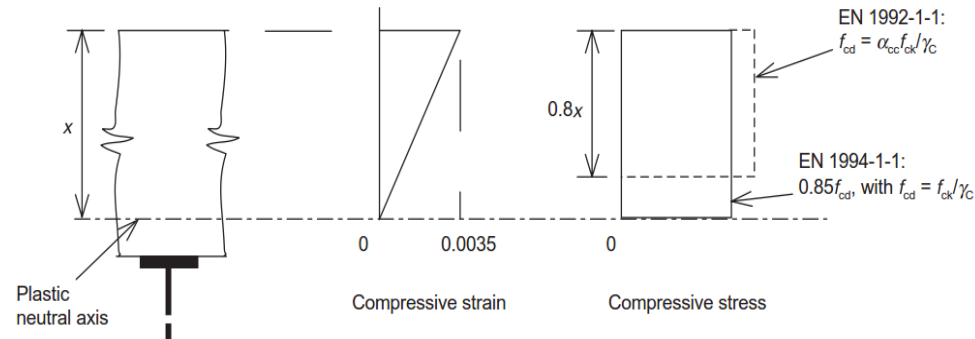


# Szilárdsági méretezés EC4 szerint

# Anyagmodellek

## Általános feltételek – teljes nyírt kapcsolat:

- merev képlékeny anyagmodell,
- **teljes együttdolgozás**: beton, acél, betonacél között,
- beton - képlékeny semleges tengely felett  $0,85f_{cd}$  ,
  - húzott beton elhanyagolható,
- betonacél - folyáshatár  $f_{sd}$  ,
  - nyomott elhanyagolható,
- acélkm. - folyáshatár  $f_{yd}$  (húzás és nyomás esetén),



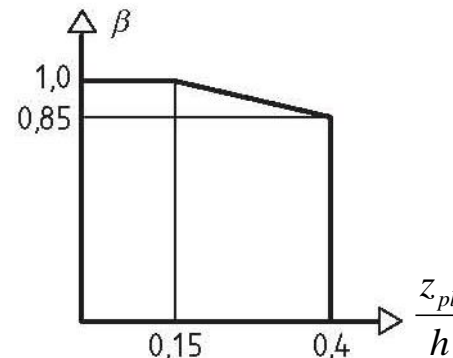
[Source: Designers' Guide to EN 1994-1-1. 2004]

S235-S355 anyagnál  $\rightarrow M_{pl,Rd}$

S420-S460 anyagnál  $\rightarrow \beta \cdot M_{pl,Rd}$ ,  $\beta$  csökkentő tényező

$z_{pl}$  képlékeny semleges tengely helye,

$h$  öszvér gerenda magassága.



$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5}$$

$$f_{sd} = \frac{f_{sk}}{1,15}$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{1,0}$$

# Keresztmetszetek osztályozása

## Kibetonozott gerendák:

<p style="text-align: center;"><math>0,8 \leq \frac{b_c}{b} \leq 1,0</math></p>		<p>Feszültségeloszlás (nyomás pozitív)</p>
Keresztmetszeti osztály	Típus	Korlát
1	(1) hengerelt vagy (2) hegesztett	$c/t \leq 9\varepsilon$
2		$c/t \leq 14\varepsilon$
3		$c/t \leq 20\varepsilon$

# Keresztmetszetek osztályozása

## Osztályozás módszere:

EC3 módszere alkalmazható:

Kibetonozás nélküli gerendák:

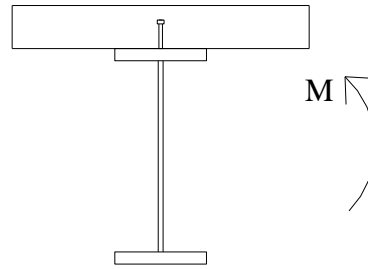
feszültségeloszlást az acél tartóban :

- építési sorrend,
- kúszás,
- zsugorodás.
- húzott beton elhanyagolható.



**1-2 km. osztály:** képlékeny méretezés

**3-4 km. osztály:** rugalmas méretezés



- felső öv 1. km. osztály ← vb. lemez megtámasztja,
- gerinc osztályozás, mint acél szelvény  
feszültségeloszlás alapján,
- alsó öv húzott.

# Km. osztályozása: 3-4 osztály

## Rugalmas feszültségeloszlás a gerincben:

Körbe betonozás nélküli gerendák **EC3** módszere

### Feszültség számítása:

- elsőrendű vagy másodrendű számítás,
- beton berepedés hatását figyelembe kell venni,
- beton kúszását figyelembe kell venni,
- rugalmas globális analízis vagy képlékeny számítás,
- nyírási deformációkat figyelembe kell venni,
- építéstechnológia hatását figyelembe kell venni.



## 1. előadás

Öszvér gerendák rugalmas méretezése

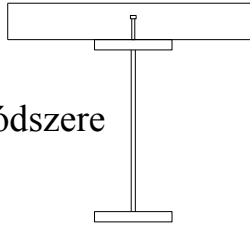
	Hajlítás tengelye		Hajlítás tengelye
Osztály			
Feltételezett képlékeny feszültségeloszlás			
1. osztály	$\frac{c}{t} \leq 72\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 33\epsilon$	ha $\alpha > 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ ha $\alpha \leq 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$
2. osztály	$\frac{c}{t} \leq 83\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 38\epsilon$	ha $\alpha > 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ ha $\alpha \leq 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$
Rugalmas feszültségeloszlás			
3. osztály	$\frac{c}{t} \leq 124\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 42\epsilon$	ha $\psi > -1$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{42\epsilon}{1,6 - 0,33\psi}$ ha $\psi \leq -1$ : $\frac{c}{t} \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$



# Km. osztályozása: 1-2 osztály

## Táblázatok:

Körbe betonozás nélküli gerendák **EC3** módszere



	Hengerelt szelvények		Hegesztett szelvények	
Osztály				
Feltételezett képlékeny feszültség-eloszlás				
1. osztály	$\frac{c}{t} \leq 9\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$\frac{c}{t} \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
2. osztály	$\frac{c}{t} \leq 10\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$\frac{c}{t} \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
Rugalmas feszültség-eloszlás				
3. osztály	$\frac{c}{t} \leq 14\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$		

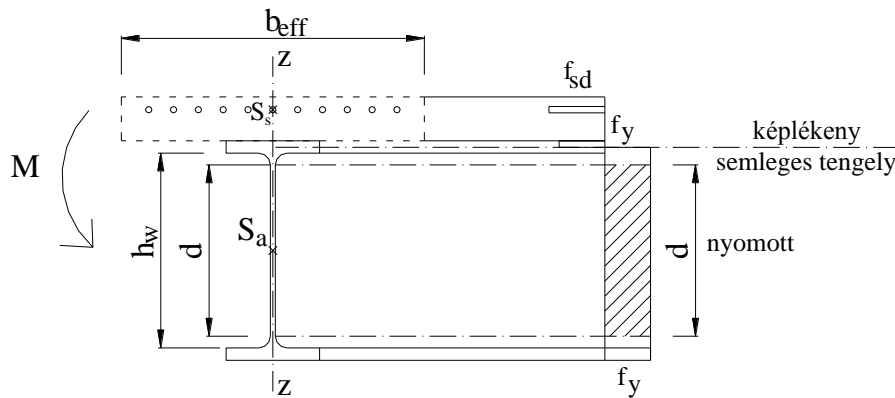
	Hajlítás tengelye		Hajlítás tengelye
Osztály			
Feltételezett képlékeny feszültség-eloszlás			
1. osztály	$\frac{c}{t} \leq 72\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 33\epsilon$	ha $\alpha > 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ ha $\alpha \leq 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$
2. osztály	$\frac{c}{t} \leq 83\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 38\epsilon$	ha $\alpha > 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ ha $\alpha \leq 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$
Rugalmas feszültség-eloszlás			
3. osztály	$\frac{c}{t} \leq 124\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 42\epsilon$	ha $\psi > -1$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{42\epsilon}{0,170,33\psi}$ ha $\psi \leq -1$ : $\frac{c}{t} \leq 62\epsilon(1-\psi)\sqrt{-\psi}$

# Osztályozás – közbelső támasz

## Képlékeny feszültségeloszlás – semleges tengely a felső övben:

1. Alsó öv osztályozása – tisztán nyomott lemez
2. Gerinclemez – tisztán nyomott lemez
3. Felső öv – húzott nem osztályozzuk

**EC3 osztályozási táblázat**



Osztály			
Feltételezett képlékeny feszültségeloszlás			
1. osztály	$\frac{c}{t} \leq 72\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 33\epsilon$	ha $\alpha > 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ ha $\alpha \leq 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$
2. osztály	$\frac{c}{t} \leq 83\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 38\epsilon$	ha $\alpha > 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ ha $\alpha \leq 0,5$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$
Rugalmas feszültségeloszlás			
3. osztály	$\frac{c}{t} \leq 124\epsilon$	$\frac{c}{t} \leq 42\epsilon$	ha $\psi > -1$ : $\frac{c}{t} \leq \frac{18 \cdot 42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ ha $\psi \leq -1$ : $\frac{c}{t} \leq 62\epsilon(1-\psi)\sqrt{-\psi}$

# Osztályozás – közbelső támasz

## Képlékeny feszültségeloszlás – semleges tengely a gerincben:

1. Alsó öv osztályozása – tisztán nyomott lemez

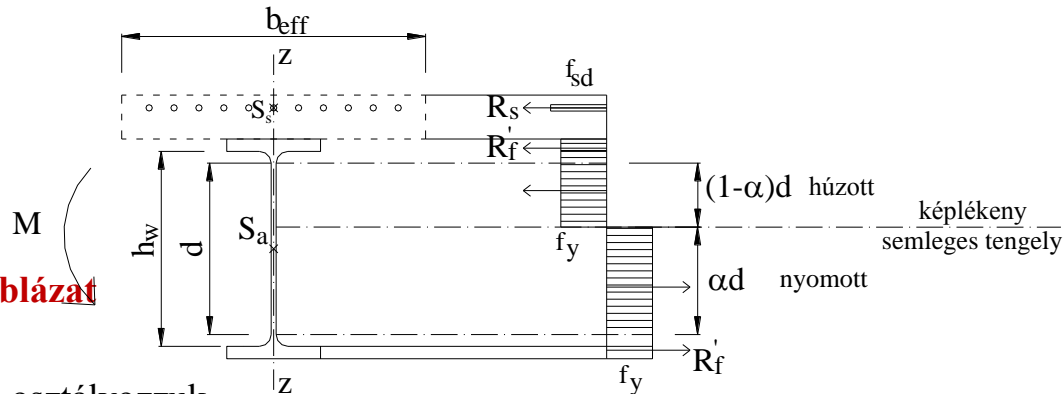
2. Gerinclemez nyomott zóna magasság  
 vetületi egyenlet:

$$R_s + R_f' + (1-\alpha)d \cdot t_w \cdot f_y - \alpha \cdot d \cdot t_w \cdot f_y - R_a' = 0$$

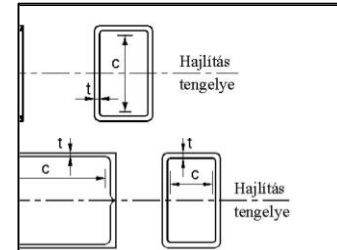
$$\alpha = \frac{R_s + R_g}{2 \cdot R_g}$$

$$\alpha \cdot d$$

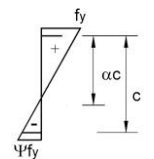
**EC3 osztályozási táblázat**



3. Felső öv – húzott nem osztályozzuk



$ha \alpha > 0,5: \frac{c}{t} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$
$ha \alpha \leq 0,5: \frac{c}{t} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$
$ha \alpha > 0,5: \frac{c}{t} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$
$ha \alpha \leq 0,5: \frac{c}{t} \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$



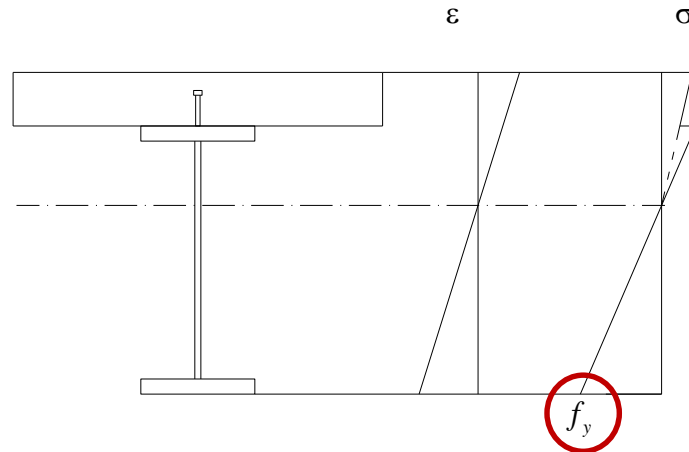
$ha \psi > -1: \frac{c}{t} \leq \frac{19 + 2\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$
$ha \psi \leq -1: \frac{c}{t} \leq 62\epsilon(1-\psi)\sqrt{-\psi}$

# Nyomatéki ellenállás

## Körbepetoneozás nélküli gerendák:

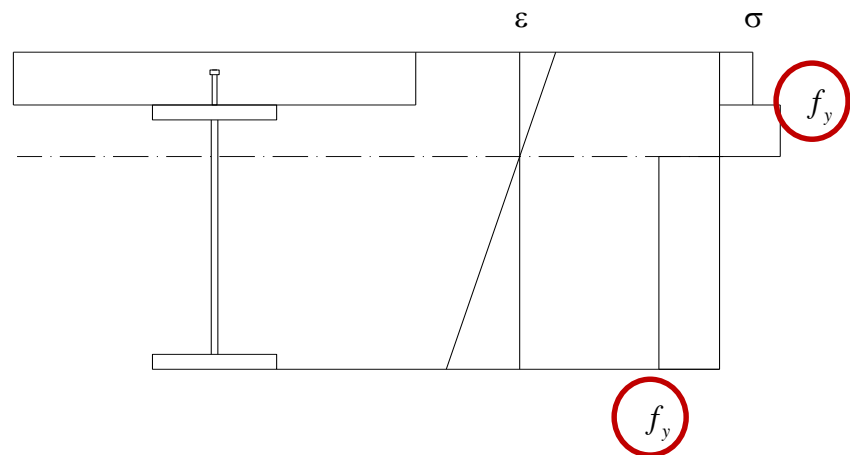
### Rugalmas elv:

- első folyás határállapota,
- (1., 2.,) 3. vagy 4. km. osztály esetén,
- rugalmas feszültségeloszlást feltételez,
- lásd hagyományos számítás – 1. ea.



### Képlékeny elv:

- teljes km. képlékeny állapotban van,
- 1. vagy 2. km. osztály esetén használható,
- igénybevétel átrendezésre van lehetőség.



# Rugalmas nyomatéki ellenállás

## Általános feltételek:

- lineáris anyagmodell,
- sík km. elve érvényes,
- acél szelvény 1. – 3. (4.) km. osztályba tartozik



feszültség számítás (lásd hagyományos számítás)

feszültség az acélban:

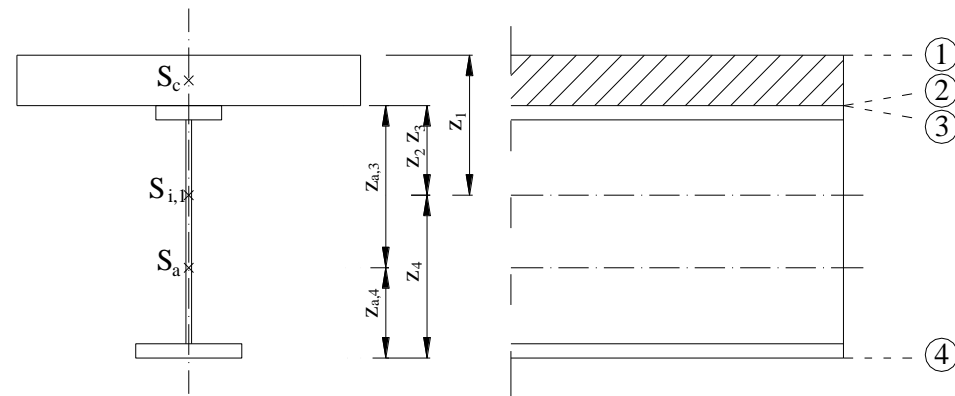
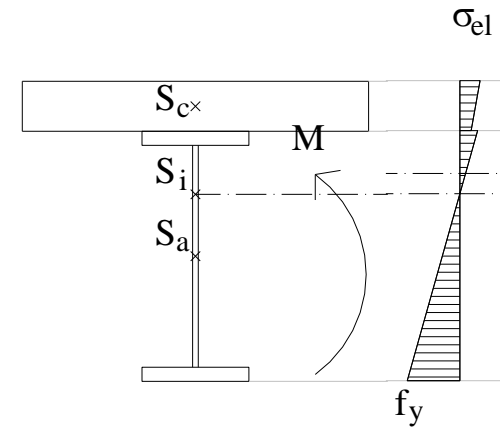
$$\sigma_a = \frac{M_{Ed}^+}{I_{i0}} \cdot z_3, \quad \sigma_a = \frac{M_{Ed}^+}{I_{i0}} \cdot z_4$$

feszültség a betonban:

$$\sigma_c = \frac{M_{Ed}^+}{I_{i0,1} \cdot n_0} \cdot z_1, \quad \sigma_c = \frac{M_{Ed}^+}{I_{i0,1} \cdot n_0} \cdot z_2$$

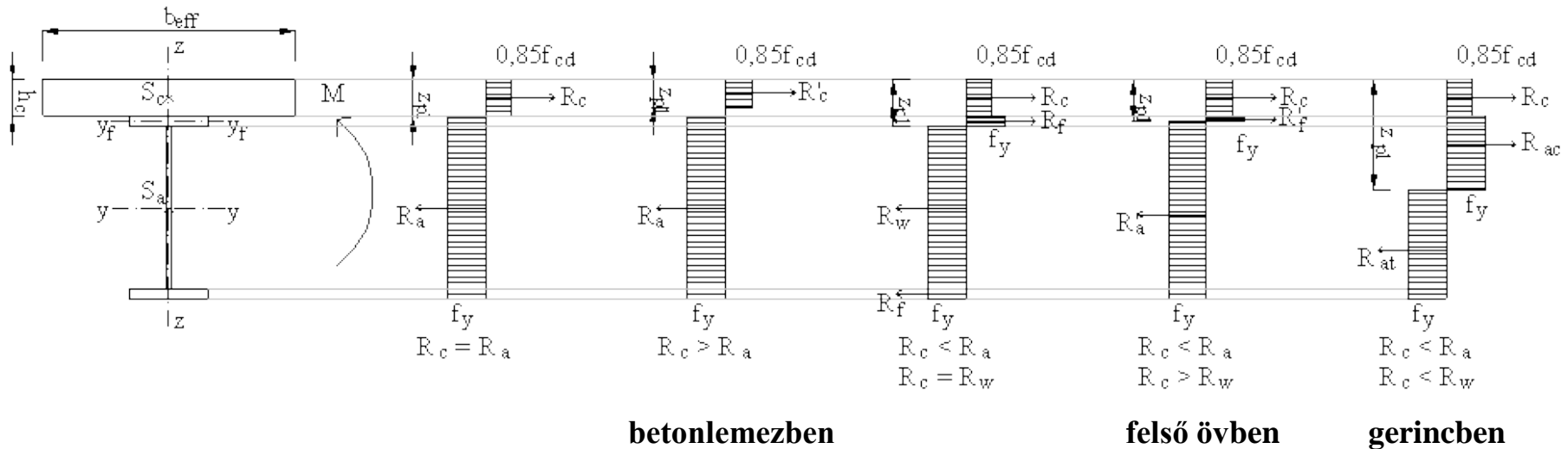
ellenőrzés:

$$\sigma_a < \frac{f_{yd}}{\gamma_{M0}} \quad \sigma_c < \frac{f_{cd}}{\gamma_{M0}}$$



# Képlékeny semleges tengely helyzete

## Mezőben:



$$R_c = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot h_c \cdot b_{eff}$$

$b_{eff}$  effektív szélességű,  $h_c$  vastagságú betonlemez nyomási ellenállása,

$$R_a = A_a \cdot f_y$$

$A_a$  keresztmetszetű acél szelvény húzási/nyomási ellenállása,

$$R_w = A_w \cdot f_y$$

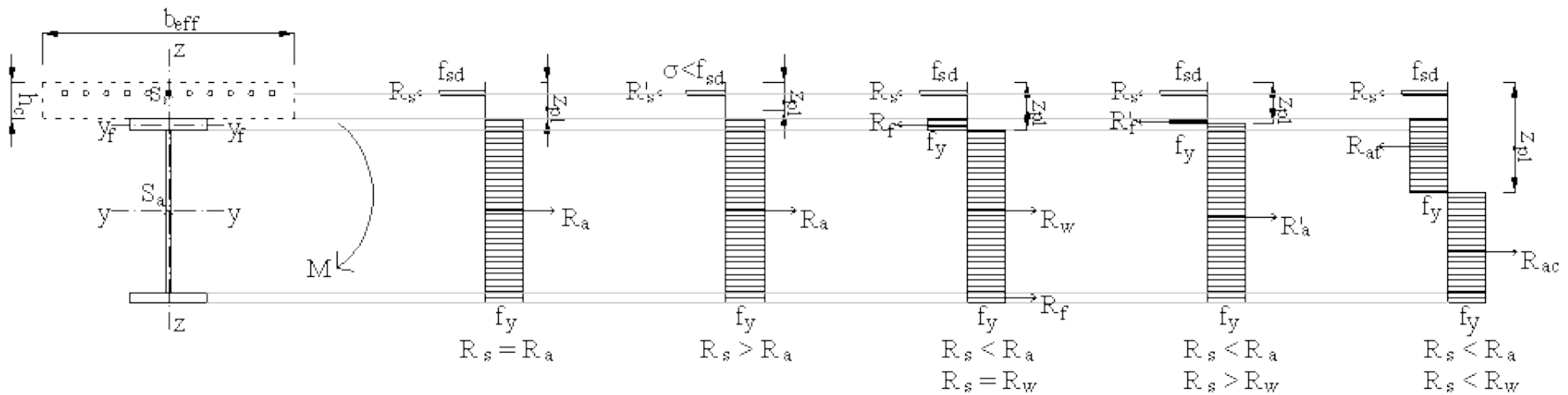
az acél szelvény  $A_w$  gerincének húzási/nyomási ellenállása.

$$R_s = A_s \cdot f_{sd}$$

$b_{eff}$  effektív szélességű betonlemezben elhelyezett  $A_s$  keresztmetszeti területű vasalás húzási ellenállása,

# Képlékeny semleges tengely helyzete

## Közbenső támasznál:



**vasalás nem folyik meg**

**felső övben**

**gerincben**

$$R_s = A_s \cdot f_{sd}$$

$$R_a = A_a \cdot f_y$$

$$R_w = A_w \cdot f_y$$

$b_{eff}$  effektív szélességű betonlemezben elhelyezett  $A_s$  keresztmetszeti területű vasalás húzási ellenállása,

$A_a$  keresztmetszetű acél szelvény húzási/nyomási ellenállása,

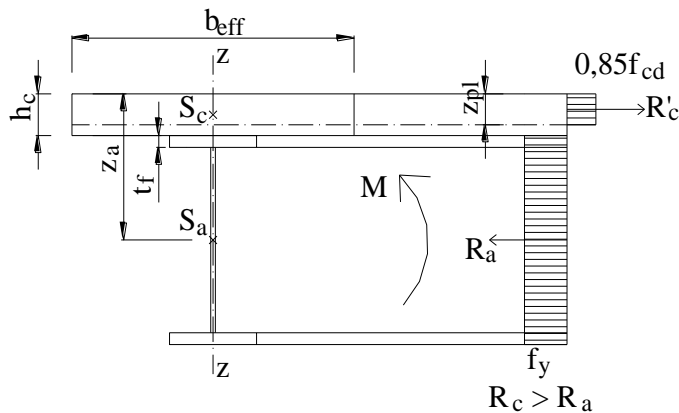
az acél szelvény  $A_w$  gerincének húzási/nyomási ellenállása.

# Képlékeny nyomatéki ellenállás

## Mezőben és támasznál:

Vetületi egyenlet  $\longrightarrow z_{pl}$  képlékeny semleges tengely helye

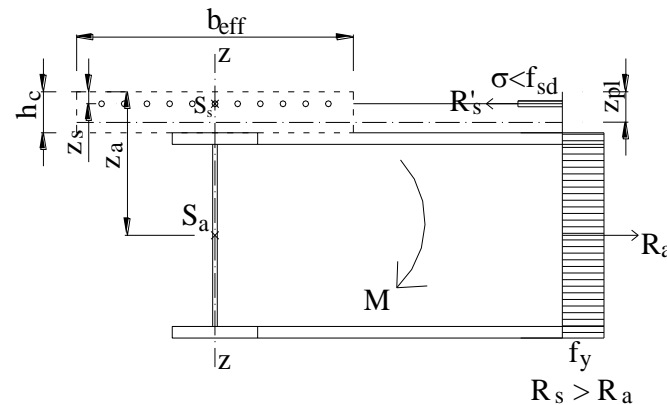
Nyomatéki egyenlet  $\longrightarrow M_{pl,Rd}$  képlékeny nyomatéki ellenállás



mezőben

Vetületi egyenlet:  $R'_c - R_a = 0$

Nyomatéki egyenlet  $M_{pl,Rd} = R_a \left( z_a - \frac{z_{pl}}{2} \right)$



támasznál

$R_a - R'_s = 0$

$M_{pl,Rd} = R_a (z_a - z_s)$



# Képlékeny nyomatéki ellenállás

## Részleges nyírt kapcsolat:

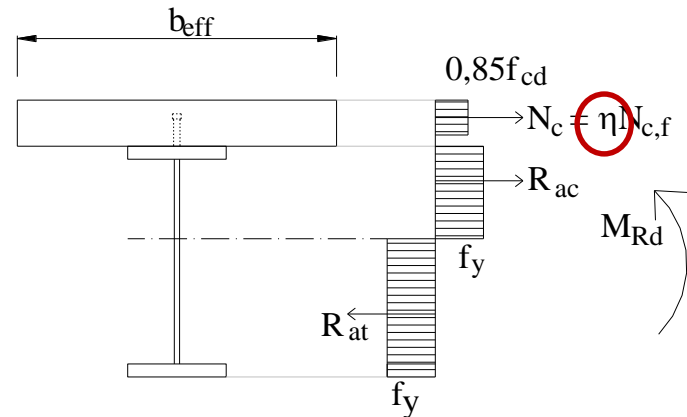
- merev képlékeny anyagmodell,
- **részleges együttműködés**: beton, acél, betonacél között,
- beton redukált normálerő:  $N_c$

$N_{c,f} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot h_c$  teljes nyírt kapcsolat esetén

$\eta = N_c / N_{c,f}$  kapcsolat fokszáma



képlékeny semleges tengely helyzete



# Képlékeny nyomatéki ellenállás

## Részleges nyírt kapcsolat:

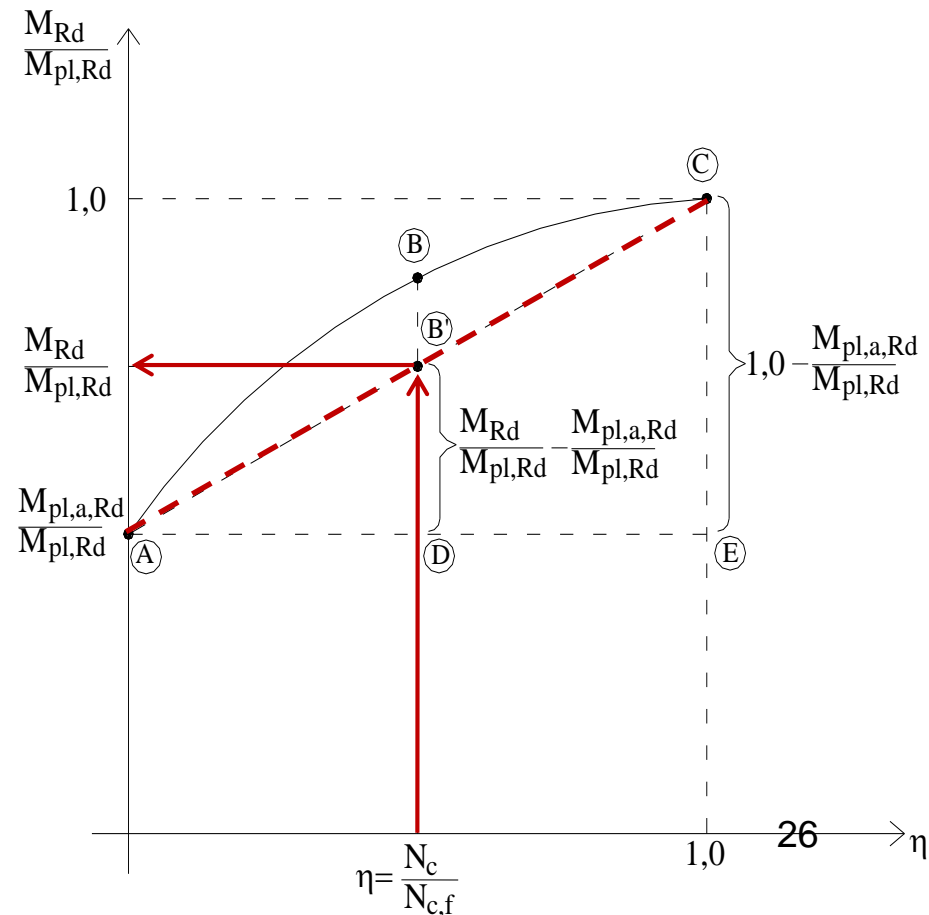
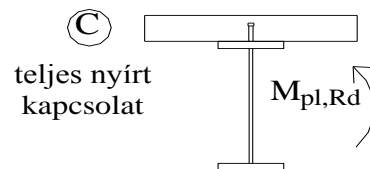
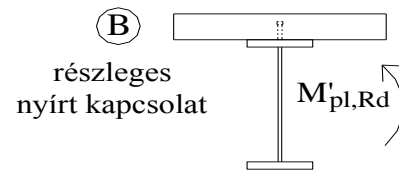
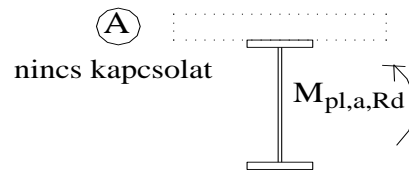
-  $\eta$  fokszámú, részleges nyírt kapcsolattal rendelkező öszvér gerenda képlékeny nyomatéki ellenállása:

$$M_{Rd} = M_{pl,a,Rd} + (M_{pl,Rd} - M_{pl,a,Rd}) \cdot \underbrace{N_c / N_{c,f}}_{\text{kapcs. fokszáma}}$$

acél szelvény  
képl. nyom. ell.

teljes nyírt kapcs.  
öszvér szelvény  
képl. nyom. ell.

kapcs. fokszáma



# Nyírási ellenállás

## Képlékeny:

- öszvér km. képlékeny nyírási ellenállása  $V_{pl,Rd}$   
vasbeton lemez hozzájárulása elhanyagolható

$$V_{pl,Rd} = \min \left( \begin{array}{l} V_{pl,a,Rd} \\ V_{b,Rd} \end{array} \right) \begin{array}{l} \text{acél km. képlékeny nyírási ellenállása} \\ \text{acél km. nyírási horpadási ellenállása} \end{array}$$

## Rugalmas:

$$\tau_a < \frac{f_{yd}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

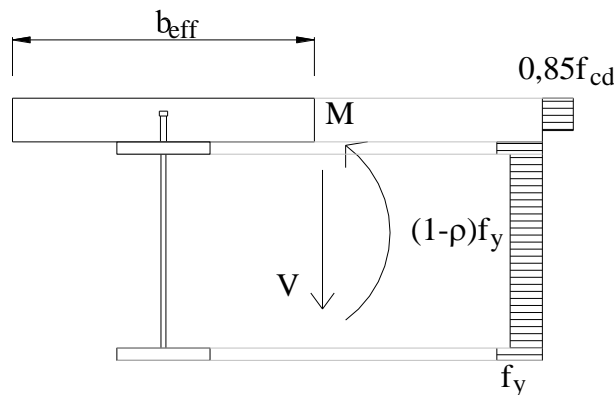
$$\tau_a = \frac{V_{Ed} \cdot S_{i0}}{I_i \cdot t_w} \text{ nyírófeszültség az ideális km.-ben}$$

# Hajlítás és nyírás kölcsönhatása

## Képlékeny:

- ha  $V_{Ed} \geq 0,5 \cdot V_{Rd}$  interakciót figyelembe kell venni az  $M_{pl,Rd}$  nyomatéki ellenállás számításánál,
- nyírt területen egy  $(1-\rho) \cdot f_y$  csökkentett folyáshatárral kell számítani a nyomatéki ellenállást

$$\rho = \left( \frac{2 \cdot V_{Ed}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2$$

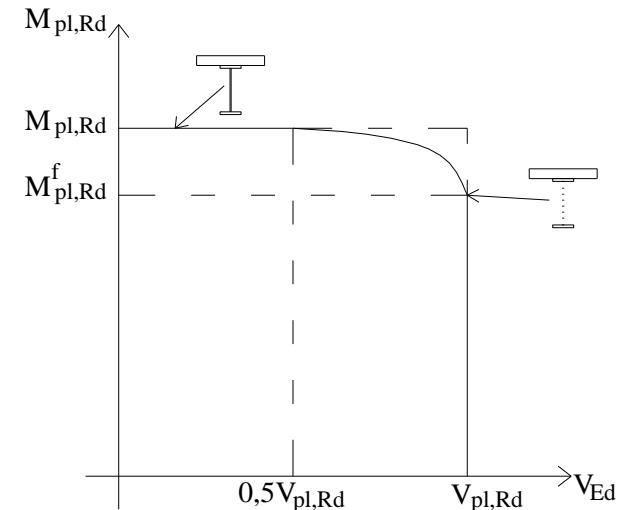


## Rugalmas:

- ellenőrzés feszültség alapon

$$\sqrt{\left( \frac{\sigma'_a}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 + 3 \cdot \left( \frac{\tau'_a}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2} \leq 1,0$$

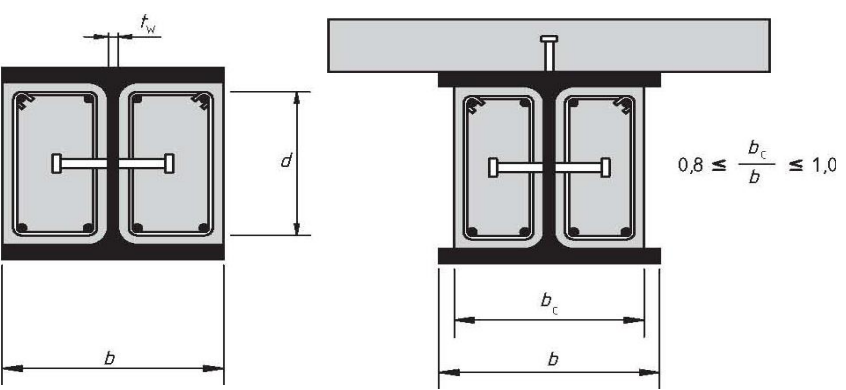
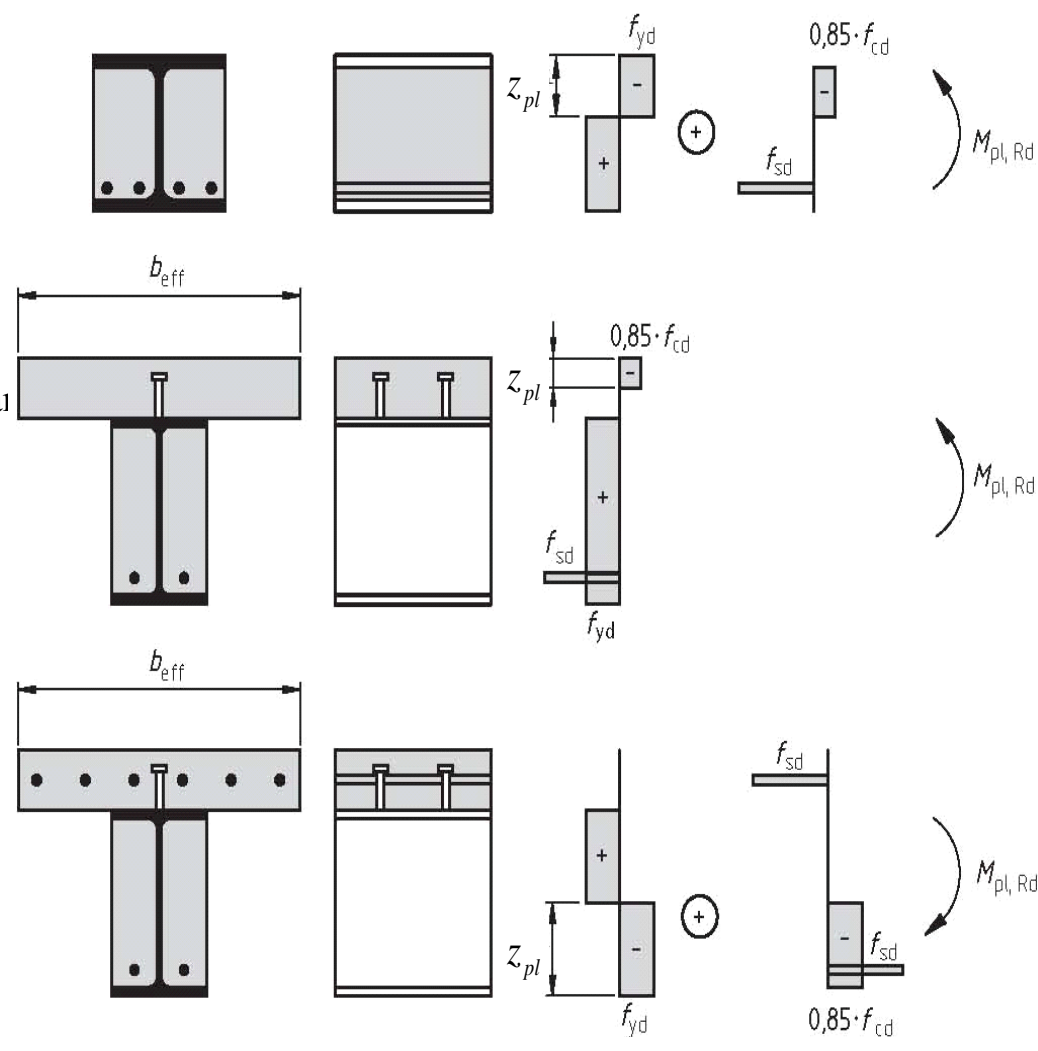
$$\sigma'_a = \frac{M_{Ed}^+}{I_{i0}} \cdot z_i \quad \tau'_a = \frac{V_{Ed} \cdot S_a^f}{I_{i0} \cdot t_w}$$



# Körbebetonozott gerendák ellenállása

## Képlékeny hajlítási ellenállás:

- 1. és 2. km. osztály.
- $d/t_w > 124 \cdot \varepsilon$  (különben rugalmas számítás)
- kibetonozás is részt vesz a teherviselésben,
- teljes nyírt kapcsolat,
- nyomott vasalás elhanyagolható a kibetonozásban!

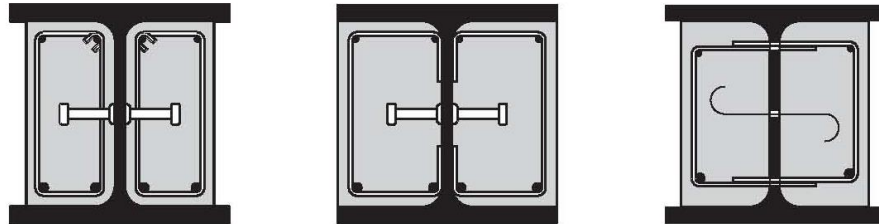


# Körbebetonozott gerendák ellenállása

## Képlékeny nyírási ellenállás:

- kibetonozás nyírási ellenállása figyelembe vehető, ha mértezett kengyelezés és nyírt kapcsolat van,
- számítható csak az acélszelvény ellenállásából,

$$V_{pl,Rd} = \min \begin{pmatrix} V_{pl,a,Rd} \\ V_{b,Rd} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{acél km. képlékeny nyírási ellenállása} \\ \text{acél km. nyírási horpadási ellenállása} \end{matrix}$$



## Hajlítás és nyírás interakció:

- ha  $V_{a,Ed} \geq 0,5 \cdot V_{a,Rd}$  (acél szelvényre) az interakciót figyelembe kell venni az  $M_{pl,Rd}$  nyomatéki ellenállásnál,
- számítás mint körbebetonozás nélküli szelvényeknél.

$$(1-\rho) \cdot f_y \quad \rho = \left( \frac{2 \cdot V_{a,Ed}}{V_{pl,a,Rd}} - 1 \right)^2$$

# 1. mintapélda

## Gerenda méretezése teherbírási határállapotban

# 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 óravázlat [www.hsz.bme.hu](http://www.hsz.bme.hu)