

Belső és szabad peremű elemek

Osztályozás

Az EC3 négy keresztmetszeti osztályt definiál [EC3: 5.3.2.(1)]. Egy adott keresztmetszet osztálya lemezelemeinek karcsúságától (melyet a szélesség–vastagsággal adunk meg) és a nyomófeszültségek eloszlásától (egyenletes vagy lineárisan változó) függ. Az osztályokat a hajlítónyomatékkal szembeni viselkedés követelményei alapján adjuk meg.

- Az **1. osztályba** azok a keresztmetszetek tartoznak, melyekben a képlékeny vizsgálat által megkívánt elfordulási képességű képlékeny csuklók kialakulhatnak.
- A **2. osztályba** azok a keresztmetszetek tartoznak, amelyekben ugyan a képlékeny nyomatéki ellenállás ki tud alakulni, de az elfordulási képességük korlátozott, következésképpen nem alkalmazhatók olyan szerkezetekben, amelyeket képlékeny vizsgálat alapján tervezünk.
- A **3. osztályba** azok a keresztmetszetek tartoznak, amelyekben a nyomott szélső szálban számított feszültség elérheti a folyási szilárdságot, de a horpadás megakadályozza a képlékeny nyomatéki teherbírás kifejlődését.
- A **4. osztályba** azok a keresztmetszetek tartoznak, amelyekben a lemezhorpadás korlátozza a nyomatéki ellenállást (vagy normálerővel terhelt rudak esetén a nyomási ellenállást). Ekkor a horpadás hatását közvetlenül kell figyelembe venni.

Keresztmetszetek osztályozása a nyomatéki teherbírás és az elfordulási képesség alapján

A viselkedés modellje	Nyomatéki ellenállás	Elfordulási képesség	Osztály
<p>Nyomaték</p> <p>M_{pl}</p> <p>Horpadás</p> <p>ϕ</p>	<p>A teljes keresztmetszet képlékeny nyomatéka</p> <p>f_y</p>	<p>Elegendő</p> <p>$\frac{M}{M_{pl}}$</p> <p>1</p> <p>ϕ_{rot}</p> <p>ϕ_{pl}</p> <p>ϕ</p> <p>ϕ_{pl}</p>	1
<p>Nyomaték</p> <p>M_{pl}</p> <p>Horpadás</p> <p>ϕ</p>	<p>A teljes keresztmetszet képlékeny nyomatéka</p> <p>f_y</p>	<p>Korlátozott</p> <p>$\frac{M}{M_{pl}}$</p> <p>1</p> <p>ϕ</p> <p>ϕ_{pl}</p>	2
<p>Nyomaték</p> <p>M_{pl}</p> <p>M_{el}</p> <p>Horpadás</p> <p>ϕ</p>	<p>A teljes keresztmetszet rugalmas nyomatéka</p> <p>f_y</p>	<p>Nincs</p> <p>$\frac{M}{M_{pl}}$</p> <p>1</p> <p>ϕ</p> <p>ϕ_{pl}</p>	3
<p>Nyomaték</p> <p>M_{pl}</p> <p>M_{el}</p> <p>Horpadás</p> <p>ϕ</p>	<p>A hatékony keresztmetszet képlékeny nyomatéka</p> <p>f_y</p>	<p>Nincs</p> <p>$\frac{M}{M_{pl}}$</p> <p>1</p> <p>ϕ</p> <p>ϕ_{pl}</p>	4

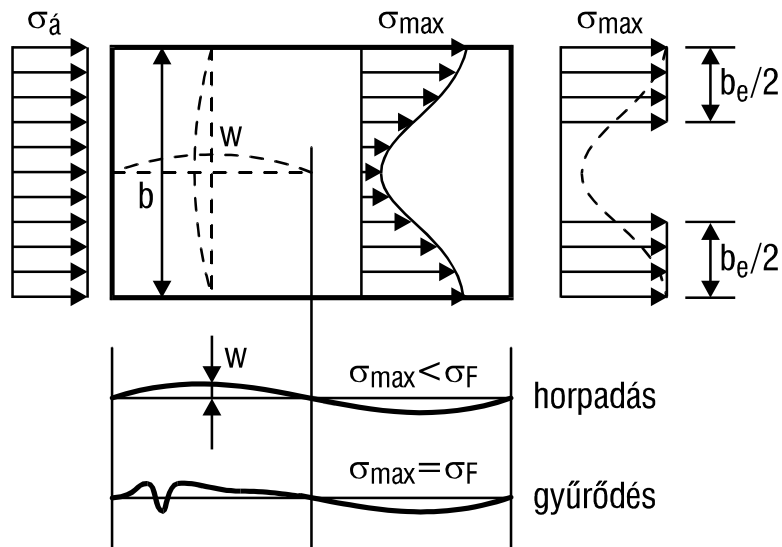
M_{el} a keresztmetszet rugalmas nyomatéki ellenállása

M_{pl} a keresztmetszet képlékeny nyomatéki ellenállása

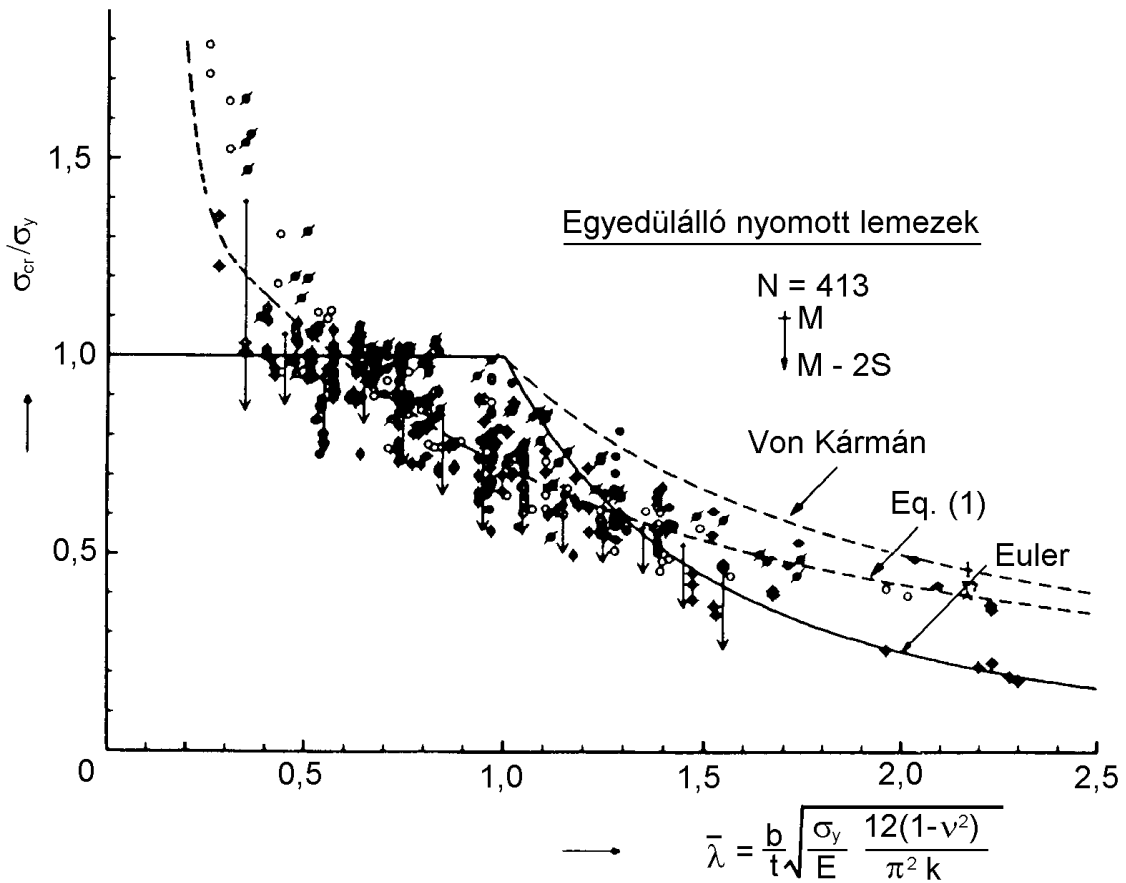
M a terhelő nyomaték

ϕ a szelvény elfordulása (görbülete)

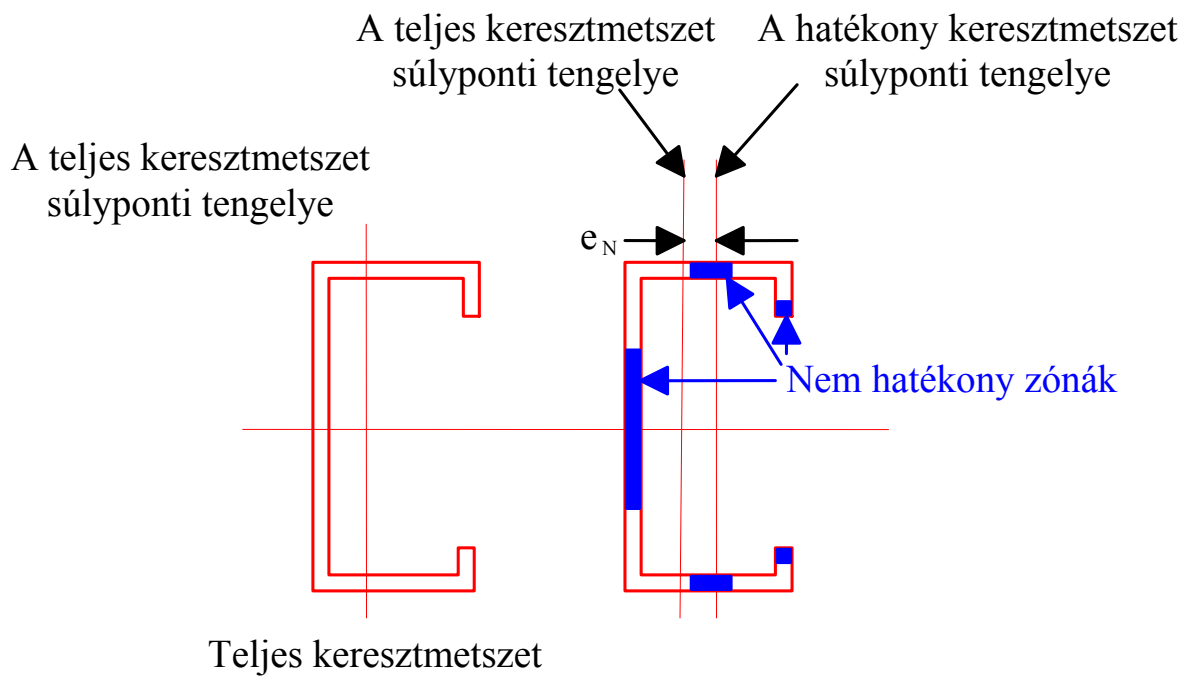
ϕ_{pl} az az elfordulás (görbület), amely a képlékeny feszültségeloszlás kialakulásához szükséges



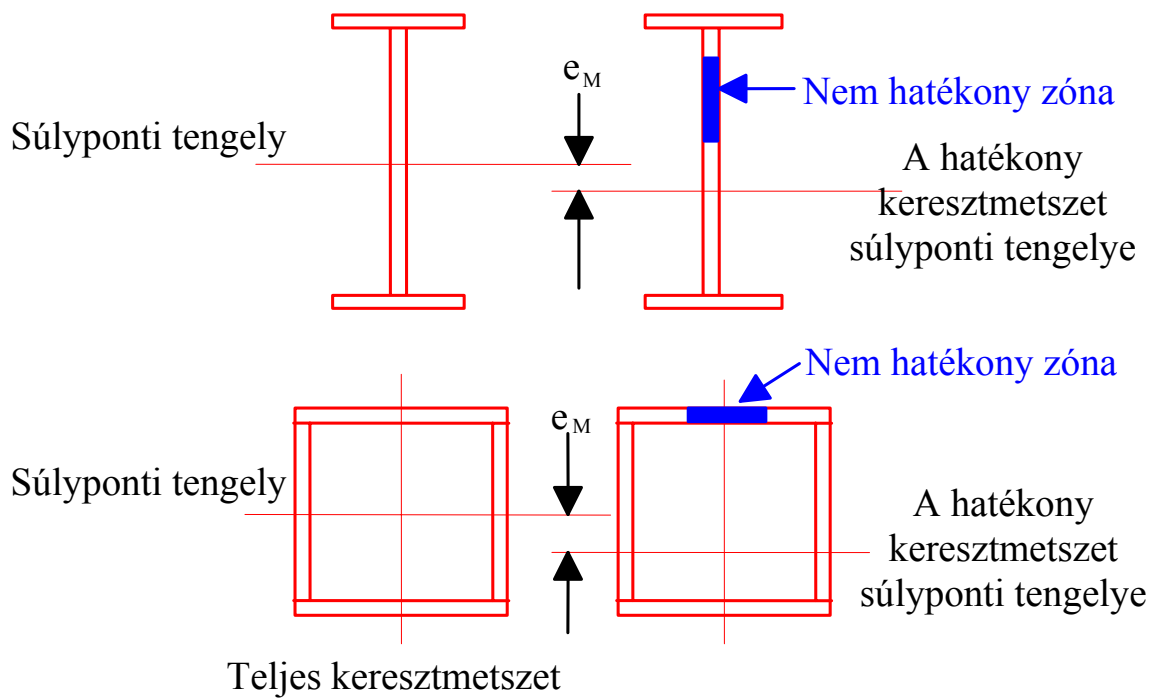
Hatékony (dolgozó) szélesség



$$\sigma_{cr} = \frac{k_{\sigma} \pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2$$



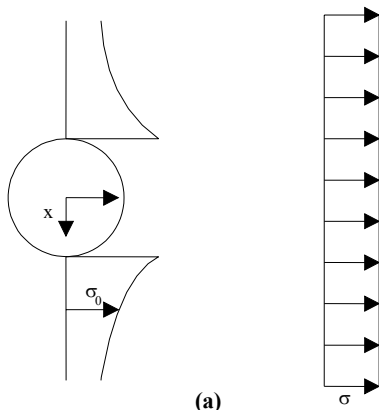
(a) 4. osztályú keresztmetszetek - normálerő



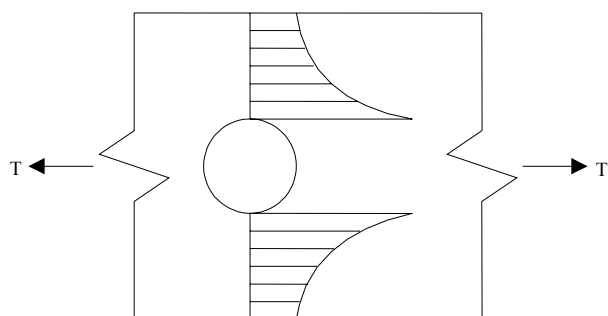
(b) 4. osztályú keresztmetszetek - hajlítónyomaték

Hatékony keresztmetszetek 4. osztályú nyomott és hajlított szelvényekre

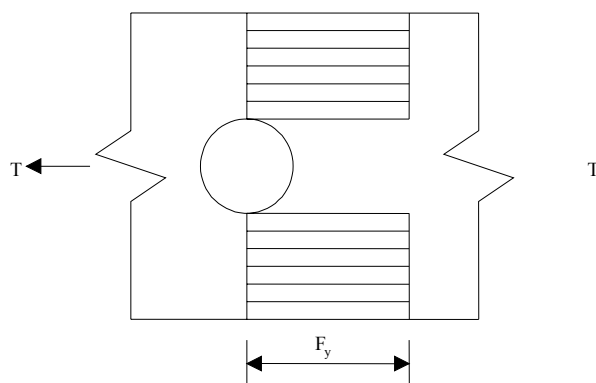
Húzott elemek



(a)



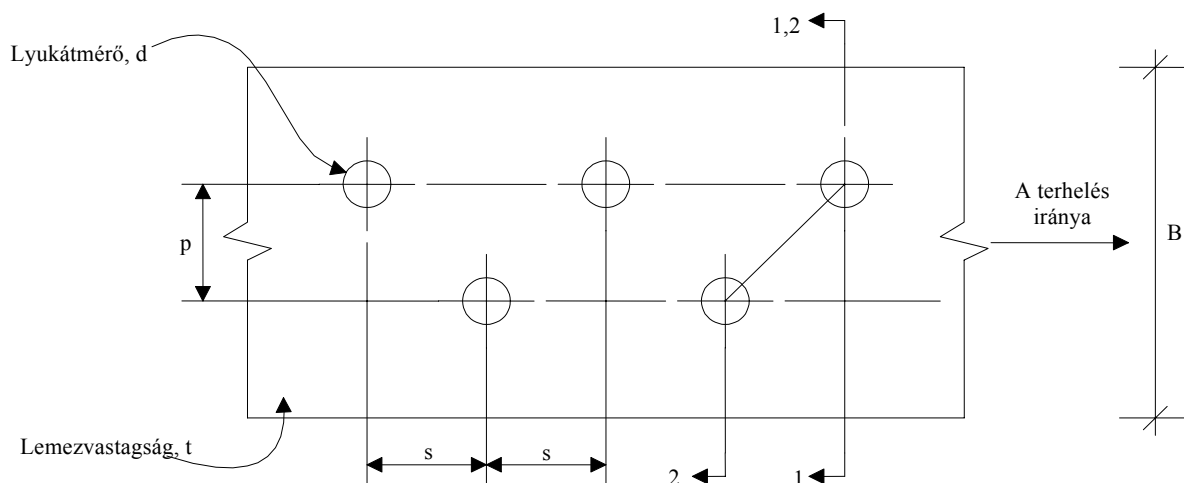
(b) Rugalmas elven számolt feszültségek



(c) Feszültségek teherbírési határállapotban

$$N_{pl.Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u.Rd} = 0,9 \frac{A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$$



Oldalirányban megtámasztott gerendák

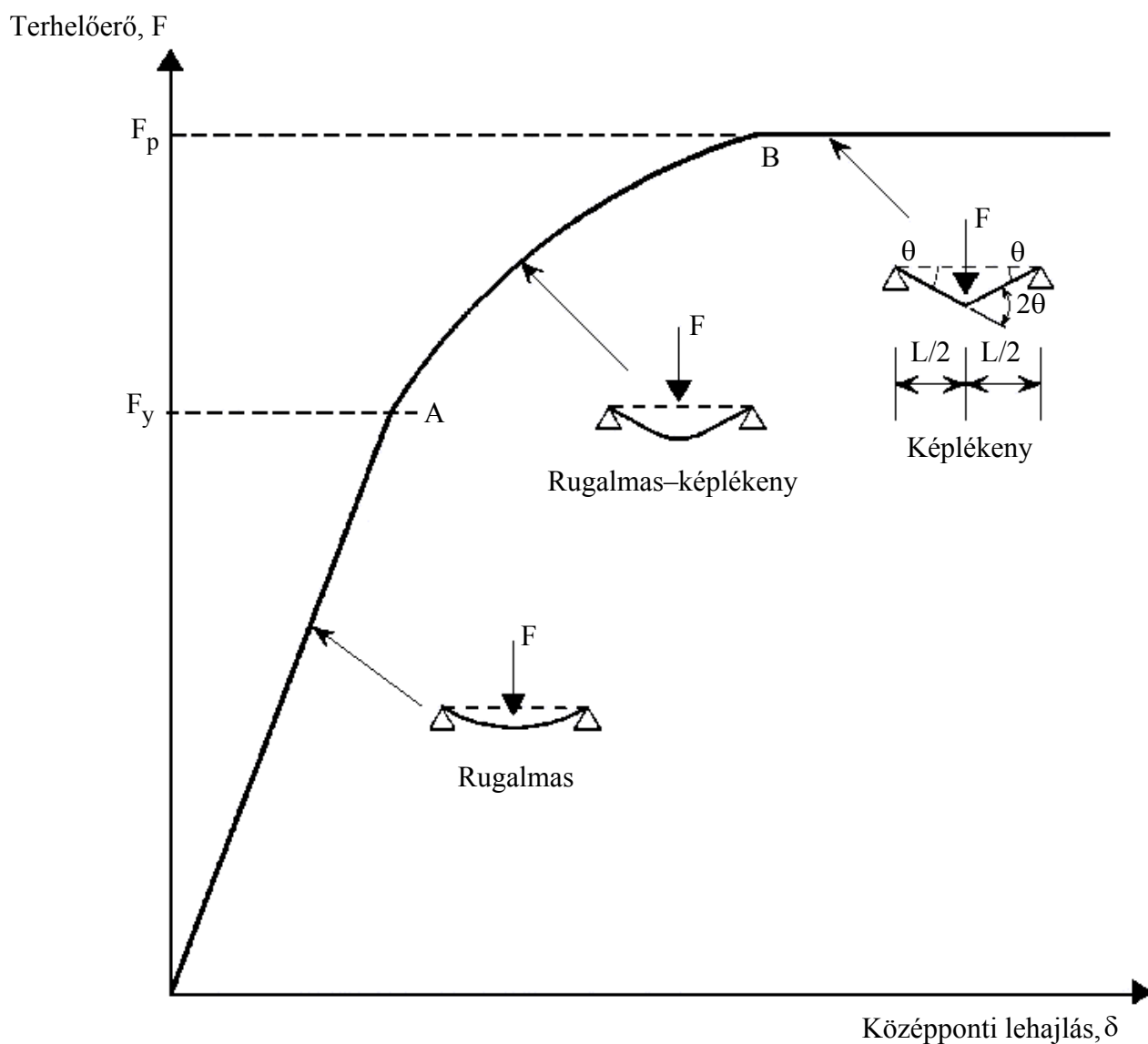
Különböző célokra alkalmazott jellemző gerendatípusok

sz.	A gerenda típusa	A támaszköz tartománya (m)	Megjegyzések
0.	Szögacélok	3–6	tetőszelemenként, falvázgerendaként stb. alkalmazzák, kisebb terhek esetén
1.	Hidegen alakított szelvények	4–8	tetőszelemenként, falvázgerendaként stb. alkalmazzák, kisebb terhek esetén
2.	Melegen hengerelt szelvények (UB,IPE,UPN,HE)	1–30	a leggyakrabban alkalmazott szelvénytípus, melynek arányait úgy választották meg, hogy számos tönkremeneteli mód ne jöhessen létre
3.	Könnyű rácsos tartók	4–40	előregyártással készül, szögacélok vagy csövek alkotják az öveket, köracélok a húzott rácsrudakat; melegen hengerelt szelvények helyettesítésére szolgálnak
4.	Sejttartók	6–60	nagy támaszközök és/vagy kis terhek esetén alkalmazzák, a szelvény magassága az alapszelvényhez képest 50%-kal nő, a nyílások gépészeti célokra használhatók
5.	Összetett szelvények (pl. IPE+UPN)	5–15	akkor alkalmazzák, ha egyetlen önálló melegen hengerelt szelvény nem elegendő teherbírású; gyakran használják a vízszintes hajlítással szembeni erősítésre is
6.	Hegesztett, nyitott keresztmetszetű gerendák	10–100	3 lemez összehegesztésével készül, 3–4 m-es gerincmagasságig, esetenként merevítések szükségesek
7.	Szekrénytartók	15–200	lemezekből gyártják, általában merevített, jelentős csavarási és keresztirányú merevségi jellemzőik miatt darupályatartókban és hidakban alkalmazzák

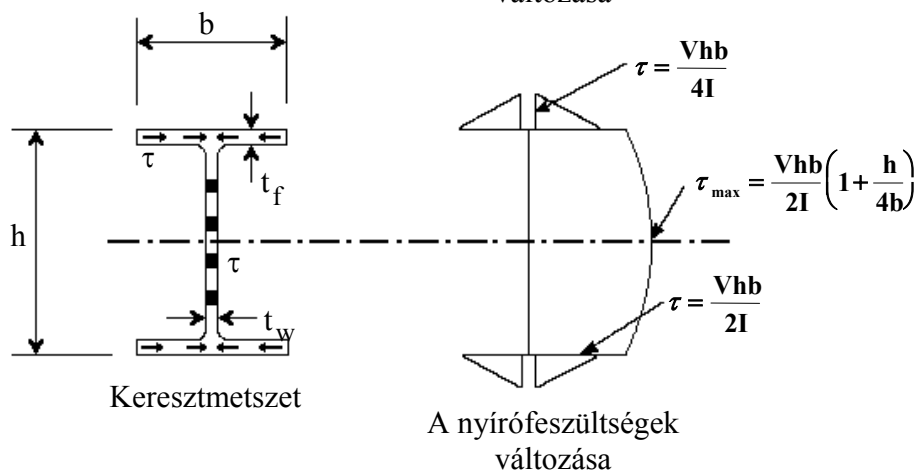
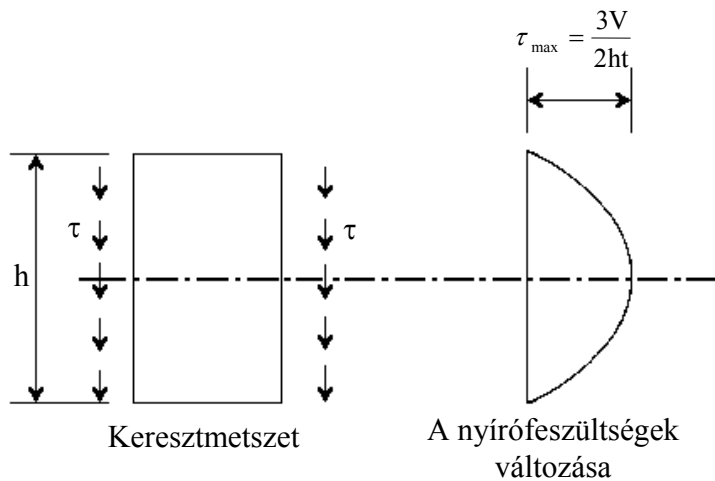
$$M_{c.Rd} = M_{pl.Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c.Rd} = M_{el.Rd} = \frac{W_{el} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c.Rd} = M_{eff,Rd} = \frac{W_{eff} f_y}{\gamma_{M1}}$$



A kéttámaszú gerenda viselkedése

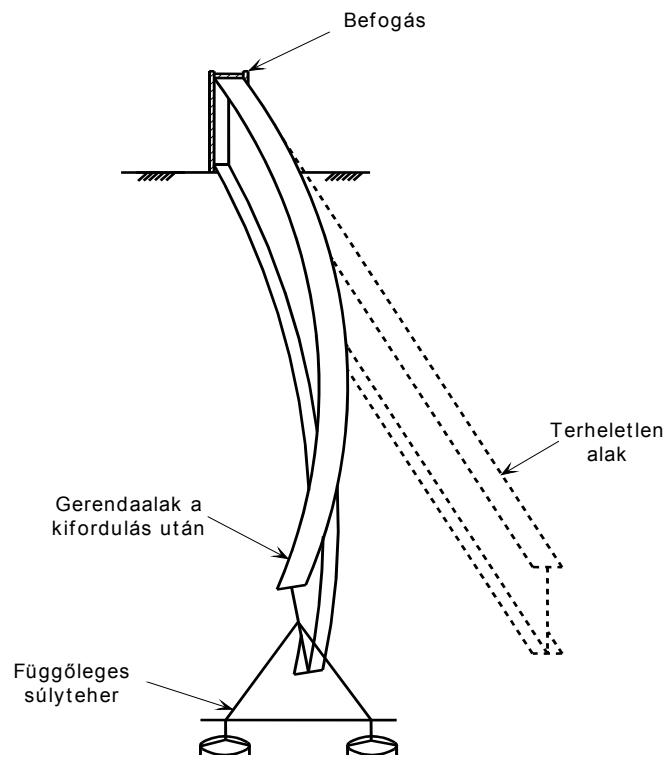


$$V_{pl.Rd} = A_v \frac{f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$$

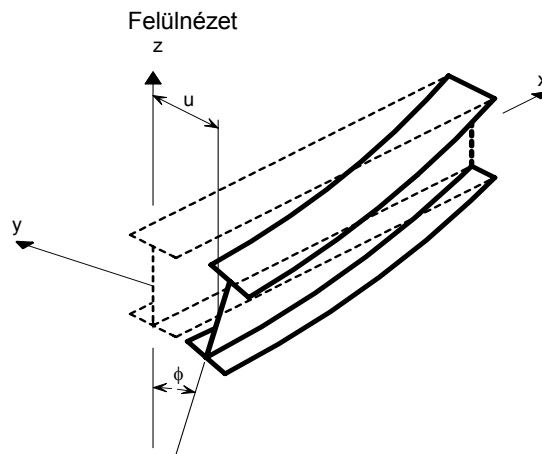
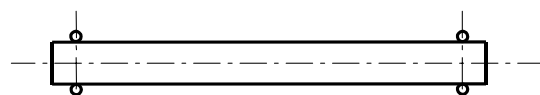
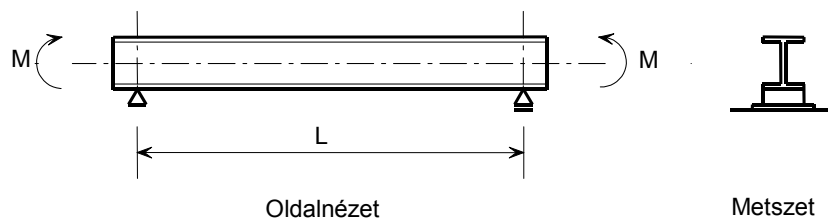
Ajánlott lehajlási határértékek

Feltételek	Határértékek	
	δ_{\max}	δ_2
Tetők általában	L/200	L/250
Gyakran, nem csak fenntartás céljából járt tetők	L/250	L/300
Födémek általában	L/250	L/300
Födémek és tetők, amelyek vakolatot vagy más rideg burkolatot vagy merev válaszfalakat hordoznak	L/250	L/350
Oszlopokat megtámasztó födémek (amennyiben a lehajlások hatását a teherbírasi határállapotban végzett globális vizsgálatban nem vettük figyelembe)	L/400	L/500
Ha δ_{\max} rontja az épület esztétikai megjelenését	L/250	–

Oldalirányban nem megtámasztott gerendák



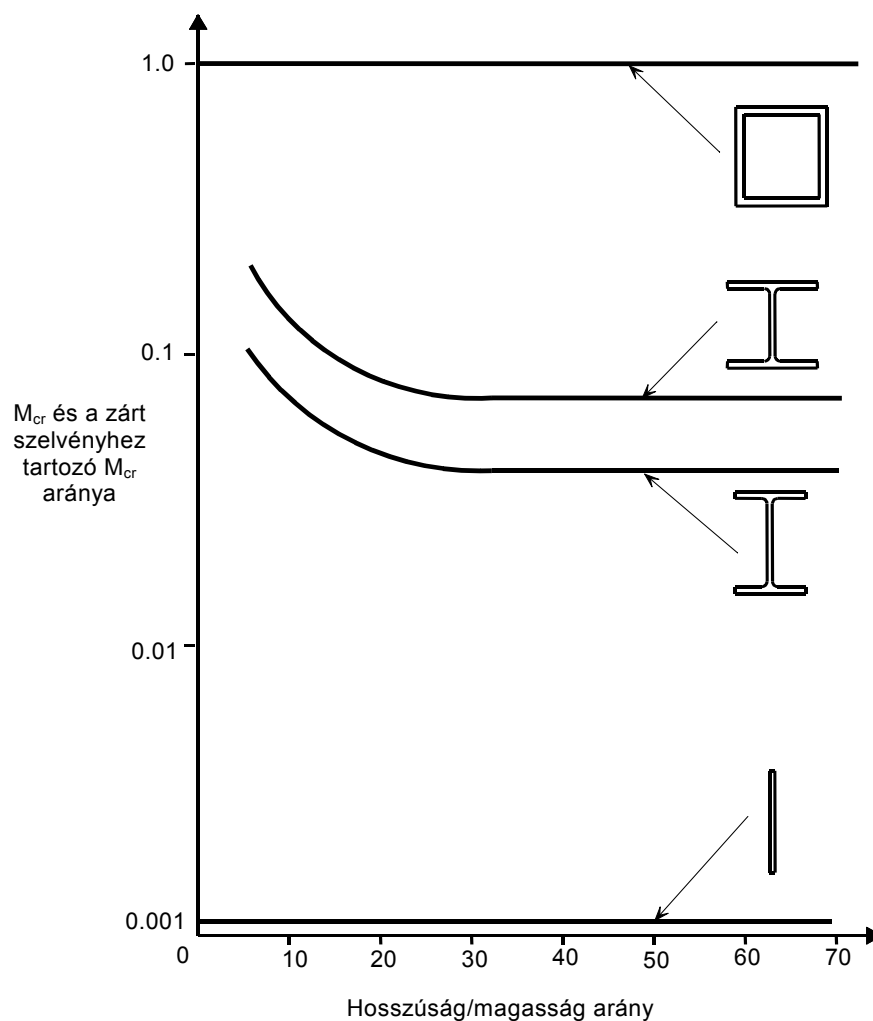
Karcsú konzoltartó kifordulása



Állandó nyomatékkal terhelt, kéttámaszú, I szelvényű gerenda kifordulása

$$M_{cr} = \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} \left[\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} \right]^{0,5}$$

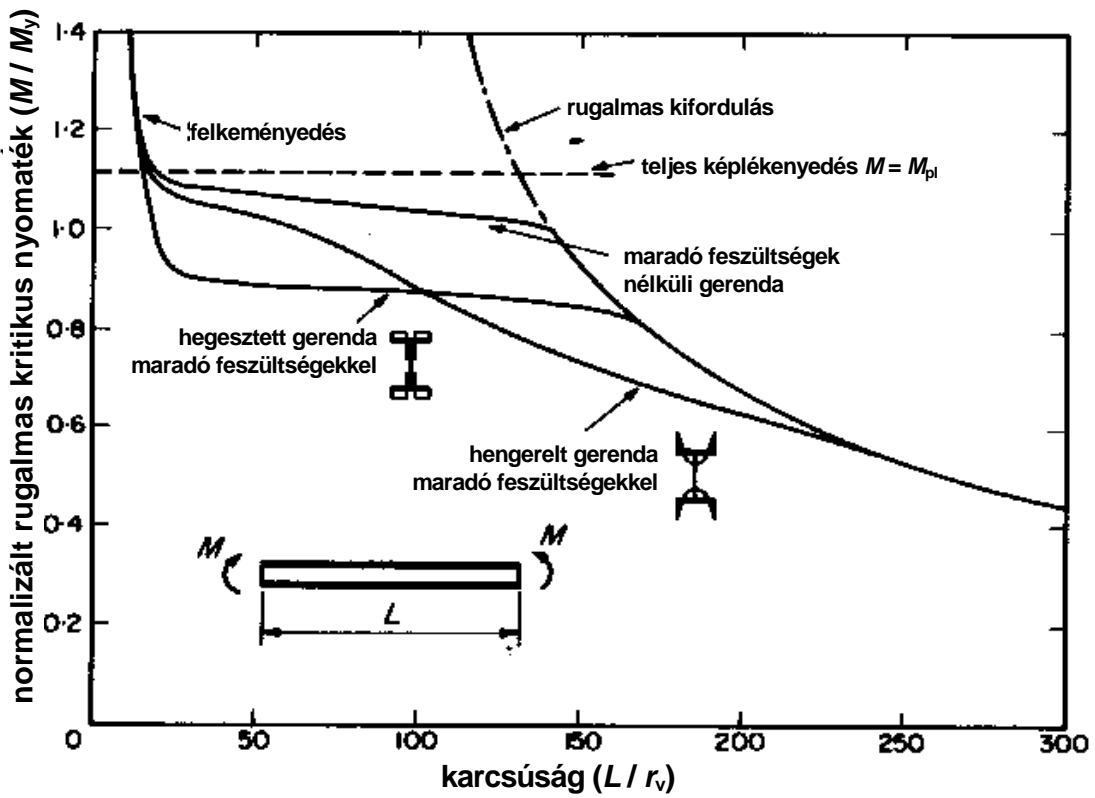
- I_t a csavarási tehetetlenségi nyomaték,
- I_w a torzulási modulus,
- I_z a gyenge tengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomaték,
- L a gerenda megtámasztások közötti hossza.



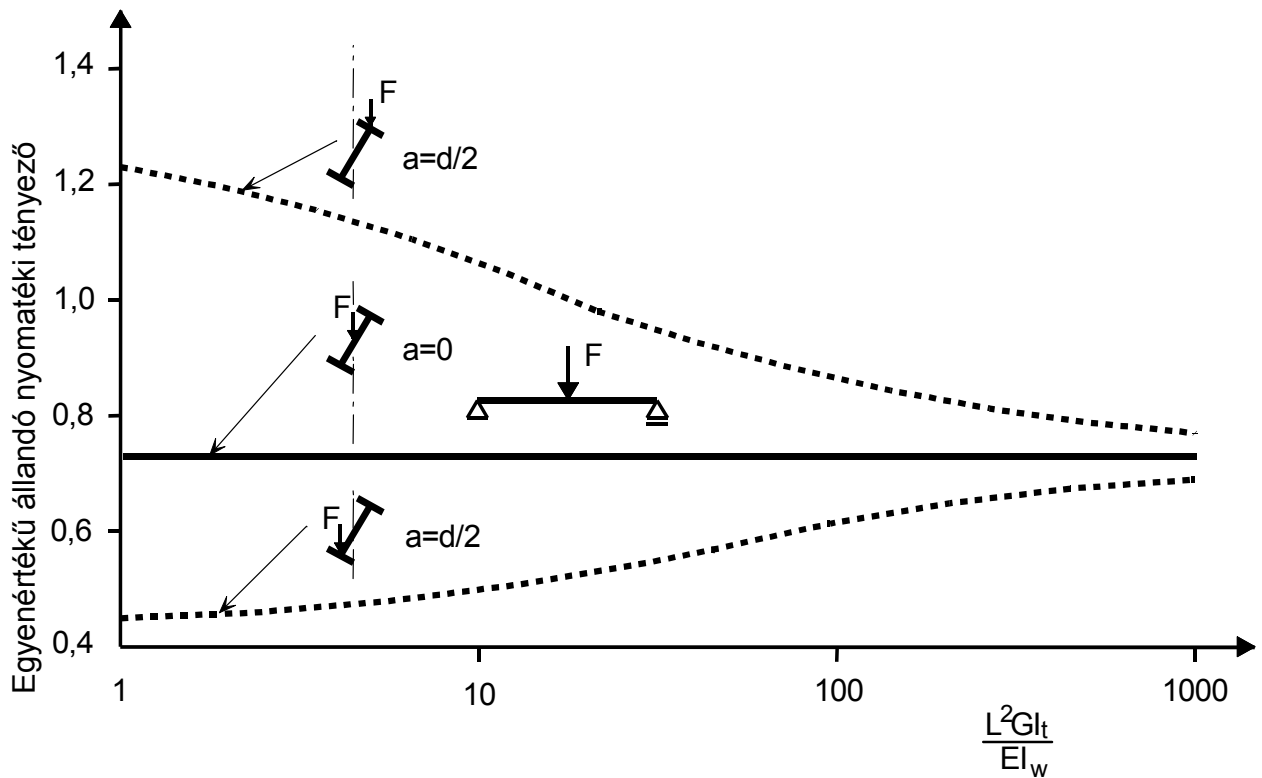
A keresztmetszet alakjának hatása az elméleti rugalmas kritikus nyomatékra

Az oldalirányban nem megtámasztott gerendák kifordulási nyomatéki tervezési ellenállása ($M_{b,Rd}$) a következő összefüggéssel adható meg [EC3: 5.5.2.(1)]:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \beta_w \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1},$$



Kéttámaszú I gerendák kifordulási szilárdsága



A teher támadáspontja helyzetének hatása a gerenda stabilitására