



7. ELŐADÁS

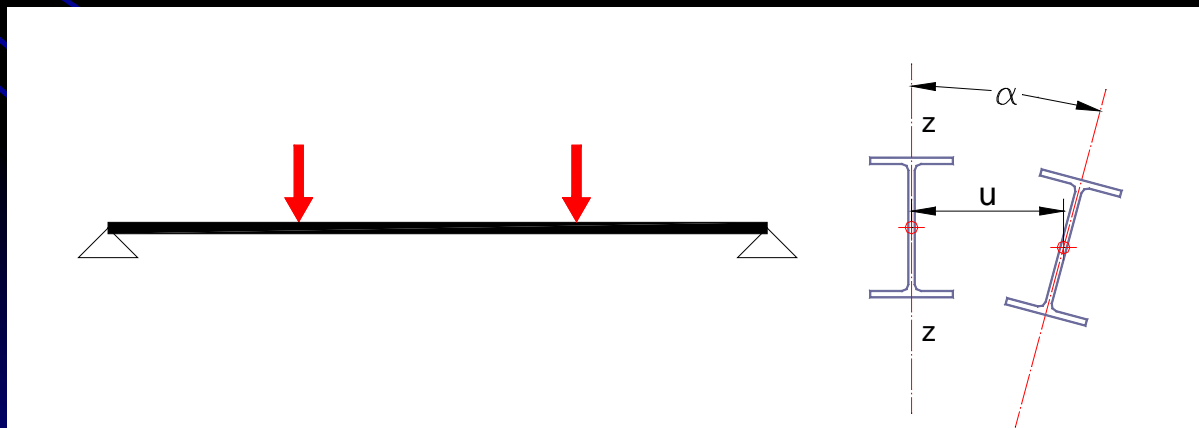
Az ábrák forrása:

- [1] Dr. Németh György: Tartószerkezetek III., Acélszerkezetek méretezésének alapjai
- [2] Halász Ottó – Platthy Pál: Acélszerkezetek
- [3] Ádány Sándor - Dulácska Endre – Dunai László – Fernezelyi Sándor – Horváth László: Acélszerkezetek, 1. Általános eljárások, Tervezés az Eurocode alapján
- [4] Molnár István - Szűcs Sándor - Dr. Szabó Lászlóné: Tartószerkezetek II.

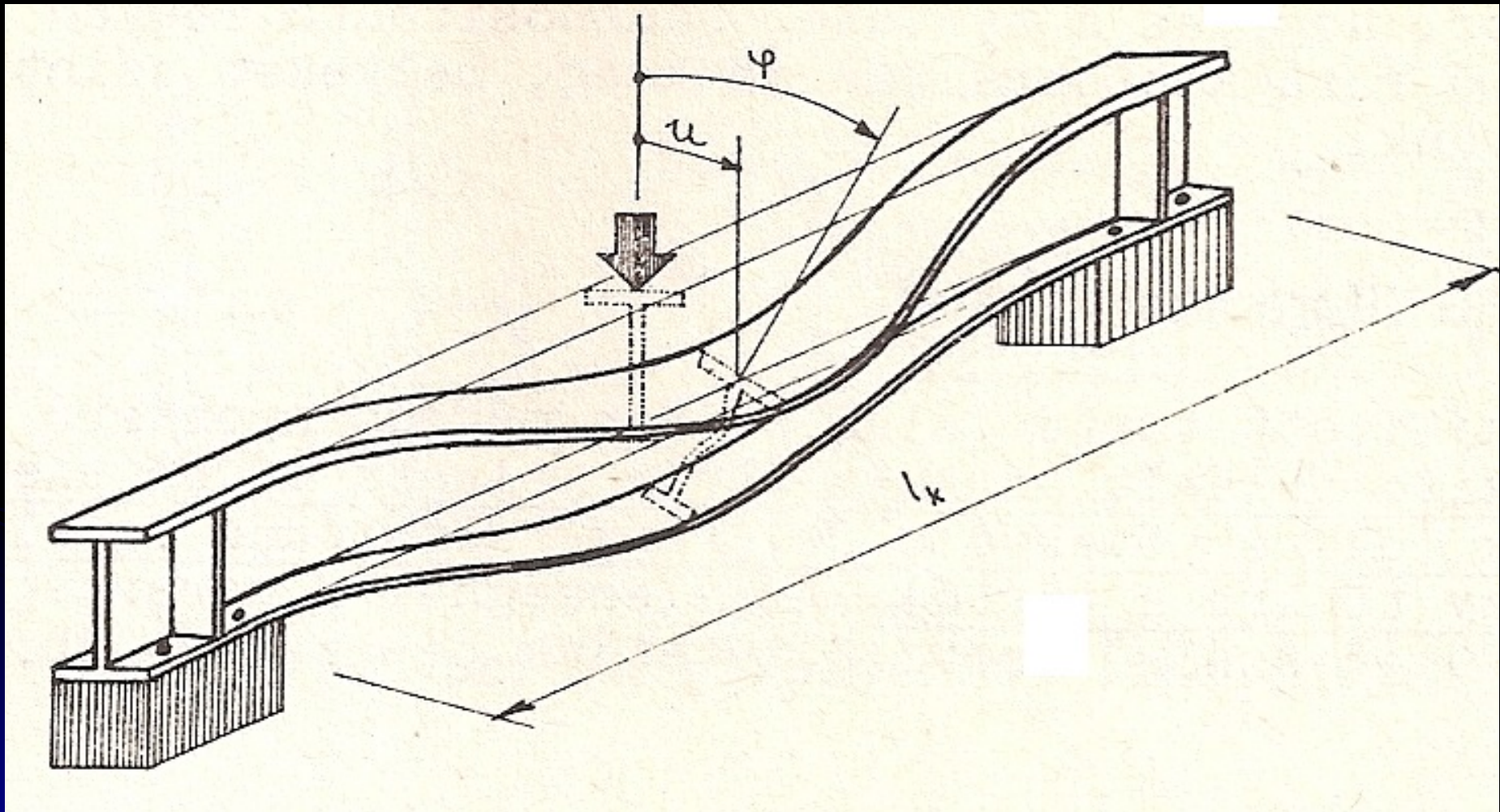
Hajlított gerendák kifordulási ellenállása

- egyenes tengelyű, erős tengely körül hajlított gerendák
- a tartó alakváltozása:
 - a terhelés síkjában történő meggörbülés (lehajlás)
 - oldalirányú elmozdulás (u)
 - a km. hossz tengely körüli elfordulása (ϕ)

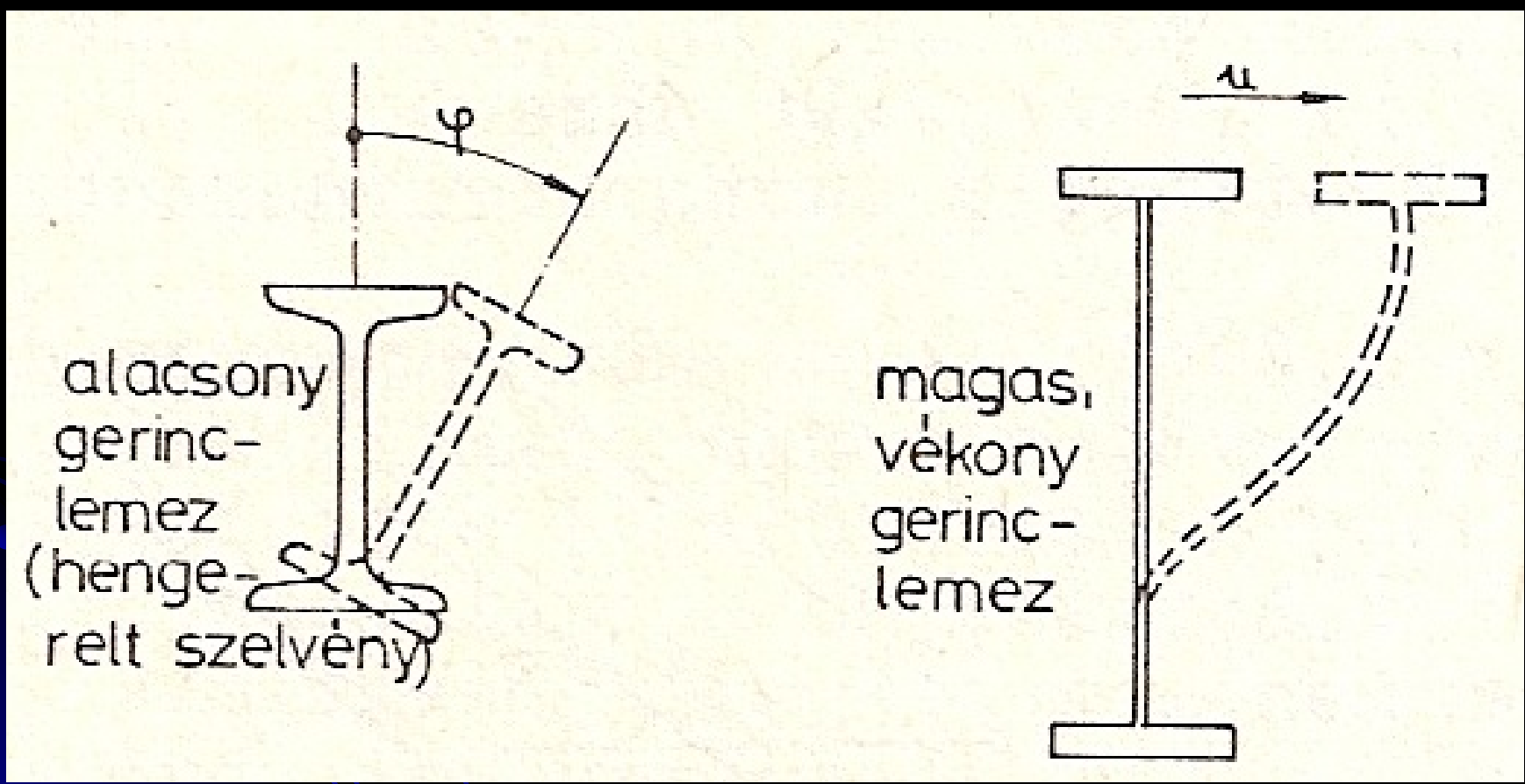
$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$



KIFORDULÁS



Kéttámaszú tartó kifordulása [4]



A kifordulás szélső esetei [4]

A kifordulási ellenállás számításának lehetőségei:

- **EC3-on alapuló általános módszer**
(formailag hasonló a központosan nyomott rudak kihajlásvizsgálatához)
- **EC3-on alapuló egyszerűsített módszer**
(övmerevségvizsgálat)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

Általános módszer

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

(W_y számítási módja km.-i osztálytól függ)

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}}$$

de

$$\chi_{LT} \leq 1$$

$$\Phi_{LT} = \frac{1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2}{2}$$

(segédmennyiség)

Kifordulási görbe	a	b	c	d
Alakhiba tényező α_{LT}	0,21	0,34	0,49	0,76

α_{LT} alakhiba tényezők a különböző kifordulási görbékre

Keresztmetszet típusa	Keresztmetszeti arány	Kifordulási görbe
Hengerelt I-szelvény	$h / b \leq 2$	a
	$h / b > 2$	b
Hegesztett I-szelvény	$h / b \leq 2$	c
	$h / b > 2$	d
Más szelvény	—	d

Kifordulási görbék kiválasztása

Viszonyított kifordulási karcsúság:

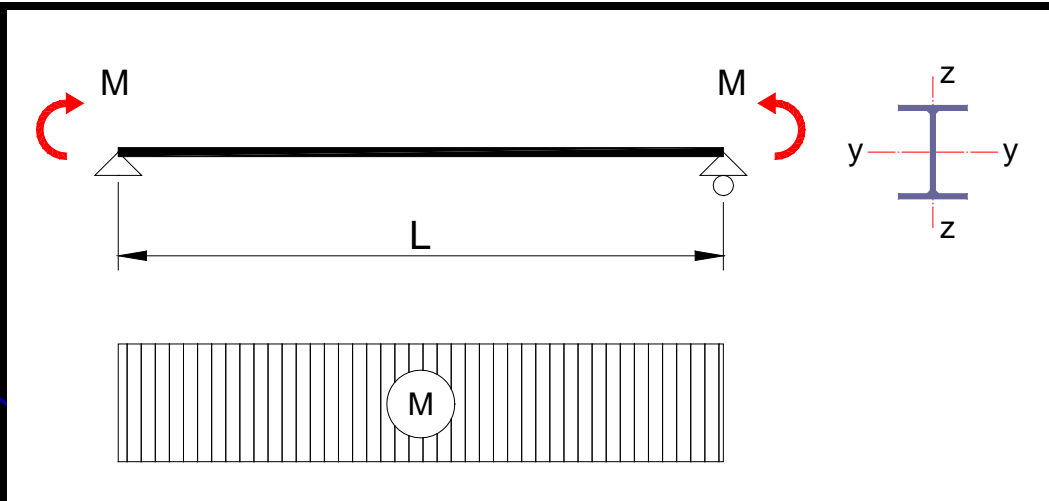
$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

M_{cr} : a hajlított gerenda rugalmas kifordulási kritikus nyomatéka, ami függ:

- a teljes km.-i jellemzőktől
- a nyomatékeloszlástól
- a megtámasztási viszonyoktól
- a tényleges terheléstől

A kritikus kifordulási nyomaték meghatározása:

$$M_{cr} = \frac{F}{L} \sqrt{E \cdot I_z \cdot \left(G \cdot I_t + E \cdot I_w \cdot \frac{F^2}{L^2} \right)}$$



$G \cdot I_t$ - tiszta csavarási tag; $E \cdot I_w$ – gátolt csavarási tag

A kifordulásvizsgálat alapesete [1]

A gyenge tengelyére (z-z) szimmetrikus és erős tengelye (y-y) körül hajlított keresztmetszetű gerenda kritikus kifordulási nyomatéka:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{F^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left(\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{F^2 \cdot E \cdot I_z}} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right)$$

L : az oldalirányban megtámasztott pontok közötti gerendahossz,

I_z : a gyenge tengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomaték,

I_t : a csavarási tehetetlenségi nyomaték


I_w : a torzulási (öblösödési modulus),

z_g : közvetlenül terhelt gerendák esetén a teher támadáspontja és a csavarási középpont közötti távolság; ha nincs közvetlen teher (a gerendát csak a végeken ható nyomatékok terhelik), akkor értéke zérus

z_j : módosító tényező






C_1, C_2, C_3 : a terhelés és a végmegtámasztás függvényei, értéküket a csak végnyomatékkal terhelt tartószakaszokra és a közvetlenül terhelt tartószakaszokra táblázatok tartalmazzák.

A nyomatéki ábra alakja az oldalirányú támaszok között



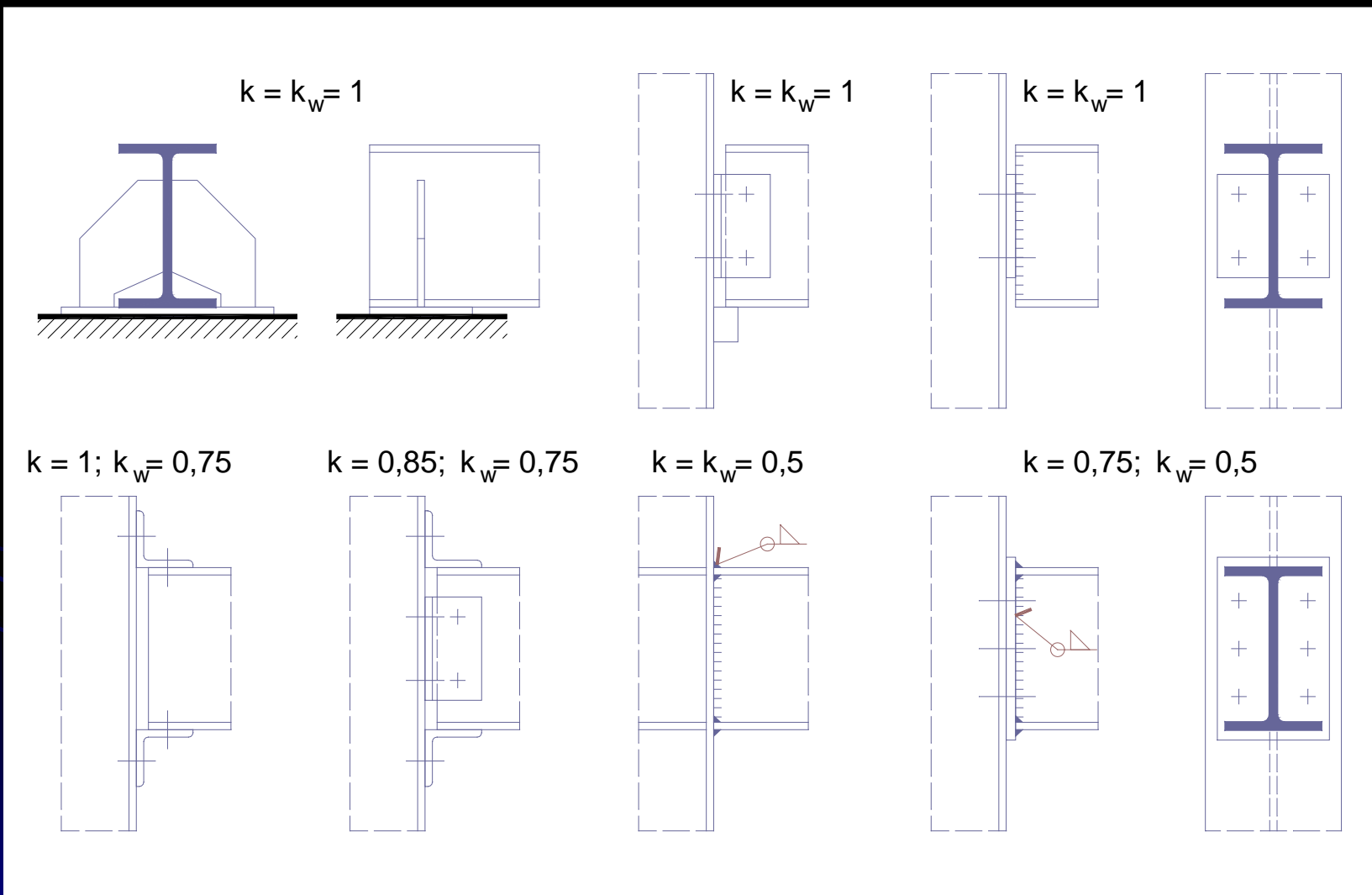
	ψ	k	C_1	C_2	C_3
1	1,0	1,0	1,000	-	1,000
	0,7	0,7	1,000		1,113
	0,5	0,5	1,000		1,144
0,75	1,0	1,0	1,141	-	0,998
	0,7	0,7	1,270		1,565
	0,5	0,5	1,305		2,283
0,5	1,0	1,0	1,323	-	0,992
	0,7	0,7	1,473		1,556
	0,5	0,5	1,514		2,271
0,25	1,0	1,0	1,563	-	0,977
	0,7	0,7	1,739		1,531
	0,5	0,5	1,788		2,235
0	1,0	1,0	1,879	-	0,939
	0,7	0,7	2,092		1,473
	0,5	0,5	2,150		2,150
-0,25	1,0	1,0	2,281	-	0,855
	0,7	0,7	2,538		1,340
	0,5	0,5	2,609		1,957
-0,5	1,0	1,0	2,704	-	0,676
	0,7	0,7	3,009		1,059
	0,5	0,5	3,093		1,546
-0,75	1,0	1,0	2,927	-	0,366
	0,7	0,7	3,009		0,575
	0,5	0,5	3,093		0,837
-1	1,0	1,0	2,752	-	0,000
	0,7	0,7	3,063		0,000
	0,5	0,5	3,149		0,000

Kifordulásvizsgálathoz szükséges C tényezők közvetlenül nem terhelt gerendára [3]

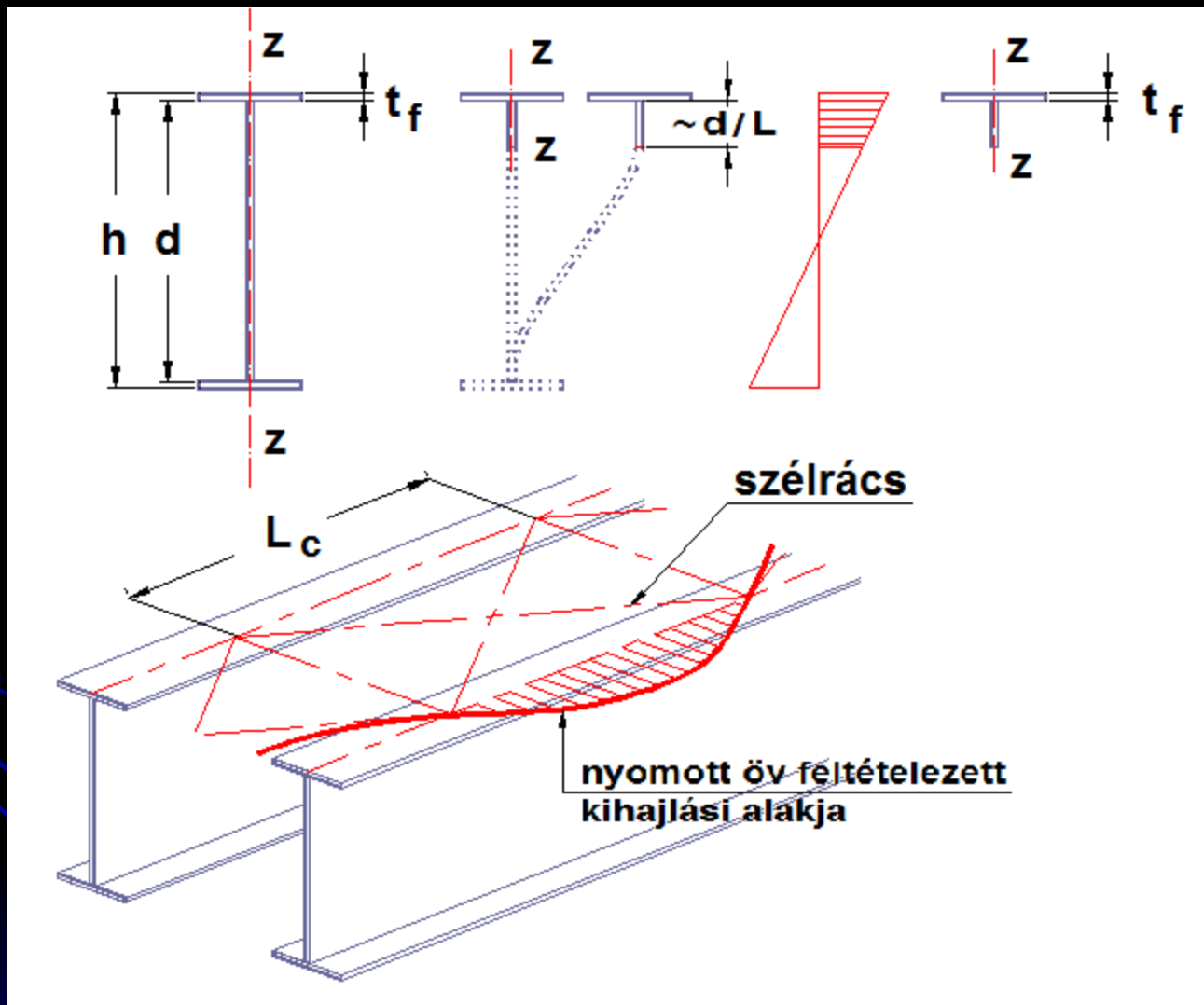
A nyomatéki ábra alakja az oldalirányú támaszok között	ψ	k	C_1	C_2	C_3
	–	1,0 0,5	1,132 0,972	0,459 0,304	0,525 0,980
	–	1,0 0,5	1,285 0,712	1,562 0,652	0,753 1,070
	–	1,0 0,5	1,365 1,070	0,553 0,432	1,730 3,050
	–	1,0 0,5	1,565 0,938	1,267 0,715	2,640 4,800
	–	1,0 0,5	1,046 1,010	0,430 0,410	1,120 1,890

Kifordulásvizsgálathoz szükséges C tényezők közvetlenül terhelt gerendára [3]

- k : a vizsgált tartószakasz végkeresztmetszeteinek elfordulás elleni megfogására utal. Értéke mindkét vég teljes értékű megfogása esetén 0,5, szabad végek esetén pedig 1,0. (0,7 érték vehető fel, ha az egyik vég szabad a másik pedig befogott.)
- k_w : a vizsgált tartószakasz végkeresztmetszeteinek vetemedés (öblösödés) elleni megfogására jellemző szám. Értéke mindkét vég teljes értékű megfogása esetén 0,5, szabad végek esetén pedig 1,0.



Példák tartóvégek megtámasztására [3]



Egyszerűsített kifordulásvizsgálat [1]

Egyszerűsített módszer (övmerevség-vizsgálat)

- a helyettesítő nyomott öv kihajlási ellenállása

$$M_{b,Rd} = k_{fl} \cdot \chi \cdot W_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \leq M_{c,Rd}$$

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c \cdot L_c}{i_{fz} \cdot \lambda_1}$$

hegesztett km.

ha $h / t_f \leq 44 \cdot \varepsilon$








egyéb km.

d görbe

c görbe

χ

helyettesítő nyomott öv: nyomott öv + gerinc
nyomott részének harmada

A nyomatéki ábra alakja az oldalirányú támaszok között	k_c
 <p>M_{max} $\psi \cdot M_{max}$</p>	$\frac{1}{1,33-0,33 \cdot \psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

k_c korrekciós tényező

A kifordulásvizsgálatot nem kell elvégezni, ha a következő feltétel teljesül:

$$\bar{\lambda}_f \leq \bar{\lambda}_{c0} \cdot \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

$$\bar{\lambda}_{c0} = 0,5$$

(karcsúsági paraméter)

Az öv redukált karcsúságát sem kell kiszámítanunk, amennyiben a nyomott öv oldalirányú megtámasztásainak távolságára fennáll hogy:

$$L_c \leq 47 \cdot \omega_{fz}$$